

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Vliv zatížení a doby odpočinku na opakovaný
výkon ve sportovním lezení**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Jiří Baláš, Ph.D.

Vypracoval:

Martin Šimkanin

Praha, Srpen 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou 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

.....

Podpis

.....

Evidenční list

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

Jméno a příjmení: Fakulta / katedra: Datum vypůjčení: Podpis:

Poděkování

Rád bych poděkoval Mgr. Jiřímu Balášovi, Ph.D. za jeho cenné rady a čas, který mi věnoval při zpracování problematiky této práce.

Abstrakt

Cílem práce bylo posoudit kontinuální a intermitentní zatížení na lezecký výkon při lezení do vyčerpání.

Výzkumný soubor se skládal z 15 lezců, 11 mužů a 4 žen ($24,1 \pm 2,7$ let, tělesná hmotnost $66,4 \pm 9,8$ kg, tělesná výška $173,1 \pm 7,7$ cm, SF_{\max} $197,5 \pm 3,7$ tepů. min^{-1}). Výkonnost lezců se pohybovala v rozmezí 7- až 9 RP dle stupnice obtížnosti UIAA (Union Internationale des Associations d'Alpinisme).

Vzorek byl podroben lezeckému testu, který se skládal ze tří cvičení kontinuálního a intermitentního charakteru. První intervalové cvičení zahrnovalo 30s lezení a 30s pasivního odpočinku. Ve druhém cvičení se objem zatížení i odpočinku zdvojnásobil a ve třetím se lezlo nepřerušovaně. Ve všech testech lezli probandi do vyčerpání. Rychlost pohybu byla vymezena 25 kroky $\cdot \text{min}^{-1}$ při negativním sklonu 135° , respektive 120° , v závislosti na aktuální výkonnosti lezců. Jednotlivá cvičení absolvovali minimálně s 24h rozestupem.

Výsledky studie ukazují výrazné rozdíly ve výkonu mezi jednotlivými cvičeními. Největší výkon (počet kroků $165,5 \pm 45,4$; doba lezení $6:22 \pm 1:44$) byl zaznamenán v intervalovém cvičení 1, střídáním 30s lezení s 30s odpočinkem. Horší výkon (počet kroků $135,6 \pm 80,6$; doba lezení $5:08 \pm 3:02$) vykazuje intervalové cvičení 2 při 60s lezení a 60s odpočinku. Nejslabší výkon (počet kroků $53,7 \pm 14,9$; doba lezení $2:06 \pm 0:32$) dosáhli lezci při kontinuálním cvičení. Maximální dosažené hodnoty SF byli v intervalových cvičeních srovnatelné (cv. 1 = $174,8 \pm 11,0$ tepů/min; cv. 2 = $173,5 \pm 8,2$ tepů/min), avšak nižší při kontinuálním zatížení ($164,7 \pm 6,7$ tepů/min).

Na základě výše uvedených výsledků lze pro vytrvalostní trénink lezce doporučit intervalovou metodu s kratšími úseky zatížení se stejně dlouhými intervaly odpočinku.

Klíčová slova

srdeční frekvence, intermitentní zatížení, kontinuální zatížení, lezecký výkon

Abstract

The objective of this research was to assess continuous and intermittent training load and its influences to a rock climbing performance.

Fifteen (11 M and 4 F) experienced (7- to 9 RP, UIAA) sport climbers (age $24,1 \pm 2,7$ years, body mass $66,4 \pm 9,8$ kg, height $173,1 \pm 7,7$ cm, HR_{max} $197,5 \pm 3,7$ beats $\cdot min^{-1}$) were subjected to climbing test, which involved three exercises of continuous and intermittent load.

The first exercise involved 30s of climbing and 30s of passive recovery, maximum 12 repetitions. The load and recovery time in the second exercise were doubled and in the third exercise subject climbed until exhaustion. The pace of climbing was assigned 25 movements $\cdot min^{-1}$ at negative angle 135° or 120° , owing to their present climbing abilities. All subjects refrained from exercising at least 24h between each testing.

Significant differences in performance were found between intermittent and continuous load. Climbers achieved the highest performance ($165,5 \pm 45,4$ steps; time of climbing $6:22 \pm 1:44$) during intermittent exercise 1. Worse performance ($135,6 \pm 80,6$ steps; time of climbing $5:08 \pm 3:02$) was noticed in the second intermittent exercise. The worst performance ($53,7 \pm 14,9$ steps; time of climbing $2:06 \pm 0:32$) among of all exercises was noticed during continuous load. Mean HR_{max} values measured during intermittent exercises were similar (ex. 1 = $174,8 \pm 11,0$ beats/min; ex. 2 = $173,5 \pm 8,2$ beats/min). However, climbers had significantly lower HR_{max} ($164,7 \pm 6,7$ beats/min) in continuous exercise.

On the basis of these results it can be recommended to apply intermittent training method in order to improve climbing endurance. To be more effective, it is better to provide it with rather short sections of load and rest.

Key words

heart rate, continuous load, intermittent load, climbing performance

OBSAH

1	Úvod.....	8
2	Teoretická východiska práce	9
2.1	Sportovního lezení	9
2.1.1	Struktura výkonu ve sportovním lezení	13
2.2	Fyziologické aspekty sportovního lezení.....	22
2.2.1	Srdeční frekvence	22
2.2.2	Krevní laktát	23
2.2.3	Spotřeba kyslíku	25
2.3	Energetika sportovního lezení	26
2.3.1	Sklon	28
2.3.2	Rychlost	28
2.3.3	Výkonnost.....	29
2.4	Zatížení ve sportovním lezení.....	29
2.4.1	Intermitentní zatížení	30
2.4.2	Kontinuální zatížení.....	31
3	Cíl práce.....	33
4	Úkoly práce.....	33
5	Metodika práce	34
5.1	Výzkumný soubor.....	34
5.2	Realizace měření.....	34
5.3	Použité diagnostické metody	35
5.4	Vyhodnocení výsledků	35
6	Výsledky	36
7	Diskuze	42
8	Závěr	45
	Použitá literatura	

Příloha č. 1

Příloha č. 2

1 Úvod

Sportovní lezení se v posledních letech zařadilo mezi sporty, které jsou lákadlem pro téměř všechny věkové kategorie. S rostoucím zájmem o tento sport, roste i počet lezců s vrcholovými ambicemi. Z tohoto důvodu je důležité věnovat pozornost tréninku a rovněž faktorům, které efektivitu tréninku ovlivňují.

Jedním z těchto limitujících faktorů je i kvantitativní a kvalitativní nastavení tréninku sportovního lezce. Správný poměr zatížení a odpočinku v tréninkové jednotce zvyšuje efektivitu vynaloženého úsilí a tím i celkový progres v adaptačním procesu organismu na zátěž. Při převedení do lezeckého prostředí to znamená, že není nejdůležitější zaměřovat se pouze na počet vylezených cest, ale také na to, jakým způsobem jsme tyto cesty vylezli. Při správném nastavení těchto specifík lze očekávat růst výkonnosti. V dnešní době nabízí sportovní věda nespočet článků, studií a výzkumů, zabývajících se právě problematikou intervalového zatížení ve sportu. Nicméně, lezecký sport nabízí pořád velké množství nevyřešených otázek, proto je důležité zaměřit svoji pozornost na jednu z nich a podpořit dosavadní výsledky jiných výzkumů či studií.

Efektivitou lezení se zabývá i současná studie, která posuzuje intervalové a kontinuální zatížení při lezení do vyčerpání.

2 Teoretická východiska práce

2.1 Sportovního lezení

Na začátku sportovního lezení bylo tradiční horolezectví, tedy zdolávání vrcholů hor. Během svého vývoje se však z jedné disciplíny vytvořila široká paleta sportovních disciplín, která umožňuje naplnit potenciál různě orientovaných sportovců – lezců. Současné horolezectví, respektive lezení, zahrnuje krátké cesty od několika kroků až po extrémně dlouhé a náročné cesty v alpských či velehorských podmínkách. Rozdíl mezi horolezectvím a lezením spočívá v prostředí, ve kterém se lezení praktikuje. Lezec je člověk, který leze většinou po umělých stěnách a skalách, kdežto horolezec využívá pro lezení horské až velehorské prostředí, pro které jsou charakteristické dlouhé nástupy, vícedélkové lezení a další možné nebezpečí jako jsou laviny, nepřízeň počasí apod.

Sportovní lezení je soutěžní i nesoutěžní disciplína a vyžaduje na rozdíl od horolezectví vyšší nároky na fyzickou stránku lezce než na jeho psychiku. Typickým pohybovým projevem lezců je podle Mermierové et al. (1997) současná práce horních a dolních končetin. Tato práce je charakteristická dynamickým pohybem, který je doprovázen úseky s izometrickou kontrakcí svalů. Zmíněný pohybový model se střídá mezi dolními a horními končetinami a umožňuje lezcům kontakt obvykle se dvěma nebo třemi body. Kontaktní body představují chyty a stupy, které umožňují pohyb lezce směrem vzhůru. Obecně lze říct, že na lehčích cestách vykonávají více práce, podobné lezení po žebříku, dolní končetiny. Jakmile se sklon lezení zvyšuje, důležitost práce horních končetin roste a stejně tak i podíl izometrické kontrakce se zvyšuje. Mermierová et al. (1997) rovněž upozorovali, že rychlost lezení se zpomaluje a podíl izometrické kontrakce stoupá právě při lezení obtížnějších cest. Jak ale uvádějí Hörst (2008) nebo také Goddard a Neuman (1993), jedním ze zásadních faktorů výkonu jsou zkušenosti lezce a ekonomické provádění pohybů. Podíl izometrické kontrakce během lezení popisuje ve svém výzkumu Billatová et al. (1995). Na základě videoanalýzy lezeckého pohybu při lezení dvou obtížných lezeckých cest bylo zjištěno, že izometrická činnost svalů reprezentuje více než třetinu celkového času.

Jak již bylo zmíněno, pro sportovní lezení jsou charakteristické kratší cesty na umělých stěnách nebo na skalách, proto lze očekávat vyšší náročnost při zdolávání cest. Během výstupu lezci využívají tzv. postupové jištění, které je umístěné podél linie

lezecké cesty. Pravděpodobnost dlouhého pádu a riziko zranění na umělých stěnách je tímto výrazně eliminováno, proto může být fyzická obtížnost lezeckých kroků extrémní. Pády jsou krátké a relativně bezpečné a jsou součástí tohoto sportu.

Sportovní lezení zahrnuje několik soutěžních disciplín, mezi které patří lezení na obtížnost, bouldering a lezení na rychlost. Tyto disciplíny jsou zařazené do systému závodů, a to od oblastních až po závody mezinárodního významu, jako je světový pohár (SP) a mistrovství světa (MS). Soutěžní lezení na umělých stěnách zastřešuje organizace IFSC (International Federation of Sport Climbing, česky Mezinárodní federace sportovního lezení). Organizace IFSC je mimo jiné garantem rozvoje všech aspektů soutěžního lezení na světové úrovni, zodpovídá za úspěšné pořádání světového poháru, mistrovství světa a mistrovství Evropy. V České republice řeší zmíněnou problematiku Komise sportovního lezení a mládeže při ČHS (Českém horolezeckém svazu). Federace UIAA (Union Internationale des Associations d'Alpinisme) je nezávislá mezinárodní federace sdružující jednotlivé horolezecké národní svazy.

Výkon ve sportovním lezení a jeho hodnocení

V závodech sportovního lezení jde podle Wintera (2007) o srovnání výkonů jednotlivých lezců, avšak cílem závodníků je především překonání dané lezecké cesty než vyřazení soupeře.

Jak již bylo řečeno, sportovní lezení zahrnuje celkem disciplíny, které mohou být pojaty soutěžně i nesoutěžně. Podstata výkonu v soutěžním pojetí těchto disciplín se navzájem liší. Při lezení na obtížnost je cílem závodníka vylézt na neznámé cestě co nevyšše. Soutěžící má možnost si danou cestu prohlédnout těsně před vlastním výkonem, ne však zkoušet lézt. Soutěž probíhá tříkolově, tedy kvalifikace, semifinále a finále. Při lezení na rychlost je cílem závodníka vylézt danou cestu v co nejkratším čase. Soutěží se systémem K.O. Do „pavouka“ jsou závodníci nasazeni dle časů dosažených v kvalifikaci. V soutěžním boulderingu je cílem závodníka přelézt určitý počet bouldrových problémů na co nejmenší počet pokusů (Vomáčko, 2003).

Zmíněné soutěžní disciplíny, kromě lezení na rychlost, mají pochopitelně i své nesoutěžní podoby. Při lezení na obtížnost je cílem lezce zejména zdolání co nejtěžší cesty. Při boulderingu jde o přečtení velmi obtížných a technicky náročných lezeckých kroků, relativně nízko nad zemí (Vomáčko, 2003).

Ve sportovním lezení se můžeme setkat s několika stupnicemi obtížnosti. Jejich použití určuje hlavně geografické hledisko. Ve Francii se používá francouzská stupnice, která je v současnosti nejpoužívanější stupnicí na poli sportovního lezení. Stupně se uvádějí arabskými číslicemi a malými písmeny (a, b, c), popřípadě i znaménkem (+), které uvádí ještě podrobnější rozlišení. Do stupně 3+ bez písmene, od čtvrtého do devátého stupně s rozlišovacím písmenem. Zatím bylo dosaženo stupně 9b+. V Severní Americe se používá tzv. Yosemiteký decimální systém (YDS). První základní stupně v rozsahu I až IV vyjadřují čas nezbytný pro akci. Poté následuje tzv. třída v rozsahu 1 až 5. Třídy 1 až 3 postihují turistiku a teprve 4. třída značí lehčí lezení. Sportovní lezení po kolmých a převislých stěnách hodnotí poslední stupeň 5. Tato třída je dále členěna od 1 do současných 15, s tím, že od stupně 5.10 je ještě pro jemnější odstupňování použito mezistupňů a, b, c, d (FRA 9b+ odpovídá YDS 5.15c). Dále se můžeme setkat s Australskou škálou, která je nejjednodušší. Obtížnost lezení určuje číslo v intervalu 1 až 34.

Druhá nejpoužívanější klasifikační stupnice je stupnice UIAA. Používá se hlavně ve východních Alpách, ve všech německy mluvících zemích a východněji. Označení je obvykle římskými, ale i arabskými číslicemi. Rozsah je doposud I až XII. S růstem schopností lezců mohou v budoucnu přibýt ovšem i další stupně. Srovnání klasifikačních stupnic lezecké obtížnosti uvádějí Vomáčko a Bošíková (2008) v tabulce 1.

