

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**



ZOTAVENIE PRI ŠPORTOVOM LEZENÍ

**Porovnanie vplyvu 4 rôznych metód zotavenia na
opakovaný lezecký výkon**

Bakalárska práca

VEDÚCI BAKALÁRSKEJ PRÁCE:

Mgr. Jiří Baláš, Ph.D.

SPRACOVAL:

Patrik Chovan

Názov práce:

Zotavenie pri športovom lezení : Porovnanie efektivity 4 rôznych metód zotavenia na opakovaný lezecký výkon.

Abstrakt:

Cieľ: Hlavným cieľom bakalárskej práce je porovnanie vplyvu 4 rôznych metód zotavenia na opakovaný lezecký výkon.

Metódy: Tejto výskumnej práce sa zúčastnilo 5 skúsených lezcov, 4 muži a 1 žena, vo veku $28,6 \pm 4,9$ rokov. Zúčastnení lezci podstúpili 4 merania s minimálnym odstupom 48 hodín a viacej. Všetky merania boli uskutočnené na umelej bouldrovej stene. Pri každej príležitosti podstúpili 3 lezecké testy na stanovenej ceste až do úplneho vyčerpania, prejavujúceho sa neschopnosťou urobiť ďalší krok v ceste. Medzi jednotlivými lezeckými testami nasledoval 20 minútový odpočinok. 4 rôzne druhy odpočinku boli používané v náhodnom poradí: aktívny odpočinok, pasívny odpočinok, studená voda a kontrastná terapia. Na základe tohto merania sme sa snažili porovnávať efektívnosť týchto 4 druhov odpočinku a ich vplyv na opakovaný lezecký výkon. Lezecký výkon sme sledovali na základe počtu prelezených krokov a času lezenia.

Výsledky: Pri používaní metódy studenej vody sme zaznamenali zvýšenie výkonu v druhom lezeckom teste v priemere o 2,3 krokov, v treťom teste sa výkon udržal na rovnakej úrovni ako na začiatku merania. Pri aktívnom odpočinku došlo len k nízkemu poklesu lezeckého výkonu, medzi prvým a tretím testom je v priemere rozdiel 13 krokov a čas klesol o 25 sekúnd. Pri kontrastnej terapii bol pokles vyšší, presnejšie o 20 krokov a priemerný čas lezenia sa znížil až o 1 min a 15 s. Pri pasívnom odpočinku došlo ku najväčšiemu poklesu výkonu, kde priemerný počet krokov klesol o 31 a čas sa skrátil o 1 min a 35 sekúnd v porovnaní s prvým lezeckým testom.

Záver: Na základe výsledkov môžeme tvrdiť, že studená voda a aktívny odpočinok sú efektívne metódy zotavenia pri športovom lezení, s pozitívnym vplyvom na opakovaný lezecký výkon. Ich využitie v praxi je organizačne, finančne i časovo nenáročné.

Kľúčové slová:

Metódy zotavenia, únava, športové lezenie, kontrastná terapia, studená voda, aktívny odpočinok, pasívny odpočinok.

Name of thesis:

Recovery in sport climbing: Comparison of effectiveness of 4 different recovery methods on repeated sport climbing performance

Abstract:

The goals: The main goal of this study is the comparison of the influence of four recovery methods on subsequent climbing performance.

Methods: 5 experienced climbers, 1 female and 5 males, $28,6 \pm 4,9$ years old, participated in this study. They took part in 4 measurements separated minimum of 48 hours and more. All measurements were in sport climbing center, on the bouldering wall. On each occasion, they had to perform 3 climbing tests until maximal exhaustion on the prepractised route. Each climbing test was separated by 20 min of recovery. 4 recovery methods were used in randomised order: active recovery, passive recovery, cold water immersion and contrast therapy. We tried to compare the effectiveness of these recovery methods and their influence on a repeated climbing performance. The Climbing performance was measured with a number of movements and the duration of climbing.

Results: Using of cold water immersion increased the average value of the climbing performance in the second climbing test for 2,3 of movement. In the third round the performance was almost same as in the first one. Using the active recovery decreased the average value of the performance only in 13 movements between the first and the third climbing test. The Duration of climbing decreased in average 25 sec. With contrast therapy we measured the decrease of 20 movements and duration decreased in 1 min and 15s. Using the passive recovery caused the biggest decrease in 31 movements and the duration in 1 min and 35 sec.

Conclusion: Cold water immersion and Active recovery are the most effective recovery methods for sport climbing in this study. They have a positive effect on repeated climbing performance. Their use is cheap and easy.

Key words: Recovery methods, fatigue, sport climbing, contrast therapy, cold water immersion, active recovery, passive recovery.

**Chcel by som poďakovať Mgr. Jiřímu Balášovi, Ph. D. za odborné vedenie,
pomoc, dôležité pripomienky a cenné rady v priebehu tvorby tejto práce**

Prehlasujem, že som celú bakalársku prácu spracoval samostatne a použil som
len literatúru uvedenú v zozname citácií.

Patrik Chovan

Súhlasím so zapožičiavaním svojej bakalárskej práce ku študijným účelom.

Prosím, aby bola vedená presná evidencia požičiavateľov, ktorí musia zdroj literatúry riadne ocitovať.

Priezvisko a meno

Číslo občianskeho preukazu

Dátum vypožičania

1. ÚVOD	7
2. TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ	9
2.1 ŠPORTOVÉ LEZENIE	9
2.1.1 Fyziologické aspekty lezenia	9
2.2 METABOLIZMUS	12
2.3 ENERGETICKÉ SYSTÉMY	12
2.3.1 Alaktátový anaeróbný spôsob	13
2.3.2 Laktátový anaeróbný spôsob	13
2.3.3 Oxidatívny systém	14
2.4 ÚNAVA	15
2.4.1 Rýchla a pomalá únava	16
2.4.2 Príčiny únavy	16
2.4.3 Únava pri lezení	18
2.5 ZOTAVENIE A REGENERÁCIA	19
2.6 METÓDY ZOTAVENIA	20
2.6.1 Pasívny odpočinok	20
2.6.2 Aktívny odpočinok	20
2.6.3 Vodné procedúry	21
3. CIEĽ	24
4. HYPOTÉZY	24
5. ÚLOHY	24
6. METODIKA BAKALÁRSKEJ PRÁCE	25
6.1 SÚBOR	25
6.2 REALIZÁCIA VÝSKUMU	25
6.2.1 Metóda lezeckého testu	25
6.2.2 Metódy odpočinku	26
6.3 ZAZNAMENÁVANÉ ÚDAJE	26
6.4 VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV	26
7. VÝSLEDKY	27
7.1 POČET KROKOV	27
7.2 ČAS LEZENIA	28
7.3 SRDCOVÁ FREKVENCIA	29
7.4 SILA STISKU – DYNAMOMETRIA	30
8. DISKUSIA	32
9. ZÁVER	35
10. POUŽITÁ LITERATÚRA	36

1. Úvod

V súčasnej dobe nabralo športové lezenie na vysokej popularite a venuje sa mu veľký počet ľudí. Niektorí berú lezenie iba ako rekreačno – zábavnú aktivitu spojenú s veľkou dávkou adrenalínu a dobrodružstva, iní sa mu zase venujú na výkonnostnej úrovni a samozrejme máme aj profesionálnych lezcov, ktorí berú lezenie v prvom rade ako súťažný šport. V každom prípade je lezenie spojené s prekonávaním prekážok a pociťovaním radosti z úspechov. V prvej skupine sa môže jednať o prelezenie cesty a prekonanie strachu z pádu. V druhej skupine sa jedná už o prelezenie určitej obtiažnosti a posúvania vlastných hraníc vylezením ťažšej a ťažšej cesty. V tretej skupine sa už jedná o systematicky naplánovaný výkon, ktorý sa sústreďí predovšetkým na víťazstvo v nejakých lezeckých súťažiach. Na to, aby sme boli schopní určitú prekážku v lezení prekonať, musí dôjsť ku zlepšovaniu nášho výkonu. Poznáme už viacero publikácií, ktoré sa zaoberajú športovým lezením a zlepšovaním výkonu skrz systematický tréning (Goddard a Neumann, 1993; Tefelner, 1999; Hörst, 2008). Každý má možnosť nájsť si svoju vlastnú cestu v lezení a prekonávať tie prekážky, ktoré sa pre neho stali výzvou.

V tejto práci sa zameriam hlavne na lezcov na vysokej úrovni, či už sa jedná o výkonnostných alebo súťažných lezcov. V oboch prípadoch je ich hlavnou prekážkou v lezení obtiažnosť. Snažiť sa vyliezť čo najťažšiu cestu čistým štýlom. U súťažných lezcov je hnacím motorom hlavne prekonávanie súpera a podať lepší výkon ako ten druhý.

U výkonnostných lezcov sa jedná najmä o vylezenie stále ťažšej cesty a posúvanie vlastnej výkonnosti. Podanie optimálneho a maximálneho lezeckého výkonu je podmienené viacerými faktormi. Goddard a Neumann (1993) popisujú lezecký výkon ako model šiestich zložiek. Odpočinok je v tomto modeli zahrnutý len ako časť jednej zložky, no v súťažnom alebo výkonnostnom lezení zohráva častokrát rozhodujúcu úlohu. Jedná sa hlavne o kvalitu a kapacitu odpočinku medzi jednotlivými lezeckými výkonmi.

Súťaže v lezení na obtiažnosť dnes patria medzi veľmi populárne. Často si vyžadujú liezť viacero ťažkých ciest len počas niekoľkých hodín. Jedná sa o cesty v kvalifikácii, semifinále, finále a niekedy aj superfinále, ktoré sú často od seba oddelené iba niekoľkými minútami. Práve tu je rozhodujúcim faktorom odpočinok, jeho kvalita a čo najefektívnejšie využitie.

Pri výkonnostnom lezení na skalách si lezec vytýči určitú cestu. Je nútený v nej dať viacero pokusov, kým zvládne všetky lezecké kroky a ich následné spojenie v jeden celok.

