

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Časová charakteristika zatížení při lezení stejné cesty na umělé  
stěně a na lezeckém ergometru**

Bakalářská práce

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Mgr. Jiří Baláš, Ph.D.**

Vypracovala:

**Šárka Mat'ochová**

Praha, prosinec 2021

Prohlašuji, že jsem závěrečnou (bakalářskou/diplomovou) práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a 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 studenta



---

---

---

---

**Poděkování**

Chtěla bych zde poděkovat doc. Jiřímu Balášovi, Ph.D., za odborné vedení práce, ochotu a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat. Dále děkuji své rodině za obrovskou podporu během psaní závěrečné práce i celého studia.

## Abstrakt

**Název:** Časová charakteristika zatížení při lezení stejné cesty na umělé stěně a na lezeckém ergometru

**Cíle:** Cílem této práce bylo posoudit časové charakteristiky zatížení při lezení stejné cesty na umělé stěně a lezeckém ergometru.

**Metody:** Výzkumný soubor tvořil dvacet žen, které byly rozděleny podle výkonnosti do dvou skupin. Lezkyně lezly dvě identické cesty – jednu na lezeckém ergometru, druhou na umělé lezecké stěně. Cesty byly dlouhé 18 m a byly ohodnoceny stupněm 7 na IRCRA škále. Celkový počet použitých chytů byl 45, startovní chyt pro ruce byl ve výšce 1,5 m nad zemí. Profil lezené cesty byl kolmý (90°). Lezci měli za úkol vylézt cestu za stanovený čas. Sběr dat byl uskutečněn pořízením videozáznamu pohybu na lezecké stěně a lezeckém ergometru. Pro zjištění časových charakteristik byly videozáznamy analyzovány v softwaru Dartfish 10, byla posuzována délka statických a dynamických fází krokového cyklu.

**Výsledky:** Celková doba při lezení na ergometru byla  $258,0 \pm 16,1$  s u méně pokročilých,  $263,8 \pm 4,4$  s u více pokročilých. Celková doba při lezení na stěně byla  $273,4 \pm 22,9$  s ve skupině méně pokročilých a  $259,5 \pm 18,4$  s ve skupině více pokročilých. Průměrná doba statických fází byla  $193,0 \pm 24,4$  s při lezení na ergometru a  $206,7 \pm 27,0$  s při lezení na stěně ve skupině méně pokročilých a  $176,6 \pm 41,1$  s při lezení na ergometru a  $184,7 \pm 22,2$  s při lezení na stěně ve skupině více pokročilých. Držení chytu trvalo  $5,2 \pm 0,3$  s na ergometru a na stěně  $5,6 \pm 1$  s ve skupině méně pokročilých, ve skupině více pokročilých  $5,0 \pm 0,2$  s na ergometru a na stěně  $5,0 \pm 0,4$  s. Doba dynamické fáze pro lezení na ergometru byla  $65,0 \pm 21,5$  s a  $66,7 \pm 18,4$  s při lezení na stěně ve skupině méně pokročilých a  $87,1 \pm 41,0$  s na ergometru a na stěně  $74,8$

$\pm 29,9$  s na stěně ve skupině více pokročilých. Odpočinek ve skupině méně pokročilých trval  $6,1 \pm 7,3$  s na ergometru a  $5,0 \pm 5,7$  s na stěně, ve skupině více pokročilých  $7,0 \pm 9,6$  s na ergometru a  $3,7 \pm 4,0$  s na stěně. Celkový poměr statické a dynamické fáze ve skupině méně pokročilých byl  $3,4 : 1$  při lezení na ergometru i při lezení na stěně. Celkový poměr statické a dynamické fáze ve skupině více pokročilých byl  $2,6 : 1$  při lezení na ergometru a  $2,9 : 1$  při výkonu na stěně.

**Závěry:** Výsledky poukazují na skutečnost, že časové charakteristiky zatížení při lezení na lezeckém ergometru nejsou stejné jako při lezení na umělé stěně. Rozdíly však nejsou natolik odlišné, aby se lezecký ergometr nejevil jako perspektivní tréninkový prostředek do budoucna.

**Klíčová slova:** sportovní lezení, zatížení, statická fáze, dynamická fáze, lezecký ergometr



## Abstract

**Title:** Time characteristics of the load when climbing the same path on an artificial wall and on a climbing ergometer

**Objectives:** The aim of this work was to assess the time characteristics of the grip when climbing on a climbing wall and on climbing ergometer and to compare these results.

**Methods:** Twenty female participants were divided according to their performance into two groups. Two identical routes were climbed- one on a climbing ergometer, the other on an artificial climbing wall. Climbing routes were 18 m long and were rated Grade 7 on the IRCRA scale. There were 45 grips used in total, the starting hand grip was 1.5 m above the ground. The profile of the climbed route was perpendicular (90 °). The task was to climb the route in the specified time. Data were collected by making a video recording of the movement on the climbing wall and the climbing ergometer. To determine the time characteristics, video recordings were analyzed in Dartfish 10 software and the duration of the static and dynamic phases were assessed.

**Results:** The total time of climbing on the ergometer was  $258.0 \pm 16.1$  s for less advanced,  $263.8 \pm 4.4$  s for more advanced. The total time for wall climbing was  $273.4 \pm 22.9$  s in the less advanced group and  $259.5 \pm 18.4$  s in the more advanced group. The mean time of static phases was  $193.0 \pm 24.4$  s when climbing on an ergometer and  $206.7 \pm 27.0$  s when climbing on a wall in the group of less advanced and  $176.6 \pm 41.1$  s when climbing on an ergometer and  $184, 7 \pm 22.2$  s when climbing a wall in a group of more advanced. Holding the grip lasted  $5.2 \pm 0.3$  s on the ergometer and on the wall  $5.6 \pm 1$  s in the less advanced group, in the more advanced group  $5.0 \pm 0.2$  s on the ergometer and on the wall  $5.0 \pm 0, 4$  s. The time of the dynamic phase for climbing on the ergometer was  $65.0 \pm 21.5$  s and  $66.7 \pm$

18.4 s when climbing on the wall in the group of less advanced and  $87.1 \pm 41.0$  s on the ergometer and on the wall  $74, 8 \pm 29.9$  s on the wall in the more advanced group. Rest time in the group of less advanced was  $6.1 \pm 7.3$  s on the ergometer and  $5.0 \pm 5.7$  s on the wall, in the group of more advanced  $7.0 \pm 9.6$  s on the ergometer and  $3.7 \pm 4.0$  s on the wall. The overall ratio of static and dynamic phase in the less advanced group was 3.4: 1 when climbing on an ergometer and also when climbing on a wall. The overall ratio of static and dynamic phases in the more advanced group was 2.6: 1 when climbing on an ergometer and 2.9: 1 when performing on a wall.

**Conclusions:** The results indicate the fact that the time characteristics of the load when climbing on a climbing ergometer are not the same as when climbing on an artificial wall. However, the time characteristics are not so different and therefore the climbing ergometer does appear to be a promising training tool for the future.

**Keywords:** sport climbing, loading, static phase, dynamic phase, climbing treadwall

## Obsah

ÚVOD .....	11
TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE .....	13
Charakteristika a vývoj sportovního lezení .....	13
Charakteristika umělých stěn a lezeckého ergometru .....	16
Výkon ve sportovním lezení .....	18
Lezecká technika .....	20
Úchop a stup .....	21
Základní používané techniky a pozice těla.....	22
Shrnutí .....	23
Fyziologická odezva organismu na lezecké zatížení.....	23
Základní ukazatele zatížení .....	24
Časová charakteristika zatížení sportovních lezců.....	25
Shrnutí teoretické části .....	27
CÍLE PRÁCE .....	29
Cíle .....	29
METODIKA PRÁCE.....	30
Charakteristika výzkumného souboru .....	30
Charakteristika lezené cesty .....	30
Lezecký ergometr .....	30
Umělá stěna .....	31
Analýza videozáznamů .....	31
VÝSLEDKY .....	33
Celkový čas lezení.....	33
Statická fáze .....	34
Držení chytu .....	35
Dynamická fáze.....	35
Odpočinek .....	37
Poměr statické a dynamické fáze .....	38
DISKUZE.....	39
ZÁVĚR.....	42
POUŽITÁ LITERATURA.....	44
PŘÍLOHY.....	48
Příloha 1: Tabulky k průměrným hodnotám držení chytu, odpočinku a poměrům statické a dynamické fáze.....	48

## ÚVOD

Sportovní lezení získává v České Republice, ale i jinde ve světě, čím dál více příznivců. Je to především díky široké škále disciplín a možnosti lezení jak v přírodních terénech daleko od civilizace, tak i ve městech na mnoha snadno dostupných umělých stěnách. Navíc je lezení, spolu s chůzí a během, pro člověka nejpřirozenějším pohybem. Tento sport lze provozovat v každém věku, a přestože se provozuje v minimálním počtu dvou osob (vyjma boulderingu a sólolezení), při samotném výkonu se projevují pouze individuální schopnosti a dovednosti. Motivace lezců k provádění tohoto sportu je mnohdy také velice odlišná, a tak lezecká činnost touto svou diverzitou láká širokou škálu osob a vytváří tak velmi rozmanitou subkulturu. V pohybové aktivitě laické veřejnosti i v tělesné přípravě specifických skupin obyvatel se lezení a šplhání využívá už staletí a nemalé přínosy bude mít jistě i pro budoucí generace.

Protože se však lidé věnují sportovnímu lezení nejen na rekreační úrovni, ale čím dále více také na úrovni závodní, je potřeba tento sport podrobit vědeckému výzkumu, díky kterému můžeme získat nové poznatky a tím dosáhnout rozvoje této disciplíny, poskytovat nové informace trenérům sportovního lezení a tím i zdokonalit tréninkové plány nadějných lezců.

Téma této bakalářské práce jsem se rozhodla zpracovat, protože i mně je tento sport velmi blízký a ráda bych touto cestou přispěla k dalším novým poznatkům vedoucím k rozvoji tohoto sportu. V práci bych chtěla zanalyzovat časové charakteristiky statické a dynamické fáze lezeckého kroku na lezecké stěně a lezeckém ergometru a následně je porovnat, zmínit některé faktory, které by mohly mít vliv na odlišnosti v lezecké technice a porovnat naměřené výsledky. Časová charakteristika lezeckého pohybu nám může pomoci odkrýt nové poznatky z této oblasti a zvýšit porozumění vztahů mezi jednotlivými faktory, které určují výsledný sportovní výkon. Dále by vyhodnocená data z časových charakteristik výkonu mohla být použita k návrhu cílených tréninkových cvičení a testovacích protokolů.

V první části práce se budu věnovat teoretickým východiskům daného tématu. V úvodu stručně představím sportovní lezení, vývoj disciplín i klasifikačních stupnic, popíšu lezecké styly, představím specifika a odlišnosti lezení na umělé stěně a na boulderu. Dále se budu zabývat technickými aspekty lezeckého pohybu, výkonem a fyziologickou odezvou organismu na zatížení. Nakonec popíšu časové charakteristiky zatížení ve sportovním lezení.

Další část práce představí stanovené cíle práce, její úkoly a popsané metody zpracování. Praktická část obsahuje výsledky provedené analýzy videozáznamů, které budou prezentovány textově i graficky.