Tabulka 1 – Srovnání klasifikačních stupnic lezecké obtížnosti (Vomáčko a Boščíková, 2008)

UIAA	Francie	USA	Sasko	Británie	Austrálie		Francie	USA
I	1	5.2	I	moderate			bouldering	
II	2	5.3	II	difficult	11			
III	3	5.4	III	very difficult	12			
IV	4	5.5	IV	4a	13			
V-		5.6	V	4b	14			
V	5	5.7	VI	4c	15		Fb3	
V+			VII	5a	16		Fb4	V0
VI-	5+	5.8	VIIIb		17		Fb5a	
VI	6a	5.9	VIIc	5b	18		Fb5b	V1
VI+	6a+	5.10a	VIII		19		Fb5c	
VII-	6b	5.10b	VIIIb	5c	20		Fb6a	V2
VII	6b+	5.10c	VIIIc		21		Fb6a+	
VII+	6c	5.10d	IX	6a	22		Fb6b	V3
VIII-	6c+	5.11a	IXb		23		Fb6b+	
VIII	7a	5.11b	IXc	6b	24		Fb6c	V4
VIII+	7a+	5.11c	X		25		Fb6c+	V5
IX-	7b	5.11d	Xb	6c	26		Fb7a	V6
IX	7b+	5.12a	Xc		27		Fb7a+	V7
IX+	7c	5.12b	XI	7a	28		Fb7b	V8
X-	7c+	5.12c	XIb		29		Fb7b+	V9
X	8a	5.12d	XIc	7b	30		Fb7c	V10
X+	8a+	5.13a			31		Fb7c+	V11
XI-	8b	5.13b			32		Fb8a	V12
XI	8b+	5.13c			33		Fb8a+	V13
XI+	8c	5.13d			34		Fb8b	V14
	8c+	5.14a			35		Fb8b+	V15
	9a	5.14b			36		Fb8c	
	9a+	5.14c						
		5.14d						
		5.15a						

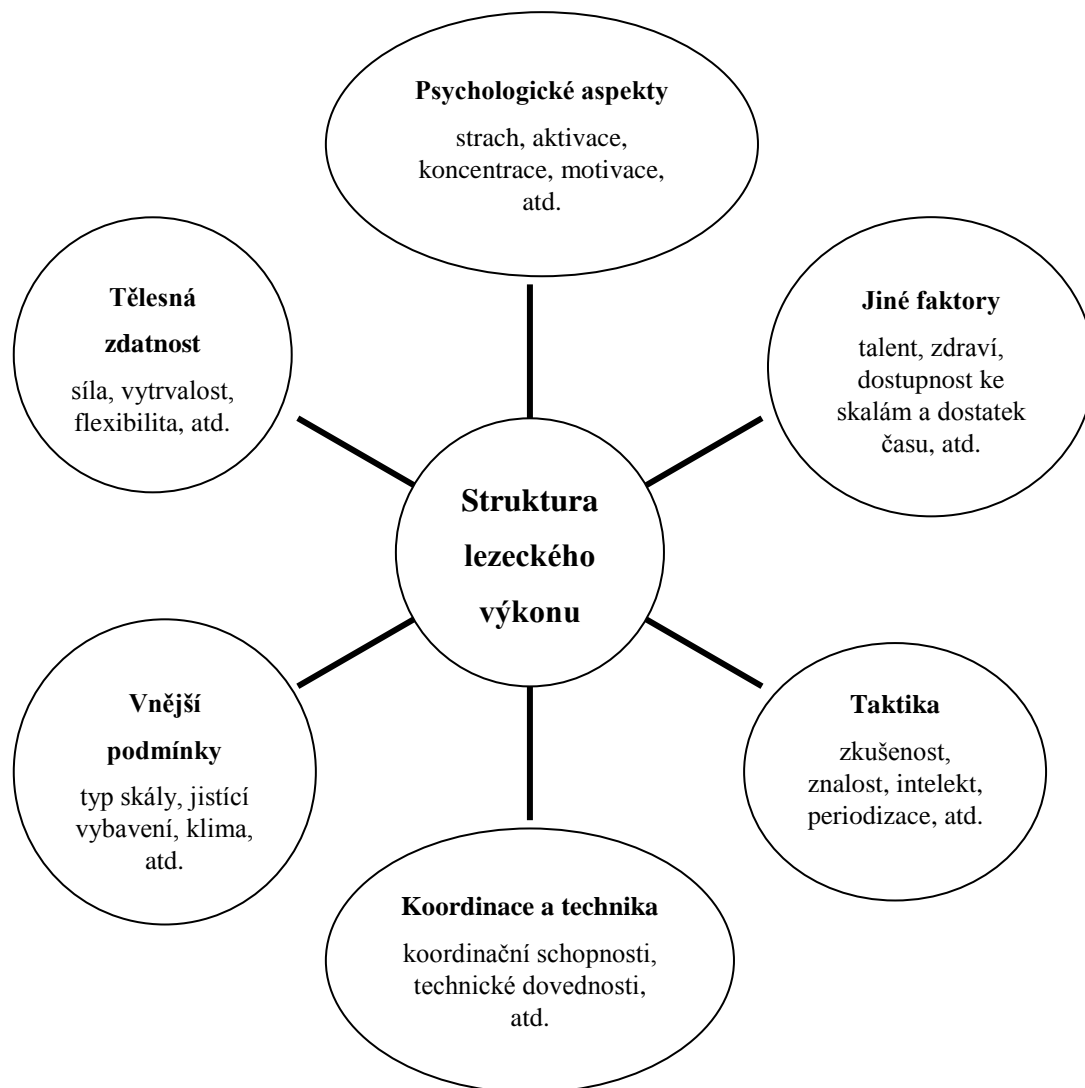
Kromě obtížnosti cesty se v lezení hodnotí i způsob zdolání dané cesty. Aby si lezci rozuměli všude ve světě, vznikly zkratky pro osm stylů přelezů. Nejjednodušší styl přelezu je lezení s horním jištěním – Top Rope (TR). Další styly používají tzv. dolní jištění. Redpoint (RP) je lezení známé cesty v pozici prvolezce. Cesta je vylezena plynule, bez odpočívání v postupovém jištění a pádů. Jde o nejběžnější styl při lezení na skalách. Pinkpoint (PP) je téměř identický se stylem RP, s tím rozdílem, že lezec

využívá pro postup předem zapnuté expresky v postupovém jištění. Flash (OSF) je přezení neznámé cesty prvolezce bez pádu a odpočinku na první pokus. Je povoleno získat o cestě informace předem nebo pozorovat jiného lezce, kdežto u stylu On Sight (OS) se tyto výhody využít nesmí. Mezi další, i když méně obvyklé styly patří free solo (FS). Jde o přezení cesty bez pomoci partnera a jakýchkoliv jistících prostředků. Přezení cesty jednotlivcem, který používá k sebezajištění lano a technický materiál je charakteristický pro styl solo. Poslední způsob zdolání cesty je stylem All free (AF). Jde o zdolání cesty s jedním nebo více odpočinutími na postupovém jištění. Jistící body slouží pouze k odpočinku, nikoli k postupu.

2.1.1 Struktura výkonu ve sportovním lezení

Dovalil (2009) charakterizuje vysoký sportovní výkon jako dokonalou koordinaci provedení, jehož základem je komplexní integrovaný projev mnoha tělesných a psychických funkcí člověka, podpořený maximální výkonovou motivací. Strukturu sportovního výkonu vysvětluje jako relativně samostatné součásti sportovních výkonů, vycházející ze somatických, kondičních, technických, taktických a psychických základů výkonů. Mezi kondiční nebo také pohybové faktory autor řadí rychlostní, vytrvalostní, silové, koordinační schopnosti a pohyblivost (flexibilitu). V následujícím textu bude zmíněný model struktury výkonu podrobně charakterizován ve vztahu k sportovnímu lezení.

Strukturu lezeckého výkonu popisuje Goddard a Neuman (1993) jako celkový výraz osobnosti, jenž musí být chápán jako součet několika různých podmínek a schopností. Uvádí, že faktory ovlivňující lezecký výkon spadají do šesti kategorií, znázorněných na obrázku 1.



Obrázek 1 – Struktura lezeckého výkonu (Goddard a Neuman, 1993)

Dané kategorie se vzájemně ovlivňují a hranice mezi nimi nejsou zcela vymezeny. Příkladem je motivace, která zvyšuje, respektive snižuje maximální sílu nebo strach, ovlivňující koordinaci. Flexibilita přímo souvisí s technikou a tělesná výška s taktickým jednáním lezce. Všechny faktory lze chápat jako otevřené, lze tedy s nimi pracovat a ovlivňovat jejich úroveň.

V České republice a na Slovensku se strukturou lezeckého výkonu zabýval pouze Zaťko (1985), který zkoumal tzv. skálolezení. Popsal základní faktory sportovního výkonu a předal určitá doporučení pro praxi. Vomáčko (2008) poukazuje na lezení jako na všestrannou sportovní disciplínu. Částečně se tématem výkonu zabývala Mermierová et al. (2000), Nachbauer (1987) nebo Dupuy (1991). Z hlediska

energetické náročnosti charakterizují lezecký výkon studie, jež vypracovali Watts (2000), Mermierová (1997) a také Booth (1998).

Pozorováním a srovnáním výkonů Ullrich (2001) dokazuje, že s délkou sportovní lezecké praxe klesá potřeba síly (síla jako pohybová schopnost) nutná k překonání lezeckých cest. Technika a anticipační schopnosti jsou podle autora výrazně determinující faktory lezecké výkonnosti.

Během soutěží jsou na lezce kladeny i další požadavky. Jedna z nejdůležitějších je rychlé a správné „načtení“ cesty a dovednost lezení ve smyslu OS. Podle Salomona (1998) lezecký výkon na soutěžích ovlivňuje také přímá konfrontace s vrcholovými soupeři a v neposlední řadě i publikum. Mezi základní složky výkonu zakomponoval autor do svého schématu mimo jiné požadavky dané okolím a mezi dovednosti lezce zařadil speciální silové schopnosti.

Na druhou stranu, Godoffe (1994) poukazuje na důležitost „psychických schopností“, tzv. duševna. Optimální stav vrcholového lezce ovlivňuje sociální prostředí, ve kterém lezec žije, zejména vliv trenéra.

Somatické faktory

Tělesným složením a stavbou těla lezců se zabýval Watts et al. (1993). Ve své studii srovnává zmíněné parametry (výška, hmotnost, tělesný tuk) u elitních a rekreačních lezců obou pohlaví. Výsledky jsou v tomto směru rozdílné a ukázaly, že elitní lezci jsou charakterizováni spíše menší postavou a disponují menším množstvím tělesného tuku ve srovnání s rekreačními lezci. Závěry studie, kterou provedli Grant et al. (1996) jsou však v rozporu s tímto tvrzením. Autor totiž uvádí, že výsledky měření tělesné výšky, hmotnosti a tuku neprokazují výrazné rozdíly mezi elitními lezci a nelezci. Měření, které realizoval Grant et al. (1996), bylo ale pravděpodobně zatíženo chybou, která vznikla tím, že lezci absolvovali měření v zimním období (leden - březen), tedy v době, kdy člověk obvykle nabírá tělesnou hmotu. Vomáčko (2008) se zabýval somatotypy u lezecké populace a zjistil, že ektomorfní-mezomorf je typický pro muže, kdežto u žen převážně vyrovnaný mezomorf. Lze tedy konstatovat, že vrcholové lezce charakterizuje spíše nižší postava a nižší procento tělesného tuku ve tkáních.

Při rozboru somatických faktorů výkonu je však nutné poznamenat, že stejně jako u ostatních sportů, i v lezení se projevují odlišnosti obou pohlaví. Somatické rozdíly mužů a žen popsali Goddard a Neuman (1993).

Podle autorů mají ženy průměrně větší zastoupení pomalých svalových vláken než muži. Na skalách to znamená větší vytrvalost a méně síly. Větší závislost na vytrvalosti než na síle potvrzuje fakt, že ženy dokážou při hledání optimální výstupové cesty setrvat na malých chyttech, nebo dokonce viset v převisu, delší dobu. Na druhou stranu, muži mají větší sílu než vytrvalost, a proto obtížné úseky řeší rychlými, často i silově náročnými kroky, které je ovšem dostanou rychle k lepším chytům.

Co se týče flexibility, ženy mají a můžou dosáhnout lepší ohebnosti ve srovnání s muži. Lze to považovat jako vhodnou kompenzaci jejich silového profilu, neboť větší rozsah pohybu jim umožňuje širší řadu technických možností provedení na skále.

Ženy jsou obecně lehčí než opačné pohlaví. Bereme-li v potaz tuto odlišnost, jakýkoliv chyt je pro ně tím pádem větší. Jelikož ženy působí menší silou na povrch chytů, lezení je pro jejich kůži na prstech šetrnější. Při zohlednění zmíněných odlišností lze přístup obou pohlaví k lezení rozlišit.

Jak uvádějí Goddard a Neuman (1993), muži disponují robustnější strukturou skeletu v oblasti hrudi a ramen, což dokazuje výskyt větší a silnější svaloviny v této části těla. Díky těmto predispozicím muži spoléhají při lezení těžkých úseků právě na zmíněnou oblast. V praxi jsou tyto odlišnosti patrné například při lezení převislých úseků, které jsou pro ženy náročnější. Na druhou stranu, ženy jsou téměř pokaždé silnější v situacích, kdy je zapotřebí síla hýžděového svalstva nebo střední části těla. To je podle autorů odůvodněné tím, že ženská děla jsou znatelně širší v pánevní oblasti a bocích. Boky u mužů jsou všeobecně méně efektivní při převádění síly z nohou do vrchní části těla (Goddard a Neuman, 1993).

Dále autoři uvádějí, že u lezců stejné výkonnosti, ale různého pohlaví, lze pozorovat radikálně odlišné silové profily, což je způsobeno odlišným využitím jejich těla. Při lezení dlouhého kroku se statickým přesahem je zajímavé sledovat některé rozdíly v pohlaví. Tělo musí být pro dosažení dalšího chytu v obou případech umístěno a stabilizováno. Muž zajistí stabilitu a zpevnění svým silovým centrem, jenž je umístěno v horní části těla. Ženy spoléhají v tomto případě na své tzv. silové centrum, tedy jádro těla. Při dobrém stupu dokážou přenést sílu ze spodní části těla, přes jejich silné jádro až k horním končetinám. Tímto způsobem lze zvládnout většinu těžkých kroků, a to bez jakéhokoliv pohybu v loketním kloubu. Jsou-li tyto přednosti využity efektivně, dokážou ženy s lehkostí kompenzovat nedostatečnou sílu ramen a horních končetin (Goddard a Neuman, 1993).