Práve dĺžka a kvalita každého zotavenia môže byť rozhodujúcim faktorom, ktorý zabezpečí úspech v ďalšom pokuse, chápaný čistým prelezom vytýčenej cesty. Práve z vlastnej skúsenosti som sa poučil, že pri lezení na skalách sa odpočinku nevenuje pozornosť, i keď zohráva často dôležitú úlohu.

V tejto práci sa zameriam na výskum odpočinku v lezení. Bude sa jednať najmä o jeho kvalitu a efektivitu. Presnejšie budem porovnávať štyri rôzne formy odpočinku a to aktívny, pasívny, studenú vodu a kontrastnú terapiu.

Na presnejšie porozumenie danej problematiky sa zameriam v nasledujúcich kapitolách. Charakterizujem športové lezenie a jeho fyziologické aspekty. Ďalej charakterizujem jednotlivé energetické systémy, ktoré sú spojené s pohybovou aktivitou. Definujem únavu, jej druhy a príčiny jej vzniku. A nakoniec rozpišem jednotlivé metódy zotavenia, ktoré v tejto výskumnej práci budem používať.

2. Teoretické východiská

2.1 Športové lezenie

Športové lezenie je druh lezenia, v ktorom je minimalizované objektívne nebezpečenstvo používaním pevných istiacich bodov na skale alebo na lezeckej stene. Znížením tohto nebezpečenstva môže byť lezenie zamerané na obtiažnosť jednotlivých lezeckých krokov. Pády v tomto odvetví lezenia sú úplne bežné a pomerne bezpečné.

Športové lezenie patrí od roku 2007 pod organizáciu IFSC (International Federation of Sport Climbing). Táto organizácia zastrešuje aj súťažné lezenie so všetkými jeho disciplínami ako boulderink, lezenie na rýchlosť a lezenie na obtiažnosť.

Podľa Creasyho (1999) charakterizujeme jednotlivé lezecké disciplíny takto:

Boulderink – druh lezenia do malých výšok, pri ktorých sa nepoužíva lano a iné istiace pomôcky. Pád z tejto výšky nie je nebezpečný. Jedná sa o lezenie maximálne ťažkých krokov. Môže byť na umelých stenách alebo skalných blokoch.

Lezenie na rýchlosť – je lezenie, ktoré sa praktikuje len na umelých stenách. Jedná sa o lezenie s vrchným istením, kde je úplne minimalizované objektívne nebezpečenstvo a hlavným cieľom je čo najrýchlejšie prelezenie danej cesty.

Lezenie na obtiažnosť - druh lezenia, pri ktorom si lezec zapína svoje lano do pevných istiacich bodov už tam predtým umiestnených. Hlavným cieľom je zvládnuť všetky ťažké kroky a preliezť cestu čistým štýlom bez jediného pádu. Práve tento druh lezenia nás bude v tejto práci zaujímať.

2.1.1 Fyziologické aspekty lezenia

Sheel (2004), Watts (2004) a Baláš (2009) popísali vo svojich prácach jednotlivé fyziologické zmeny, ku ktorým pri lezení dochádza. Nás bude v prvom rade zaujímať sila a vytrvalosť, srdcová frekvencia (SF) a hladina krvného laktátu.

Sila a vytrvalosť pri lezení

Pri lezení vykonávajú svaly dynamickú a statickú prácu. Podrobnejšie sa silovým a vytrvalostným schopnostiam v lezení venuje Watts (2004), Baláš (2009) a Grant (1996). Tí sa vo svojich prácach zhodli na jednotlivých determinantoch ovplyvňujúcich lezecký výkon. Za rozhodujúce determinanty sú považované hlavne statická a silová vytrvalosť horných

končatín, predlaktia, ohýbačov prstov a pletenca ramenného. Grant et al. (1996) vo svojom výskume uvádza väčšiu dynamickú silovú vytrvalosť u lezcov v porovnaní s nelezcami. Tento fakt bol zistený testom na maximálny počet zhybov. Taktiež v teste výdrž v zhybe dosiahli lezci ďaleko lepšie výsledky, čím bola dokázaná dobre rozvinutá statická silová vytrvalosť. Maximálna sila stisku nie je jednoznačným determinantom pre lezecký výkon. Grant et al. (1996) vo svojom meraní nezaznamenal značný rozdiel medzi lezcami a nelezcami. Zaznamenal však značný rozdiel pri meraní silovej vytrvalosti stisku (Čo najdlhší čas udržať maximálnu svalovú kontrakciu). I Watts (2004) udáva, že lezením je maximálna sila stisku oslabená len o 22%, pričom silová vytrvalosť stisku je oslabená až o 57%.

Energetické krytie v športovom lezení

Na to, aby sval mohol vykonávať prácu, potrebuje energiu. Bertuzzi a kol. (2007) sa vo svojom výskume zameril na využitie energetických systémov pri lezení ciest 3 rôznych obtiažností. Výsledkom tohto výskumu bolo percentuálne zastúpenie jednotlivých systémov pričom najväčšiu časť energetickej úhrady udáva aeróbnym spôsobom, druhým je anaeróbnym alaktátovým spôsobom a tretím je aeróbnym laktátovým spôsobom. Už z tohto výskumu je vidieť, že v lezení sú zastúpené všetky tri energetické systémy. Jednotlivé energetické systémy sú rozpisované podrobnejšie v ďalšej kapitole.

Srdcová frekvencia

Pri lezení na obtiažnosť sa srdcová frekvencia zvyšuje so zvyšovaním lezeckej obtiažnosti. Podľa Sheela (2004) a Bertuzziho a kol. (2007) dochádza ku neprimeranému nárastu srdcovej frekvencie v porovnaní so spotrebou kyslíku (VO_2). Títo autori udávajú viacero príčin tohto nárastu. Jedným z nich je opakovateľná izometrická kontrakcia, ku ktorej pri lezení dochádza. Z toho dôvodu je oslabený a spomalený lokálny krvný obeh v pracujúcich svaloch. Tým automaticky narastá krvný tlak a SF. Druhým dôvodom zvýšenia SF je poloha rúk pri lezení. Tie sú väčšou časťou držané nad hlavou a nad úrovňou srdca, čo tak isto spôsobuje toto zvýšenie. Tretím dôvodom môže byť stres a strach, ktorý je pri lezení vyvolávaný hlavne obavami z pádu.

Krvný laktát

Krvný laktát dosahuje pri lezení hladinu od 1 do 7 mmol.l⁻¹ a najväčšie hodnoty boli namerané po 1. minúte po lezení. Takáto hladina laktátu nedosahuje hodnoty typické pre anaeróbne – laktátové energetické krytie, ktoré je pri lezení na obtiažnosť využívané. Je to spôsobené tým, že pri lezení sú najviac zaťažované malé svalové skupiny, najmä svaly predlaktia. Preto hladina laktátu nemôže byť hlavným ukazateľom energetickej zóny v lezení (Baláš, 2009).

2.2 Metabolizmus

Pri každej pohybovej aktivite, hlavne s vyššou intenzitou a objemom sa v organizme zvyšuje aktivita metabolických dejov. Jedná sa o zaistenie všetkých metabolických potrieb organizmu, pri čom dochádza ku zmenám hlavne v nervosvalovom a kardiorespiračnom systéme. Hlavným cieľom celého mechanizmu je zaistenie dostatočnej energie, potrebnej pre svalové bunky, na vykonávanie požadovanej práce (Havlíčkova a kol., 2006).

Z hľadiska poskytovania energie sú v metabolizme najdôležitejšie makroergné substráty ako cukry, tuky a bielkoviny. Ich rozkladom a štiepením sa získava biologicky použiteľná energia na vykonávanie svalovej práce. Presne sa jedná o rozklad chemických väzieb, ktoré tieto substráty obsahujú, a tým sa získava potrebná energia pre svaly.

Pri rozklade týchto substrátov prebieha v organizme viacero reakcií. Tie reakcie, pri ktorých je energia uvoľňovaná sa nazývajú katabolické. Jedná sa o štiepenie väčších molekúl na menšie molekuly. Naopak pri reakciách, kde dochádza ku syntéze väčších molekúl z menších a kde sa energia spotrebováva, hovoríme o reakciách anabolických.

Metabolizmus je súhrn všetkých katabolických a anabolických reakcií, ktoré v organizme prebiehajú. Energiu získanú z katabolických reakcií predstavujú molekuly adenozintrifostátu- (ATP). Bez žiadnych zásob ATP by svalová práca nebola možná (Baechel, Earl, 2008).

2.3 Energetické systémy.

Podľa Baechela a Earla (2008) prebiehajú vo svalových bunkách tri energetické systémy, ktoré zabezpečujú produkciu ATP:

- 1: Alaktátový anaeróbny spôsob - fosfágenový ATP- CP systém
- 2: Laktátový anaeróbny spôsob - glykolýza
- 3: Aeróbny spôsob - oxidatívny systém

2.3.1 Alaktátový anaeróbný spôsob

Fosfágenový ATP – CP systém je typický pre cvičenia s vysokou intenzitou a krátkym časom trvania, maximálne do 15 sekúnd. Vyskytuje sa tiež na začiatku každého cvičenia s vyššou intenzitou.

Energia je vytvorená predovšetkým hydrolýzou ATP. Jedná sa o hydrolýzu, pretože pre rozklad ATP je potrebná molekula vody. Ďalšou významnou molekulou v tomto systéme je kreatínfosfát – CP. Ten sa podieľa na spätnej tvorbe ATP a to za prítomnosti enzýmu kreatínkinázy. Síce je energia týmto spôsobom rýchlo vytvorená, zásoby CP sú malé a preto nie je možné ju poskytovať pri dlhšie trvajúcich aktivitách. Tento systém je rýchly a celý sa uskutočňuje vo vnútri bunky, mimo špeciálnych organel a nepotrebuje ku reakciám žiadny kyslík, preto sa jedná o anaeróbný systém (Wilmore, Costill, 1994).