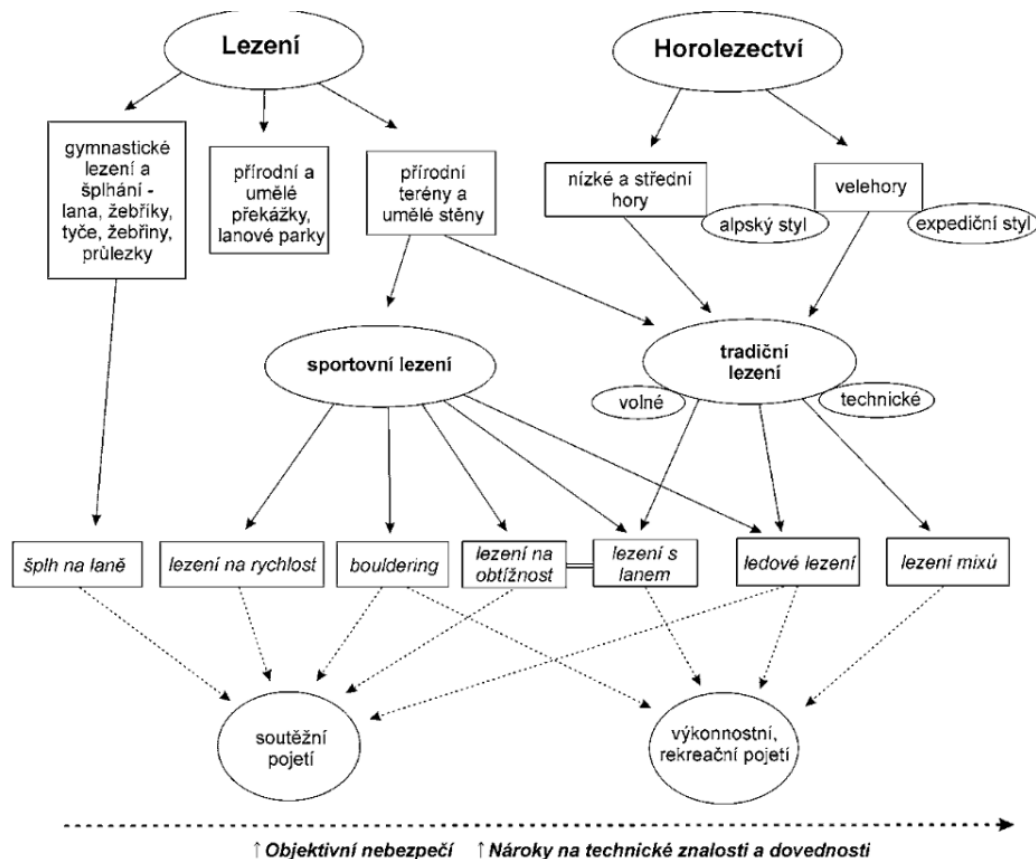
V závěrečné části bude sepsáno shrnutí celé práce a případné návrhy možností rozšíření práce nebo dalšího výzkumu. Celá práce je zakončena seznamem citovaných zdrojů a přílohy práce, ve kterých jsou uvedeny dodatečné informace, na které je odkazováno v textu.

# TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

## Charakteristika a vývoj sportovního lezení

„Sportovní lezení je lezení s danými pravidly, kde je minimalizována míra objektivního rizika a smyslem je pohyb jako takový. Pravidla zahrnují styl a klasifikace přelezu, místní doporučení a restrikce.“ (Baláš, Vomáčko, Frainšic, Šafránek, 2013).

Sportovní lezení se vyvinulo v průběhu let z horolezectví provozovaného v horách – nejdříve v Alpách (z toho odvozen termín alpinismus), později ve všech vysokých pohořích po celém světě. Pro nás je však důležité především období přibližně od 2. poloviny 19. století, kdy se v horolezectví začínají objevovat první sportovní ambice. Lezci postupně podávali vyšší a vyšší výkony a na konci 19. století se již objevuje první klasifikační stupnice, aby se výkony mohly srovnávat. Z hor se pomalu vytrácí vědecké zkoumání přírodovědců a nastupují čistě sportovní cíle (Dieška a Širl, 1989). Během 20. století dochází, s výjimkou období světových válek, k velkému rozmachu, vznikají další a další disciplíny a nové klasifikační stupnice. V dnešní době řadíme do sportovního lezení několik aktivit: lezení s lanem na umělé stěně a na zajištěných skalách, bouldering a soutěžní lezení, kam patří lezení na obtížnost, lezení na rychlost, bouldering a ledové lezení (Baláš, 2016).



**Obr.1:** Současný možný pohled na lezecké disciplíny v kontextu gymnastického lezení a šplhání, rozvoje sportovního lezení a horolezectví (Baláš aj., 2013)

Přístupů k dělení horolezeckých disciplín je mnoho, nejnovější pojetí dělení disciplín uvádí Baláš et al. (2013), kteří ve svém návrhu zahrnují i gymnastické lezení a šplhání i přírodní a umělé překážky a lanové parky (viz.Obr.1).

S rozvojem sportovních tendencí vyvstaly otázky rozlišení různých obtížností výstupů a tím začaly vznikat první klasifikační stupnice a škály. Dnes na umělých stěnách obvykle používáme hlavně dvě– UIAA<sup>1</sup> a francouzskou.

Stupnice UIAA se vyvinula z Welzenbachovy klasifikační stupnice z roku 1925 (Baláš, 2016). Stupnice UIAA, používaná v dnešní době, byla schválena roku 1979 (Vomáčko, 2019). Jednotlivé stupně se označují římskými číslicemi od nejnižší I, po současnou hranici lidských možností XII-. Pro lepší rozlišení obtížnosti zůstaly po vzoru Welzenbachovy stupnice znaménka plus (+) a minus (-), ale až od pátého stupně. Uplatňuje se především v německy mluvících zemích a ve východní Evropě (Vomáčko, Boštíková, 2008).

Francouzská stupnice se rozšířila z oblasti jižní Francie do celého světa. Používá se v soutěžním lezení a proto ji mnoho lezců přezdívá „sportovní“. „*Tato stupnice má nyní 9 základních stupňů (1 - 9). Podrobnější rozlišení pomocí písmen a, b, c se dříve používalo od šestého stupně, později od pátého a dnes rozlišujeme i stupeň čtvrtý. Pro přesnější rozlišení se používá ještě znaménka plus a minus.*“ (Lienarth, 2011).

Kromě dvou výše uvedených existuje mnoho dalších klasifikačních stupnic v různých zemích i regionech – podle toho, jak se horolezectví rozvíjelo v různém čase a na různých místech nezávisle na sobě. Na lezeckých stěnách se s nimi však neseťkáváme a proto je v této práci nebudu zmiňovat.

Stupnice IRCRA (International Rock Climbing Research), byla vytvořena pro statistické zpracování dat tak, aby poskytla univerzální měřítko pro převod stupňů lezení z různých klasifikačních stupnic na číselný systém pro statistickou analýzu a tudíž je vhodnou škálou pro potřeby vědeckých výzkumů. V současnosti má 32 stupňů. (Draper et al., 2015)

Postupem času v lezení začalo být zásadní nejen prosté zdolání cesty, ale také styl, jakým byl výstup proveden. Lezecké styly se tak stávají dalším ukazatelem náročnosti výstupu a přidávají klasifikačnímu stupni cesty další rozměr. Různé styly přeletu, které se nyní v lezení praktikují, se objevily teprve před pár desítkami let, přibližně v 80. letech minulého století (Gartner, 2019).

---

<sup>1</sup> z francouzského Union Internationale des Associations d'Alpinisme; mezinárodní horolezecká federace je mezinárodní organizace sdružující horolezecké svazy jednotlivých zemí

V této době v lezení začalo být zásadní nejen prosté zdolání cesty, ale také styl, jakým byl výstup proveden. Nejčastěji používané lezecké styly na umělých stěnách popisuje L. Vomáčko & S. Bošíková (2008) následovně:

TR (Top Rope) – jištění lezce horním lanem. Při těchto přeletech nehrozí lezcům nebezpečí, protože případné pády jsou pouze odsednutím do lana. Tento styl lezení se velmi často používá pro nacvičování lezeckých cest nebo ve výuce a byl použit i při výzkumu z něhož byly pořízeny videozáznamy, které mi byly poskytnuty ke zpracování této práce.

Všechny ostatní styly se týkají lezení s dolním jištěním. Jedná se o styly:

RP (Rot Punkt, Red Point) –toto označení zavedl uznávaný německý lezec Kurt Albert, který se v 60. letech minulého století stal propagátorem nového lezeckého stylu. Červenou barvou si označoval cesty, které přešel čistě, bez odpočívání v jištění, bez využití technických prostředků. Zkratka označuje přezení lezecké cesty bez pádu a bez odsednutí do postupového jištění. Lezec si při přelezu zapíná expresky do jištění a do lana. Cestu zná a mohl si ji dříve nacvičit.

PP (Pink Point) – zkratka označuje přezení cesty bez odsedávání a odpočívání v postupovém jištění. Je to stejný styl přelezu jako RP, ale lezec má v cestě předem připravené jištění (expresky, smyčky).

OS (On Sight) – v překladu „na první pohled“. Lezec vyleze cestu na první pokus, bez pádu, bez odpočívání v postupovém jištění. Nesmí mít předem informace o cestě a nesmí v ní vidět nikoho lézt.

OS flash – lezení ve smyslu OS, ale lezec má informace o cestě nebo v ní viděl někoho lézt. Někdy to může být rozhodující (objevení klíčového chytu apod.), proto se výrazně rozlišuje mezi OS a OS flash.

AF (All Free, Ales Frei) – lze přeložit jako „vše volně“. Lezec smí odpočívat v postupovém jištění, po pádu pokračuje od posledního jisticího bodu (k němu může pomoci lana došplhat).

Polovina 80. let byla kromě vymezení různých stylů přelezu také významným mezníkem pro soutěžní lezení. V Itálii a Francii v této době vzniklo nové pojetí soutěží, které zahrnovalo lezení ve stylu OS na neohraničené trati a s předem osazenými jisticími body. Do této doby se pořádaly závody na rychlost a na skalních terénech s horním jištěním. Forma soutěžního lezení z 80. let 20.století byla později přijata UIAA za mezinárodně platnou a je používanou dodnes. Přibližně ve stejné době docházelo také k největšímu rozšíření umělých stěn, kam se soutěže přesunuly ze skal. Nyní už se nestavěly za účelem výcviku vojsk, ale pro komerční a sportovní

využití – kromě pořádání soutěží se využívaly k výuce tělesné výchovy na školách, aktivnímu trávení volného času dětí i dospělých a dokonce i pro zdravotní účely v rehabilitačních centrech.

## **Charakteristika umělých stěn a lezeckého ergometru**

Jelikož se tato bakalářská práce zabývá časovými charakteristikami zatížení na lezecké stěně a lezeckém ergometru, uvádím v následující kapitole základní popis a rozdíly mezi oběma zmíněnými tréninkovými prostředky.

Lezení na umělé stěně a lezeckém ergometru má několik odlišností, které zcela určitě mohou mít vliv na časové charakteristiky, jimiž se tato práce zabývá. Pro představu můžeme lezecký ergometr srovnat s běžeckým ergometrem. Rozdíl je v tom, že pohyb na lezeckém ergometru je samozřejmě vertikální a na pohyblivém pásu jsou rozmístěny chyty a stupy. Zjednodušeně tak můžeme lezecký ergometr charakterizovat jako stále se otáčející, rotující boulder. Stejně jako na běžeckém ergometru, je možné nastavit rychlost lezení (m/min). Dále se dá nastavit profil stěny: kolmý, nakloněný nebo převislý. Možností nastavení libovolných parametrů se tak lezecký ergometr stává ideálním prostředkem nejen k tréninku, ale také k uskutečnění vědeckých studií, kde je nutné zajistit rovnost podmínek pro standardizaci testů. Může být také nevšedním zařízením v posilovnách, sportovních a volnočasových centrech, rekreačních zařízeních, na sportovních eventech, apod. Dalším benefitem při lezení na lezeckém ergometru je víceméně stálá poloha těla vůči zemi, leze se ve stále stejné výšce a tím odpadá strach z výšky, který může výkon výrazně limitovat. Výhodou je také funkce monitorování, kdy přístroj během práce sleduje rychlost, vzdálenost, čas, aktuální úhel, úroveň obtížnosti a přináší tak celistvý přehled o tréninku. Přestože je na lezeckém ergometru možné nastavit libovolné parametry zátěže, pohyb může být odlišný i při lezení zdánlivě totožné cesty jako na umělé stěně. Důvodů může být několik, zásadním se však zdá být riziko pádu nebo strachu z výšky. Lezecké ergometry poskytují kontrolované prostředí, kde je riziko pádu nebo strachu z výšky, na rozdíl od stěny, minimální a tím umožňují analýzu fyziologických reakcí bez těchto negativních vlivů. Absencí těchto vlivů se lezci nepotýkají s takovou mírou psychologického stresu, což může být v tréninku přínosem. Lezci, trenéři i vědci pracující s lezeckými ergometry by si však také měli být vědomi, že lezení na ergometru může vyvolat systematicky nižší metabolickou odezvu, než při lezení na umělé stěně (Baláš et al., 2021).



Obr.2: Lezecký ergometr na UK FTVS (zdroj: foto autorky)

*„Umělé lezecké stěny začaly vznikat jako tréninkový prostor pro ambiciózní skalní lezce, kteří neměli podmínky pro celoroční trénink na přírodních terénech“ (Vomáčko, 2002, str. 30).*

Umělá stěna má napodobit přírodní skalnatý terén. Může být postavena venku pod širým nebem, častější je však výstavba stěn ve vnitřních halách, které se na rozdíl od přírodních terénů mohou využívat celoročně, bez ohledu na stávající roční období a počasí.

Můžeme rozlišit 2 základní typy umělých stěn: bouldrovací stěny, které dosahují výšky kolem 4 metrů a leze se na nich bez lana (a bez úvazku). Lezec při pádu dopadne bezpečně do matrací, které jsou pod celou boulder stěnou. Jejich profil je většinou převislý, často ale také kolmý. Při boulderingu není nutné znát základní pravidla jištění, proto je vhodný i pro úplné začátečníky. Druhým typem jsou velké stěny, které dosahují výšky vyšší než 4 m a je nutné se zde jistit lanem nebo samojistícím zařízením, pokud je k dispozici. Tyto velké stěny mají celé spektrum profilů: položený, kolmý, mírně převislý, kouty, hrany atd. (Vomáčko a Boščíková, 2008). Lezecké stěny se postupem času přizpůsobily různým požadavkům lezců a tak dnes často vznikají lezecká centra, která nabízí maximum z výše uvedených variant stěn.