Kondiční faktory

Silová vytrvalost

Silová vytrvalost se uplatňuje se při silovém překonávání odporu, aniž by došlo k snížení efektivity pohybu. Možnosti této schopnosti jsou úzce spjaty s lokální vytrvalostí předloktí. Hörst (2008) uvádí, že silová vytrvalost se projevuje prací svalů v laktátové zóně. Jde o silově náročnou činnost, při které vznikají ve svalech vedlejší produkty.

Silovou vytrvalostí se zabývali Watts (2004), Baláš et al. (2012), Vigoroux a Quaine (2006) a další. Mezi nejčastěji využívané testy silové vytrvalosti patří vis na posledních člancích prstů na 2,5 cm listě a výdrž ve shybu.

Z výsledků studie, jež provedli Baláš et al. (2012) vyplývá, že nejvíce koreluje s lezeckým výkonem test visu na 2,5 cm listě a výdrž ve shybu. Vis na 2,5 cm listě namáhá flexorové svaly předloktí a vykazuje výraznou korelaci ($r = 0,89$ pro muže a $r = 0,82$ pro ženy) s maximálním RP výkonem lezců. Test výdrž ve shybu vykazuje rovněž vysokou korelaci ($r = 0,76$ pro muže a $r = 0,81$ pro ženy) s výkonností RP.

Zajímavý test pro posouzení silové vytrvalosti vytvořili Vigoroux a Quaine (2006), kteří vycházeli z MVK každého jedince. Jejich test pozůstával z 36 opakování, střídáním fází s 5s zatížením a 5s odpočinkem. Výsledky jejich testu vykazují podstatné rozdíly mezi elitními lezci a nelezci. Elitní lezci začali v testu selhávat přibližně po 180s, přičemž nelezci už po 90s. Selhání bylo stanoveno neschopností udržovat 80% MVK.

Tématem silové vytrvalosti se zabývali také Goddard a Neuman (1993). Při lezení cest, které vyžadují 50% a více maximální volní kontrakce dochází k tomu, že namáhaný sval uzavírá kapiláry, které ho zásobují kyslíkem. Dojde-li k uzavření kapilár, nelze již resyntetizovat ATP jen aerobně, jelikož se do svalů nedostává kyslík. Důvodem toho je hromadění vodíkových kationtů v pracujícím svalů, který se rychle unaví. Pokud se sval neuvolní nebo neklesne jeho maximální volní kontrakce pod 50%, nedostaví se do svalů krev. Za těchto podmínek se může ve svalů energie obnovovat jenom asi 40 až 90 s a pak sval selže.

Vytrvalost

Vytrvalost nám umožňuje setrvat v lezecké činnosti nízké intenzity po velmi dlouhou dobu. Pro tento sport je charakteristická spíše lokální vytrvalost, jež má za následek zvýšenou kapilarizaci svalů předloktí a s tím spojené lepší zásobení svalů krví a kyslíkem. Díky těmto procesům dochází k oddálení únavy, navíc se zvyšuje rychlost regenerace a zotavení. Lokální vytrvalost svalů předloktí hraje důležitou roli v lezení, není však jediným limitujícím faktorem výkonu.

Billatová et al. (1995) a Bertuzzi (2007) pracovali ve svých studiích s ukazatelem obecné aerobní zdatnosti VO_{2max} a zjistili, že se zvyšujícím se výkonem roste i poptávka těla po kyslíku. Vyšší úroveň obecné vytrvalosti je tedy nasmazatelnou výhodou pro každého lezce.

Maximální síla

Maximální síla představuje v lezení nenahraditelný článek struktury sportovního výkonu. Pomáhá provádět statické výdrže i dynamické pohyby, které kladou vysoké nároky na sílový profil lezce. Využití maximální síly v lezení je spojeno převážně s flexory předloktí. Tato schopnost využívá anaerobního alaktátového systému, který dovoluje provádět činnost pouhých pár sekund, než se energie vyčerpá.

Podle Goddarda a Neumana (1993) je maximální síla limitovaná příčným průřezem svalu a schopnosti zapojení svalových vláken do svalové kontrakce. Velký nárůst svalové hmoty není pro lezení příliš žádoucí, jelikož šlachy mají pouze omezenou nosnost. V lezení je vhodné zdokonalovat spíše mezisvalovou a nitrosvalovou koordinaci a tím i schopnost zapojit více svalových vláken do kontrakce, jako je tomu v tréninku maximální síly flexorů předloktí.

Důležitou roli maximální síly při lezení potvrzuje několik studií, které provedli Baláš et al. (2012), Vigoroux a Quaine (2006), Watts (2004) nebo také Gilles et al. (2006). Zmínění autoři připisují důležitost maximální síle stisku ruky, jako předpokladu pro lezecký výkon.

Baláš et al. (2012) prováděli několik testů na 205 lezcích. Při měření maximální volní kontrakce (MVK) pomocí ručního dynamometru, který ukazuje především maximální volní sílu flexorů předloktí, autoři zjistili, že výsledek testu v závislosti na hmotnosti lezce prokazuje vysokou korelaci ($r = 0,65$) s lezeckou výkonností RP.

Vigorous a Quaine (2006) srovnávali maximální MVK u elitních lezců a nelezců. Výsledky ukázaly, že MVC je u lezců výrazně vyšší (lezci: $412,3 \pm 40,9$ N; nelezci: $361,6 \pm 52,1$ N). Získaná data ovšem nevztahovali k hmotnosti lezců, což mohlo ovlivnit jejich závěry.

Rovnováha

Rovnováha úzce souvisí s vestibulárním ústrojím, svalovou propriorepcí a CNS. Udržuje tělo a jeho segmenty v nejuhodnější pozici. Díky rovnovážné poloze lze dosáhnout při lezení kolmých a mírně položených cest polohy, ve které se lezec nemusí držet chytů (tzv. no hand rest). Lze tedy konstatovat, že cit pro rovnováhu a kloubní pohyblivost je důležitou součástí techniky. V lezení hraje důležitou roli zejména ve statických pozicích, kdy zajišťuje takovou polohu těla, při níž je energetická spotřeba co nejnižší. Izometrická činnost svalů reprezentuje podle rozboru videoanalýzy více než třetinu celkového času (Billatová, 1995). Je však nutné doplnit, že energetická náročnost v těchto polohách dosud nebyla řádně změřena.

Flexibilita

Flexibilitou nebo také pohyblivostí rozumíme vykonávání pohybů ve velkém rozsahu. Úzce souvisí s lezeckou technikou a ovlivňuje celkový energetický výdej. Pokud lezec nemá dostatečnou kloubní pohyblivost, musí techniku přizpůsobovat své úrovni. To může mít za následek větší energetický výdej ve srovnání s lezci, kteří disponují výbornou flexibilitou.

Grant et al. (1996) sledovali rozdíly mezi elitními lezci, rekreačními lezci a aktivními nelezci při měření flexibility (předklon v sedu, max. roznožení). Elitní lezci dosáhli výrazně vyššího skóre při testech kloubní pohyblivosti. Úroveň flexibility a její korelaci s výkonem lezců různé výkonnosti zkoumali také Draper, Brent, Hodgson a Blackwell (2009). Největší korelaci s výkonem ($r = 0,65$) vykazuje test výšky nasednutí na nohu. Jde o test, ve kterém subjekt zvedne nohu co nejvýš a poté pomocí shybu a přenesení váhy na zvednutou nohu, nasedne na patu této nohy.

Goddard a Neuman (1993) uvádějí, že lezci potřebují výbornou pohyblivost zejména kvůli schopnosti nasednout na patu nohy a při jiných vysokých krocích. Důvodem je optimální umístění těla při statických pozicích a zefektivnění pozice při odpočinku. Pohyblivost slouží i jako prevence zraněním.

V lezení se klade důraz na specifickou flexibilitu, související s pohyblivostí hlezenních a kyčelních kloubů. Právě tyto klouby umožňují lezcům efektivně nasednout na patu nohy a následně odlehčit horní končetiny.

Technické faktory

Úspěšnost při lezení závisí většinou na lezecké technice (Goddard a Neuman, 1993). Nejlepší lezci dělají minimum chyb a vyhrávají závody. Lezení je závod s časem, proto je důležité dosáhnout konce cesty dřív, než se svaly kompletně unaví a zapříčiní tzv. koordinační kolaps, jehož důsledkem je, mimo jiné, pád.

Typickým pohybovým projevem lezců – začátečníků je podle Vomáčka (2008) silové a trhané přenášení těžiště. Pokročilí lezci přenášejí těžiště dynamicky a zároveň využívají hybnost svého těla k dalším krokům.

Goddard a Neuman (1993) popisují, že správná technika dokáže výrazně ušetřit lezcovy síly a snížit jeho energetický výdej. Dále autoři uvádějí, že základním kritériem pro vytvoření optimální techniky je vytvoření co nejširšího repertoáru pohybových vzorců, které mohou být využity při řešení konkrétní situace.

Srovnáním lezecké techniky mezi začátečníky a zkušenými lezci se zabýval Köstermeyer (2001). Zkušení lezci disponují výrazně lepší technikou a pohybem na skále ve srovnání se začátečníky. Pohyby zkušených lezců se vyznačují lepší dynamičností a zapojováním celého těla při provádění lezeckých kroků.

Technika lezení je u obou pohlaví odlišná. Podle Vomáčka (2008) je technika mužů charakteristická silovým projevem, důvodem čeho je větší síla v prstech a pažích. Ženy disponují menší silou v pažích, proto zapojují při lezeckém pohybu celé tělo, především dolní končetiny.

Taktické faktory

Spolu s taktickou přípravou jsou tyto části sportovního lezení zřejmě nejméně popisované, o to víc však důležité. Lezecká inteligence, i takhle by se dala shrnout taktika lezení, která zahrnuje co nejlepší načtení cesty, rychlé přehodnocení či správné rozložení sil. Goddard a Neumann (1993) charakterizují taktiku jako záměrnou strategii, zajišťující maximální úspěch v cestě.

O tom, zda lezec dokáže úspěšně zvládnout cestu, rozhoduje mimo jiné i načtení cesty. Závodníci mají před samotným výkonem k dispozici několik minut právě na tuto

činnost. Při lezení ve skalách je rovněž dobrým zvykem se na danou linii nejdříve podívat a odhadnout těžší úseky, vytvořit si v mysli možné varianty přeletu apod. Důležité je najít vhodné místo k odpočinku, tedy takové, kde je možné ruce „vyklepat“ a následně pokračovat dál. Odpočívání na nesprávném místě může vyčerpat energetické zdroje příliš brzo a pokus tak zmařit. Taktické jednání charakterizuje Vomáčko (2008) jako proces optimálního řešení. Tato činnost probíhá již při plánování lezeckého postupu. Nicméně, realizace probíhá až v tzv. krizových situacích, kdy lezec zjišťuje skutečný tvar chytu, který se odlišuje od předpokládaného. V tomto momentě musí lezec najít optimální řešení, způsob, jak daný úsek překonat a vyhnout se tak pádu.

Psychické faktory

Současná práce se psychikou v lezení nezabývá, tato kapitola je tedy pouze okrajová.

Problematikou psychiky v souvislosti s lezením se zabývali Macák a Hošek (1989). Uvedli, že emoce ovlivňují sportovní činnost kladně jen tehdy, jsou-li na optimální úrovni své intenzity, která je u každé sportovní činnosti odlišná. V boulderingu je například žádoucí vyšší stupeň napětí, narozdíl od alpinistických výstupů, které vyžadují nižší stupeň emočního napětí. Mezi aktuální psychické stavy, vyskytující se při lezení patří strach, vztek a agrese, radost, překvapení, smutek, nadšení, ale také závist. Projevují se při pocitu nebezpečí z pádu, nepohodlí, únavy, rizika apod. Žádoucí pocity radosti a štěstí vyvolávají například úspěšné přelety cest a jsou považovány za vydatný zdroj motivace. Na druhou stranu, déle trvající radost vyvolává nadšení, které může pro lezce představovat nebezpečí. Vysoká intenzita této emoce totiž snižuje koncentraci lezce.

Pro kvalitní výkon je tedy nutné optimální psychické rozpoložení se správnou mírou volného úsilí. Volnými procesy rozumíme cílevědomost, rozhodnost, vytrvalost, sebeovládání, koncentrace a soutěživost.

2.2 Fyziologické aspekty sportovního lezení

2.2.1 Srdeční frekvence

Jedním z nejstarších fyziologických ukazatelů je srdeční frekvence (SF). Patří mezi nejspolehlivější indikátory intenzity cvičení, protože přímo reaguje na zvyšování či snižování intenzity zatížení.

Stejně jako u většiny sportů, tak i v lezení slouží SF jako ukazatel obtížnosti, jelikož vztah mezi SF a růstem lezecké obtížnosti je lineární. Výzkumy, které v posledních letech prováděli Booth (1999), Watts (1996), Billatová (1995), Sheel (2003) a Janotová (2000) prokazují, že během lezení se hodnoty srdeční frekvence pohybují průměrně v rozmezí 129 až 180 úderů za minutu.

Janotová et al. (2000) pozorovali rozdíly mezi elitními a rekreačními lezci při měření SF během lezení stejně obtížné cesty. Měření ukázalo, že rekreační lezci dosahují průměrně vyšší hodnoty SF, přičemž elitní lezci podstatně nižší. Tyto odlišnosti autoři připisují různé úrovni technické zdatnosti a schopnosti energeticky zvládat lezecký pohyb. Důležitost připisují také míře úzkosti nebo znalosti dané lezecké cesty. Nicméně, vliv těchto faktorů potřebuje specifitější zkoumání.