2.3.2 Laktátový anaeróbný spôsob (Glykolýza)

Už z názvu tohto systému je jasné, že prebieha bez dostatočnej účasti kyslíku v látkovej premene. Ďalej je tento spôsob charakteristický zvýšenou koncentráciou laktátu v krvi, čo je tiež dôkazom neoxidatívneho odbúravania glykogénu. Glykolýza je vlastne rozklad svalového glykogénu a následnej tvorby ATP. Tento proces je výsledkom viacerých enzymaticky katalyzovaných reakcií. Tvorba ATP v tomto systéme nie je taká rýchla ako alaktátovým spôsobom, ale jej kapacita je ďaleko vyššia a to kvôli väčším zásobám glykogénu a glukózy v porovnaní so zásobami CP.

Konečným produktom rozkladu glykogénu je pyruvát. Ten je na základe miery intenzity cvičenia a potrebnej dodávky energie pre bunky premenený na laktát alebo transportovaný do mitochondrií, kde ďalej prebiehajú reakcie za účasti kyslíku. .

Ak dôjde ku premene pyruvátu na laktát, hovoríme o anaeróbnej rýchlej glykolýze. Požiadavky na energiu sú veľké a reakcie tvorby ATP prebiehajú rýchlo, takže nestíha dôjsť ku dostatočnej oxidácii.

Laktát (La) je z pyruvátu katalyzovaný enzýmom laktátová dehydrogenáza. Pri tejto reakcii vznikajú anionty La a ionty H. Koncentrácia krvného laktátu môže stúpnuť z počiatočnej hodnoty 1 mmol/kg až na 25 mmol/kg. Práve ionty vodíka spôsobujú rýchlu únavu vo svaloch. Je to spôsobené hlavne tým, že znižujú pH, čím spomaľujú glykolytické reakcie a tvorbu energie potrebnej pre svaly. Priamo narušajú svalové kontrakcie, tak že bránia vápnikovým väzbám s troponínom. Tento proces, kde sa cvičením znižuje pH, sa nazýva

metabolická acidóza. Mnohokrát je práve laktát označovaný ako hlavná príčina únavy. Ten je však často využívaný, ako energetický substrát napríklad pri tvorbe glukózy v glukoneogéze. Taktiež je využívaný ako zdroj energie pre myokard – srdce. (Bechel, Earl, 2008)

Hlavné uplatnenie tohto energetického systému je pri pohybových aktivitách submaximálnej intenzity s trvaním 45 – 90 s. Uplatňuje sa aj pri dlhších činnostiach, a to tam, kde intenzita záťaže a odpovedajúce nároky na úhradu energie prevyšujú možnosti oxidatívneho spôsobu energetického krytia (Semiginovský, Vránová, 1983).

2.3.3 Oxidatívny systém.

Tretí systém, ktorý zabezpečuje energiu pre svalové bunky je oxidatívny systém. Pretože je v tomto systéme potrebný kyslík, hovoríme o aeróbnom procese. Oxidatívna produkcia ATP sa odohráva vo vnútri špeciálnych bunčných organel – mitochondrií.

Tento systém zásobuje svaly energiou pri dlho trvajúcich aktivitách. Záleží na schopnosti organizmu transportovať kyslík ku aktívnym svalom.

Aeróbný spôsob je omnoho výhodnejší oproti anaeróbnemu, pretože z jednej molekuly glykogénu je vytvorených až 39 molekúl ATP. Pri laktátovom systéme sa z glykogénu vytvorí iba 3 molekuly ATP.

Aj tu hrá hlavnú úlohu glykolýza cukrov, presne ako v anaeróbnom systéme. Rozdiel je v tom, že konečný produkt pyruvát je za prítomnosti kyslíku v mitochondriách premenený na acetyl koenzým A. Ten ďalej vstupuje do Krebsovho cyklu, kde je premenený na ATP. (Wilmore, Costill, 1994)

2.4 Únava

Podľa Havlíčkovej a kol. (2006) môžeme únavu z fyziologického hľadiska definovať ako komplexný jav, ktorý sa prejavuje ako znížená odpoveď organizmu na podnety rovnakej intenzity, či nutnosť použiť vyššiu intenzitu podnetu na získanie rovnakej odpovedi. Pri určitej vykonávanej záťaži sa únava prejavuje poklesom fyzického výkonu.

Únavu môžeme rozdeliť na fyzickú a psychickú, miestnu a celkovú, akútnu a chronickú a fyziologickú a patologickú.

Nás bude v tejto práci zaujímať predovšetkým únava fyziologická. Jej prvotnou príčinou je pohybová aktivita. Podľa Havlíčkovej a kol. (2006) je táto únava označovaná ako zdravá a má poväčšine kladný efekt. Je to hlavne preto, že záťaž bez známok únavy nevyvoláva adaptačné zmeny organizmu a teda nevlýva pozitívne na zvyšovanie výkonnosti jedinca. Podľa Kučeru a kol. (1996) závisí nástup fyziologickej únavy na stavu organizmu, na trénovanosti, na charaktere vykonávanej záťaže a na vonkajšom prostredí.

Hlavným rysom fyziologickej únavy je porucha priebehu kontrakcie svalového vlákna. Iniciátorom kontrakcie je prísun iontov Ca^{2+} ku kontraktílným bielkovinám aktínu a myozínu. V momente podráždenia je zo sarkoplazmatického retikula uvoľnený Ca^{2+} , ten sa viaže na troponín a ten spôsobí natočenie aktínového komplexu tak, aby mohla začať interakcia, spojenie medzi aktínom a myozínovými mostíkmi. Ku tejto akcii je bezprostredne dodávaná energia z ATP, ktorého molekula je umiestnená na priečnom mostíku, myozínovej hlave. Akonáhle sa dotkne aktínu, vzniká $\text{ADP} + \text{P}$. Z tejto reakcie vzniká potrebná energia a fosfát, ktorý sa ďalej využíva na resyntézu ATP. Celá kontrakcia sa opakuje dovtedy, kým je dostatočné a prístupné množstvo Ca^{2+} (Havlíčková a kol. 2006).

Fyziologickú únavu môžeme podľa Jirku (1990) rozdeliť na centrálnu a periférnu.

Centrálna únava je spojená s utlmenou funkciou centrálnej nervovej sústavy. Tento útlm vzniká ako obranná reakcia organizmu na vysoký prúd aferentných vzruchov z činného svalstva.

Periférna únava sa týka hlavne svalového aparátu. Je spôsobená predošlou záťažou. Podľa Donatelliho (2007) ju rozdeľujeme na metabolickú a svalovú.

Metabolická únava je výsledkom viacerých faktorov. Jedným z nich je pokles energetických zásob. Jedná sa hlavne o vyčerpanie zásob svalového glykogénu a zníženú produkciu ATP.

Svalová únava je spôsobená nahromadením odpadových látok z metabolizmu. Jej hlavným ukazateľom je znížená sila a rýchlosť svalovej kontrakcie. Je spôsobená zníženým svalovým pH a to v dôsledku vyššej koncentrácie H^+ a La.

2.4.1 Rýchla a pomalá únava

Z hľadiska metabolických svalových zmien rozdeľujeme únavu podľa Havlíčkovej a kol. (2006) na anaeróbnu rýchlo nastupujúcu únavu a aeróbnu pomaly nastupujúcu únavu.

Aeróbná pomaly nastupujúca únava vzniká pri záťaži strednej až miernej intenzity a jej hlavným rysom je pokles energetických zásob. Pri dostatočnom dodávaní kyslíku pracujúcim svalom je hlavnou limitáciou výkonu kritický pokles zásobného cukru – glykogénu. Tvorba ATP štiepením tukov nie je možná, pretože na to sú vždy potrebné cukry. V prípade, že obehový systém nedokáže ďalej dodávať dostatočné množstvo kyslíku, prejdú pracujúce svaly na anaeróbný spôsob získavania energie. Zdatný a trénovaný organizmus umožňuje väčšie zásobenie vlákien kyslíkom a tým oddŕaluje nástup únavy.

Rýchla anaeróbná únava vzniká, keď svaly už nie sú dostatočne zásobované kyslíkom a musia tak prejsť na anaeróbný spôsob získavania energie, na anaeróbnu glykolýzu. Tá sa prejavuje práve nadprodukciou La, ktorý spôsobuje pokles pH, tzv. acidózu. Tá spôsobuje zníženie resyntézy ATP a CP. Taktiež vyvoláva vyššiu koncentráciu vodíkových iontov, ktoré spomalujú svalovú kontrakciu a tak oslabujú svaly.

2.4.2 Príčiny únavy

Presné príčiny únavy popisuje Wilmore a Costill (1999). Podľa nich poznáme tri rôzne príčiny svalovej únavy:

Vyčerpanie kreatínfosfátu

Vyčerpanie glykogénu

Nahromadenie odpadových látok

Spotrebovanie kreatínfosfátu

Na základe predošlých výskumov bolo dokázané, že pri opakovaných svalových kontrakciách je únava spôsobená vyčerpaním zásob kreatínfosfátu. Aj keď je primárnym zdrojom energie ATP, jeho zásoby vydržia dlhšie, pretože je vytváraný aj inými systémami. Keď sa však minie z tela CP, ktorý rýchle spätne obnovuje ATP, telo už nemá ako ďalej

vytvárať okamžitú energiu, pretože sa vyčerpá celá zásoba ATP. ATP-CP systém už nie je schopný produkovať energiu.

Práve pri aktivitách krátkeho charakteru, je tiež dôležité správne poznať svoje energetické zásoby. Správnym rozfázovaním aktivity môžeme efektívnejšie využiť ATP-CP systém. Ak sa unáhlime na začiatku, vo finálnej fáze už nebudeme mať dostatočnú energiu.

Tento typ únavy sa prejavuje hlavne pri cvičeniach supramaximálnej intenzity, s dobou trvania najviac do 15 sekúnd (Wilmore, Costill, 1999).

Spotrebovanie glykogénu

Pri dlhších pohybových činnostiach sa primárnym zdrojom energie na syntézu ATP stáva svalový glykogén. Avšak jeho zásoby sú limitované a rýchlo vyčerpatel'né. Jeho vyčerpanie záleží hlavne na intenzite cvičenia. Samozrejme svalový glykogén nie je schopný zabezpečiť dostatok cukru, energie pri vytrvalostných cvičeniach. Glukóza transportovaná krvou do svalov poskytuje potrebnú energiu pri vytrvalostných aktivitách. Pečeň rozloží zásoby svojho glykogénu a z neho produkuje glukózu, ktorá je odtiaľ transportovaná krvou do svalov. Pri vyčerpaní glykogénu z pečene už telo nie je schopné produkovať glukózu z iných substrátov a tak sa čerpá energia zo svalového glykogénu. Jeho zásoba je však rýchlo vyčerpaná, čo vedie k únave. Týmto dôvodom je únava spôsobená pri cvičeniach submaximálnej intenzity, s dobou trvania až niekoľko desiatok minút (Wilmore, Costill, 1999).