Aby stěny co nejlépe nasimulovaly přírodní terény, jsou vyráběny z různých materiálů. Konstrukce stěn jsou nejčastěji vyrobeny z dřevěných hranolů a fošen, z jacklových profilů,

perforovaných profilů, dětské venkovní stěny například i z betonu natřeného nejrůznějšími barvami. Na opláštění se používá převážně překližka, ale také laminátové desky, které věrně imitují skalní terén (Vomáčko a Boštíková, 2008). Dále mohou být vyrobeny různé struktury, díky kterým je povrch ještě podobnější skále. O zajímavosti a pestrosti umělých stěn samozřejmě rozhoduje také tvar, velikost a rozmístění chytů a stupů.

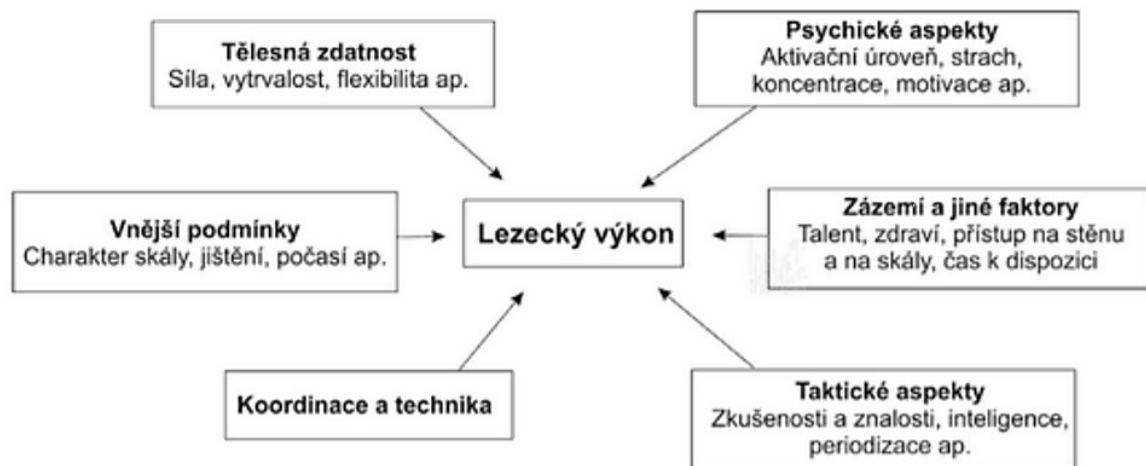
## **Výkon ve sportovním lezení**

Dle mnoha autorů (Dovalil, 2009; Magiera et al., 2013; Mermier et al., 2000) je sportovní výkon tvořen souborem několika faktorů, které jsou vzájemně propojeny. V obecné rovině můžeme mluvit o faktorech kondičních, psychických (osobnostních), faktorech techniky a taktiky a vnějších faktorech, kam bychom mohli zařadit např. socioekonomickou situaci sportovce, zdraví, čas k dispozici, atd. Kondiční faktory se rozvíjejí tréninkem, stejně tak faktory techniky a taktiky. Jiné faktory však může být velmi obtížné ovlivnit.

*„Působením vlivů vrozených dispozic, prostředí a záměrného tréninku se postupně vytváří skladba psychofyzických předpokladů k různým typům sportovních činností“ (Dovalil, 2009, s. 15)*

Lezecký výkon lze kvantifikovat jen velmi obtížně. Lezecký pohyb je acyklický a má intermitentní charakter zatížení – je realizován střídáním dynamických a statických fází (Baláš, 2016). V minulosti již bylo představeno několik modelů struktury výkonu ve sportovním lezení. Jedním z nich je model Goddarda a Neumanna (1993), kteří určují následující faktory ovlivňující lezecký výkon: psychické aspekty, tělesná zdatnost, koordinace a technika, taktické aspekty, vnější podmínky, zázemí a jiné faktory (viz. Obr. 6). Tyto faktory jsou vzájemně provázané, například motivace ovlivňuje fyzickou sílu, jistění ovlivňuje strach, strach ovlivňuje koordinaci, flexibilita ovlivňuje techniku a tělesná výška ovlivňuje taktiku (Ježková, 2019).

Druhý model, který předložil Hörst (2008), uvádí rovnoměrné zastoupení technických (33,3 %), psychických (33,3 %) a kondičních faktorů (33,3 %). Autoři Colombo a Dupuy (1991) uvádějí podobné rozdělení faktorů. Kondičním schopnostem přisoudili 36,5 %, technickým schopnostem 33,5% a psychickým schopnostem 27%. Uvedené modely jsou však pouze teoretické a tím pádem nebyly ověřeny korelační ani regresní analýzou (Baláš, 2016).



Obr.6: Teoretický model struktury lezeckého výkonu dle Goddarda a Neumanna (1993)

Z hlavních faktorů ovlivňujících výkon v lezení bych zdůraznila především psychologické aspekty. V lezení hrají velkou roli kognitivní procesy (vnímání představitost, pozornost), emoce (strach, radost), motivační a volní procesy (Vomáčko a Boščíková, 2002). Především strach, např. z výšky, z pádu nebo třeba z odlomení chytu může hrát ve výkonu velmi důležitou roli a pro mnoho lezců mohou být limitující.

Důležitost vlivů jednotlivých schopností a faktorů se však může měnit podle aktuálních podmínek a profilu lezecké cesty - například v kolmém nebo nakloněném profilu jsou jiné nároky než během lezení v převisu (Schlegel, 2009).

Kromě výše uvedených jsou ještě další vlivy, které mohou pozitivně či negativně ovlivnit lezecký výkon. Mezi tyto patří antropometrické a funkční faktory jako je tělesná výška, tělesná hmotnost, BMI<sup>2</sup>, procento tělesného tuku, somatotyp a APE index<sup>3</sup>. (Podoba, 2020) Ideální procento tělesného tuku mnozí autoři uvádějí jako jednu z největších výhod pro dosažení vysoké výkonnosti.

<sup>2</sup> index tělesné hmotnosti, obvykle označovaný zkratkou BMI je číslo používané jako indikátor podváhy, normální tělesné hmotnosti, nadváhy a obezity, umožňující statistické porovnávání tělesné hmotnosti lidí s různou výškou

<sup>3</sup> též „gorilla index“ nebo „ape factor“. Jeho hodnota určuje poměr rozpětí paží jednotlivce vzhledem k jeho výšce.

## Lezecká technika

Z výše uvedených faktorů si technické a koordinační faktory vzhledem k cíli této práce zaslouží samostatnou kapitolu.

Technika ve sportu znamená způsob provedení požadovaného pohybu, tedy průběh pohybu a jeho uspořádání v prostoru a čase (Perič, 2010). V lezení však nejsou stanovena žádná pravidla ani standardizované sportovní pomůcky (jako např. v gymnastice) a proto definovat ideální formu pohybu při lezení není jednoduché (Winter, 2004). Zjednodušeně bychom tedy mohli říct, že lezecká technika je způsob, jakým se lezec pohybuje po stěně.

*„Jedním z ukazatelů lezecké techniky je ekonomická náročnost pohybu. Optimální technika je spojována s efektivním zapojením svalových skupin, hospodárností a nízkou energetickou náročností.“* (Baláš, 2016, str.154)

Ekonomika pohybu je s technikou v úzkém spojení. Souvisí se schopností lezce optimálně provádět a kontrolovat pohyby svého těla a nalézat výhodné polohy těla tak, aby byly co nejméně energeticky náročné. Méně zkušení a začínající lezci dlouho setrvávají v nevýhodných statických polohách a tím je jejich pohybový projev silově i energeticky velmi náročný. Pohyby pokročilejších lezců jsou naopak dynamičtější a plynulejší a tím i ekonomičtější. (Vomáčko, Boščíková, 2008).

Lezeckou techniku je dle Wintera (2004) možné rozdělit na tři fáze. První je fáze přípravná, kam patří rozpoznání chytu a stupu, našlápnutí a chycení bez zatížení a přenesení těžiště (zatížení) nad stup, resp. pod chyt. Další je hlavní fáze, která spočívá ve zrychlení pohybu těžiště ve směru pohybu. Poslední – závěrečnou fází je zaujetí stabilní statické pozice. Dále následuje nová přípravná fáze a opakování celého cyklu (viz. Obr. 3)



Obr.3.: Fázový model Lorenze Radlingera (Winter, 2004)

Na tři fáze rozdělují lezecký krok také Vomáčko & Boščíková (2008). Ve fázi přípravy se lezec pouze připravuje na zdvih těžiště těla. Tuto fázi můžeme dále rozdělit na několik podfází: orientace, kdy lezec vybírá tvar a velikost následujících chytů a vymýšlí další pohyb, dále precizace dosavadních úchopů a postavení nohou, podfází opětovné orientace a nakonec vytvoření pravolevé rovnováhy. V hlavní fázi lezec nejdříve mírně sníží těžiště, aby jeho tělo mohlo využít energii vyvinutou k pohybu nahoru. Následuje pohyb a zdvih těžiště, tedy část vlastního pohybu, při kterém dochází k přesunutí těžiště vzhůru. V poslední fázi dokončení, jak již název napovídá, tělo dokončuje zdvih a ruka se přesune na další chyt.

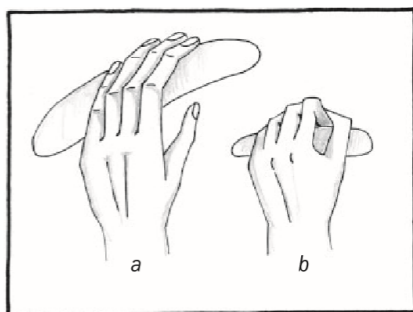
Baláš et al. (2008) uvádí rozdělení lezeckého kroku do dvou fází – statické a dynamické, které se neustále střídají. Statická fáze znamená rovnovážné postavení a rozmyšlení, načítání dalšího postupu, případně vyklepávání rukou nebo používání magnézia. Fáze dynamická je realizována pohybem vzhůru a (nebo) do stran. Tento pohyb by měl být proveden nejdříve přesunutím pánve nad oporovou nohu a následným zvednutím se na této noze.

Orth et al. (2016) z kvalitativní syntézy 42 studií zjistili, že efektivní lezecký pohyb se projevuje, mimo jiné, minimálními pauzami mezi jednotlivými lezeckými pohyby, využitím relativně jednoduchého způsobu vylezení dané cesty a plynulými přechody mezi jednotlivými lezeckými kroky. Efektivitu pohybu a tedy jeho techniku ovlivňuje především vysoká úroveň koordinačních schopností, která je založena na dobré úrovni vnímání lezeckých možností, tedy způsobů, jak lze vyřešit daný lezecký problém. Dále závisí na optimalizaci prostorově-časových prvků vztahujících se ke koordinaci mezi tělem lezce a stěnou, trajektorií končetin a povrchem kontaktu ruky a chytu. Dalším důležitým faktorem je „čtení“ cesty během lezení. Bylo zjištěno, že u pokročilejších lezců téměř nedochází k zaujetí statické fáze pohybu, naopak dynamická a statická fáze splývají v jeden plynulý koordinovaný pohyb, což je dáno právě vizuálním nastudováním cesty ještě před započítáním lezení. Díky „načtení“ cesty dochází i ke zkrácení doby kontaktu s chytem. Naopak u rekreačních lezců dochází k přílišnému zkoumání cesty a častému osahávání chytů, které ve výsledku nepoužijí pro postup. Tím se také prodlužuje setrvání ve statické fázi.

## Úchop a stup

Vliv na pohyb po lezecké stěně má bezesporu tvar, velikost a rozmístění chytů pro ruce a stupů pro nohy. Jednotlivé druhy chytů se dělí podle směru úchopu a také podle polohy prstů. Podle směru úchopu Baláš et al. (2008) rozeznávají: pozitivní chyty (chyt se drží shora a je zatěžován

směrem dolů), boční chyty (drží se z boku a jsou také tak zatěžovány) a spodní chyty (drží se zesponu a jsou zatěžovány tahem zdola nahoru). Rozdělení podle polohy prstů je dle Baláše et al. (2008) následující: zavřený a otevřený úchop (viz. Obr. 4), rozdělení dle držení chytu na: stisk, kapsu a díрку. Autoři Vomáčko a Boštíková (2008) rozdělují druhy chytů na: kapsu, úchop s prolomenými prsty, prolomení s palcem, chyty na stisk, boule, chyty na tření, otevřený úchop, boční chyty, spodní chyty a netypické úchopy (např. malíkovou hranou ruky).