Několik výzkumů zaměřilo svojí pozornost na vztah SF s jinými fyziologickými ukazateli během lezení. Billatová et al. (1995) zpozorovali nerovnoměrný růst SF a využití kyslíku (VO_2) v průběhu lezení. Dobrovolníci dosáhli při testu na lezeckém trenažéru přibližně 80% SF_{max} , ale jenom 46% VO_{2max} . Podobné výsledky ve své studii zaznamenali Sheel et al. (2004), ve které lezci dosáhli 89% a 66% SF_{max} a 67% a 45% VO_{2max} při těžším, respektive lehčím lezení. Nelineární růst VO_2 a SF potvrdili také Watts a Drobish (1998). Lezci dosáhli během lezení průměrně 83,9% SF_{max} a 62% VO_{2max} . Příčinou nelineárního růstu daných ukazatelů je zejména izometrický typ zatížení, který zvyšuje SF. Podle Gilese (2006) je zmíněný jev důsledkem intervalových svalových kontrakcí v horní části těla, které jsou pro lezení charakteristické. Jak autor dále uvádí, variabilita hodnot SF je dána rovněž závislostí organismu na anaerobním a aerobním energetickém krytí. Obdobný názor vyjádřili Sheel et al. (2004) tvrzením, že za příčinou disproporčního růstu SF a VO_2 jsou opakované izometrické kontrakce svalů předloktí. Je tedy přijatelné předpokládat, že krevní tlak a hodnoty SF porostou rychleji než hodnoty VO_2 . Ferguson (1997) dokázal, že cvičení, charakteristické izometrickými kontrakcemi horních končetin, zapříčiňují disproporční

růst SF a spotřeby kyslíku. Statická cvičení tedy zvyšují krevní tlak a SF. Opačný jev je typický pro dynamická cvičení, která podporují cirkulaci.

Burnik a Jereb (2006) uvádějí, že monitorování srdeční frekvence jako indikátoru zátěže při sportovním lezení se jeví jako značně pochybné. Změny SF při sportovním lezení mohou podle autorů nastat v důsledků různých faktorů, které nelze v úplnosti kontrolovat. Mezi hlavní patří obtížnost lezeckých cest nebo taky lezecké zkušenosti a schopnosti.

2.2.2 Krevní laktát

Krevní laktát je vedlejší produkt metabolických procesů. Při narůstající intenzitě cvičení se zvyšuje jeho koncentrace, nicméně není vlastní příčinou zakyselení ale spíše jeho odrazem. Vlastním zdrojem zakyselení je štěpení ATP. Při tomto rozkladu vzniká ADP, anorganický fosfát a vodíkový kationt. Při vzrůstající intenzitě lezení vzniká nerovnováha mezi akumulací ADP, fosfátu a protonu na jedné straně a jejich opětovné metabolizaci na ATP v mitochondriích na straně druhé. Tak se v cytosolu (vnitřním prostředí buňky) hromadí vodíkové kationty, klesá pH, jinými slovy roste zakyselení. To je důvodem ke zpomalování oxidativních procesů, a tak je pyruvát odbouráván stále více a více směrem k laktátu. Laktát tedy umožňuje sportovcům udělat si představu o aktuálním stavu svalového metabolismu při zátěži, o jeho „intenzitě“ – v tom spočívá jeho užitečnost. Laktát není v žádném případě nežádoucí odpad poškozující sportovní výkon, ale naopak významný článek zátěžového metabolismu (Pozdíšek, 2013).

Hladinu laktátu v krvi během a bezprostředně po lezení sledovalo hned několik výzkumů, které provedli Booth (1999), Watts (1996, 2000), Shark et al. (2011), Mermierová (1997) a Baláš et al. (2010). Na základě výsledků měření zjistili, že hladina laktátu v krvi se bezprostředně po lezení pohybovala v rozmezí 2,4 - 6,1 mmol/l. Relativně velké rozdíly zmíněných hodnot byly způsobené tím, že jednotlivé výzkumy vytvořily různé podmínky pro lezce a využily odlišné způsoby měření, jako například - sportovní lezení vs lezecký тренаžér, odlišný terén (velikost chytů, sklon, délka lezení) a rozdílná výkonnost lezců.

Otázkou maximální akumulace laktátu v krvi během lezení se zabýval Watts (2000). Ve svém výzkumu, ve kterém probandi lezli jejich maximální možnou obtížnost (5.12b YDS), přičemž čtyři z nich spadli a nebyli schopni cestu dolézt, měřil autor

krvní laktát jednu minutu po lezení. Koncentrace laktátu před měřením byla $2,5 \pm 1,6$ mmol/l) a $5,7 \pm 1,7$ mmol/l po lezení.

Dosažené hodnoty odpovídají výsledkům studie Billatové et al. (1995), ve které lezcům naměřili hladinu laktátu $5,75 \pm 0,95$ mmol/l a $4,30 \pm 0,77$ mmol/l po dvou těžkých cestách. Dobrovolníci v tomto výzkumu absolvovali cesty na hranici svých lezeckých schopností (7b Fr).

Výrazně vyšší hodnoty akumulace laktátu dosáhli lezci během výzkumu, jež provedli Sherková et al. (2010). Účastníci této studie lezli nepřerušovaně až do úplného vyčerpání, přičemž hladina laktátu, změřena bezprostředně po skončení lezení byla $11,1 \pm 1,0$ mmol/dL). Dosažení těchto výrazně vyšších hodnot ve srovnání s jinými autory bylo pravděpodobně zapříčiněno poměrně dlouhou dobou lezení ($24,9 \pm 1,9$ min).

Podobně vysoké hodnoty dosáhli během měření i Baláš et al. (2010), jež posuzovali vliv citrátů na výkon ve sportovním lezení. Nejvyšší naměřené hodnoty lezců se pohybovaly kolem 8,3 mmol/l. Průměrné hodnoty byly však o něco nižší 5,6 - 6,2 mmol/l.

Ve srovnání s jinými sporty, jakými jsou například běhání či jízda na kole, jsou maximální dosažené hodnoty koncentrace laktátu během lezení poměrně nízké. Je to způsobené tím, že lezení má velké nároky především na malé svalové skupiny, zejména svalů předloktí. Vrcholoví atleti dosahují výrazně vyšší hladiny laktátu, ale velké svaly jsou schopny lépe odbourávat odpadní látky a vodíkové ionty. To je důvod, proč tyto vysoké hodnoty laktátu v krvi neomezují funkci svalů. Při aktivitách, které nevyžadují technickou a koordinační preciznost (jako běhání), zvýšená hladina laktátu neomezuje požadovaný výkon a to až do doby, kdy začne být extrémně vysoká. Běh či jiný pohyb podporuje cirkulaci krve v těle, laktát je tím pád rychleji vystřídán novou, okysličenou krví. Bohužel, statické polohy v lezení či v jiných, koordinačně náročných sportech tyto výhodné podmínky dostatečně neumožňují.

Zvýšená hladina laktátu v krvi má podle studie, jež provedli Watts et al. (1996) za následek snížení výdrže stisku ruky ($r = 0,76$), ale ne snížení síly stisku ($r = 0,56$). Zvýšená koncentrace odpadních látek v krvi může setrvat po dobu delší než 20 minut odpočinku, nicméně, aktivní odpočinek umožňuje rychlejší zotavení a snížení krevního laktátu do původního stavu (Watts, 2000).

Mermierová (1997) zjistila, že při lezení jednoduché cesty je hladina krevního laktátu u lezců podstatně nižší než při lezení náročné cesty. Autorka měřila koncentraci

laktátu dvě minuty po lezení lehké, středně těžké a těžké cesty (5.6, 5.9 a 5.11+ YDS), přičemž hodnoty se pohybovaly v rozmezí 1,64, 2,40 a 3,20 mmol/l.

Lze tedy říct, že pokud lezci dosahují maximálního výkonu, hladina krevního laktátu se pohybuje kolem 5 až 10 mmol/l. Interpretace tohoto tvrzení musí být ale brána s rezervou, jelikož každá studie využívá jinou intenzitu lezení a pracuje s rozdílnou výkonností probandů. Navzdory tohoto tvrzení, lze přijmout závěr, že výrazná akumulace laktátu souvisí s lezením a zvyšuje se s přibývajícím náročností.

2.2.3 Spotřeba kyslíku

Spotřeba kyslíku (VO_2) je jeden z nejlepších ukazatelů aerobní vytrvalosti. Vyjadřuje jak účinně dokáže lidské tělo zužitkovat kyslík při zatížení. VO_{2max} je zkratka pro maximální využití kyslíku. VO_{2max} je v současnosti měřena různými způsoby a to buď fyzikálně nebo fyziologicky. Nejvyužívanější fyzikální způsoby pro stanovení VO_{2max} jsou Cooperův a Legerův test (vzdálenost za čas s predikcí VO_{2max}). Fyziologické zátěžové testy jsou nepřímé metody zjišťování VO_{2max} a probíhají v laboratorních podmínkách, nejčastěji na cykloergometru nebo na běžícím pásu. Se zvyšujícím zatížením, buď ve formě zvyšující se rychlosti či sklonu, roste i spotřeba kyslíku. V určité fázi testování dojde k pomalejšímu růstu hodnot nebo dokonce ke stagnaci (plató efekt), což představuje hodnotu VO_{2max} . Naměřené hodnoty se vyjadřují absolutně v litrech nebo relativně v mililitrech kyslíku na kilogram tělesné hmotnosti za jednu minutu. Obecně platí, že čím vyšší hodnoty, tím více kyslíku se dostane do svalů a také rychleji a déle dokáže organismus provádět fyzickou aktivitu. Tyto hodnoty vlastně vypovídají o největším možném množství kyslíku, které svaly mohou využít z přijaté energie (Dovalil, 2009).

Sportovním lezením a jeho vztahem k VO_2 se zabývali Billatová et al. (1995), Mermierová et al. (1997), Bertuzzi et al. (2007), Booth et al. (1999) nebo také Sheel et al. (2003). Spotřebu kyslíku u třech různě obtížných cest měřili Mermierová et al. (1997). Výsledky ukazují, že s rostoucí obtížností lezení se zvyšuje srdeční frekvence, ale VO_2 se v průběhu stejného lezení výrazně nemění. Hodnoty VO_{2peak} (maximální spotřeby kyslíku při lezení dané zátěžové cesty) byly 20, 22 a 25 ml/kg/min pro lehkou (5.6), respektive středně těžkou (5.9) a těžkou cestu (5.11+ YDS). Billatová et al. (1995) uvádí podobné výsledky. Během lezení dvou cest obtížnosti 7b (Fr) dosáhli zúčastnění

hodnot $VO_2\text{peak}$ 25,9 a 20,6 ml/kg/min, což představovalo 46 a 37,5% jejich $VO_2\text{max}$, zjištěné na běžeckém pásu.

Sheel et al. (2003) srovnával zmíněnou problematiku, tedy spotřebu kyslíku dosaženou při lezení a při testu na cykloergometru. Zjistil, že hodnoty $VO_2\text{peak}$ dosahují pouze přibližně 50% z hodnot $VO_2\text{max}$, zjištěných na ergometru. Důvodem tohoto jevu je pravděpodobně využívání menších svalových skupin při lezení, které narozdíl od těch velkých nevyžadují tolik kyslíku pro svoji činnost.

Watts et al. (1992) rovněž oznámil nízké hodnoty $VO_2\text{peak}$ (20,9 - 31,7 ml/kg/min) ve srovnání s korespondující SF, které byly získané při měření na lezeckém trenážeru. Výrazně vyšší hodnoty $VO_2\text{peak}$ naměřili Bertuzzi et al. (2007) $38,6 \pm 5,4$ ml/kg/min a Booth et al. (1999) $43,8 \pm 2,2$ ml/kg/min.

Výsledky těchto studií ukazují, že růst SF a VO_2 není lineární a že $VO_2\text{peak}$ pravděpodobně nedosáhne hodnot podobných $VO_2\text{max}$, zjištěných na bicyklovém ergometru či běžeckém pásu. Je však nutné upozornit, že u těchto studií nebyl použit protokol se zvyšující se rychlostí, díky kterému by lezci mohli lézt do vyčerpání a teoreticky dosáhnout hodnot $VO_2\text{max}$. V testu se zvyšující rychlostí na motorizovaném lezeckém ergometru naměřili Romerová et al. (2009) hodnoty přesahující 50 ml/kg/min. Podobné výsledky zaznamenali i Baláš et al. (2012), de Geus et al. (2006) a Draper et al. (2010), kteří naměřili hodnoty přes 40 ml/kg/min a naznačili tak, že úloha oxidativního metabolismu je důležitější než se předpokládalo (Betruzzi et al., 2007). Vysoká rozdílnost výsledku je pravděpodobně dána heterogenitou sledovaných lezců a nedostatečnou kontrolou rychlosti.

Pokud vezmeme v úvahu fakt, že $VO_2\text{max}$ změřená v laboratorních podmínkách byla při všech zmíněných výzkumech vyšší než $VO_2\text{peak}$ při lezení, lze tvrdit, že lezci zřejmě disponují dobrou až výbornou kardiovaskulární zdatností. Ukazují to srovnávací tabulky pro ukazatel $VO_2\text{max}$ (McArdle et al., 2007).

2.3 Energetika sportovního lezení

Pro lezení jsou z hlediska energetického krytí významné všechny tři způsoby dodávání energie. Při zásadním, problémovém lezeckém kroku je energie získávaná ze systému ATP-CP, při běžném lezení využívá organismus spíše laktátový (LA) systém.

LA systém je navíc schopen fungovat jak za přítomnosti kyslíku, tak i bez něj. Při nízké intenzitě lezení se energie ze svalů získává aerobně (O_2), tedy za přítomnosti kyslíku.

ATP-CP systém je schopen rychle dodávat energii pro krátké, intenzivní pohyby, které lezec uplatňuje v silových bouldrových krocích nebo při několika málo obtížných pohybech. Tato energie slouží jako primární zdroj pro krátké a náročné cvičení trvající méně než 15 sekund, jako například trénink na campus desce nebo shyby na jedné ruce. ATP a CP jsou vysoce energetické fosfátové sloučeniny vyskytující se v malém množství ve všech svalových buňkách (Hörst, 2008).

LA systém je aktivován při stálých, středně až vysoce intenzivních cvičeních trvajících v rozmezí přibližně 10 sekund až 3 minuty. V lezení je hlavním zdrojem energie při dlouhých bouldrech nebo těžších pasážích lezecké cesty. Karbohydráty ve formě glykogenu zásobují LA systém, který je schopen pracovat v podmínkách za přítomnosti kyslíku, ale také bez něj. Podle toho lze rozlišit anaerobně-alaktátové (LA) krytí nebo aerobně-anaerobní krytí (LA- O_2) (Hörst, 2008).