Nahromadenie odpadových látok

Táto príčina spôsobujúca únavu sa vyskytuje pri intenzívnych cvičeniach submaximálnej až maximálnej intenzity, trvajúcich obvykle niekoľko minút. Jej výsledkom je rýchla anaeróbna únava. Je to dôsledok anaeróbnej glykolýzy, pretože pri intenzívnych cvičeniach je potrebný rýchly prísun energie. Tým dochádza ku nahromadeniu metabolických vedľajších produktov. Jedná sa o zvýšenú koncentráciu La a H^+ .

Zvýšená koncentrácia H^+ znižuje hladinu pH. Keď sú svaly v kľude, odpočívajú, má pH hodnotu 7,1. Pri aktivitách vysokej intenzity a krátkeho trvania klesá hodnota pH až na 6,4. Podľa Donatelliho (2007), znížené pH spôsobuje dva hlavné efekty na svalovú kontrakciu. Prvým je zabránenie aktín-myozín ATPázy, enzým zodpovedný za rozklad ATP, čím je zastavená tvorba okamžitej energie na svalovú kontrakciu. Druhým efektom je vytlačenie vápnika vodíkovými iontami H^+ z reakcie pri vytváraní aktín-myozínových mostíkov. Tým je celá svalová kontrakcia spomalená až zabrzdená.

2.4.3 Únava pri lezení.

Svalová únava pri lezení má hlavne znaky rýchlej, aneróbnej únavy a je zapríčinená z viacerých dôvodov. Hlavná príčina je opakovaná izometrická kontrakcia a jej striedanie s koncentrickou a excentrickou kontrakciou, ku ktorej pri lezení dochádza. Jedná sa hlavne o stiahnutie svalu, a tým stlačené svalové kapiláry. Čím viac je sval stiahnutý, tým je v ňom menšie množstvo krvi.

Pri intenzite lezenia od 20 – 50 % maximálnej sily, stiahnuté svalové vlákna čiastočne uzatvárajú kapiláry a tým sa vo svale spomaľuje tok krvi. Tým sa obmedzuje aj dodávka kyslíku a na upokojenie svalových energetických potrieb musí byť ATP produkované anaeróbne laktátovým spôsobom. Pri takejto intenzite lezenia sa začínajú prejavovať pocity únavy, tzv. „natečenými bandaskami“.

Pri lezení s intenzitou nad 50 % maximálnej sily sa kapiláry uzatvoria úplne. Tým sa vo svale hromadia metabolity z anaeróbne laktátového systému ako La a H^+ . Sval sa rýchlo unavuje, pretože nedostatočné množstvo krvi nemôže poskytnúť potrebnú energiu, ani odplaviť nahromadený odpad. Pokiaľ sa sval neuvoľní alebo neklesne intenzita lezenia, do svalu prestane prúdiť krv a sval prestane pracovať (Goddard a Neumann, 1993).

2.5 Zotavenie a regenerácia

Zotavenie je podľa Havlíčkovej a kol. (2006) biologický proces obnovy predchádzajúceho poklesu funkčných schopností organizmu. Podľa Dovalila a kol. (2009) ide o komplex fyziologických a psychologických procesov, ktoré likvidujú únavu a snažia sa navrátiť organizmus do stavu, v akom bol pred záťažou. Jedná sa hlavne o ukludnenie srdcovej činnosti a dýchania, obnovenie energetických rezerv, obnovenie iontovej rovnováhy, odstránenie splodín látkovej výmeny, poklesu svalovej tenzie a zníženie aktivačnej úrovne, emočného napätia.

Tieto procesy sú priamo závislé na charaktere, intenzite a čase trvania predchádzajúcej záťaže. Jednotlivé procesy sú časovo rôznorodé – heterochronné. Takže sa časovo líši pokles srdečnej činnosti a odstránenie katabolitov či obnova energetických zásob.

Podľa Dovalila a kol. (2009) je možné sledovať rýchlu a pomalú fázu zotavenia. Rýchla fáza je charakteristická vysokou rýchlosťou poklesu rôznych funkcií organizmu a trvá len niekoľko minút. V tejto fáze boli zaznamenané návraty hodnôt až na 80 % z východiskovej úrovni. To je fáza, ktorú budeme sledovať v našom meraní, pretože pôjde o pokles srdcovej frekvencie, obnovenie niektorých energetických zásob a príprava svalu na nasledujúci výkon. Jedná sa o zotavenie z aneoróbnej záťaže, čiže rýchlo vznikajúcej únavy. Tu dochádza ku rýchlej resyntéze fosfagenu, pričom po troch minútách dochádza k jeho 100 % obnove (Havlíčková a kol, 2006).

Druhá fáza je pomalá a tá sa týka predovšetkým zotavenia, ktoré trvá niekoľko desiatok minút, hodín alebo až dní. Jedná sa najmä o zotavenie z pomaly vznikajúcej únavy, čiže po aeróbnom cvičení. Je potrebná resyntéza svalového glykogénu, čo môže trvať až dva dni (Havlíčková a kol., 2006).

Schopnosť organizmu rýchlo sa zotaviť, môže byť dôležitým faktorom úspešného výkonu pri opakovanej a následnej záťaži. V športovom lezení sa môže jednať o súťažiacich lezcov, ktorí absolvujú zvyčajne v jeden deň semifinále, finále a niekedy aj superfinále, čo predstavuje opakovane liezť na hranici svojho maxima a často len s odpočinkom do 30 minút. Takisto je to pri lezení na skalách, kde si lezec vytýči určitý cieľ, obtiažnu cestu, ktorú chce zdolať. Je dôležité, aby medzi jednotlivými pokusmi, medzi cestami došlo ku dostatočnému

zotaveniu a pohybový aparát bol poriadne pripravený na nasledujúci výkon, ktorý by mal byť ešte lepší než predchádzajúci.

2.6 Metódy zotavenia

Existuje veľká skupina rôznych foriem a metód zotavenia a regenerácie. Obecne sa regenerácia podľa Jirku (1990) delí na pasívnu a aktívnu. Pasívna je taká, pri ktorej dochádza ku návratu funkcií bez vonkajších zásahov, je to prirodzený proces. Sem patrí aj spánok. Aktívna regenerácia je súbor rôznych metód a procesov, ktoré sa využívajú k urýchleniu pasívnej regenerácie. Medzi aktívnu regeneráciu zaraďujeme aktívny odpočinok, rôzne kompenzačné a strečingové cvičenia, vodné procedúry a všetky druhy masáží.

Pri lezení na súťaži alebo na skalách má často lezec k dispozícii len krátku dobu na zotavenie. Je preto nutné zvážiť, akou formou odpočinku túto dobu efektívne využijeme. Najčastejšou metódou odpočinku pri lezení je pasívny odpočinok, poväčšine kvôli isteniu lezeckého partnera. Druhou metódou, ktorá je pri lezení ľahko praktikovaná je metóda aktívneho odpočinku. Je časovo nenáročná a ľahko kontrolovateľná. Ďalšími dobre využiteľnými odpočinkovými metódami pri lezení sú vodné procedúry. Ich praktizovanie je nenáročné a je možné ich jednoducho použiť hlavne pri súťažnom lezení.

2.6.1 Pasívny odpočinok

Pasívny odpočinok je forma zotavenia, pri ktorej sa ku návratom do predzáťažového stavu dostávame odpočinkom v klúde. Jedná sa o pozíciu v sede alebo v ľahu, proste v kludnom stave, pri ktorom nedochádza ku žiadnym fyziologickým zmenám spôsobených pohybovou aktivitou alebo iným vonkajším vplyvom. Jediné zmeny, ktoré sa v tele uskutočňujú, sú spojené s vyrovnávaním vnútorného prostredia, ktoré bolo narušené predošlým cvičením vysokej intenzity.

2.6.2 Aktívny odpočinok

Jedná sa o metódu zotavenie formou cvičenia nízkej až strednej intenzity. Ako je nám už známe, po cvičení pociťuje športovec únavu hlavne kvôli acidóze, zvýšenej koncentrácii H^+ a poklesu pH. Najrýchlejšou a najjednoduchšou cestou odbúrania acidózy je oxidácia, prísun kyslíku do svalov a to formou ľahkého aeróbného cvičenia. Vo viacerých výskumoch

napríklad Heymanová a kol. (2009) alebo Watts a kol. (2000), bolo dokázané rýchlejšie odstraňovanie krvného laktátu formou aktívneho odpočinku v porovnaní s pasívnym odpočinkom. Vo výskume Watts a kol. (2000) to bolo až o 50 % lepšie s aktívnym odpočinkom. Intenzita a forma cvičenia využívaného ku aktívnemu odpočinku sa líši na tréňovanosti jedincov a forme predošlého cvičenia. Podľa Schurmana (2009) by cvičenie nemalo prekračovať 65% maximálnej SF. Pri takejto záťaži nedochádza ku rozvoju aeróbných zdatností, ale organizmus práve zväčšuje prísun kyslíku a tým urýchľuje zotavenie.

2.6.3 Vodné procedúry

V poslednom období je významným prostriedkom a často využívanou metódou regenerácie systém vodných procedúr. Jedná sa hlavne o urýchlenie zotavenia, či už po tréningu alebo závode. Presnejšie sa jedná metódu ponárania do vody a využívanie vodného prostredia ku rýchlejšiemu zotaveniu. Táto metóda zotavenia spôsobuje fyziologické zmeny vo vnútri organizmu, ktoré zlepšujú regeneráciu.