Obr. 4: Otevřený (a) a zavřený (b) úchop (Baláš et. al, 2008)

Různé tvary a velikosti stupů a tím pádem i nejrůznější postoje jsou nedílnou součástí lezeckého pohybu, především když pohyb vychází z nohou, musí být postoj stabilní. Vomáčko a Boštíková (2008) uvádí několik používaných stupů a postojů. Nejčastější je postoj kolmo ke stěně na špičkách, velmi častý je ale také stup na vnitřní či vnější hraně – straně chodidel, která jsou ke stěně mírně natočena. Stup na tření se v lezeckém slangu nazývá „rajbas“, jde o stup, na kterém se udržíme díky tření mezi lezeckou a stěnou. Vyžaduje sílu v rukou a výrazný odklon těžiště od stěny. Dále se ve vhodných případech využívá paty položením na stup (tzv. patička). Slouží k přezení převislého profilu nebo k udržení rovnováhy. Další možností je zaháknutí špičky za stup – tzv. hákování špičkou. Tlak je vyvíjen nártovou stranou nohy. Používá se ke stabilizaci těla při lezení ve větších převislech. Kombinace, kdy jedna noha hákuje špičkou a druhá stojí shora na chytu, se velmi často využívá při lezení ve stropech.

Základní používané techniky a pozice těla

Nejzákladnější pozice při lezení na stěně vypadá podobně jako při lezení po žebříku. Tato pozice je zcela přirozená v případě, že máme dostatek chytů a stupů a cesta vede v přímé linii. V těžších a rafinovanějších cestách se však dostáváme do nejrůznějších mnohdy náročnějších pozic. Vomáčko a Boštíková (2008) ve své publikaci popisují například pozici tzv. „kozí noha“, při které lezec stojí na vnější straně jednoho chodidla a na vnitřní straně chodidla druhého. Dále uvádí tzv. „vysoký krok“, při kterém je nutné chodidlo, častov důsledku nedostatku stupů, zvednou velmi vysoko, často až nad úroveň pasu. Za vysokým krokem často následuje nasednutí na patu - jde o přenesení těžiště na vysoko zdvihnutou nohu. Pozice širokého rozkročení se většinou používá v koutech, širokých komínech a k odpočinku. Vomáčko a

Boštíková (2008) dále uvádějí tzv. „Žabí postoj“. Jde o pozici, při níž nohy stojí zhruba ve stejné výšce, kolena směřují od vertikální osy těla a lezec je ke stěně otočen vnitřní stranou chodidel. Dále zmiňují pozice „Figure 4“ (v českém překladu „na šuku“), „No hand rest“, „Flaging“, pozice spouštění nohy a „Twist lock“. Z důvodu rozsahu této práce již jejich podrobnější popis vynechám.

Winter (2004) popisuje ještě techniku „natáčení“, při níž se tělo z čelní pozice natočí stranou je stěně, variantou této techniky je např. „Egypt’an“ nebo „technika čtyř“. Dále zmiňuje techniku rozporu a opírání, techniku lezení na protitlak tzv. „sokolík“ (viz. Obr.5) a několik dalších.



Obr. 5: Sokolík - lezení na protitlak, též tzv. „na sokola“ (zdroj: Aleš Procházka „Alešák“)

## Shrnutí

Jedním z hlavních faktorů ve struktuře lezeckého výkonu je technika, která se zlepšuje postupem času tréninkem a projevuje se větší dynamičností a plynulostí pohybového projevu a také lepší pohybovou ekonomikou. Ekonomika pohybu je faktor, který je významně ovlivněn technikou, přičemž mezi těmito dvěma faktory platí pozitivní vztah. Jak moc je pohyb ekonomický, se můžeme dozvědět pomocí některých fyziologických ukazatelů, kterými se zabývá následující kapitola.

## **Fyziologická odezva organismu na lezecké zatížení**

Zatížení ve sportovním lezení, stejně jako v jiných pohybových aktivitách, je charakterizováno parametry zatížení – objemem, intenzitou a dobou odpočinku.

V případě sportovního lezení je objemem zatížení myšleno počet nalezených metrů, čas lezení nebo počet lezeckých kroků. Intenzita zatížení je ve většině sportů udávána rychlostí lokomoce,

to však neplatí v lezení, jelikož pro výkon v lezení rychlost není klíčovou pohybovou schopností. K hodnocení intenzity se v lezení používají klasifikační stupnice, případně další škály, které mohou zahrnovat i psychický stav. Doba odpočinku se také velmi liší, např. v soutěžním lezení je časový odstup mezi kvalifikačními cestami alespoň 50 minut, ale soutěžích v boulderingu je doba odpočinku stejná jako čas k lezení (5 min. v kvalifikaci i v semifinále a 4 min. ve finále). Z výše uvedeného lze odvodit, že při boulderingu jsou rozdílné fyziologické požadavky, než v lezení s lanem.

Funkční odezva organismu je závislá na mnoha faktorech, jelikož lezení probíhá v proměnlivých podmínkách – obtížnost, profil stěny, tvar, velikost a vzdálenost chytů, přírodní nebo umělé prostředí, interindividuální rozdíly každého lezce a další faktory a jejich vzájemná interakce rozhodují o úspěšné realizaci lezeckého výkonu (Baláš, 2016).

#### Základní ukazatele zatížení

Monitorování SF jako jeden ze základních ukazatelů intenzity zatížení může být v lezení značně sporný, důvodů je hned několik: srdeční frekvence vrůstá lineárně s rostoucí obtížností cesty. Ze studií prováděných v posledních letech víme, že během lezení se hodnoty srdeční frekvence pohybují průměrně v rozmezí 140 až 180 tepů/min, v závislosti na intenzitě lezení. (Booth et al. (1999), Watts et al. (1996), Billatová et al. (1995), Sheel et al. (2003) a Janotová et al. (2000)). Zajímavé je však zjištění, že SF a  $VO_2$  v lezení nerostou lineárně (Billatová et al., 1995); Sheel et al., 2003). Podle Sheela (2004) může být jedním z důvodů disproporčního růstu SF a  $VO_2$  izometrické kontrakce, které vyvolávají metaboreflex. Dalším faktorem vedoucím ke zvýšení SF i systolického tlaku je poloha paží, která je většinu času nad úroveň srdce (Åstrand et al., 1968). Model vztahu SF a  $VO_2$  uveden Balášem (2016) ukazuje společnou variabilitu pouze přibližně 55%. Navíc mohou nastat změny SF v důsledku různých dalších faktorů, které nelze monitorovat.

Aerobní kapacitou ( $\% VO_{2max}$ ) a spotřebou kyslíku jakožto další fyziologickým ukazatelem v lezení se zabývali se zabývali Billatová et al. (1995), Mermierová et al. (1997), Bertuzzi et al. (2007), Booth et al. (1999) nebo také Sheel et al. (2003). Z jejich výsledků je patrné, že vrcholová spotřeba kyslíku při lezení ( $VO_{2peak}$ ) nedosáhla úrovně maximální spotřeby kyslíku na běžeckém ergometru ( $VO_{2max}$ ). Touto problematikou se zabýval i Magalhães et al. (2007), v jehož výzkumu lezci dosahovali při lezení  $\sim 62\%$  ( $33,4 \pm 2,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )  $VO_{2max}$  stanoveného na běhátku ( $54,5 \pm 2,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Tito jedinci posléze absolvovali zátěž na běhátku na stejné úrovni  $VO_2$  a ve stejné době trvání jako lezení cesty. Výsledky ukázaly nejen

vzájemný nepoměr SF při stejné spotřebě  $VO_2$ , ale také disproporci respiračního koeficientu, krevního laktátu a minutové ventilace (Baláš, 2016).

V lezení je hodnota krevního laktátu ovlivněna především malými skupina svalů předloktí, které se unaví mnohem rychleji než velké svaly a neumožní tak lezcům v cestě dál pokračovat. „U lezení s lanem jsou dokumentovány zpravidla hladiny 5–7  $mmol\cdot l^{-1}$  (tab. 6.2), výjimečně ~10  $mmol\cdot l^{-1}$  (Sherk, Sherk, Kim, Young, Bembem, 2011). V soutěžním boulderingu byly nejvyšší hodnoty ~6  $mmol\cdot l^{-1}$  shledány 2–4 min. po dolezení posledního problému (La Torre, Crespi, Serpiello, Merati, 2009). Autoři dokumentovali, že pokusy trvající do 20 s nezvyšovaly již dosaženou hladinu, zatímco při pokusech nad 20 s se lineárně zvyšovala koncentrace  $La$  v krvi ( $R^2 = 0,45$ ).“ (Baláš, 2016)

V dalším výzkumu Baláš et al. (2014) srovnávali, mimo jiné, poměr  $V_E/VO_2$ . Test probíhal na 26 lezcích při lezení s postupně se zvyšujícím sklonem (každé 3 minuty o  $10^\circ$ ) až do maxima a na běžeckém pásu. Autoři došli k zajímavému zjištění, že mezi hodnotami  $V_E/VO_2$  v testu maximálního lezení a testu na běžeckém pásu je mírná korelace ( $r = 0,61$ ). Navíc bylo zjištěno, že lezci s vyšší výkonností mají tendenci dosáhnout vyššího poměru  $V_E/VO_2$  (hyperventilace) než lezci s nižší výkonností. Lezcům vyšší výkonnosti byl naměřen také vyšší poměr respirační výměny (RER). Autoři navíc dodávají, že při náročných pohybech lezci běžně zadržují dech, což může mít negativní vliv na jejich výkon (Šimkanin, 2015).

Výše uvedené i další ukazatele zatížení ve sportovním lezení jsou determinovány především: sklonem a obtížností lezecké cesty, stylem přelezu, rychlostí lezení a zkušeností lezců (Baláš, 2016). Další autoři (Bertuzzi et al. (2007) a Limontová et al. (2018)), kteří se tímto tématem zabývali, ve svých studiích zaznamenali významný rozdíl ve fyziologické odezvě lezců na různých výkonnostních úrovních na stejnou lezeckou zátěž. Zjistili, že výkonnostně lepší lezci vykazovali nižší hodnoty spotřeby kyslíku a srdeční frekvence, což autoři spojují právě s lepší ekonomikou pohybu, a tím pádem energeticky méně náročnému výkonu.

## **Časová charakteristika zatížení sportovních lezců**

Jak již bylo stručně uvedeno v předchozím textu této práce (kap. Fyziologické odezvy zatížení), vylezení cesty nesoutěžního charakteru většinou trvá v rozmezí 2-7 minut (Watts, 2004), v soutěži pak průměrně 4,5 min a v boulderingu je tato hodnota nižší, ale při skalních výstupech to může být 15-20 i více minut. Baláš (2016) dále uvádí, že při lezení s lanem zabírají statické fáze kolem 30–70% času. Čas kontaktu s chytem je ~10–12 s (Donath et al., 2013; Schädle-Schardt, 1998). Poměr doby kontaktu s chytem a přechodové fáze byl shledán 3 : 1 až 7 : 1, kde

nižší poměr byl pozorován u pokročilejších lezců a pro nedominantní ruku (Donath et al., 2013; Schädle-Schardt, 1998).

Problematikou časové charakteristiky zatížení ve sportovním lezení se dále zabývali Arbulu et al. (2017), kteří analyzovali videozáznamy z finále Mistrovství světa ve sportovním lezení v roce 2012. Provedli měření celkem šestnácti elitních lezců (8 mužů a 8 žen) pozorovacím nástrojem SCOT<sup>4</sup>, který zaznamenal rychlost a délku lezení, dobu držení chytů, úspěšného a neúspěšného cvaknutí lana do expresky, používání magnézia a dobu odpočinku. Průměrná doba lezení u mužů byla  $220 \pm 81,7$  s, průměrná doba cvaknutí expresky byla  $3,7 \pm 0,6$  s (celková  $19,7 \pm 6,0$  s), průměrná doba držení byla  $7,0 \pm 1,3$  s (celková  $171,3 \pm 63,1$  s), u používání magnézia byla průměrná doba  $2,5 \pm 1,0$  s (celková  $14,4 \pm 9,6$ ) a průměrná doba odpočinku byla  $1,4 \pm 0,7$  s (celková  $6,0 \pm 7,1$ ). Byly také porovnány výsledky mužů a žen. Významné rozdíly byly zjištěny v četnosti a době držení chytu, používání magnézia a v době odpočinku – všechny tyto hodnoty byly vyšší u žen.