Anaerobně-laktátový (LA) systém je důležitý pro velmi náročná cvičení, během kterých svaly vytvářejí energii za nepřítomnosti kyslíku (anaerobně) a zároveň produkují odpadní produkt - laktát. Následná zvýšená akumulace laktátu vede k únavě a bolesti svalu, případně k jeho selhání. Omezená produkce energie za anaerobních podmínek vysvětluje fakt, proč je dlouhotrvající lezení na úrovni maximálního výkonu limitováno dobou méně než tři minut (při lezení bez odpočinku). Při lezení dlouhých a náročných cest se tím pádem doporučuje lézt co nejrychleji, dřív než koncentrace laktátu přesáhne kritickou hranici, tzv. anaerobní práh. S ohledem na individuální rozdíly můžou lezci dosáhnout hranici anaerobního prahu kdykoliv mezi 50 - 80% jejich maxima (Hörst, 2008). V závislosti na množství laktátu v krvi, může trvat dvacet minut a víc než se hladina laktátu dostane na původní úroveň a to za předpokladu aktivního odpočinku. S pasivním odpočinkem tato doba přesáhne hodinu i víc. (Watts, 1996)

Aerobně-anaerobní systém (LA- O_2) zásobuje svaly energií při činnosti delší než tři minuty. K výrobě energie požadují svaly dostatek kyslíku. V případě, že jsou zásoby ATP-CP vyčerpány nebo hladina laktátu ve svaích překročila snesitelné množství, je pohyb možný, pouze je-li intenzita pohybů snížena. Produkce anaerobní energie je limitována množstvím, jež jsou játra schopny odbourat z krve a přeměnit na jaterní glykogen. (Hörst, 2008).

Činnost výše charakterizovaných systémů produkce energie neprobíhá tak striktně odděleně, jak by se mohlo z uvedeného textu zdát. Svaly člověka, tedy i lezce, nepracují pouze ve dvou rovinách – s kyslíkem nebo bez. Všechny zmíněné systémy pracují od prvních sekund svalové práce společně a nerozdílně, jenom v jiné proporcii (Dovalil, 2009).

Energetickou náročnost během lezení ovlivňuje zejména zvyšující intenzita lezení v podobě negativního sklonu a rychlosti lezení. Stejně důležité faktory mající vliv na celkový energetický výdej jsou ekonomika pohybu, individuální schopnosti a zkušenosti lezců.

2.3.1 Sklon

Lezecký sklon a jeho vliv v tomto sportu sledovali Watts a Drobish (1996). Ve svém výzkumu sledovali základní fyziologické odpovědi šestnácti lezců na vzrůstající úhel sklonu během lezení. Zjistili, že zatímco SF se zvyšujícím sklonem stoupá, spotřeba kyslíku se příliš nemění. Koncentrace krevního laktátu podstatně narůstá, přesáhne-li lezecký úhel vertikální hodnotu a dál se zvyšuje s narůstajícím negativním sklonem.

Energetickou náročnost lezení v třech různých sklonech pozorovali Mermierová et al. (1997). Čtrnáct lezců absolvovalo tři zátěžové testy při lezení s horních jištěním, přičemž intenzita každého testu spočívala ve změně lezeckého sklonu a zmenšením chytů. Výsledky ukázaly, že energetická náročnost lezení stoupá se zvyšující se obtížností a narůstajícím lezeckým sklonem.

2.3.2 Rychlost

Energetickou náročností při změnách lezecké rychlosti na speciálním lezeckém trenažéru se zabývali Booth et al. (1999). Jejich výzkumu se účastnilo 7 lezců různé výkonnosti. Zátěžový test spočíval ve zvyšování rychlosti zmíněného trenažéru s umělými chytý a stupy, až dokud nedošlo k úplnému vyčerpání lezce. Ačkoliv výsledky práce ukázaly, že energetická spotřeba je téměř přímo úměrná lezecké rychlosti, je nutné na tyto závěry přihlížet s opatrností. Test totiž probíhal pouze ve třech rychlostech (8, 10 a 12m/min), a proto nelze s určitostí konstatovat, že linearita bude konstantní i v krajních bodech.

2.3.3 Výkonnost

Bertuzzi et al. (2007) zkoumali ve své studii energetickou náročnost lezení u elitních a rekreačních lezců. Výzkum zahrnoval také antropometrická měření, měření aerobní síly horní části těla a Wingatův test. Při dalším měření, lezli elitní lezci lehkou, středně těžkou a těžkou cestu, zatímco rekreační lezci pouze cestu lehkou. Hladina laktátu změřena po lezení lehké cesty dosahovala u elitních lezců výrazně nižších hodnot než tomu bylo ve druhé skupině. Výsledky měření také dokazují, že elitní lezci disponují lepší aerobní silou horní částí těla a menším procentem podkožního tuku. Maximální RP výkon elitních lezců byl ve srovnání s rekreačními výrazně lepší. Zastoupení anaerobního laktátového systému při lezení lehké cesty bylo výraznější u rekreatů než u elity. SF_{max} dosažená při lezení, stejně tak hladina LA a celkový energetický výdej byli výrazně vyšší u rekreačních lezců.

Z výše uvedených výzkumů lze vyvodit závěr, že energetickou náročnost lezení zpravidla ovlivňují tři zásadní faktory. Sklon lezení, při kterém je rozhodující správné využití dolních končetin pro odlehčení pažím, poté rychlost a výkonnost, která vypovídá o předchozích zkušenostech a ekonomice samotného lezení. Tyto faktory jsou sice důležité z hlediska energetické náročnosti, nikoli však stoprocentně determinující výkon v lezení. Jak popisují Goddard a Neuman (1993) nebo také Hörst (2008), v lezení jsou zmíněné faktory ve vzájemném propojení. Podstatnou roli hraje technika pohybů, která je u lezců s vyšší výkonností dobře odlišitelná od rekreačních lezců. Vyznačuje se ekonomičností a plynulostí pohybu, tudíž i nižší energetickou náročností během lezení.

2.4 Zatížení ve sportovním lezení

Otázkou zatížení ve sportu se zabýval Dovalil (2009), jenž ve své publikaci uvádí, že velikost zatížení lze chápat jako vícerozměrnou veličinu, kterou vytvářejí základní charakteristiky zatížení:

- intenzita cvičení,
- doba trvání cvičení,
- počet opakování cvičení,
- interval odpočinku mezi cvičením

- způsob odpočinku,

a to jak jednotlivě, tak zejména ve vzájemné spojitosti. Koordinační náročnost pohybů charakterizuje složitost pohybové činnosti, její posouzení však nemá empirický ani výzkumný základ a nelze je postihnout kvantitativně (Dovalil, 2009).

Vytrvalostní schopnosti lze téměř v každém sportu stimulovat prostřednictvím dvou tréninkových metod: *intermitentní* (intervalová, střídavá) a *kontinuální* (nepřerušovaná, souvislá). Kombinací zmíněných metod vytvoříme fartlekovou metodu, jejíž intenzitu sportovci upravují na základě svých subjektivních pocitů. Tato metoda je ve velké míře využívána při vytrvalostním tréninku sportovních lezců.

2.4.1 Intermitentní zatížení

Základním znakem všech intervalových metod ovlivňujících vytrvalostní schopnosti jsou intervaly odpočinku, při kterých dojde pouze k částečnému zotavení organismu, díky čemu se pak rychleji zlepšují funkční předpoklady a zvyšuje se výkonnost. Srdeční frekvence by při zotavení, mezi úseky zatížení neměla klesnout pod 120 - 140 tepů/min. Výhodou intervalové tréninkové metody je možnost zvládnout poměrně velkou vzdálenost (počet lezeckých kroků) při mnohem vyšší intenzitě než by to bylo možné bez přestávek. Nejčastější dělení metod intervalového tréninku je na intenzivní a extenzivní (Grasgruber a Cacek, 2008).

Intenzivní (rychlostní) metoda je typická svými krátkými úseky zatížení a delšími přestávkami. Cvičení sice probíhá ve vysoké rychlosti, ale celkový počet opakování je nižší ve srovnání s metodou extenzivní. Energetické krytí zajišťuje zejména anaerobně alaktátový (ATP-CP) a anaerobně laktátový systém (LA).

Extenzivní (vytrvalostní) metoda více rozvíjí vytrvalostní složku. Úseky zatížení jsou delší, ale o to méně intenzivnější. Přestávky jsou kratší a celkový počet opakování je vysoký. Pro tuto metodu je charakteristické aerobně - anaerobní krytí (LA-O₂).

V praxi se používají 3 typy intervalového tréninku s různě dlouhými fázemi odpočinku:

krátké intervaly – méně než 30s (ATP-CP a LA)

střední intervaly – 60 až 90s (LA- O₂)

dlouhé intervaly – delší než 90s (O₂)

Lezecký trénink intermitentního charakteru lze považovat za nejúčinnější způsob zvyšování lokální vytrvalosti, zejména předloktí. Lezecké intervaly jsou podle Hörsta (2008) zlatým standardem pro trénink anaerobní vytrvalosti. Uvádí, že lezení spočívá v překonávání těžkých, ale i lehčích úseků, které mohou být využity k částečnému odpočinku. Intermitentní lezení simuluje tento tzv. „stop and go“ scénář střídáním jednoho až pěti minutového těžkého lezení s periody lehčího lezení, případně odpočinku. Zmíněný trénink lze realizovat na boulderové stěně nebo při lezení TR či vedením lana s následným vycvakáváním z postupového jištění během sestupu dolů.

Goddard a Neuman (1993) popisují způsob intervalového tréninku při lezení s lanem a na bouldrech. V boulderingu je důležité zdolávat série středně těžkých problémů s krátkými intervaly mezi pokusy. V tomto případě je vhodné vybírat bouldry, které jsou lehčí o několik stupňů, než je maximální výkon lezce. Při lezení s lanem autoři doporučují lézt pět středně těžkých cest o délce trvání tři až šest minut se stejně dlouhým odpočinkem mezi pokusy. Cílem vytrvalostního tréninku je rozvíjet schopnost snášet co nejdéle středně těžké lezení a zároveň se vyhnout kompletnímu selhání svalů z důsledku únavy.

Lze tedy říct, že střídavé lezení umožňuje tělu pracovat na hranici aerobního a anaerobního pásma, které je typické pro intervalové zatížení. Nastane-li situace svalové únavy, zapříčiněné zvýšenou koncentrací laktátu, je nutné zvolit při lezení takové chyty a stupy, díky kterým se sníží intenzita lezení a nedejde tak k zapojení anaerobní svalové vytrvalosti.

2.4.2 Kontinuální zatížení

Zatížení tohoto typu se vyznačuje kontinuálním (nepřerušovaným) vykonáváním sportovní činnosti. Dovalil (2009) uvádí tyto rámcové parametry:

doba cvičení: 30 minut až několik hodin,

intenzita cvičení: 50 - 70 % VO_{2max} , tj. asi 130 - 170 tepů za minutu.

Kontinuální metody se někdy rozlišují na extenzivní (desítky minut až několik hodin, LA do 2mmol/l, činnost probíhá výlučně aerobně) a intenzivní (desítky minut, LA do 4 - 5 mmol/l, činnost probíhá převážně aerobně) (Dovalil, 2009).

Při souvislém, nepřerušovaném lezení dochází v organismu k různým hormonálním a fyziologickým změnám. Tyto změny sledovaly ve svém výzkumu Sherková et al. (2011), v němž lezci absolvovali submaximální lezecký test

kontinuálního charakteru. Účastníci studie lezli danou cestu po dobu 30 minut, případně do vyčerpání. Průměrná nejvyšší hodnota SF_{peak} představovala přibližně 182 tepů za minutu, koncentrace LA se bezprostředně po dokončení testu pohybovala na úrovni 11,1 mmol/l. Výsledky rovněž prokázaly hormonální změny. Zejména koncentrace testosteronu se podstatně zvýšila, a to z 6,04 na 7,39 ng/ml, aby následně po 15 minutách klesla na průměrných 6,23 ng/ml. Hladina kortizolu se během testu nezvýšila, nicméně produkce růstového hormonu vzrostla z průměrných 0,63 ng/ml na 19,89 ng/ml a zůstala zvýšená i po 15 minutách (15,03 ng/ml).

Výsledky této studie nemusí být odpovídající pro všechny dospělé lezce. Starší a zkušenější lezci mohou totiž dosáhnout odlišné fyziologické odpovědi. Na základě současných údajů však lze považovat nepřerušovanou metodu za efektivní pro mladé lezce, a to zejména důvodu vyvolávání anabolických hormonálních změn v těle. Kontinuální lezení se jeví jako efektivní tréninková metoda, prodlužující dobu strávenou na skále či umělé stěně při lezení do vyčerpání. Pro verifikaci této hypotézy je však zapotřebí podpora dalších studií.

Shrnutí kapitoly

Hlavní rozdíl mezi intervalovým a kontinuálním zatížením spočívá v efektivitě dosažení změn hodnot VO_2max . Intervalový trénink má velký vliv na kardiorespirační soustavu a je to tedy nejlepší způsob, jak zvýšit hodnotu VO_2max . Dalším typickým znakem intervalové metody je neúplná regenerace. Hlavním účelem intervalového tréninku je také příprava na specifickou soutěžní zátěž. Tato metoda není vhodná pro děti, jelikož nejsou připraveni na aerobní zátěž, trvající delší dobu. Možnost zvýšení VO_2max je u metody kontinuální menší než u intervalové, je však možné ji použít při tréninku dětí či začátečníků, kdy nepřerušovaná metoda pomáhá vylepšit zmíněný parametr. Rozdíl mezi metodami spočívá také v době trvání zatížení. Během kontinuální metody je sportovec zatěžován většinou delší dobu o nižší intenzitě (O_2 systém), přičemž intervalová metoda je charakteristická spíše kratšími a intenzivnějšími úseky zatížení, během kterých zajišťuje energii převážně ATP-CP a LA systém (Zahradník et al., 2012).

3 Cíl práce

Cílem práce je posoudit vliv doby zatížení a odpočinku na realizovaný výkon ve sportovním lezení.

4 Úkoly práce

1. Vytvoření zátěžového testu, který by splňoval kritéria submaximálního lezeckého zatížení, určeného pro dvě skupiny probandů: pokročilých a výkonnostních lezců
2. Výběr a oslovení výzkumného souboru
3. Realizace měření a shromáždění dat
4. Zpracování získaných dat
5. Posoudit vliv nesespecifického aerobního tréninku na míru zotavení.