Podľa Wilcocka a kol. (2006) poznáme štyri rôzne metódy zotavenia spojené s ponáraním do vody. Jedná sa o kryoterapiu, kontrastnú terapiu, termoterapiu a termoneutrálnu terapiu. Nás budú v tejto práci zaujímať prvé dve metódy, kryoterapia a kontrastná terapia, pretože u nich sa využívajú vlastnosti teploty vody, pričom u druhých dvoch sa skôr jedná o účinok hydrostatického tlaku.

Kryoterapia

Kryoterapia je ponor tela, alebo jeho časti v studenej vode. Nie je úplne presne stanovená teplota vody. Bežne sa však využíva voda o teplote 15 °C a menej. Čas trvania tejto procedúry je daný na 15 až 20 minút. Nejedná sa o súvislú metódu ponoru. Jednotlivé fázy sú stanovené na základe teploty vody a reakcii športovcov na chlad. Ponor môže byť od 30 sekúnd do niekoľko minút. Napríklad Vaile a kol.(2008) vo svojom výskume použili 3 série po 5 minút vo vode s 1 minútou mimo vodu. Teplota vody sa u nich pohybovala medzi 14-16 °C. Ku praktizovaniu tejto metódy zotavenia postačí nádoba s vodou a sáčky ľadu, ktoré slúžia ku neustálemu ochladzovaniu vody, pretože jej teplota každým ponorom stúpa (Wilcock, Cronin, Hing, 2006).

Podľa Šrámka a kol. (2000) dochádza pri metóde studená voda ku zvýšenému metabolizmu a to z dôvodu udržiavania telesnej teploty. Jedná sa o tieto zmeny, dochádza ku zvýšeniu

krvného tlaku, spotrebe kyslíku a zvýšeniu periférneho cievného odporu. Pri nízkej teplote je krv totižto presmerovaná z periférie do telesného jadra, aby mohla byť telesná teplota udržiavaná. Pri nízkej teplote však dochádza ku poklesu tepovej frekvencie a celkového srdcového výdaju.

Tieto zmeny sú však zväčša pozorované pri ponáraní celého tela. Pri lokálnom ponáraní dochádza ku zmenám vo vnútri tej časti tela, svaly, ktorá je ochladzovaná. Významným účinkom tejto metódy je lokálne zúženie ciev – vazokonstrikcia. Kvôli tomu je znížená cievná priepustnosť, ktorá zabraňuje prúdeniu telesných tekutín v medzivláknovom prostredí. Znížením tejto difúzie môže dojsť ku spomaleniu akútneho svalového zápalu spôsobeného z vyčerpania pri záťaži. Týmto systémom môže byť znížená bolesť, edém a strata sily, ktoré sú práve výsledkom akútneho zápalu svaly. Tieto všetky efekty lokálneho ochladzovania svalového systému pri záťaži môžu byť prospešné ku spozdeniu nástupu únavy a vyčerpania pri podávaní následného výkonu (Vaile, Halson, et al. 2008).

Kontrastná terapia

Ďalšou metódou zotavenia, ktorá nás bude v tejto práci zaujímať je kontrastná terapia. Jedná sa o striedanie ponoru v teplej a studenej vode. Táto metóda je v súčasnosti populárna hlavne ako zotavná procedúra po tréningu alebo po súťaži. Podľa Hamlina (2007) tento spôsob urýchľuje svalovú regeneráciu, odstraňuje fyziologickú únavu a tým urýchľuje a zkvalitňuje celkové zotavenie. Využíva sa rôzny čas ponoru, ale je možné to ohraničiť na 30 – 300 sekúnd v jednej teplote a následným 30 – 300 sekundovým ponorom v druhej teplote. Tento proces sa opakuje niekoľko krát a spolu trvá do 30 minút (Wilcock, Cronin, Hing, 2006).

Kontrastná terapia využíva účinky teplej aj studenej vody. Účinky studenej vody sú nám známe z kryoterapie. Teplá voda zvyšuje SF, celkový srdcový výdaj a taktiež dochádza ku zníženiu krvného tlaku, čo je spôsobené hlavne vasodilatáciou a zníženým periférnym cievnym odporom (Becker a kol., 2009).

Podľa Wilcocka a kol. (2006) je kontrastná terapia považovaná za efektívnu metódu zotavenia z viacerých dôvodov. Jedná sa hlavne o stimulovaný lokálny krvný obeh, rýchle odstraňovanie metabolitov, redukcia zápalov a edémov a zníženie citlivosti na bolesť.

Striedaním vazokonstrikcie a vasodilatácie je umelo vytvorený efekt svalovej kontrakcie, rovnako ako pri aktívnom odpočinku. Týmto spôsobom je zvýšený lokálny krvný obeh, lepšia oxidácia svalov a rýchlejšie odstraňovanie metabolitov.

Ďalším účinkom, ktorý by mohol vysvetľovať kladný efekt kontrastnej terapie na zotavenie je zmena vnútro svalovej teploty. Na základe výskumu Myrera (1994), kde bola pozorovaná teplota tkaniva 1 cm pod pokožkou, však bolo dokázané, že vnútro svalová teplota nie je výrazne zmenená počas niekoľko minútového striedania vôd. Ku značným teplotným zmenám dochádza len v kožnej a podkožnej časti. Z toho je možné vydedukovať, že teplota tu nespôsobuje výrazné fyziologické zmeny, ktoré by mohli vysvetľovať kladný prínos kontrastnej terapie ku zotaveniu. Ešte stále nie je úplne jasné, čo by mohlo efekt kontrastnej terapie vysvetliť.

3. Cieľ

Porovnať efektivitu 4 rôznych druhov odpočinku pri športovom lezení.

4. Hypotézy

1. Kontrastná terapia bude efektívnejšia zotavná metóda ako studená voda a nedôjde pri nej k poklesu lezeckého výkonu.

2. Najväčší pokles lezeckého výkonu bude pri metóde pasívneho odpočinku.

5. Úlohy

Zorganizovanie a informovanie probandov o danom výskume.

Príprava cesty lezenej v každom meraní.

Príprava a organizácia výskumu.

Realizácia 4 meraní, vždy na základe náhodného výberu odpočinku.

Vypracovanie a vyhodnotenie výsledkov.

6. Metodika bakalárskej práce

6.1 Súbor

K tomuto výskumu sme vybrali 5 pokročilých lezcov s minimálnou 5 ročnou lezeckou skúsenosťou. Táto skupina sa skladá zo 4 mužov a 1 ženy vo veku $28,6 \pm 4,9$ (\pm SD) rokov.

Ich priemerná výška bola $176,6 \pm 8,9$ cm a priemerná hmotnosť $67 \pm 7,8$ kg.

Lezecká výkonnosť skupiny bola rôznorodá. Maximálny lezecký výkon sa pohyboval od 7. do 9. stupňa UIAA (stupnica hodnotiaca lezeckú obtiažnosť). Všetci zúčastnení boli s priebehom výskumu poriadne informovaní a súhlasili s jeho podstúpením. Taktiež boli požiadaní, aby sa vyhli náročnej fyzickej aktivite 24 hodín pred každým meraním.

6.2 Realizácia výskumu

Meranie bolo uskutočnené v lezeckom športovom centre na umelej bouldrovej stene. Zúčastnení lezci podstúpili 4 merania s minimálnym odstupom 48 hodín. Zvolili sme metódu náhodne usporiadaného krížového výskumu. Pri každej príležitosti podstúpili lezenie danej cesty až do úplného vyčerpania, prejavujúceho sa neschopnosťou urobiť ďalší krok v ceste. Toto lezenie sa opakovalo trikrát. Medzi jednotlivými lezeckými pokusmi nasledoval 20 minútový odpočinok. 4 rôzne druhy odpočinku boli používané v náhodnom poradí: aktívny odpočinok, pasívny odpočinok, studená voda a kontrastná terapia. Na základe tohto merania sme sa snažili porovnávať efektivitu týchto 4 druhov odpočinku a ich vplyv na následný lezecký výkon.

6.2.1 Metóda lezeckého testu

Na bouldrovej stene bolo postavená cesta tzv. „kolečko“, ktorá sa skladala z 18 krokov. Profil cesty bol previsnutý až do 45 stupňov. Cesta bola vytrvalostná, ťažké bouldrové kroky boli minimalizované. Lezci mali za úlohu liezť cestu neustále do kola, až kým sa úplne nevyčerпали a neboli schopní spraviť ďalší krok v ceste. Rýchlosť lezenia nebola stanovená, odpočinok vo veľkých chytoch nebol povolený, lezci mohli spomaliť len pri aplikovaní magnézia na ruky a boli žiadaní liezť neprerušovane. Toto lezenie sa opakovalo pri každom meraní trikrát a počas celého výskumu sa liezla vždy táto jedna cesta. Všetci zúčastnení boli s cestou poriadne zoznámení a mali naštudované všetky kroky, pretože už ju absolvovali pri predchádzajúcom výskume.

6.2.2 Metódy odpočinku

Medzi jednotlivými lezeckými testami bol daný 20 minútový odpočinok. Využili sme metódu náhodného krížového výskumu. Všetci probandi absolvovali merania s každým jedným druhom odpočinku. Použili sme tieto druhy: pasívny odpočinok, aktívny odpočinok, studená voda a kontrastná metóda.

Pasívny odpočinok pozostával zo sedacej alebo ležiacej polohy. Bez aktívnejších pohybových činností.

Počas aktívneho odpočinku mali probandi za úlohu chodiť na bežiacom páse. Intenzita tohto cvičenia bola individuálna. Pohybovala sa pri 60% z maximálnej SF, ktorú sme mali pre každého probanda zistenú z predošlého výskumu. Intenzita chôdze bola nastavovaná na základe rýchlosti a sklonu stúpania.

Metóda studenej vody sa uskutočňovala ponáraním rúk do nádoby so studenou vodou o teplote 15 °C. Dlane a prsty neboli ponárané do vody, aby nebola poškodená pokožka pri lezení. Ponor trval 3 x 4 minúty vo vode, prerušovaný 2 minútovými pauzami s rukami mimo vodu. Pred lezením došlo k usušeniu rúk a príprave k následnému lezeniu.