White a Olsen (2010) se zabývali časovou charakteristikou zatížení v boulderingu. Celkem 6 lezců bylo natočeno na pěti boulderových problémech. Záběry byly analyzovány pomocí softwaru Kandle Swinger. Lezci měli na jednom boulderu průměrně  $3,0 \pm 0,5$  pokusů, kdy jeden pokus trval průměrně  $28,9 \pm 10,8$  s, úspěšný pokus pak  $39,5 \pm 4,1$  s, a doba odpočinku mezi pokusy byla  $114 \pm 31$  s. Průměrná doba kontaktu s chytem byla  $7,9 \pm 1,3$  s s přechodovou fází ruky mezi jednotlivými chytými přibližně  $0,5 \pm 0,1$  s. Poměr kontrakce a relaxace pro flexory prstů činil přibližně 1:4 mezi jednotlivými pokusy a 13:1 během samotného pokusu. Jelikož se výzkumu zúčastnilo pouze 6 lezců, nelze naměřené výsledky zobecňovat.

Nutno podotknout, že zcela odlišné charakteristiky má závodní disciplína „lezení na rychlost“, která má standardizovanou cestu s jasně danými parametry. Tato disciplína a její časové charakteristiky však zatím nebyly předmětem zkoumání žádného výzkumu.

---

<sup>4</sup> z anglického Sport Climbing Observational Tool; pozorovací nástroj, který je navržen speciálně pro účely výzkumu sportovního lezení.

## Shrnutí teoretické části

Teoretická část nám poskytla přehled oblastí souvisejících s tématem práce a potřebné podklady ke zpracování části praktické.

Sportovní lezení je definováno jako vertikální pohyb, s minimálními objektivními riziky a danými pravidly zahrnující styl a klasifikaci výstupu, místní doporučení, ale také případná omezení. Do sportovního lezení řadíme několik aktivit: lezení s lanem na umělé stěně a na zajištěných skalách, bouldering a soutěžní lezení, kam patří lezení na obtížnost, lezení na rychlost, bouldering a ledové lezení.

Přístupů k dělení horolezeckých disciplín je mnoho, stejně jako klasifikačních stupnic. Kromě klasifikačních stupnic jsou dalším ukazatelem obtížnosti přeletu lezecké styly.

Další kapitolou byla charakteristika umělých lezeckých stěn a lezeckého ergometru. Umělá stěna má napodobit přírodní skalnatý terén. Jejich výška může dosahovat jen několika metrů (boulder) až několik desítek metrů. Lezecký ergometr se dá zjednodušeně charakterizovat jako stále se otáčející, rotující boulder. Výhodou je možnost nastavení rychlosti pohybu, profilu stěny a dalších parametrů. Další výhodou je eliminace stresu v podobě strachu z pádu nebo strachu z výšky. Možností volby parametrů se lezecký ergometr stává ideálním prostředkem nejen k tréninku, ale také k uskutečnění vědeckých studií.

Výkon ve sportovním lezení je velmi obtížné kvantifikovat. Je tvořen mnoha faktory, které se vzájemně ovlivňují. Obecně můžeme výkon ve sportovním lezení popsat jako intermitentní zatížení skládající se z dynamických a statických fází.

Jedním z faktorů ovlivňujících výkon je technika a s ní související ekonomika pohybu. Technika v lezení je způsob, jakým se lezec pohybuje po stěně, zatímco ekonomika vypovídá o schopnosti lezce optimálně provádět a kontrolovat pohyby svého těla a nalézat výhodné polohy těla tak, aby byly co nejméně energeticky náročné. Jak moc je pohyb ekonomický, se můžeme dozvědět z hodnot ukazatelů zatížení. Zatížení je dáno objemem, intenzitou a dobou odpočinku.

Časová charakteristika zatížení určuje dobu statických a dynamických fází a jejich vzájemný poměr. Při lezení s lanem mohou statické fáze tvořit kolem 30–70% celkového času lezení (Billat et al., 1995; Guidi, 1999; Watts, 2004). Čas kontaktu s chytem se podle několika autorů

pohybuje ~10–12 s (Donath et al., 2013; Schädle-Schardt, 1998). Poměr doby kontaktu s chytem a přechodové fáze se pohybuje mezi 3 : 1 a 7 : 1 (Donath et al., 2013; Schädle-Schardt, 1998). O tom, jak velký rozdíl bude mezi fázemi, rozhoduje především výkonnostní úroveň lezců - čím nižší poměr, tím pokročilejší lezec.

Není ovšem známo, zda časové charakteristiky zatížení lezení na lezeckém ergometru nízko nad zemí odpovídají lezení do výšky na umělé stěně.

## **CÍLE PRÁCE**

### **Cíle**

Cílem této práce je posoudit časové charakteristiky zatížení při lezení stejné cesty na umělé stěně a lezeckém ergometru.

## METODIKA PRÁCE

### Charakteristika výzkumného souboru

Videozáznamy, které byly poskytnuty k této práci, byly pořízeny v rámci studie z roku 2017, kde se zkoumaly psychofyzilogické reakce při lezení na ergometru a lezení na vnitřní umělé stěně u dospělých lezkyň. Videozáznamy byly pořízeny na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy a na umělé stěně v lezeckém centru BigWall na Praze 9.

Do této práce bylo zahrnuto 20 žen na různých výkonnostních úrovních. Jejich průměrný věk byl 31 let, věkové rozpětí 19- 57 let. Tělesná výška se pohybovala od 159 cm do 176 cm s průměrem 168,3 cm. Tělesná hmotnost lezkyň byla v rozmezí 46-75 kg s průměrnou hmotností 60,1 kg.

Zúčastněné ženy byly rozděleny mediánem podle výkonnosti (13 stupňů IRCRA<sup>5</sup> škály) na nižší + střední výkonnostní skupinu (N = 10) a skupinu středních + pokročilých (N = 10).

**1. skupina** reprezentuje lezkyňe s nižší a střední výkonností (věk:  $33,3 \pm 11,0$ ; hmotnost:  $63,3 \pm 5,6$ ; výška:  $168,0 \pm 4,6$ ;  $RP \leq 12$  IRCRA).

**2. skupina** reprezentuje lezkyňe se střední a vyšší výkonností (věk:  $27,8 \pm 6,3$ ; hmotnost:  $56,9 \pm 5,7$ ; výška:  $168,5 \pm 5,7$ ;  $RP > 12$  IRCRA).

### Charakteristika lezené cesty

Lezkyňe lezly dvě identicky postavené cesty – jednu na lezeckém ergometru, druhou na umělé lezecké stěně. Cesty byly dlouhé 18 m a byly ohodnoceny stupněm 7 na IRCRA škále, která odpovídá 4. stupni francouzské obtížnosti. Celkový počet použitých chytů byl 45, startovní chyt pro ruce byl ve výšce 1,5 m nad zemí. Profil lezené cesty byl kolmý (90°). Lezci měli za úkol vylézt cestu za stanovený čas.

Lezecký ergometr

Cesta byla postavena na lezeckém ergometru ClimbStation Generation 1 (Forssa, Finsko), který je k dispozici na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy. Chyty i stupy byly rozmístěny tak, aby tvořily cestu totožnou s cestou postavenou na umělé stěně a tři identické sekvence po celé délce cesty. Lezecký ergometr neustále rotoval, dokud nebyla nalezena výška 18 m. Chodidla lezců byla po celou dobu lezení na ergometru maximálně 0,5 m nad zemí.

---

<sup>5</sup> z anglického International Rock Climbing Research Association; mezinárodní asociace pro výzkum horolezectví; IRCRA stupnice je standardizovaný číselný systém hodnocení obtížnosti cest, používaný pro výzkumné a statistické účely.

Účastníky před případným pádem chránila dopadová matrace, která je součástí lezeckého ergometru. Rychlost výstupu na lezeckém ergometru byla nastavena na ovládacím displeji na rychlost  $4 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Umělá stěna

Cesta použitá k výzkumu byla postavena na stěně, která je postavena z překližkového opláštění s pískovou povrchovou úpravou. Chyty i stupy byly rozmístěny tak, aby svým tvořily cestu totožnou s cestou na lezeckém ergometru a tři identické sekvence po celé délce cesty. Během lezení cesty na umělé stěně byli lezci jištěni zkušeným instruktorem pomocí předinstalovaného lana (Top-rope). Rychlost výstupu na stěně byla ovládána barevnými značkami, které byly rozmístěny na každém metru výstupu. Tyto značky musely být dosaženy po 15 s. Navíc byli lezci navigováni akusticky instruktorem.

## **Analýza videozáznamů**

Sběr dat byl uskutečněn pořízením videozáznamu, který byl následně analyzován.

Kamera zachytila lezce od začátku cesty až po dosažení posledního chytu. Videozáznam byl následně stažen z kamery do počítače a analyzován v softwaru Dartfish 10 (Dartfish HQ, Fribourg, Švýcarsko).

Pro cíle této práce byly z videozáznamů zjištěny hodnoty, které byly zapsány do tabulky Microsoft Excel. Každé pozorované kategorii je přiřazena zkratka, uvedena v závorce, která bude pro větší přehlednost používána v následné analýze dat:

- Celkový čas lezení na stěně (*Čas S*) a na lezeckém ergometru (*Čas E*), měřený od okamžiku, kdy lezec přestal být v kontaktu se zemí, po dobu, kdy se dotknul posledního chytu.
- Celkový čas statické fáze levé ruky na stěně (*S Static L*), na ergometru (*E Static L*) a pravé ruky na stěně (*S Static P*) a na ergometru (*E Static P*), což představuje dobu držení chytu levou/pravou rukou.
- Celkový čas statické fáze současně pravé i levé ruky na stěně (*S Static L+P*) a na lezeckém ergometru (*E Static L+P*), což nastalo v situaci, kdy se obě paže držely stejného chytu.
- Odpočinek zahrnuje činnosti jako „vyklepávání“ nebo pouhé spuštění paže pod úroveň srdce bez dalšího pohybu, „mágování“, otření nadbytečného magnézia nebo otření potu z dlaní. I tato činnost byla sledována pro pravou i levou ruku zvlášť jak na ergometru

( $E\ Odp\ P$ ;  $E\ Odp\ L$ ), tak i na stěně ( $S\ Odp\ P$ ,  $S\ Odp\ L$ ). Jelikož při těchto činnostech je ruka spuštěna z chytu, řadíme odpočinek do dynamické fáze.

Hodnoty dalších kategorií, které obsahuje výsledková tabulka, byly vypočítány pomocí vzorců. Jedná se o tyto údaje:

- Celkový čas dynamické fáze levé/pravé ruky na stěně ( $S\ Dyn\ L$ ,  $S\ Dyn\ P$ ) a na ergometru ( $E\ Dyn\ L$ ,  $E\ Dyn\ P$ ), jejichž hodnoty byly odvozeny pomocí vzorce, kde jsme z celkového času odečetli součet statické fáze konkrétní ruky. Například pro odvození hodnoty dynamické fáze pro levou ruku na lezeckém ergometru platí následující vzorec:  
 $Čas\ E - E\ Static\ L$
- Součet odpočinku levé a pravé ruky ( $S\ Odp\ L+P$ ;  $E\ Odp\ L+P$ ) se dopočítal pomocí funkce „SUMA“.
- Průměrný čas držení chytu levou/pravou rukou na stěně a lezeckém ergometru ( $S\ Dr\ P$ ,  $S\ Dr\ L$ ;  $E\ Dr\ P$ ;  $E\ Dr\ L$ ), který se dopočítal součtem statické fáze jedné ruky a statické fáze obou rukou současně a následně se vydělil počtem chytů.
- Průměrný čas držení chytu pravou a levou rukou současně ( $S\ Dr\ L+P$ ;  $E\ Dr\ L+P$ )
- Poměr statické a dynamické fáze pro levou/pravou ruku na stěně a lezeckém ergometru ( $S\ Pom\ S/D\ L$ ,  $S\ Pom\ S/D\ P$ ;  $E\ Pom\ S/D\ L$ ,  $E\ Pom\ S/D\ P$ ), který se dopočítal vydělením statické fáze fází dynamickou.
- Poměr statické a dynamické fáze pro levou+ pravou ruku ( $S\ Pom\ L+P$ ;  $E\ Pom\ L+P$ ), který se vypočítal pomocí funkce „PRŮMĚR“ z hodnot poměru statické a dynamické fáze pro levou/pravou ruku na stěně a lezeckém ergometru.

Kromě výše uvedených byly ve výsledkové tabulce pro vybrané kategorie dopočítány průměry a směrodatné odchylky pomocí funkcí „PRŮMĚR“ a „SMODCH“, v tabulce značené symbolem „ $\emptyset$ “ a řeckým písmenem „ $\sigma$ “.

Pozorování bylo zaměřeno na zatížení paží, prací nohou se tato práce nezabývala.