5 Metodika práce

5.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor se skládal z 15 lezců, 11 mužů a 4 žen ($24,1 \pm 2,7$ let, tělesná hmotnost $66,4 \pm 9,8$ kg, tělesná výška $173,1 \pm 7,7$ cm, SF_{\max} $197,5 \pm 3,74$ tepů. min^{-1}). Jak uvádí Tabulka 2, lezci byli rozděleni do dvou skupin podle aktuálně nejvyššího přelezu ve stylu RP (pokročilý lezci = PL, 7- až 7+ UIAA, výkonnostní lezci = VL, 8- až 9 UIAA). Mimo lezení se 6 z 15 lezců (40%) nevěnuje již žádné nespecifické aerobní aktivitě (běh, kolo, plavání apod.). Další 4 lezci (27%) trénují svoji nespecifickou aerobní zdatnost nepravidelně (2-3h týdně) a pouze zbylých 5 lezců (33%) pravidelně (4 a víc hodin týdně) trénuje zmíněnou aerobní vytrvalost. Účastníci studie byli mimo jiné rozděleni do 5 skupin podle preferované disciplíny lezení a profilu lezecké cesty. Dva lezci uvedli svůj oblíbený druh lezení jako boulder, zbylí upřednostňují lezení s lanem. Přesně řečeno kratší, mírně převislé cesty preferují čtyři lezci. Tři lezci dávají přednost dlouhým převislým cestám a rovněž tři účastníci oblibují kolmice. Jeden proband leze hlavně položené cesty. Tyto informace byly zjištěny za pomoci strukturovaného rozhovoru. Všichni účastníci byli v dobrém zdravotním stavu, který jim dovoľoval absolvovat zátěžový test. Všichni byli rovněž seznámeni s cílem výzkumu a souhlasili s anonymním uveřejněním dat.

5.2 Realizace měření

Měření bylo provedeno na boulderové stěně tvaru čtverce ($a = 3\text{m}$). Stěna byla vytvořena tak, aby umožnila změnu sklonu (90° - 135°) prostřednictvím kladkového mechanismu. Matrace pod stěnou sloužila jako prevence zranění. Probandi se před testováním řádně rozešli a rozcvičili. Bezprostředně po rozcvičení si 2-3x zkusili přelézt požadovaný úsek, aby si zapamatovali jednotlivé kroky a pohyby. Poté si na 10 minut sedli, čímž umožnili snížit SF na klidovou hodnotu. Zátěžový test probíhal na lezecké cestě (úseku), uspořádané do kruhu, aby lezci mohli nepřerušovaně lézt. K dispozici byl také pytlík s magnéziem. Cesta se skládala ze 13 chytů a adekvátního počtu stupů - vrutů. Cesta byla navržena tak, aby obtížnost cesty byla ve všech úsecích přibližně stejná a umožňovala tak lézt až do doby úplné fyzické únavy flexorů předloktí.

Rychlost pohybu byla vymezena 25 kroky $\cdot \text{min}^{-1}$ při negativním sklonu 135° (45°), respektive 120° (30°), v závislosti na aktuální výkonnosti lezců.

Vzorek byl podroben lezeckému testu celkem třikrát, avšak za různých podmínek. Podmínky byly lezcům náhodně přiděleny. Účastníci výzkumu lezli ve všech případech do úplného vyčerpání. První intervalové cvičení zahrnovalo 30s lezení (odpovídá jednomu lezeckému úseku) a 30s pasivního odpočinku. Ve druhém cvičení se objem zatížení i odpočinku zdvojnásobil a ve třetím se lezlo nepřerušovaně, až do vyčerpání. Jednotlivá cvičení absolvovali minimálně s 24h rozestupem.

5.3 Použité diagnostické metody

Srdeční frekvence byla sledována pomocí sporttestru (Polar 400, Finsko), který se skládal z hrudního pásu a telemetrického zařízení. Zúčastnění měli po celou dobu testu na sobě zmíněné zařízení, tak, aby neomezovalo v pohybu. Hodnoty byly tímto přístrojem snímány s 5s intervaly. Pro analýzu níže uvedených údajů byly použity záznamy SF - před startem, během testu i bezprostředně po dokončení a v průběhu odpočinku.

5.4 Vyhodnocení výsledků

K vyhodnocení získaných údajů byly použity statistické deskripce (aritmetický průměr, směrodatná odchylka). Vzájemná závislost SF s maximálním výkonem RP byla posuzována pomocí Pearsonovy korelace.

6 Výsledky

Dosažený výkon ze všech tří cvičení znázorňuje tabulka 2. Ukazuje, že lezci dosáhli v intervalovém cvičení 1 celkově $165,5 \pm 45,4$ kroků a lezli průměrně $6:22 \pm 1:44$.

Při pohledu do zmíněné tabulky je pravděpodobné, že při zvýšení zatížení v podobě prodloužení doby lezení, narůstá i negativní vliv lezeckého sklonu. Jinak řečeno, lezci nejsou schopni podat stejný výkon při jednou tak velkém zatížení. Ani minuta odpočinku zjevně nepředstavuje dostatek času pro zotavení unavených svalů předloktí. Probandi proto ulezli ve druhém intervalovém cvičení o 29,9 kroků míň a dosáhli průměrného času 5:08, což představuje 80,6 % lezeckého času dosaženého v prvním cvičení.

Během kontinuálního zatížení, jenž bylo charakteristické pro třetí cvičení, dosáhli lezci ve všech sledovaných parametrech výkonu nižších hodnot než tomu bylo v předchozích cvičeních. Účastníci ulezli pouhých $53,7 \pm 14,9$ kroků během $2:06 \pm 0:32$, což odpovídá 31,4% výkonu z intervalového cvičení 1.

Tabulka 2 mimo jiné uvádí znatelně nižší hodnoty maximální SF dosažené během kontinuálního lezení ve srovnání s intervalovými cvičeními. Rozdíl činí přibližně 10 tepů. Průměrné hodnoty SF_{max} změřené v intervalových cvičeních byly ale téměř stejné.

Tabulka 2 – Srovnání výkonu v jednotlivých cvičeních

	Počet kroků (\emptyset)	s (kroky)	Doba lezení (\emptyset)	s (min)	SFmax (\emptyset)	s (tepů/min)
Intervalové cvičení 1*	165,5	45,4	6:22	1:44	174,8	11,0
Intervalové cvičení 2**	135,6	80,6	5:08	3:02	173,5	8,2
Kontinuální cvičení ***	53,7	14,9	2:06	0:32	164,7	6,7

* 30s lezení, 30s zotavení

** 60s lezení, 60s zotavení

*** do vyčerpání

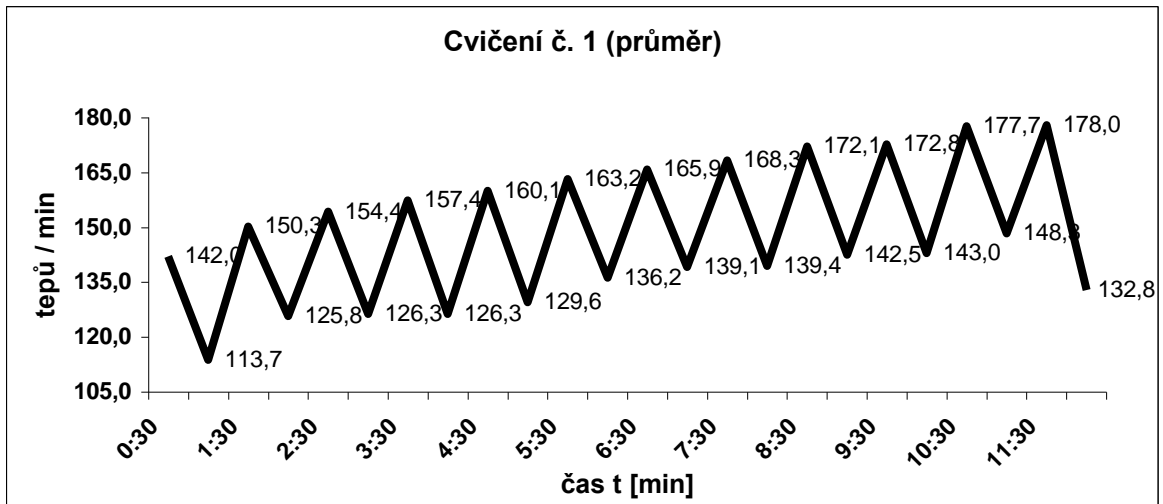
Tabulka 3 srovnává průměrný výkon lezců (počet kroků ze všech cvičení), rozdělených do 5 skupin. Účastníci studie byli rozděleni na základě toho, jakou disciplínu lezení preferují a také byli zohledněni jejich individuální zvláštnosti a požadavky při výběru lezecké cesty. Podle výsledků ulezli nejvíce kroků ($419 \pm 92,6$ kroků) lezci (3), vyhledávající dlouhé převislé cesty. Naopak, nejmíň kroků (279) dosáhl lezec, upřednostňující položené cesty.

Tabulka 3 – Srovnání výkonu lezců podle preferované disciplíny lezení a profilu lezecké cesty

	B	L1	L2	L3	L4
Počet kroků	328	338	419	352	279
<i>s</i>	92,6	14,8	156,3	43,1	-

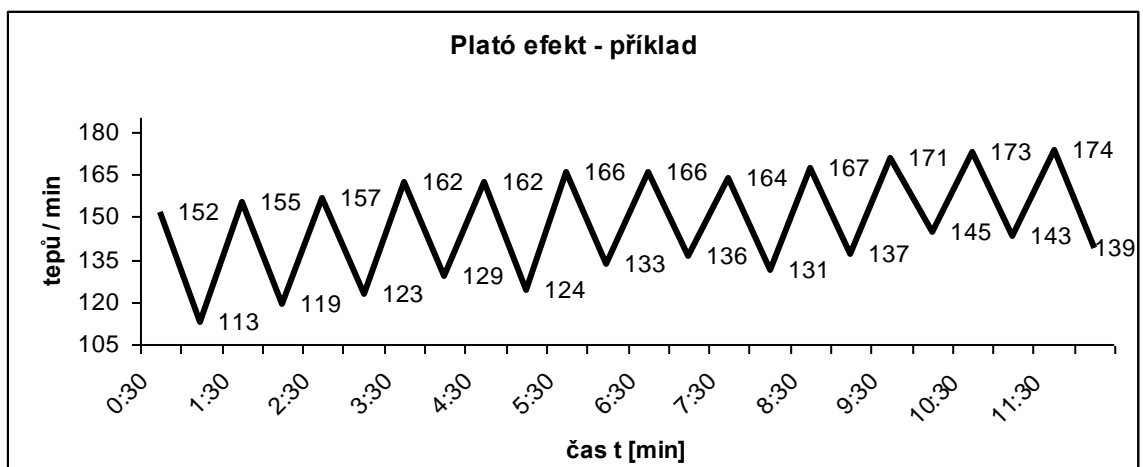
- B boulder
- L1 Lano – kratší, mírně převislé cesty
- L2 Lano – dlouhé převislé cesty
- L3 Lano – kolmé cesty
- L4 Lano – položené cesty

Graf 1 znázorňuje výsledky z měření SF při intervalovém cvičení 1. Jak je vidět z tohoto grafu, na konci prvního lezeckého úseku došlo k výraznému zvýšení SF, z přibližně 90 tepů/min na průměrných 142 tepů/min. Maximální hodnoty SF se na konci cvičení pohybovaly průměrně kolem 178 tepů/min.



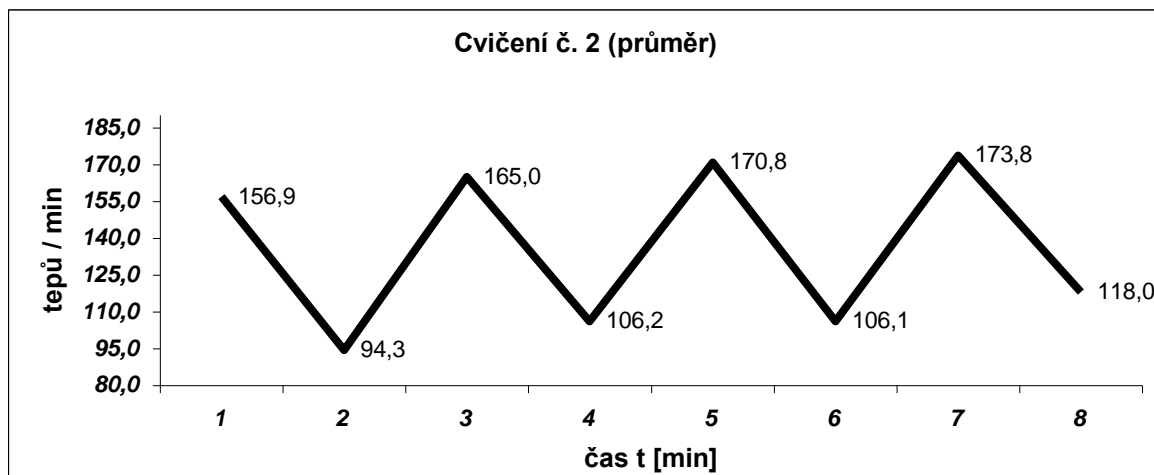
Graf 1 – Zvyšování SF s narůstajícím časem při intervalovém cvičení 1 (30s lezení, 30s zotavení)

U většiny lezců byl zaznamenán v prvním intervalovém cvičení tzv. plató efekt SF (graf 2), zejména v prostředních fázích testu, kdy je možné pozorovat určitou stagnaci či pomalejší růst SF. Jelikož se celkový čas lezení u jednotlivých probandů lišil, tak i zmíněný plató efekt nastal u každého jedince v jinou dobu. Z tohoto důvodu není na křivce grafu 1 tento jev zcela patrný.