Posledná metóda odpočinku pozostávala z ponárania rúk do dvoch kontrastne teplých vôd. Studená voda mala 13 °C a teplá okolo 39°C. Ponáranie sa striedalo nasledovne. Začalo sa 1 minútou v studenej vode a nasledovali 3 minúty v teplej vode. To sa celkom opakovalo 4 krát, pričom posledný ponor bol znovu 1 minútu v studenej vode. Znovu došlo k usušeniu rúk a k príprave na lezenie.

6.3 Zaznamenávané údaje

Počet krokov- počet nalezených krokov zvlášť v každej ceste.

Čas lezenia – od chytenia prvého chytu až po ukončenie lezenia pádom.

Srdcová frekvencia – bola zaznamenávaná počas celého merania sporttesterom Polar RS 440.

Maximálna sila – sila stisku bola meraná dynamometrom, pred a po každom lezeckom pokuse. Jednalo sa o maximálny silový výkon pri izometrickej kontrakcii.

6.4 Vyhodnotenie výsledkov.

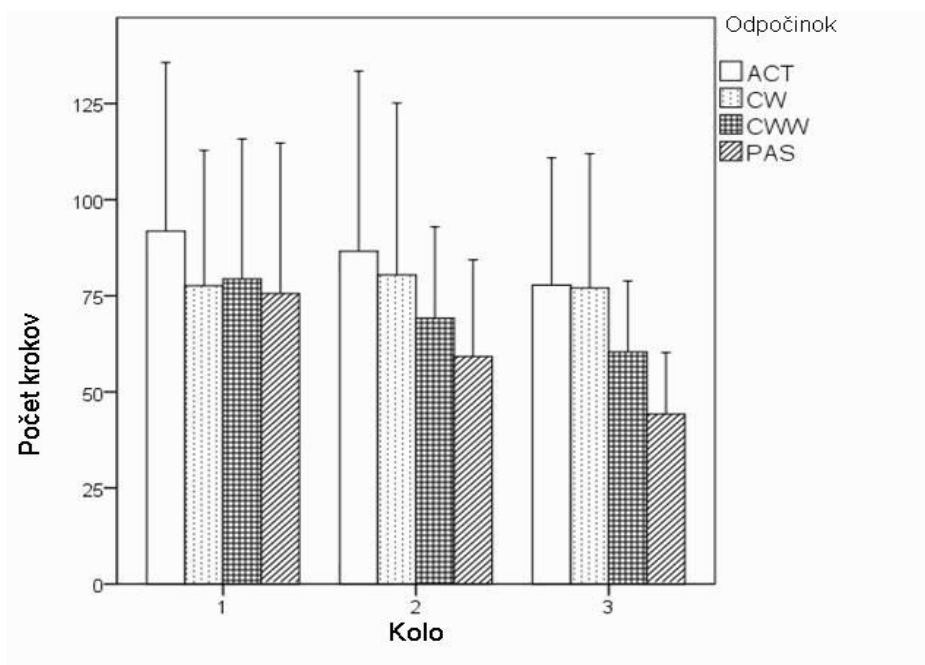
Z jednotlivých nameraných údajov sme pri vyhodnocovaní výsledkov vypočítali aritmetické priemery a smerodajné odchýlky. Zistené hodnoty sú prezentované v stĺpcových grafoch. Na základe získaných výsledkov sme mohli vyhodnotiť prípadný nárast či pokles lezeckého výkonu a maximálnej sily a taktiež porovnávať dosiahnutú maximálnu a priemernú srdcovú frekvenciu pri lezení.

7. Výsledky

7.1 Počet krokov

Pri porovnávaní odpočinkov na základe poklesu či nárastu prelezeného počtu krokov môžeme za najefektívnejší odpočinok vyhodnotiť metódu studenej vody. Z grafu č.1 môžeme vidieť, že v druhej lezenej ceste bol dosiahnutý vyšší počet krokov ako v prvej a pri tretej ceste sa výkon dostal znovu na úroveň prvej počiatkovej cesty. Presne je v druhej ceste v priemere o 2,3 krokov viacej a v tretej ceste je priemerný pokles len o 0,6 krokov. Druhou najefektívnejšou metódou bol aktívny odpočinok. Tam síce došlo k poklesu počtu krokov i v druhej a v tretej lezenej ceste, no ten pokles bol nízky. V priemere bol pokles medzi prvou a treťou cestou o 13 krokov. Pri kontrastnej terapii došlo taktiež k poklesu v oboch cestách, medzi prvou a treťou cestou to bolo o 20 krokov. Úplne najhoršie výsledky boli dosiahnuté pri pasívnom odpočinku, kde bol priemerný pokles až o 31 krokov.

Graf č. 1 Priemerný počet prelezených krokov v jednotlivých lezeckých kolách

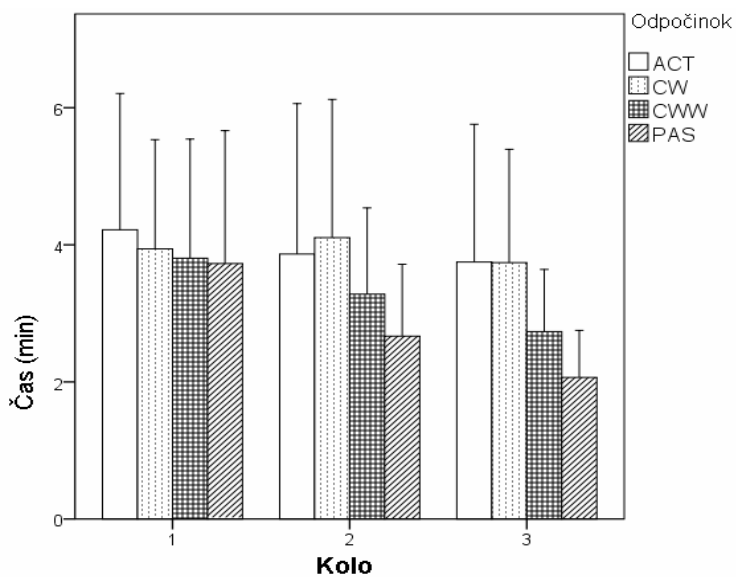


Vysvetlivky: ACT- aktívny odpočinok, CW- studená voda, CWW- kontrastná terapia, Pas- pasívny odpočinok

7.2 Čas lezenia

Z grafu č. 2 jasne vidíme, že pri studenej vode bol priemerný čas v druhej lezeckej ceste vyšší ako v prvej. V priemere je to presne o 8 sekúnd a v tretej ceste došlo len k malému poklesu oproti prvej ceste, len o 10 sekúnd. Pri aktívnom odpočinku došlo pri druhej ceste k malému poklesu, ale pri tretej ceste už k poklesu takmer nedošlo, čas je skoro rovnaký s druhou cestou. Priemerný čas klesol o 25 sekúnd. Pri kontrastnej terapii a pasívnom odpočinku došlo k rapídnejmu zníženiu priemerného času lezenia, pričom rozdiel medzi prvou a treťou cestou pri kontrastnej terapii je 1 min a 15 sekúnd a pri pasívnom odpočinku je to 1 min a 35 sekúnd.

Graf č.2: Priemerný čas lezenia v jednotlivých lezeckých kolách



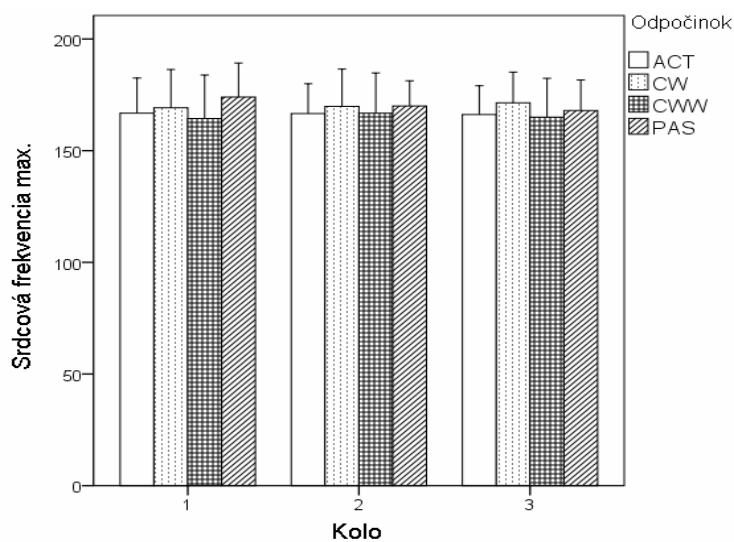
Vysvetlivky: ACT- aktívny odpočinok, CW- studená voda, CWW- kontrastná terapia, Pas- pasívny odpočinok

7.3 Srdcová frekvencia

Maximálna SF

Pri sledovaní maximálnej srdcovej frekvencie sme sa v priemere dostali na hodnotu 174 tepov/min. Nedošlo k nejakému podstatnému rozdielu medzi jednotlivými odpočinkami. Maximálna srdcová frekvencia dosiahla približne rovnakú úroveň aj v druhej aj v tretej lezenej ceste.

Graf č.3: Priemer maximálnej SF v jednotlivých lezeckých kolách

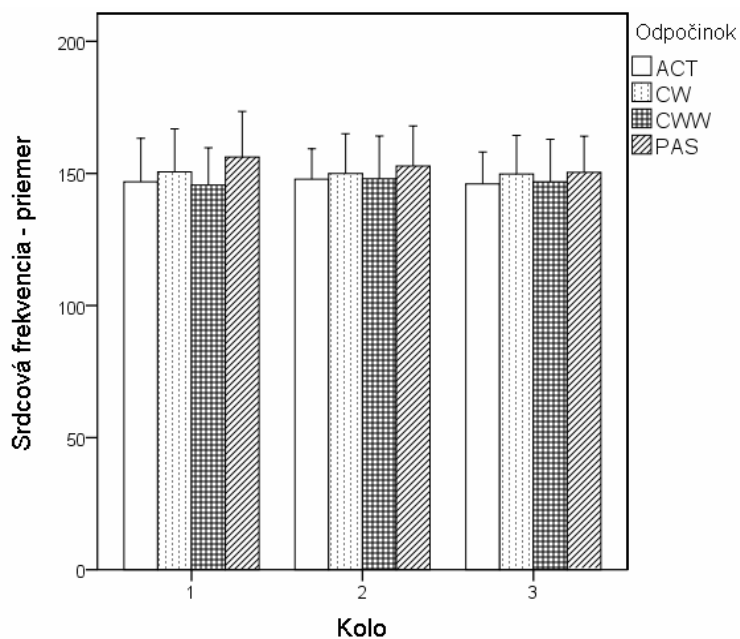


Vysvetlivky: ACT- aktívny odpočinok, CW- studená voda, CWW- kontrastná terapia, Pas- pasívny odpočinok

Priemerná SF

Ani pri sledovaní priemernej srdcovej frekvencii nedošlo k podstatnejším rozdielom medzi jednotlivými odpočinkami ani cestami.