## VÝSLEDKY

### Celkový čas lezení

Celkový čas lezení měl dle výpočtu ze zadaných údajů (rychlost:  $4 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ ; vzdálenost  $19,5 \text{ m}$ ) činit  $292,5 \text{ s}$ . Při lezení na lezeckém ergometru by měl být u všech testovaných totožný, jelikož byla na lezeckém ergometru stanovena rychlost a délka výstupu na ovládacím displeji a přístroj se po dolezení stanovené vzdálenosti sám vypne. Během měření časů z videozáznamů se však ukázalo, že průměrná doba při lezení na ergometru činila u skupiny méně pokročilých lezců  $258,0 \pm 16,1 \text{ s}$ . U více pokročilých lezců byla tato doba  $263,8 \pm 4,4 \text{ s}$ .

Při lezení na stěně byla již regulace rychlosti náročnější. Celkový čas lezení na stěně činil  $273,4 \pm 22,9 \text{ s}$  ve skupině méně pokročilých a  $259,5 \pm 18,4 \text{ s}$  ve skupině více pokročilých lezců.

Celkovou dobu lezení na stěně a lezeckém ergometru u všech účastníků znázorňuje tabulka č.1.

<b>1. skupina (IRCRA ≤ 12)</b>			<b>2. skupina (IRCRA &gt; 12)</b>		
	<b>Čas S</b>	<b>Čas E</b>		<b>Čas S</b>	<b>Čas E</b>
1.	267	261	1.	259	263
2.	328	263	2.	281	262
3.	256	262	3.	216	263
4.	300	210	4.	256	264
5.	273	262	5.	286	264
6.	258	263	6.	249	261
7.	260	262	7.	265	254
8.	254	268	8.	271	268
9.	255	263	9.	255	270
10.	283	266	10.	257	269
<b>Ø</b>	<b>273,4</b>	<b>258,0</b>	<b>Ø</b>	<b>259,5</b>	<b>263,8</b>
<b>σ</b>	<b>22,9</b>	<b>16,1</b>	<b>σ</b>	<b>18,4</b>	<b>4,4</b>

Vysvětlivky k tab.1: Čas S – celkový čas lezení na stěně, Čas E – celkový čas lezení na lezeckém ergometru, Ø – průměr, σ – směrodatná odchylka

## Statická fáze

Statická fáze byla měřena od začátku zatížení chytu až po uvolnění ruky z chytu. Byl měřen celkový čas statické fáze levé i pravé ruky zvlášť, jak při lezení na stěně, tak na lezeckém ergometru. Dále byly měřeny hodnoty pro statickou fázi současně pravé i levé ruky – tedy držení jednoho chytu oběma rukama. Časy jednotlivých kategorií statické fáze zobrazuje tabulka č. 2. Časy jsou zapisovány s přesností na desetinu sekundy.

<b>1. skupina (IRCRA ≤ 12)</b>						
	<b>E Static L (s)</b>	<b>S Static L (s)</b>	<b>E Static P (s)</b>	<b>S Static P (s)</b>	<b>E Static L+P (s)</b>	<b>S Static L+P (s)</b>
1.	223,6	230,0	225,6	216,0	14,9	21,5
2.	166,9	264,8	166,7	247,7	50,5	34,7
3.	182,8	169,5	166,7	178,3	53,2	44,5
4.	161,5	223,7	156,4	243,6	27,8	25,8
5.	160,5	160,1	163,9	165,7	65,1	72,3
6.	211,6	199,1	206,4	190,2	25,4	31,2
7.	195,2	199,9	190,2	197,4	40,2	37,8
8.	214,1	203,5	218,8	199,9	18,0	21,1
9.	205,4	204,3	222,9	196,0	12,0	19,2
10.	220,0	226,8	201,9	217,8	34,7	36,0
<b>∅</b>	<b>194,2</b>	<b>208,2</b>	<b>191,9</b>	<b>205,2</b>	<b>34,2</b>	<b>34,4</b>
<b>σ</b>	<b>23,3</b>	<b>28,7</b>	<b>25,4</b>	<b>25,0</b>	<b>16,9</b>	<b>14,9</b>

<b>2. skupina (IRCRA &gt; 12)</b>						
	<b>E Static L (s)</b>	<b>S Static L (s)</b>	<b>E Static P (s)</b>	<b>S Static P (s)</b>	<b>E Static L+P (s)</b>	<b>S Static L+P (s)</b>
1.	189,4	166,0	197,1	171,7	34,0	54,9
2.	62,8	149,4	71,76	153,3	167,9	94,2
3.	189,7	160,9	196,3	169,5	21,8	16,8
4.	231,0	208,3	216,1	203,6	10,7	18,1
5.	180,7	151,8	187,3	161,8	46,3	91,5
6.	172,4	186,2	188,1	194,2	44,0	34,4
7.	176,7	209,5	193,3	217,3	22,8	13,6
8.	204,8	202,1	204,5	222,7	39,1	22,4
9.	186,5	189,5	189,5	199,5	44,6	25,0
10.	139,4	190,3	156,9	187,1	70,9	27,0
<b>∅</b>	<b>173,3</b>	<b>181,4</b>	<b>180,1</b>	<b>188,1</b>	<b>50,2</b>	<b>39,8</b>
<b>σ</b>	<b>43,0</b>	<b>21,6</b>	<b>38,9</b>	<b>22,3</b>	<b>42,3</b>	<b>28,7</b>

Vysvětlivky k tab. 2: **E Static L** – celkový čas statické fáze levé ruky na lezeckém ergometru, **S Static L** - celkový čas statické fáze levé ruky na stěně, **E Static P** - celkový čas statické fáze pravé ruky na lezeckém ergometru, **S Static P** - celkový čas statické fáze pravé ruky na stěně, **E Static L+P** - celkový čas statické fáze současně pravé i levé ruky na lezeckém ergometru (držení chytu obouruč), **S Static L+P**- celkový čas statické fáze současně pravé i levé ruky na stěně (držení chytu obouruč),  $\bar{\theta}$  – průměr,  $\sigma$  – směrodatná odchylka

Ve skupině méně pokročilých trvala statická fáze levé ruky průměrně 194,2 s při pohybu na lezeckém ergometru a 208,2 s při pohybu na stěně. U pravé ruky bylo dosaženo podobných hodnot. V průměru 191,9 s při pohybu na lezeckém ergometru a 205,2 s při výstupu na stěně. Průměrný celkový čas statické fáze současně pravé i levé ruky na stěně (*S Static L+P*) byl naměřen 34,2 s a 34,4 s na lezeckém ergometru (*E Static L+P*). Průměrně činily statické fáze 193,0 ± 24,4 s při lezení na ergometru a 206,7 ± 27,0 s při lezení na stěně.

Ve skupině více pokročilých lezců trvala statická fáze levé ruky průměrně 173,3 s při pohybu na lezeckém ergometru a 181,4 s při pohybu na stěně. U pravé ruky v průměru 180,1 s při pohybu na lezeckém ergometru a 188,1 s při výstupu na stěně. Průměrný celkový čas statické fáze současně pravé i levé ruky na stěně (*S Static L+P*) byl naměřen 50,2 s a 39,8 s na lezeckém ergometru (*E Static L+P*). Statické fáze průměrně činily 176,6 ± 41,1 s při lezení na ergometru a 184,7 ± 22,2 s při lezení na stěně.

Z naměřených hodnot můžeme odvodit, že při lezení na stěně bylo dosahováno delší statické fáze než při lezení na lezeckém ergometru. Tomuto závěru nasvědčují jak průměrné doby statických fází, tak i minimální a maximální hodnoty. Z výsledků je též patrné, že skupina méně pokročilých má delší statickou fázi, než skupina pokročilejších lezců. Výjimkou jsou statické fáze současně pravé i levé ruky, kde prokazuje vyšší hodnoty výkonnostně lepší skupina.

#### Držení chytu

Hodnoty průměrného držení chytu u skupiny méně pokročilých lezců vyšly při lezení na lezeckém ergometru totožné: 5,2 s pro levou a pravou i pro držení obouřuč. Při lezení na stěně byla změřena průměrná hodnota 5,6 s opět totožná pro všechny tři kategorie (levá, pravá ruka i držení obouřuč). Průměrné hodnoty byly pro držení chytu na ergometru 5,2 ± 0,3 s a na stěně 5,6 ± 1 s.

Ve skupině více pokročilých byla průměrná hodnota držení chytu na ergometru 5,0 s pro levou ruku a 5,1 s pro držení pravou rukou. Při lezení na stěně byly průměrné hodnoty držení chytu pro levou ruku 4,9 s, pro pravou 5,1 s a 5,0 s. Průměrné hodnoty vyšly tedy téměř totožné: na ergometru 5,0 ± 0,2 s a na stěně 5,0 ± 0,4 s.

### **Dynamická fáze**

Hodnoty dynamických fází byly vypočteny pomocí následujícího vzorce:

### Čas – Static L(P)

Z celkového času jsme odečetli součet statické fáze konkrétní ruky.

Ve skupině méně pokročilých lezců trvala dynamická fáze levé ruky při lezení na ergometru průměrně 63,9 s a 65,2 s při lezení na stěně. U pravé ruky vyšla průměrná hodnota 66,1 s při lezení na ergometru a 68,2 s při lezení na stěně. Celkové průměrné hodnoty pro lezení na ergometru byly  $65,0 \pm 21,5$  s a  $66,7 \pm 18,4$  s při lezení na stěně.

Ve skupině pokročilejších lezců byla doba dynamické fáze delší. Dynamická fáze levé ruky při lezení na ergometru vyšla průměrně 90,5 s a 78,1 s při lezení na stěně. U pravé ruky vyšla průměrná hodnota 83,7 s při lezení na ergometru a 71,4 s při lezení na stěně. Celkové průměrné hodnoty pro lezení na ergometru byly  $87,1 \pm 41,0$  s a na stěně  $74,8 \pm 29,9$  s. Výsledné hodnoty dynamických fází zobrazuje tabulka č. 3.

1. skupina (IRCRA ≤ 12)					2. skupina (IRCRA > 12)				
	E Dyn L (s)	S Dyn L (s)	E Dyn P (s)	S Dyn P (s)		E Dyn L (s)	S Dyn L (s)	E Dyn P (s)	S Dyn P (s)
1.	37,4	37,0	35,4	51,0	1.	73,6	93,0	65,9	87,3
2.	96,1	63,2	96,3	80,3	2.	199,2	131,6	190,2	127,7
3.	79,2	86,5	95,3	77,7	3.	73,3	55,1	66,7	46,5
4.	48,5	76,3	53,6	56,4	4.	33,0	47,7	47,9	52,4
5.	101,5	112,9	98,1	107,3	5.	83,4	134,2	76,7	124,2
6.	51,4	58,9	56,6	67,8	6.	88,6	62,8	72,9	54,8
7.	66,8	60,1	71,8	62,6	7.	77,3	55,5	60,7	47,7
8.	53,9	50,5	49,2	54,1	8.	63,2	68,9	63,5	48,3
9.	57,6	50,7	40,1	59,0	9.	83,5	65,5	80,5	55,5
10.	46,0	56,2	64,1	65,2	10.	129,6	66,7	112,1	69,9
<b>∅</b>	<b>63,9</b>	<b>65,2</b>	<b>66,1</b>	<b>68,2</b>	<b>∅</b>	<b>90,5</b>	<b>78,1</b>	<b>83,7</b>	<b>71,4</b>
<b>σ</b>	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>	<b>22,3</b>	<b>16</b>	<b>σ</b>	<b>42,7</b>	<b>29,7</b>	<b>38,9</b>	<b>30</b>

Vysvětlivky k tab. 3: **E Dyn L** – celkový čas dynamické fáze levé ruky na lezeckém ergometru, **S Dyn L** – celkový čas dynamické fáze levé ruky na stěně, **E Dyn P** – celkový čas dynamické fáze pravé ruky na lezeckém ergometru, **S Dyn P** – celkový čas dynamické fáze pravé ruky na stěně, **∅** – průměr, **σ** – směrodatná odchylka

## Odpočinek

Hodnoty odpočinkových činností byly velice rozdílné, čtyři testovaní dokonce neprováděli žádnou z činností, které bychom zařadili do „odpočinku“.

Ve skupině méně pokročilých byl průměrný čas odpočinku při lezení na ergometru  $5,6$  s pro levou,  $6,7$  s pro pravou ruku, přičemž průměr součtů odpočinku pravé a levé ruky je  $12,3$  s. Průměr při lezení na stěně byl nižší, konkrétně  $3,9$  s pro levou a  $6,2$  s pro pravou ruku. Průměr součtů odpočinku levé i pravé ruky na stěně byl  $10,1$  s. Odpočinek průměrně trval v této skupině  $6,1 \pm 7,3$  s na ergometru a  $5,0 \pm 5,7$  s na stěně.