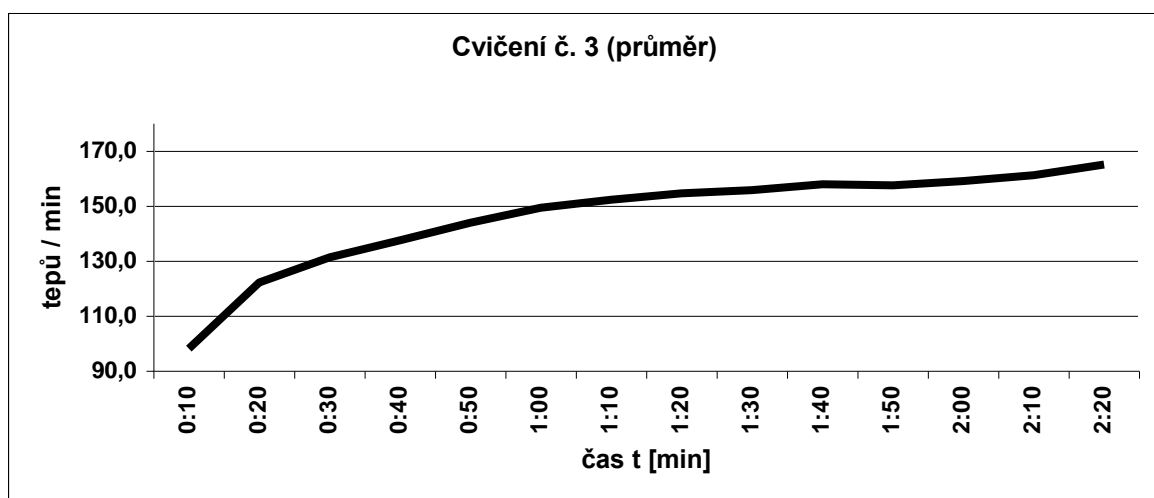
Graf 2 – Příklad výskytu tzv. plató efektu činnosti srdce (SF) při intervalovém cvičení 1

Graf 3 znázorňuje zvyšování SF při intervalovém cvičení 2. Z výsledků je opět vidět výrazné zvýšení SF po prvním úseku lezení, z průměrných 90 tepů/min na 156,9 tepů/min. SF se zvyšovala s přibývajícím úseky lezení. SF_{max} dosažená v posledním úseku představovala hodnotu 173,8 tepů/min.



Graf 3 – Zvyšování SF s narůstajícím časem při intervalovém cvičení 2 (60s lezení, 60s zotavení)

Křivka grafu 4 vyjadřuje vztah mezi SF a dobou zatížení. Z výsledků je možné pozorovat prudký nárůst SF během prvních 20 sekund. Stejně jako u prvního intervalového cvičení, lze i v tomto případě pozorovat plató efekt, vyskytující se v prostřední části křivky.



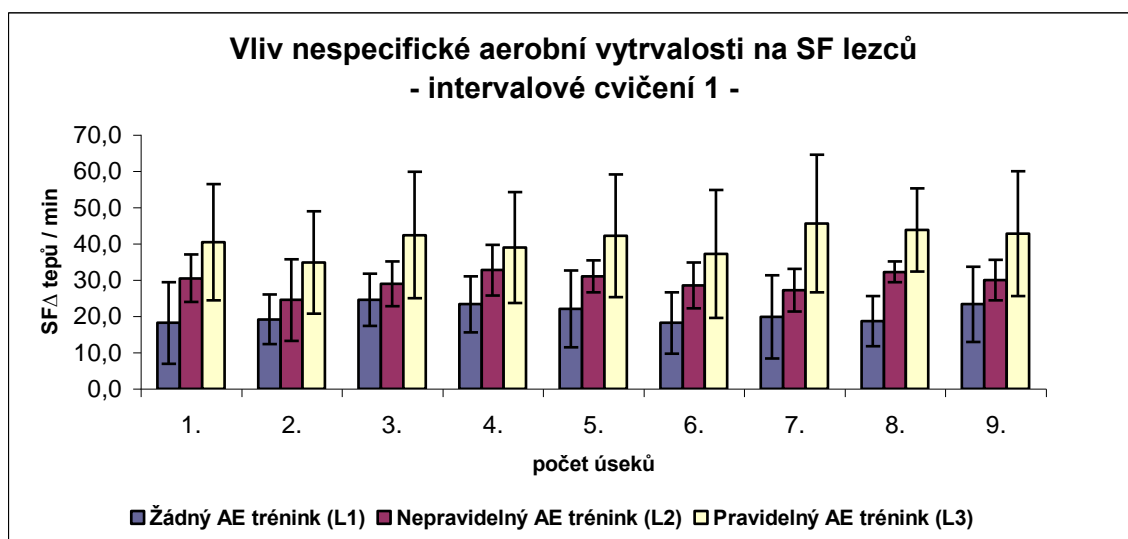
Graf 4 – Zvyšování SF s narůstajícím časem při kontinuálním cvičení do vyčerpání

Efektivita zotavení u lezců s různou úrovní nespecifické aerobní vytrvalosti

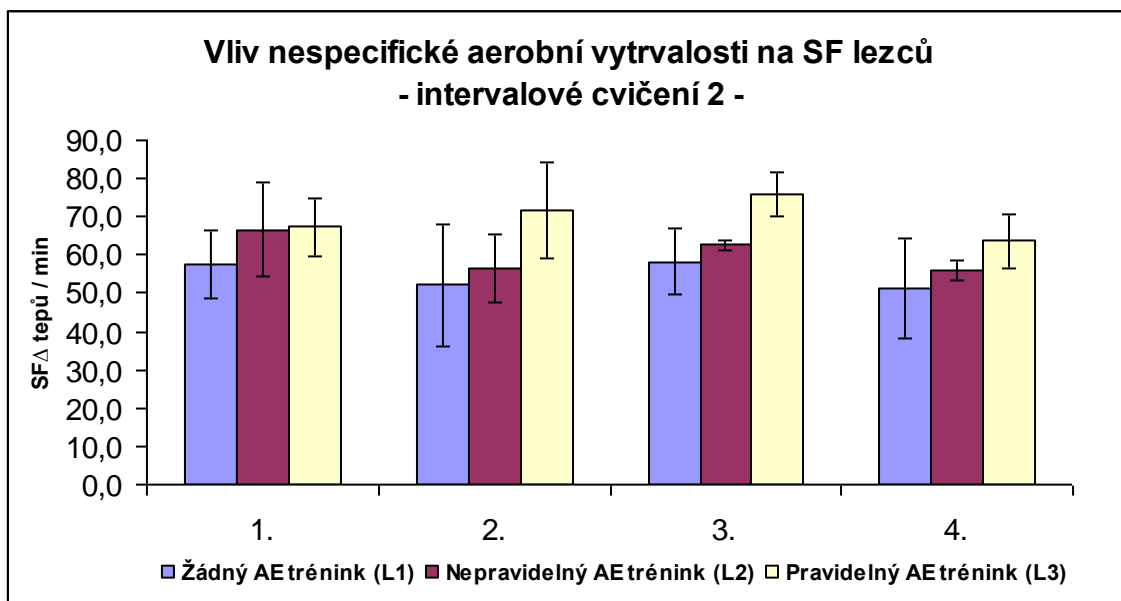
Výsledky znázorněné v grafu 2 vykazují podstatné rozdíly mezi jednotlivými skupinami lezců ve schopnosti zregenerovat v průběhu fáze zotavení. Lezci, kteří záměrně zlepšují a trénují svoji nespecifickou aerobní vytrvalost (L3), dokážou v průběhu stejné doby zregenerovat přibližně o polovinu více než lezci, jež nevykonávají žádné aerobní aktivity (L1).

Z dat vyplývá, že během první zotavné fáze (00:30 - 01:00) klesla SF v průměru o $L1 = 18,2$; $L2 = 30,5$; $L3 = 40,4$ tepů. Srovnatelné, o něco vyšší hodnoty dosáhli lezci také v poslední zotavné fázi ($L1 = 23,3$; $L2 = 30,0$; $L3 = 42,8$ tepů), a to i navzdory vrcholící únavě.

Podobné změny dosáhli účastníci studie i v intervalovém cvičení 2, s tím rozdílem, že difference mezi jednotlivými skupinami nebyly až tak výrazné. Z výsledků, jenž uvádí graf 4 je patrné, že SF klesla během prvního odpočinku o průměrných $L1 = 57,5$; $L2 = 66,5$; $L3 = 67,3$ tepů. V poslední zotavné fázi dosahovali lezci podobných, o něco nižších SFA hodnot ($L1 = 51,3$; $L2 = 56,0$; $L3 = 63,8$ tepů). Na základě těchto údajů lze opět předpokládat, že sportovci s lepší nespecifickou aerobní vytrvalostí dokážou regenerovat rychleji a efektivněji než sportovci se slabou aerobní zdatností. Tyto výsledky rovněž naznačují, že s rostoucím počtem lezeckých úseků se snižuje schopnost zotavení ($SFA = SF_{po\ lezení} - SF_{na\ konci\ odpočinku}$).



Graf 5 – Vliv nespecifické aerobní vytrvalosti na SF lezců během fáze odpočinku v intervalovém cvičení 1



Graf 6 – Vliv nespecifické aerobní vytrvalosti na SF lezců během fáze odpočinku v intervalovém cvičení 2

7 Diskuze

Záměrem této studie bylo porovnat celkový výkon lezců, dosažený během intervalového a kontinuálního zatížení. Výzkumný soubor reprezentovali pokročilí a výkonnostní lezci.

Vyhodnocením dat bylo zjištěno, že lezci ulezou víc kroků (metrů) a celkově jsou schopni lézt delší dobu při intermitentním lezení, střídáním kratších intervalů zatížení a odpočinku, než při stejném způsobu lezení, ale s delšími úseky obou fází.

Kontinuální lezení se podle výsledků studie jeví jako méně vhodné při tréninku specifické vytrvalosti. Během nepřerušovaného zatížení lezli účastníci výrazně kratší dobu, navíc zaostali i v ukazateli SF_{max} za intervalovými cvičeními o přibližně 10 tepů.

Schöffl et al. (2006) se zabývali diagnostikou výkonu u elitních lezců. Účastníci studie absolvovali test v negativním sklonu (30°, 20° nebo 10° od vertikály), v závislosti na jejich aktuální výkonnosti. Zátěžový test jejich výzkumu (70s lezení a 30s odpočinku na dvou velkých chytech) byl srovnatelný s obsahem intervalového cvičení 2 (30°, 60s lezení, 60s odpočinku) této studie. Ve výzkumu, jež provedli zmínění autoři, dosáhli lezci ve sklonu 30° sice méně kroků ($95,4 \pm 43,2$), nicméně celkový čas lezení ($6:11 \pm 2:48$) odpovídal výsledkům současné studie. Je nutné poznamenat, že lezci zmíněného výzkumu lezli rychlostí pouhých 15 kroků/min, což má zjevně za následek nižší počet kroků.

Podle studií, jež provedli Mermierová et al. (1997) nebo Watts a Drobish (1996) je energetická náročnost lezení ve větším sklonu vyšší, takže i kumulace laktátu probíhá rychleji. Na základě této skutečnosti lze vysvětlit, proč účastníci současné studie dosáhli ve druhém cvičení při 45° nižšího výkonu než lezci ve sklonu 30°.

Srdeční frekvence sloužila při tomto výzkumu jako vedlejší ukazatel intenzity zatížení. Dosažené hodnoty SF_{max} a celkový počet kroků v jednotlivých cvičeních můžou vyjadřovat určitou souvislost. Naznačují, že kratší úseky lezení se stejně dlouhým odpočinkem (cvičení č. 1) by v intervalovém tréninku mohly být výhodnější než úseky s delším zatížením a odpočinkem (cvičení č. 2). Při téměř stejných hodnotách SF_{max} dosažených v obou intervalových cvičeních totiž lezci dokázali ulézt víc kroků v cvičení č. 1.

Sherková et al. (2010) provedli studii, která naznačuje, že čím je delší doba lezení, tím jsou lezci schopni dosáhnout vyšších hodnot krevního laktátu v krvi. Na

základě tohoto tvrzení lze předpokládat, že během intervalového cvičení 1 dosáhli lezci větší kumulace H^+ iontů a laktátu v krvi než v intervalovém cvičení 2. Účastníci studie tedy lezli delší dobu, navíc v anaerobním pásmu zatížení, což má pozitivní fyziologické účinky na rozvoj silové vytrvalosti.

Mnozí autoři se zabývali srdeční frekvencí jako ukazatelem intenzity lezení. Jak je známo z výzkumů, které provedli Booth (1999), Watts (1996), Billatová (1995), Sheel (2003) a Janotová (2000), srdeční frekvence se zvyšuje s narůstající obtížností lezení či stupňující svalovou únavou a vyčerpáním. Výsledky studii těchto autorů hovoří, že SF se během lezení pohybuje v rozmezí 129 až 180 tepů/min. Billatová (1995) uvádí, že lezci můžou dosáhnout 80% SF_{max} , zjištěné na běžeckém ergometru.

Hodnoty SF_{max} ($174,8 \pm 11,0$, $173,5 \pm 8,2$ a $164,7 \pm 6,7$ tepů/min), dosažené lezci postupně ve třech cvičeních zátěžového testu odpovídají 88, 87 a 83% SF_{max} , vypočtené podle vzorce $SF_{max} = 220$ (226 pro ženy) - věk. Je však nutné upozornit, že hodnoty SF_{max} vypočteny podle vzorce nebudou běžnou populací nikdy překročeny, a proto je potřeba brát tyto údaje s rezervou.

Ve všech třech cvičeních byl na začátku zaznamenán prudký nárůst SF. Sheel (2004) vysvětluje tento jev jako důsledek opakovaných izometrických kontrakcí svalů předloktí, srovnatelný s izometrickým uchopováním. Zatímco dynamická cvičení usnadňují cirkulaci, izometrické kontrakce brání lokálnímu proudění krve. Statická cvičení mají tedy za následek zvyšování SF.

Kromě SF_{max} byly sledovány také rozdíly hodnot SF změřené bezprostředně po lezení a na konci odpočinku. Probandi byli rozděleni do tří skupin dle úrovně nespecifické aerobní vytrvalosti (kolo, běh, běžky, plavání apod.). Jak již bylo zmíněno, lepší schopnosti efektivně a rychle regenerovat disponují lezci s pravidelným tréninkem (4 a více hodin týdně) nespecifické aerobní vytrvalosti.

Stejnou problematikou se zabývali také Schöffl et al. (2006), kteří uvádějí srovnatelné výsledky. Podle jejich studie jsou lezci se slabší specifickou a minimální nespecifickou aerobní vytrvalostí mnohem hůř schopni regenerovat. Ve srovnání s lezci, pravidelně trénujícími zmíněnou kondiční složku výkonu, klesla jejich SF po prvním 70s lezení v intervalovém testu o pouhých 2 - 5 tepů. Lezci vytrvalci dosáhli SFA 15 - 20 tepů.