Graf č. 4: Priemerná SF v jednotlivých lezeckých kolách

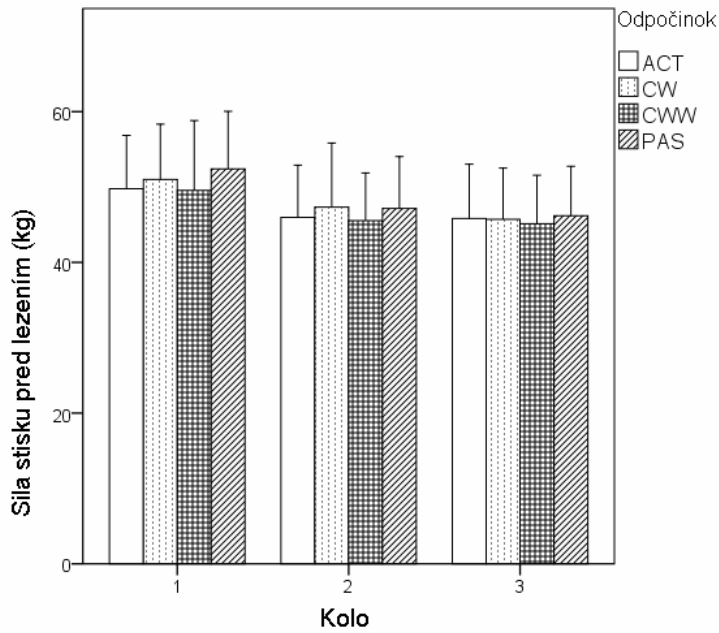


Vysvetlivky: ACT- aktívny odpočinok, CW- studená voda, CWW- kontrastná terapia, Pas- pasívny odpočinok

7.4 Sila stisku – dynamometria

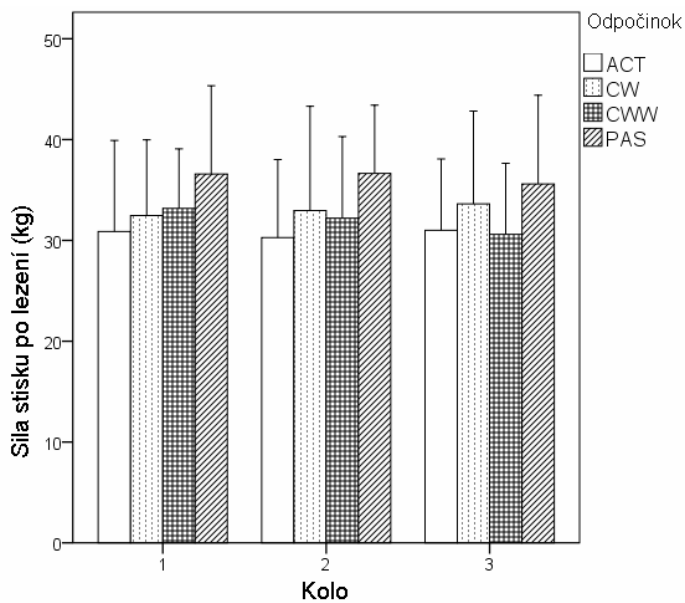
Z grafu č.5 môžeme vidieť, že došlo k poklesu sily pri meraní pred druhou a tretou cestou oproti meraniu pred prvou cestou. Medzi druhou a tretou cestou už také veľké rozdiely neboli. Pri porovnávaní sily pred a po lezení, tj. grafy č. 5 a 6, vidíme značný pokles po každej ceste a pri všetkých odpočinkoch. Najnižší pokles bol nameraný pri pasívnom odpočinku.

Graf č. 5: Priemerná hodnota sily stisku meranej tesne pred lezením každej cesty



Vysvetlivky: ACT- aktívny odpočínok, CW- studená voda, CWW- kontrastná terapia, Pas- pasívny odpočínok

Graf č.6: Priemerná hodnota sily stisku meraná po lezení každej cesty



Vysvetlivky: ACT- aktívny odpočínok, CW- studená voda, CWW- kontrastná terapia, Pas- pasívny odpočínok

8. Diskusia

V tejto práci sme sa snažili porovnať efektivitu 4 rôznych metód odpočinku náhodným krížovým výskumom. Jednotlivé odpočinkové metódy boli vybrané na základe ich praktického využitia v súťažnom alebo skalnom lezení. V prvom rade nás zaujímal ich vplyv na nasledujúci lezecký výkon, ktorý sme vyhodnocovali na základe počtu krokov a čase lezenia. Ďalej sme pozorovali vplyv odpočinkov na srdcovú frekvenciu a na maximálnu silu stisku. Pozoruhodným zistením bolo, že najefektívnejšou metódou odpočinku bola metóda studenej vody a aktívneho odpočinku, tretím najefektívnejším odpočinkom bola metóda kontrastnej terapie. Najhoršie výsledky boli dosiahnuté metódou pasívny odpočinok. Tým sa nám potvrdila **hypotéza č. 2**, v ktorej sa tvrdí, že najväčší pokles lezeckého výkonu bude pri metóde pasívneho odpočinku. Pri tejto metóde klesol priemerný počet krokov medzi prvým a tretím lezeckým kolom až o 31 krokov. Priemerný čas sa skrátil o 1 min a 35 sekúnd.

Hypotéza č. 1 - kontrastná terapia bude efektívnejšia zotavná metóda ako studená voda a nedôjde pri nej k poklesu lezeckého výkonu - sa nám v tomto výskume nepotvrdila, pretože pri kontrastnej terapii došlo k poklesu lezeckého výkonu a studená voda dosiahla najvyšší efekt zo všetkých porovnávaných metód.

Pri studenej vode sme, ako pri jedinej z pozorovaných zotavných metód zaznamenali nárast lezeckého výkonu aj v počte krokov aj v čase lezenia. Tento nárast sa prejavil v druhom lezeckom pokuse, kde sa priemerný počet krokov zvýšil o 2,3 krokov v porovnaní s prvým pokusom. Podobné výsledky dosiahli vo výskume aj Heymanová a kol. (2009), kde taktiež došlo k zvýšeniu počtu krokov v druhom lezeckom pokuse pri použití studenej vody ako zotavnej procedúry.

Z teoretických poznatkov môžeme posúdiť, že hlavnou príčinou tohto pozitívneho efektu studenej vody je lokálne ochladzovanie horných končatín. Pri tomto ochladzovaní dochádza ku vazokonstrikcii (Vaile, 2008). Zúžovaním ciev sa znižuje ich priepustnosť a tým sa znižuje akútny zápal a edém, ku ktorému pri lezení dochádza. Heymanová a kol. (2009) sa vo svojom výskume domnievajú, že zotavenie so studenou vodou je urýchlené kvôli lepšiemu prísunu kyslíku a urýchlenej normalizácie pH.

Ďalšou príčinou zvýšenia výkonu po použití metódy studenej vody je potlačenie alebo spomalenie nástupu únavy. Tento efekt je možné vysvetliť ochladzovaním používaných svalových partií pred výkonom. Podľa Vaila (2008) toto ochladzovanie spomaľuje nástup zakyselenia, acidózy svalov. Tento fakt potvrdili aj lezci zúčastnení v mojej práci. Tí sa zhodli

na tom, že po studenej vode mali síce pocit stuhnutých rúk pri začiatku lezenia, ale o to pozdejšie začali pociťovať bolesť predlaktia spôsobenú lezením.

Druhou najefektívnejšou metódou bol aktívny odpočinok. Počet krokov v druhom kole v priemere klesol len o 6 krokov a v treťom kole o 7 krokov. Zaujímavé je, že čas lezenia medzi druhým a tretím lezením klesol len o 8 sekúnd a medzi prvým a tretím pokusom o 25 sekúnd. Pozitívne vplyvy aktívneho odpočinku pri lezení sledoval Watts (2000) aj Heymanová (2009). V oboch výskumoch došli k záveru, že pri aktívnom odpočinku dochádza ku rýchlejšiemu odplavovaniu krvného laktátu. Heymanová a kol. (2009) potvrdili aj jeho pozitívny vplyv na následný lezecký výkon. Wilmore a Costill (1994) odvodňujú rýchlejšie odbúravanie acidózy pri aktívnom odpočinku zvýšenou oxidáciou svalov. Tá je spôsobená práve aeróbnym cvičením nízkej intenzity. Pri tom dochádza ku zvýšenej srdcovej frekvencii a celkovým srdcovým výdajom. Týmto spôsobom je zvýšený krvný obeh, ktorí urýchľuje odplavovanie metabolitov zo svalov.

Aktívny odpočinok môže mať viacero foriem. Watts a kol. (2000) a Heymanová a kol. (2009) použili vo svojich výskumoch formu cyklistiky na rotopede. Draper a kol. (2006) použil vo svojom výskume chôdzu. Pri aktívnom odpočinku je najdôležitejšia intenzita cvičenia. Wilcock a kol. (2006) udáva intenzitu menej ako 65% z $VO_2\text{max}$. Schurman (2009) popisuje intenzitu cvičenia na základe $SF\text{max}$ a tvrdí, že pri cvičeniach pod 65% $SF\text{max}$, a trvania do 20 minút nedochádza ku rozvoju aeróbných schopností, ale len ku rýchlejšiemu zotavovaniu. V našom prípade sme vybrali chôdzu a to hlavne kvôli tomu, že táto forma aktívneho odpočinku je najjednoduchšie využiteľná pri lezení na skalách, ale aj pri súťažnom lezení.