Skupina více pokročilých lezců měla průměrný čas odpočinku při lezení na ergometru  $6,4$  s pro levou a  $7,6$  s pro pravou ruku. Průměr součtů odpočinku pravé a levé ruky byl  $14,0$  s. Průměry při lezení na stěně byly, stejně jako u první skupiny, nižší. Průměrný odpočinek pro levou ruku byl  $3,2$  s, pro pravou  $4,1$  s a průměr součtů odpočinku pravé a levé byl  $7,3$  s. Odpočinek průměrně trval v této skupině  $7,0 \pm 9,6$  s na ergometru a  $3,7 \pm 4,0$  s na stěně.

Z naměřených a dopočítaných hodnot je patrné, že více pokročilí lezci měli delší dobu odpočinku při lezení na ergometru než skupina méně pokročilých lezců, hodnoty z výkonu na stěně však byly nižší.

## Poměr statické a dynamické fáze

Ve skupině méně pokročilých se ukázalo, že při lezení na ergometru je statická fáze levé i pravé ruky *3,4 krát* delší než fáze dynamická. Při lezení na stěně byla *3,6 krát* delší statická fáze pro levou ruku a *3,2 krát* pro pravou ruku.

Po zprůměrování hodnot jsme zjistili celkový poměr statické a dynamické fáze, a to **3,4 : 1** při lezení na ergometru i při lezení na stěně.

Skupina více pokročilých měla oproti předchozí skupině nižší hodnoty poměrů. Při lezení na ergometru pro levou ruku *2,5 krát* delší statickou fází než fází dynamickou, pro pravou ruku vyšla hodnota *2,6 krát* delší statická fáze. Při lezení na stěně byla *2,7 krát* delší statická fáze pro levou ruku a *3,1 krát* pro pravou ruku.

Celkový poměr statické a dynamické fáze v této skupině lezců byl **2,6 : 1** při lezení na ergometru a **2,9 : 1** při výkonu na stěně.

V příloze je možno prohlédnout podrobnější tabulky k naměřeným i vypočteným (průměrným) hodnotám, směrodatným odchylkám apod.

## DISKUZE

Cílem této práce bylo posoudit časové charakteristiky zatížení při lezení stejné cesty na umělé stěně a lezeckém ergometru. Výsledky z analýzy videozáznamů ukazují, že časové charakteristiky při lezení na stěně a na trenažeru se mírně odlišují. Zároveň byly zjištěny odlišnosti mezi oběma výkonnostními skupinami.

Byla zjištěno, že celkový čas lezení na stěně byl delší ve skupině méně pokročilých. Na ergometru byl naopak delší celkový čas lezení naměřen ve skupině více pokročilých. Na lezeckém ergometru byla rychlost nastavena na monitoru přístroje, na stěně byla regulována pomocí značek a slovních instrukcí. Rychlost výstupu tedy byla regulována a doba lezení tak měla být víceméně stejná, přesto však došlo k odchýlkám. Tento problém vznikl nedisciplinovaností účastníků především v poslední části cesty, kdy lezci uspěchali poslední 1 metr.

Dále bylo dle očekávání potvrzeno, že při lezení na stěně bylo dosahováno delší statické fáze než při lezení na lezeckém ergometru v obou skupinách, tj. u pokročilých lezkyň i u méně pokročilých. Výrazně delší statické fáze potvrzují mnohé studie zabývající se touto problematikou (White et al., (2010); Billat et al. (1995), Schädle-Schart (1998), Arbulu et al. (2015)). Po srovnání obou skupin se ukázalo, že skupina s nižší výkonností (tj.1.skupina) dosahovala delších statických fází, než skupina pokročilejších lezců. Pokročilejší lezkyně prokázali kratší čas strávený v držení na stěně i ergometru a dosahovaly i nižšího poměru statické a dynamické fáze. K podobným výsledkům došla i Billat et al. (1995), která prokázala, že zkušení lezci stráví 63% času ve statické fázi a 37% v dynamické a u méně pokročilých je tento rozdíl ještě větší.

Doba držení chytu byla při lezení na ergometru shledána nižší, než při lezení na stěně. Při porovnání obou skupin se ukázalo, že skupina méně pokročilých zůstávala v držení delší dobu, než více pokročilí. Kratší kontaktní čas s chytem u výkonnostně lepších lezců potvrzuje Donath et al. (2013). Arbulu et al. (2017) analýzou z finále Mistrovství světa ve sportovním lezení získali pro dobu průměrného držení chytu hodnotu  $7,0 \pm 1,3$  s, tedy vyšší oproti námi naměřeným hodnotám. Další autoři (Donath et al., 2013; Schädle-Schardt, 1998) uvádí čas kontaktu s chytem ~10–12 s, což odpovídá dvojnásobku námi naměřených hodnot. Naše

výsledky však mohly být ovlivněny regulací rychlosti lezení, která mohla zapříčinit setrvání v chytu odlišnou dobu, než by pro lezce bylo přirozené, kdyby jeho rychlost nebyla regulována.

Průměrná doba dynamické fáze při výkonu na stěně i na lezeckém ergometru byla nepatrně vyšší u skupiny více pokročilých. Podle Vomáčka (2008) je lezení pokročilého lezce charakterizováno plynulým přenášením těžiště bez dlouhých pauz a lepším využíváním biomechaniky a stává se tak více dynamickým. Naopak pro méně pokročilé lezce je typický statický způsob lezení a pravidlo tří opěrných bodů, a tak méně pokročilí lezci dlouho setrvávají ve statických polohách.

Delší doba odpočinku byla u obou skupin naměřena při výkonu na lezeckém ergometru. K podobným hodnotám doby odpočinku dospěli Arbulu et al. (2017), kteří ve své studii zaznamenali průměrnou dobu odpočinku  $1,4 \pm 0,7$  s a celkovou dobu odpočinku  $6,0 \pm 7,1$  s, ti však ve své studii zjistili delší dobu odpočinku u nedominantní ruky, což se v našich výsledcích nepotvrdilo. Naopak byla zjištěna delší doba odpočinku pravé ruky oproti levé, a to na ergometru i na stěně, u obou skupin. To je v rozporu s několika autory (Arbulu et al. 2017, Donath et al., 2013), kteří zjistili delší dobu odpočinku u levé, tedy nedominantní ruky. Donath et al. (2013) dokonce změřil až dvojnásobně delší dobu odpočinku pro nedominantní ruku ve srovnání s rukou dominantní. V našem případě mohlo být opačných výsledků dosaženo z důvodu vyššího zastoupení osob s preferencí levé ruky („leváků“), stranová preference zúčastněných však není známa.

Poměry statické a dynamické fáze vyšly totožné při lezení na ergometru i na stěně ve skupině méně pokročilých lezců (3,4 : 1). Ve skupině pokročilejších lezců vyšel poměr statické a dynamické fáze na lezeckém ergometru nižší (2,6 : 1) ve srovnání s lezením na stěně (2,9 : 1). Několikanásobně delší statické fáze oproti dynamickým potvrzují i dřívější výzkumy. Autoři (Donath et al., 2013; Schädle-Schardt, 1998) zjistili poměr doby kontaktu s chytem a přechodové fáze 3:1 až 7:1, kde nižší poměr byl pozorován u pokročilejších lezců a pro nedominantní ruku. Studie Billatové et al. (1995) prokázala, že zkušební lezci stráví 63% času ve statické fázi a 37% v dynamické, u méně zkušených lezců je tento rozdíl ještě větší. Delší statická fáze u méně zkušených lezců může být dána tím, že méně zkušené lezce se projevují spíše staticky než dynamicky (Vomáčko, Boštíková, 2008). Méně pokročilí lezci také provádějí více „průzkumných“ pohybů, než pohybů potřebných ke zdvihu a přesunu těžiště (Nieuwenhuys et al., 2008), zároveň potřebují ke zdolání cesty více času - stráví více času v tři

oporovém držení (Pijpers et al.,2006). Poměr obou fází může být různý v závislosti na několika faktorech, statická fáze trvá však vždy déle než fáze dynamická.

Vzhledem k metodě zpracování dat – tedy manuálnímu měření sledovaných kategorií, nejsou data zcela přesná, ale lze je brát jako orientační ukazatele. Kvůli malému výzkumnému vzorku a vysokou variabilitou výkonnosti jednotlivých testovaných nelze výsledky zobecnit na celou lezeckou populaci. Tato práce přispívá k dalším studiím, které se zabývaly časovými charakteristikami lezeckého zatížení. Přínos práce spatřuji především v komparaci lezecká stěna vs. lezecký ergometr, kterou se doposud zabývalo jen minimum autorů. Rozdílům v časové charakteristice výkonu na lezeckém ergometru oproti stěně se nevěnoval zatím žádný autor a tak toto téma získává potenciál i pro budoucí výzkum.

Limitací naší práce spatřuji ve způsobu pořízení videozáznamů, které mnohdy nebyly příliš kvalitní nebo nebyly pořízeny z více úhlů a následné manuální měření času tak nemuselo být vždy zcela přesné. Limitací studie byla také vědomá či nevědomá nedisciplinovanost účastníků při experimentu, která se projevila nedodržením potřebné rychlosti lezení. Nemožnost přesné regulace rychlosti lezců při výkonu na stěně tak mohla přispět k negativnímu ovlivnění výsledků.

## ZÁVĚR

Výsledky ukázaly několik rozdílů v časové charakteristice pohybu na umělé stěně a na lezeckém ergometru.

Ze změřených a dopočítaných výsledků vyplynulo, že při lezení na stěně docházelo během pohybu k delším statickým fázím, než při lezení na ergometru, a to u obou skupin. Výjimkou byl celkový čas statické fáze současně pravé i levé ruky ve skupině více pokročilých, který byl průměrně delší při lezení na ergometru (E Static L+P). Dále jsme zjistili, že skupina s nižší výkonností dosahovala delších statických fází, než skupina pokročilejších lezců.

Doba držení se mezi lezením na stěně a na ergometru lišila jen nepatrně. Rozdíly však byly znatelné mezi výkonnostními skupinami, kde delší dobu držení vykazovala skupina méně pokročilých.

Na stěně trvala ve skupině méně pokročilých dynamická fáze nepatrně déle, než při lezení na ergometru. Dále byly zjištěny vyšší průměrné hodnoty pro pravou ruku. Ve skupině více pokročilých byla doba dynamické fáze naopak vyšší při lezení na ergometru. Opačně vyšlo i srovnání průměrných hodnot pravé a levé ruky – zde byly vyšší průměrné hodnoty statické fáze u levé ruky.

Doba odpočinku byla naměřena u obou skupin delší při lezení na ergometru, než na stěně.

Z výsledků dále vyplynulo, dle očekávání, že statická fáze svou dobou trvání několikanásobně převyšuje dynamickou fázi. Vyšší poměry statické a dynamické fáze byly spočítány při výkonu na stěně. Velikost rozdílu těchto fází je dána především výkonností lezce - po porovnání obou skupin byly vyšší poměry u skupiny méně pokročilých lezců.

Jelikož tato práce zkoumala pouze ženy, bylo by do budoucna zajímavé porovnat výsledky s mužskou částí lezecké populace nebo s časovými charakteristikami výkonu u dětí. Tato práce se věnovala práci horních končetin, stejně jako většina studií věnující se této problematice. Pro doplnění informací by však bylo vhodné zabývat se i prací dolních končetin. Abychom eliminovali chyby a odchylky v měření, bylo by v budoucích měřeních vhodné zajistit lepší měřicí techniku, např. instalace měřících čidel, která by udávala přesná data, z videozáznamu pořízeného pod jedním úhlem totiž není vždy možné přesně zachytit např.: okamžik doteku chytu. Proces získání dat by byl poté přesnější i jednodušší.

Tato práce poukazuje na skutečnost, že časové charakteristiky zatížení při lezení na lezeckém ergometru nejsou stejné jako při lezení na umělé stěně. Rozdíly však nejsou natolik odlišné, aby se lezecký ergometr nejevil jako perspektivní tréninkový prostředek do budoucna.