Druhé cvičení v současné studii bylo srovnatelné se zátěžovým testem zmíněných autorů. Lezcům s vysokou aerobní vytrvalostí klesla SF po prvním lezeckém

úseku průměrně o 67,3 tepů. U lezců se střední aerobní vytrvalosti klesla SF o 66,5 tepů a u probandů s nejhorsí kondicí pouze o 57,5 tepů. Průměrné SFA hodnoty (L3 = 69,7; L2 = 60,4; L1 = 54,8 tepů) ze všech fází odpočinku jsou ještě výraznější a tento fakt pouze potvrzují. Naměřené hodnoty SFA u druhého cvičení jsou ve srovnání se studií, jež provedli Schöffl et al. (2006) zdánlivě vysoké, jsou však zapříčiněné jednou tak dlouhým odpočinkem. Lezci současné studie navíc při odpočinku seděli, zatímco účastníci druhého výzkumu stáli na stupech a drželi se dvou chytů. Výsledky se stejnou tendencí vykazují i data z cvičení č. 1.

Zajímavé výsledky vznikly při srovnání výkonu lezců, kteří byli rozděleni do 5 skupin, podle preferované disciplíny lezení či profilu lezecké cesty. V průměru nejvíc kroků dosáhli lezci, kteří vyhledávají dlouhé převislé cesty. Při předpokladu, že tito lezci mají vyšší aerobní zdatnost horní části těla, se výsledky jeví jako logické a zároveň korespondující s výkonem, jež dosáhli v zátěžovém testu. Výsledky je však třeba brát s rezervou, jelikož jednotlivé skupiny zahrnovaly pouhé 1 až 4 lezce. Proto je žádoucí hlubší šetření s početnějším vzorkem.

Jak výsledky práce ukázaly, využití intermitentní metody pro rozvoj specifické vytrvalosti se jeví jako výhodnější. Při intervalové metodě jsou totiž lezci schopni lézt delší dobu na hranici anaerobního prahu, čímž zvyšují kapilarizaci svalů předloktí. To má za následek lepší zásobení svalů krví a kyslíkem. Při kontinuální metodě lezci nevydrží lézt stejně dlouho jako při intervalové metodě a také celkový čas lezení na hranici anaerobního prahu je kratší. Existuje však velká pravděpodobnost, že zvolená intenzita zatížení není zcela optimální. Bylo by potřebné posoudit a porovnat výkon lezců také při jiném nastavení intenzity lezení než je model 1:1. V budoucím měření by bylo zřejmě výhodnější začít cvičení s kratšími intervaly odpočinku a postupně je zvyšovat. Zároveň by bylo lepší zajistit prostor pro aktivní odpočinek, který urychluje regeneraci.

Na závěr lze shrnout, že výzkumný soubor se ukázal jako vysoce heterogenní patnáctičlenná skupina lezců. Do budoucna by bylo proto vhodnější pracovat s větším počtem probandů s vyrovnanější výkonností. Výsledky by nebyly pravděpodobně zatížené tak velkou variabilitou měřených hodnot.

8 Závěr

Celkový výkon lezce vyjádřen součtem kroků a doby lezení se lišil ve všech třech zkoumaných metodách. Nejlepší výsledky (počet kroků $165,5 \pm 45,4$; doba lezení $6:22 \pm 1:44$) byly zaznamenány v intervalovém cvičení 1, střídáním 30s lezení s 30s odpočinkem. Horší výkon (počet kroků $135,6 \pm 80,6$; doba lezení $5:08 \pm 3:02$) vykazuje intervalové cvičení 2 při 60s lezení a 60s odpočinku. Nejslabší výkon (počet kroků $53,7 \pm 14,9$; doba lezení $2:06 \pm 0:32$) dosáhli lezci při kontinuálním cvičení. Maximální dosažené hodnoty SF byly v intervalových cvičeních srovnatelné (cv. 1 = $174,8 \pm 11,0$ tepů/min; cv. 2 = $173,5 \pm 8,2$ tepů/min), avšak nižší při kontinuálním zatížení ($164,7 \pm 6,7$ tepů/min). Při zobecňování těchto tvrzení je na místě opatrnost. Pro potvrzení těchto výsledků by bylo žádoucí ověřit a posoudit výkon lezců také při jiném nastavení zatížení a odpočinku, popřípadě jiných sklonech a rychlostech. Na základě výše uvedených výsledků však lze pro vytrvalostní trénink lezce doporučit intervalovou metodu s kratšími úseky zatížení se stejně dlouhými intervaly odpočinku.

Použitá literatura

1. BALÁŠ, J, MRÁZEK, M., MALÝ, T, HELLER, J. Vliv citrátů na výkon ve sportovním lezení. *Česká kinantropologie* 2010, 14, (3), 133-139. ISSN 1211-9261.
2. BALÁŠ, J, PECHA, O, MARTIN, A, J, & COCHRANE, D. (2012). Hand-arm strength and endurance as predictors of climbing performance. *European Journal of Sport Science*, 12(1), 16-25.
3. BERTUZZI, R, C, M. (2007). Energy system contributions in indoor rock climbing. *European Journal of Applied Physiology*, 101, 293–300.
4. BILLAT, V, PALLEJA, P, CHARLAIX, T, RIZZARDO, P, & JANEL, N. (1995). Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35, 20-24.
5. BOOTH, J. et al. Energy cost of sport rock climbing in elite performance, *British Journal of Sport Medicine*, 1998, vol. 33, s. 214-18.
6. BOOTH, J, MARINO, F, HILL, C, & GWINN, T. (1999). Energy cost of sport rock climbing in elite performers. *British Journal of Sport Medicine*, 33, 14-18.
7. DOVALIL, J. *Výkon a trénink ve sportu*. 3. vydání Praha, Olympia, 2009 336 str., ISBN 9788073761301
8. DRAPER, N, BRENT, S, HODGSON, CH, & BLACKWELL, G. (2009). Flexibility assessment and the role of flexibility as a determinant of performance in rock climbing. *International Journal of Performance Analysis of Sport*, 9, 67-89.
9. DRAPER, N, JONES, G, A, FRYER, S, HODGSON, C, I, & BLACKWELL, G. (2010) Physiological and psychological responses to lead and top rope climbing for intermediate rock climbers. *European Journal of Sport Science*, 10(1), p. 13–20.
10. DUPUY, CH. Contribution a l'analyse de l'habileté de grimper: essai de taxonomie gestuelle IN DUPUY, CH. *Actes du Colloque, E.N.S.A Chamomix - 1989*, Jean-Mermoz: Éditions Actio, 1991, s. 163-173. ISBN 2-906411-05-1.

11. ESPANA-ROMERO, V, ORTEGA, PORCEL, F, ARTERO, E, JIMÉNEZ-PAVÓN, D, GUTIÉRREZ SAINZ, Á, CASTILLO GARZÓN, M.. et al. (2009) Climbing time to exhaustion is a determinant of climbing performance in high-level sport climbers. *European Journal of Applied Physiology*, 107(5), p. 517–525.
12. FERGUSON, R, A, a M, D, BROWN. Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subjects. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*. 1997, roč. 76, č. 2, s. 174-180.
13. GEUS, B, D, O'DRISCOLL, S, V, & MEEUSEN, R. (2006) Influence of climbing style on physiological responses during indoor rock climbing on routes with the same difficulty. *European Journal of Applied Physiology*, 98, p. 489–496.
14. GILES, L, V, RHODES, E, C, & TAUTON, J, E. (2006). The Physiology of RockClimbing. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(6), 529-545.
15. GODDARD, D, & NEUMAN, U. (1993). *Performance rock climbing*. Mechanicsburg: Stackpole books.
16. GODOFFE, J. *Les cahiers d'entertainment*. Vanves: FFME, 1994. 291 s.
17. GRANT, W, HYNES, V, WHITTAKER, A, & AITCHINSON, T. (1996). Antropometric, strength, endurance and flexibility of elite and recreational climbers. *Journal of Sports Science*, 14, 301-309.
18. GRASGRUBER, P, CACEK, J. (2008). *Sportovní geny*. Computer press
19. HÖRST, E. (2008). *Training for Climbing*. Guilford: Falconguides.
20. HÖRST, E. (2008). *Maximum Climbing: Brain Training for Peak Performance and Optimal Experience*. Guilford: Falconguides.
21. JANOT, J, F, STEFFEN, J, P, PORCARI, J, P, & MAHER, M, A. (2000). Heart rate responses and perceived exertion for beginner and recreational sport climbers during indoor climbing. *Official Journall of The American Society of Exercise Physiologists*, 3(1), 1-7.
22. KÖSTERMEYER, G. *Peak Performance, Klettertranning von A-Z*, Schoerndorf: Luma – Verlag, 2001. s. 100. ISBN 3-930650-01-0.
23. MACÁK, I, Hošek, V. *Psychologie tělesné výchovy a sportu*. Praha: SPN, 1989

24. MERMIER, CH, M.. Energy expenditure and physiological response during indoor rock climbing. *British Journal of Sport Medicine*, 1997, vol. 31, s. 224-228.
25. MERMIER, C, M, J, M, JANOT, D, L, PARKER a J, G, SWAN. Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *British Journal of Sports Medicine*. 2000, roč. 34, č. 5, s. 359-366.
26. MCARDLE, W, D, KATCH, F, I, & KATCH, L, I. (2007). *Exercise physiology: energy, nutrition, and human performance* (6 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
27. NACHBAUER, W, FETZ, F, a BURTSCHER, M. A testprofile for gathering specific sport-motor characteristic of rock climbers. *Sportwissenschaft*, 1987, vol. 17, no. 4, s. 423-438.
28. SALOMON, J. D'une activité de plein air a un geste sportif Les facteurs de la performance en escalade. IN DUPUY, CH (edit.) *Actes du Colloque, E.N.S.A Chamomix*, 1998
29. SHEEL, W, A, SEDDON, N, KNIGHT, A, MCKENZIE, D, C, & WARTBURTON, D, E, R. (2003). Physiological Responses to Indoor Rock-Climbing and Their Relationship to Maximal Cycle Ergometry. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, 35(7), 1225–1231.
30. SHEEL, W, A. (2004). Physiology of sport rock climbing. *British Journal of Sport Medicine*, 38, 355–359.
31. SHERK, Vanessa, Kyle SHERK, SoJung KIM, Kaelin YOUNG a Debra BEMBEN. Hormone responses to a continuous bout of rock climbing in men. *European Journal of Applied Physiology*. 2011, roč. 111, č. 4, s. 687-693.
32. SCHOEFFL, V, R, MOECKEL, F, KOESTERMEYER, G, ROLOFF, I, a KUEPPER, T,. Development of a Performance Diagnosis of the Anaerobic Strength Endurance of the Forearm Flexor Muscles in Sport Climbing. *International Journal of Sports Medicine*. 2006, roč. 27, č. 3, s. 205-211.
33. TEFELNER, R. *Trénink sportovního lezce II*, Rock Art Studio, 2012
34. VIGOROUX, L, & QUAINÉ, F. (2006). Fingertip force and electromyography of finger flexor muscles during a prolonged intermittent exercise in elite climbers and sedentary individuals. *Journal of Sports Sciences*, 24(2), 181-186.

35. VOMÁČKO, Ladislav. *Ke struktuře výkonu ve sportovním lezení v souvislosti s obecnými a speciálními testy pohybové výkonnosti a osobnostního profilu lezce*. Praha, 2008. 141 s., příl. Vedoucí práce Jan Neuman.
36. VOMÁČKO, L. & BOŠTÍKOVÁ, S. (2008). *Lezení na umělých stěnách* (2 ed.). Praha: Grada.
37. WATTS, P, B, DROBISH KM, RINGHEIM S. Physiological response and energy costs of rock climbing at various difficulty levels. *Physiologist*, 1992;35:233.
38. WATTS, P, B, D, T, MARTIN a S, DURTSCHI. Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers. *Journal of Sports Sciences*. 1993, roč. 11, č. 2, s. 113-117.
39. WATTS, P, V, NEWBURY a J, SULENTIC. Acute changes in handgrip strength, endurance, and blood lactate with sustained sport rock climbing. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*. 1996, roč. 36, č. 4, s. 255-260.
40. WATTS, P, B, & DROBISH, K, M. (1998). Physiological responses to simulated rock climbing at different angles. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(7), 1118–1122.
41. WATTS, P, B, DAGGETT, M, GALLAGHER, P, et al. Metabolic response during sport rock climbing and the effects of active versus passive recovery. *Int J Sports Med* 2000;21:185–90.
42. WINTER, S. *Sportovní lezení*. Přeložila: Lenka Česenková. České Budějovice: KOOP, 2007. 127 s. ISBN 80-7232-234-6.
43. ZAHRADNÍK, D, KORVAS, P. *Základy sportovního tréninku*, Brno: Masarykova univerzita, 2012
44. ZAŤKO, J. *Faktory určující športový výkon v skalolezení a zameranie športovej prípravy v horolezectve a skalolezení*. Bratislava: 1985. 78 s. Kandidátská disertační práce na FTVŠ Univerzity Komenského v Bratislavě. Vedoucí kandidátské disertační práce Julius Žižkay.
45. POZDÍŠEK, Z. *Laktát a sportovní výkon*. [online]. [cit. 2013-08-07]. Dostupné z: http://www.sportovnitesty.cz/cely-clanek.php?soubor=2007-05-09_14-54-42.
46. KODEJŠKA, Jan. *Vliv lezecké výkonnosti na energetickou náročnost lezení*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2012. 40 s. Vedoucí práce Jiří Baláš.

Příloha č. 2

Informovaný souhlas

Svým podpisem ztvrzuji, že chci dobrovolně participovat ve výzkumu bakalářské práce, jejíž cílem je posouzení vlivu zatížení a doby odpočinku na opakovaný výkon ve sportovním lezení. Svoji účasti poskytnu data k zmíněnému výzkumu, realizovanému Martinem Šimkaninem ve spolupráci s vedoucím práce Mgr. Jiřím Balášem, Ph.D..

Dále jsem byl(a) informován(a) o následujících specifikách výzkumu, jehož součástí je zátěžový test, pozůstávající z třech lezeckých cvičení. Měření proběhne celkem třikrát, přičemž jednotlivá měření nezaberou víc než 30 minut. Sledování proběhne neinvazivní, bezbolestnou metodou, bez možnosti rizika úrazu. Získaná data nebudou zneužita a osobní údaje nebudou zveřejněny.