Kontrastná terapia sa v tomto výskume neprejavila ako efektívna. U pozorovaného lezeckého výkonu došlo ku poklesu počtu krokov medzi prvou a treťou cestou o 20 krokov a čas lezenia bol o 1 min a 15 sekúnd kratší v tretej ceste než v prvej. Vo výskume Hamlina (2007) spozorovali rýchle odplavovanie krvného laktátu prostredníctvom kontrastnej terapie. Ale ani u nich sa neprejavil pozitívny efekt na následný bežecký výkon. Z toho je možné vydedukovať, že kontrastná terapia je vo väčšej miere efektívnejšia ako pozáťažová zotavná metóda, ktorá odstraňuje bolesť a svalové kŕče, urýchľuje odplavovanie metabolitov a tým dochádza k efektívnejšej celkovej regenerácii. Využitie kontrastnej terapie ako metódy rýchleho zotavenia medzi dvomi lezeckými výkonmi sa v tomto výskume nepotvrdilo ako efektívne.

Sledovaním srdcovej frekvencie môžeme posúdiť, že druh odpočinku výrazne nevlýva na dosiahnutú maximálnu alebo priemernú srdcovú frekvenciu, pretože sme nezaznamenali žiadne výrazné rozdiely medzi porovnávanými metódami odpočinku. Jediné zmeny boli zaznamenané pri pasívnom odpočinku, kde došlo k poklesu dosiahnutej maximálnej SF medzi jednotlivými lezeckými kolami. V prvej ceste bola priemerná maximálna SF 174, v druhej 170 a v tretej 166 tepov/min. Možným dohadovaním tohto poklesu je slabá efektivita pasívneho odpočinku ako zotavnej metódy, čo spôsobuje rýchlejší nástup anaeróbnej únavy. Toto tvrdenie je len hypotéza, a preto ostáva otázkou pre budúce výskumy. U ostatných odpočinkových metód ku poklesu maximálnej SF nedošlo.

Pri sledovaní prejavu sily stisku, dynamometrie, sme zistili najväčší pokles pri metóde studenej vody a najnižší pri pasívnom odpočinku. Aj u Wattsa a kol. (2000) dosiahli podobné výsledky pri porovnávaní aktívneho a pasívneho odpočinku. V ich výskume tiež pri pasívnom odpočinku došlo ku menšiemu poklesu dynamometrie. Na základe týchto poznatkov sa môžeme domnievať, že s vyššou dobou lezenia klesá schopnosť maximálnej sily stisku. Toto zistenie však nemôžeme na základe získaných informácií vedecky vysvetliť, ale mohlo by to byť spôsobené väčším vyčerpaním energetických zásob a väčšou svalovou únavou. V každom prípade to ostáva predmetom pre budúce výskumy.

9. Záver

V tejto práci sme porovnávali efektivitu 4 rôznych foriem zotavenia v športovom lezení. Presnejšie sme sledovali ich vplyv na nasledujúci lezecký výkon. Najviac efektívna odpočinková metóda bola studená voda. Pri tejto jedinej procedúre sme zaznamenali nárast lezeckého výkonu v priemernom počte krokov a čase lezenia v druhom lezeckom pokuse o 2,3 krokov a 8 sekúnd. Druhou najefektívnejšou metódou bol aktívny odpočinok, pri ktorom došlo len k malému poklesu výkonu. Priemerný počet krokov u aktívneho odpočinku klesol v druhom kole o 6 a v treťom kole o 7 krokov. Priemerný čas lezenia pri aktívnom odpočinku medzi prvou a treťou cestou klesol len o 25 sekúnd. Kontrastná terapia a pasívny odpočinok v tomto výskume vyšli ako málo efektívne metódy zotavenia. U kontrastnej terapie sa priemerný počet krokov medzi prvou a treťou cestou znížil o 20 krokov a čas lezenia sa skrátil až o 1 min a 15 sekúnd. U pasívneho odpočinku sa počet krokov v priemere znížil o 31 krokov a čas lezenia až o 1 min a 35 sekúnd.

Studená voda a aktívny odpočinok sú dve finančne nenáročné a bezpečné procedúry, ktoré môžu byť značným prínosom vo zvyšovaní výkonu lezcov na súťažiach alebo pri skalnom lezení. Aktívnym odpočinkom môže byť jednoducho chôdza, ktorej intenzitu je možné merať na základe aktuálnej srdcovej frekvencie. Intenzita by nemala presahovať 65% maximálnej srdcovej frekvencie (Schurman, 2009). Metóda studenej vody je jednoducho praktizovaná pri závodnom lezení, kde postačí nádoba so studenou vodou o teplote 15 °C a menej. Ale taktiež je možné ju využiť v skalách, kde sa často nachádza studená voda z prírodných zdrojov.

Získané výsledky z tejto práce však nie je možné zovšeobecniť pre všetkých lezcov a všetky formy lezenia. Zamerali sme sa len na lezenie previsnutej vytrvalostnej cesty bez ťažkých bouldrových krokov. Nie je možné tvrdiť, že tieto výsledky budú platiť aj pre technické, kolmé cesty alebo boulderink. Takisto sme pozorovali lezcov s minimálnou 5 ročnou lezeckou skúsenosťou, takže pri začiatočníkoch by sa tieto výsledky tiež nemuseli potvrdiť. Na presnejšie zovšeobecnenie získaných výsledkov sú potrebné ďalšie budúce výskumy.

10. Použitá literatura

BAECHLE, T.R., EARLE, R. W. *Essential of strength training and conditioning*. 3th ed. Human Kinetics, 2008. ISBN-10: 0-7360-5803-6.

BALÁŠ, J. *Fyziologické aspekty sportovního lezení*. Česká kinantropologie, 13 (3), 156-167. 2009.

BECKER B., E., HILDENBRAND, K., et al. *Biophysiological Effects of Warm Water Immersion*. International Journal of Aquatic Research and Education, 3, 24-37, 2009.

BERTUZZI, R. C., FRANCHINI, E. *Energy system contributions in indoor rock climbing*. Eur J Appl Physiol., 101:293-300, 2007.

COCHRANE, D., J. *Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: A review*. Physical Therapy in Sport 5, 26–32, 2004.

CREASY M., et al. *The Rock Climber*. Limited Hermes House, 1999. ISBN: 80-7234-148-0.

DONATELLI, R. *Sports-Specific Rehabilitation*. Churchill Livingstone, 2007. ISBN-10: 0-443-06642-6

DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. 3.vydání, Olympia, 2009. ISBN: 978-80-7376-130.

DRAPER, N., et al. *Effects of active recovery on lactate concentration, heart rate and rpe in climbing*. Journal of Sport Science and Medicine 5, 97-105, 2006.

HAVLÍČKOVÁ, L. *Fyziologie tělesné zátěže I*. Karolinum, 2006, Praha. ISBN 978-80-7184-875-2.

GODDARD, D., NEUMANN, U. *Performance of Rock Climbing*. Mechaniosburg: Stactpole Books, 1993.

GRANT, S., HYNES, V., WHITTAKER, A. et al. *Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers*. *Journal of Sports Sciences*, 14 (4), 301-309, 1996.

HAMLIN, J., M. *The effect of contrast temperature water therapy on repeated sprint performance*. *Journal of Science and Medicine in Sport* 10, 398—402, 2007.

HEYMAN, E., DE GEUS, B., MERTENS, I., et al. *Effects of Four Recovery Methods on Repeated Maximal Rock Climbing Performance*. *Medicine and Science in Sports and Exersice*, 41 (6), 1303-1310, 2009.

HÖRST, J., E. *Training for Climbing*. 2.ed.,Globe Pequo, 2008. ISBN: 978-0-7627-4692-7.

JIRKA, Z. *Regenerace a Sport*. Olympia, 1990, Praha. ISBN 80-7033-052-X

KUČERA, M., a kol. *Pohyb v prevencii a terapii – Kapitoly z tělovýchovného lékařství pro studenty fyzioterapie*. Karolinum, 1996, Praha. ISBN: 80-7184-042-4.

MYRER J.,W., DRAPER D., O., DURRANT E. *Contrast therapy and intramuscular temperature in the human leg*. *J Athl Train*, 29 (4): 318-24,1994.

SCHURMAN, C., SCHURMAN, D. *The Outdoor Athlete*. Human Kinetics, 2009, ISBN-10: 0-7360-7611-1.

SEMIGINOVSKÝ, B., VRÁNOVÁ, J. *Základy fyziologické chemie*. 1.vydání, Státní pedagogické nakladatelství, 1983 , Praha.

SHEEL, A., W. *Physiology of rock climbing*. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 355-359, 2004.

SRAMEK P., SIMECKOVA M., JANSKY L., et al. *Human physiological responses to immersion into water of different temperatures*. Eur J Appl Physiol, 81: 436-42, 2000.

TEFELNER, R. *Trénink sportovního lezce*. Nakl. Tefelner, 1999, Brno.

VAILE, J., HALSON, S., GILL, N. & DAWSON, B. *Effect of hydrotherapy on recovery from fatigue*. Int J Sports Med, 29, (7), 539-44, 2008.

VAILE, J., HALSON, S., GILL, N., DAWSON, B. *Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat*. J Sports Sci. 26, 431-40, 2008.

WATTS, P., B. *Physiology of difficult rock climbing*. Eur J Appl Physiol. 91:361–372, 2004.

WATTS, P., B., DAGGETT, M., GALLAGHER, B. et al. *Metabolic Response During Sport Climbing and the Effects of Active Versus Passive Recovery*. International Journal of Sports Medicine, 21, 185-190, 2000.

WILCOCK, I. M., CRONIN J., B., HING W., A. *Physiological Response to water immersion*. Sports Med, 36 (9), 747-765. 2006.

WILCOCK, I. M., CRONIN J. B., HING W. A., *Water Immersion: Does It Enhance Recovery From Exercise?*. International Journal of Sports Physiology and Performance, 1:195-206, 2006.

WILMORE, H.,J., COSTILL, L., D. *Physiology of Sport Exercise*. 2 ed. Human Kinetics, 1999. ISBN: 0-7360-0084-4.