## POUŽITÁ LITERATURA

1. Adaptace fyziologických funkcí na zátěž. *Sport-lav: Kondiční a výživové poradenství* [online]. Lázně Toušeň, 2008 [cit. 2020-11-30]. Dostupné z: <https://www.sport-lav.cz/products/adaptace-fyziologickych-funkci-na-zatez/>
2. ARBULU, A., USABIAGA O., J. CASTELLANO. *A time motion analysis of lead climbing in the 2012 men's and women's world championship finals*. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 2017, 15(3), 924-934. DOI: 10.1080/24748668.2015.11868841. ISSN 2474-8668. Dostupné také z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/24748668.2015.11868841>
3. ÅSTRAND, I., GUHARAY, A., WAHREN J. (1968). *Circulatory Responses to Arm Exercise with Different Arm Positions*. *Journal of Applied Physiology*, 25(5), 528–532.
4. BALÁŠ, J. *Fyziologické aspekty výkonu ve sportovním lezení*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3361-9.
5. BALÁŠ, J., GAJDOŠÍK, J., KRUPKOVÁ, D. et al. *Psychophysiological responses to treadwall and indoor wall climbing in adult female climbers*. *Sci Rep* 11, 2639 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82184-6>
6. BALÁŠ, J., L. VOMÁČKO, M. FRAINŠIC, J. ŠAFRÁNEK. *Multimediální učebnice Turistika a sporty v přírodě: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu* [online]. Praha: UK FTVS, © 2013. Dostupné z: <http://www.ftvs.cuni.cz/eknihy/turistika>. ISBN 978-80-87647-13-4.
7. BALÁŠ, J., PANÁČKOVÁ, M., STREJCOVÁ, B., MARTIN, J. A., COCHRANE, J. D., KALÁB, M., KODEJŠKA, J., DRAPER, N. *The Relationship between Climbing Ability and Physiological Responses to Rock Climbing*. *The Scientific World Journal*, 2014. Vol. 2014
8. BARTUŇKOVÁ, S. a kol. *Praktická cvičení z fyziologie pohybové zátěže*. Karolinum: Praha 1996. ISBN 80-7184-274-5.
9. BERNACIKOVÁ, M.. *Fyziologie* [online]. Brno: Masarykova univerzita, Brno, 2012 [cit. 2020-11-29]. ISBN 978-80-210-5845-3. Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-3/Cover.html>
10. BERTUZZI, R. C. M., FRANCHINI E., KOKUBUN E., PEDUTI DAL MOLIN KISS, M. A. *Energy system contributions in indoor rock climbing*. *European Journal of Applied Physiology*, 2007, roč. 101, č. 3, s. 293-300.

11. BILLAT, V., PALLEJA, P., CHARLAIX, T., RIZZARDO, P., JANEL, N. (1995). *Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 35, 20–24.
12. BOOTH, J., MARINO, F., HILL, C., & GWINN, T. Energy cost of sport rock climbing in elite performers. British Journal of Sport Medicine, 1999. 33, 14-18.
13. *ClimbStation* [online]. Joyride Games Oy (Ltd.), 2020 [cit. 2020-12-19]. Dostupné z: <http://www.climbstation.com/>
14. DAĐOVÁ, K. *Subjektivní vnímání tělesné zátěže* [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-3245-2
15. DIEŠKA, I. *Horolezectví zblízka*. Praha: Olympia, 1989. Kamarád (Olympia).
16. DONATH, L., RÖSNER, K., SCHÖFFL, V., GABRIEL, H. H. W. (2013). *Work-relief ratios and imbalances of load application in sport climbing: Another link to overuse-induced injuries?* Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 23(4), 406-414.
17. DOVALIL, J. *Výkon a trénink ve sportu*. 3. vyd. Praha: Olympia, 2009. ISBN 978-80-7376-130-1.
18. DRAPER, N., Giles, D., Schöffl, V., Fuss, F., Watts, P., Wolf, P., Baláš, J., España Romero, V., Gonzalez, G., Fryer, S., Fanchini, M., Vigouroux, L., Seifert, L., Donath, L., Spoerri, M., Bonetti, K., Phillips, K., Stöcker, U., Bourassa-Moreau, F., Garrido, I., Drum, S., Beekmeyer, S., Ziltener, J., Taylor, N., Beeretz, I., Mally, F., Amca, A., Linhat, C. & Abreu, E. (2016). *Comparative grading scales, statistical analyses, climber descriptors and ability grouping: International Rock Climbing Research Association Position Statement*. Sports Technology. [doi:10.1080/19346182.2015.1107081]
19. GARTNER, H. A Quick History Of Sport Climbing: *The History Of Sport Climbing*. In: *Gearweare.net: GWA* [online]. 2019-07-08 [cit. 2020-11-25]. Dostupné z: <https://gearweare.net/the-history-of-sport-climbing/>
20. HAVLÍČKOVÁ, L. *Fyziologie tělesné zátěže I: obecná část*. 2. přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-7184-875-1.
21. JEŽKOVÁ, L. *Kinematická analýza elitních lezců v soutěžní cestě Českého poháru ve sportovním lezení na obtížnost* [online]. 2019 [cit. 2020-11-30]. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce Jiří BALÁŠ.
22. LIENERTH, R. Metodika: *Styly a klasifikace*. In: *Climbing school: ClimbOn* [online]. 2011 [cit. 2020-11-25]. Dostupné z: <http://www.climbingschool.cz/?bcoid=142>

23. LIMONTA, E., BRIGHENTI, A., RAMPICHINI, S. et al. *Cardiovascular and metabolic responses during indoor climbing and laboratory cycling exercise in advanced and elite climbers*. Eur J Appl Physiol 118, 371–379 (2018). <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3779-6>
24. MAGIERA, Artur & ROCZNIOK, Robert & MASZCZYK, Adam & CZUBA, Miłosz & KANTYKA, Joanna & KUREK, Piotr. (2013). *The Structure of Performance of a Sport Rock Climber*. Journal of human kinetics. 36. 107-117.
25. MERMIER, CM., JANOT JM., PARKER DL, et al. *Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance*. British Journal of Sports Medicine, 2000. 34, 359-365.
26. NIEUWENHUYS, A., PIJPERS, J. R., OUDEJANS, R. R. D., & BAKKER, F. C. (2008). *The Influence of Anxiety on Visual Attention in Climbing*. Journal of Sport and Exercise Psychology, 30, 171-185.
27. ORTH, D., DAVIDS, K., SEIFERT, L. *Coordination in Climbing: Effect of Skill, Practice and Constraints Manipulation*. Sports Medicine [online]. 2016, 46(2), str. 255–268 [cit. 17. 12. 2020]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: DOI 10.1007/s40279-015-0417-5.
28. PERIČ, T. a J. DOVALIL. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7.
29. PIJPERS, J., OUDEJANS, R. R., BAKKER, F. C., & BEEK, P. J. (2006). *The role of anxiety on perceiving and realizing affordances*, 18(3), 131-161.
30. PODOBA, P. *Zhodnocení ekonomiky lezení a fyziologické odezvy organismu při různých rychlostech lezení* [online]. 2020 [cit. 2020-11-30]. Diplomová práce. Vedoucí práce Jiří BALÁŠ.
31. PROCHÁZKA, A. Sokolík - lezení na protitlak, též tzv. „na sokola“ [foto]. Jižní sokolík. In: *Piskari.cz* [online]. 5.9.2012 [cit. 2020-11-28]. Dostupné z: <http://www.piskari.cz/cs/fotka-z-lezeni-na-pisku/jizni-sokolik-1786/>
32. PROCHÁZKA, V. *Horolezectví*. Praha: Olympia, 1990. Sport (Olympia). ISBN 80-7033-037-6.
33. SHEEL, W. A. *Physiology of sport rock climbing*. British Journal of Sport Medicine, 2004. 38, 355–359.
34. SHEEL, W. A., SEDDON, N., KNIGHT, A., MCKENZIE, D. C., & WARTBURTON, D. E. R. *Physiological Responses to Indoor Rock-Climbing and Their Relationship to*

- Maximal Cycle Ergometry*. Official Journal of the American College of Sports Medicine, 2003. 35(7), 1225–1231.
35. SCHÄDLE-SCHARDT, W. (1998). *Die zeitliche Gestaltung von Belastung und Entlastung im Wettkampfklettern als Element der Trainingssteuerung*. *Leistungssport*, 28(1), 23–28.
36. SCHLEGEL, P. *Vliv sportovního lezení v krátkodobém pohybovém programu na vybrané motorické schopnosti dětí mladšího a staršího školního věku* [online]. 2009 [cit. 2020-11-30]. Rigorózní práce. Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií. Vedoucí práce Vlasta VILÍMOVÁ.
37. ŠIMKAIN, M.. *Efekt doby zatížení a zotavení na fyziologickou odezvu sportovního lezce*. Praha, 2015. Diplomová práce. UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce Jiří Baláš.
38. VOMÁČKO, L. a S. BOŠTÍKOVÁ. *Lezení na umělých stěnách*. Praha: Grada, 2002. Sport (Grada). ISBN 80-247-0406-4.
39. VOMÁČKO, L. a S. BOŠTÍKOVÁ. *Lezení na umělých stěnách*. 2., upr. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2174-3.
40. VOMÁČKO, L. *Nebojme se lezení na umělých lezeckých stěnách*. *Tělesná výchova a sport mládeže: odborný časopis pro učitele, trenéry a cvičitele*. 2002, č. 5, s. 30-34.
41. VOMÁČKO, L. *Pohled na vývoj hodnocení výkonu při lezení na pískovcových skalách České křídové tabule*. *Studia sportiva* [online]. 2019, 12(2), 180-190 [cit. 2020-11-25]. ISSN 2570-8783. Dostupné z: doi:10.5817/StS2018-2-18
42. WATTS, P. B., NEWBURY, V., SULENTIC, J. 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.
43. WHITE, D. J., OLSEN, P. D. (2010). *A Time Motion Analysis of Bouldering Style Competitive Rock Climbing*. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5): 1356-1360.
44. WINTER, S. *Sportovní lezení*. České Budějovice: Kopp, 2004. Průvodce sportem. ISBN 80-7232-234-6.
45. ZAHRADNÍK, D. a P. KORVAS. *Základy sportovního tréninku* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2012 [cit. 2020-11-29]. ISBN 978-80-210-5890-3. Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/Impresum.html>

## PŘÍLOHY

### Příloha 1: Tabulky k průměrným hodnotám držení chytu, odpočinku a poměrům statické a dynamické fáze

Data v tabulce jsou uvedena v sekundách (s) s přesností na desetinu sekundy.

#### Průměrný čas držení

1. skupina (IRCRA ≤ 12)							∅ Dr E	5,2
	E Dr L	S Dr L	E Dr P	S Dr P	E Dr L+P	S Dr L+P	∅ Dr S	5,6
1.	5,3	5,6	5,3	5,3	5,3	5,4	σ E	0,3
2.	4,8	6,7	4,8	6,3	4,8	6,5	σ S	1,0
3.	5,2	4,8	4,	5,0	5,1	4,9		
4.	5,9	7,8	5,8	8,4	5,8	8,1		
5.	5,0	5,2	5,1	5,3	5,1	5,2		
6.	5,3	5,1	5,2	4,9	5,2	5,0		
7.	5,2	5,3	5,1	5,2	5,2	5,3		
8.	5,2	5,0	5,3	4,9	5,2	5,0		
9.	4,8	5,0	5,2	4,8	5,0	4,9		
10.	5,7	5,8	5,3	5,6	5,5	5,7		
<b>∅</b>	<b>5,2</b>	<b>5,6</b>	<b>5,2</b>	<b>5,6</b>	<b>5,2</b>	<b>5,6</b>		
<b>σ</b>	<b>0,3</b>	<b>0,9</b>	<b>0,2</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>	<b>1</b>		

2. skupina (IRCRA > 12)							∅ Dr E	5,0
	E Dr L	S Dr L	E Dr P	S Dr P	E Dr L+P	S Dr L+P	∅ Dr S	5,0
1.	5,0	4,9	5,1	5,0	5,1	5,0	σ E	0,2
2.	5,1	5,4	5,3	5,5	5,2	5,5	σ S	0,4
3.	4,7	3,9	4,8	4,1	4,8	4,0		
4.	5,4	5,0	5,0	4,9	5,2	5,0		
5.	5,0	5,4	5,2	5,6	5,1	5,5		
6.	4,8	4,9	5,2	5,1	5,0	5,0		
7.	4,4	5,0	4,8	5,1	4,6	5,0		
8.	5,4	5,0	5,4	5,4	5,4	5,2		
9.	5,1	4,8	5,2	5,0	5,2	4,9		
10.	4,7	4,8	5,1	4,8	4,9	4,8		
<b>∅</b>	<b>5,0</b>	<b>4,9</b>	<b>5,1</b>	<b>5,1</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>		
<b>σ</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>		

Vysvětlivky: **E Dr L** – průměrný čas držení chytu levou rukou na lezeckém ergometru, **S Dr L** – průměrný čas držení chytu levou rukou na stěně, **E Dr P** - průměrný čas držení chytu pravou rukou na lezeckém ergometru **S Dr P** - průměrný čas držení chytu pravou rukou na stěně, **E Dr L+P** - průměrný čas držení chytu na lezeckém ergometru pravou a levou rukou současně, **S Dr L+P** - průměrný čas držení chytu na stěně pravou a levou rukou současně, **∅ Dr E** – průměrné držení chytu na lezeckém ergometru, **∅ Dr S** – průměrné držení chytu na stěně, **σ E** – směrodatná odchylka na lezeckém ergometru, **σ S** – směrodatná odchylka na stěně, **θ** – průměr, **σ** – směrodatná odchylka

## Průměrný čas odpočinku

1. skupina (IRCRA ≤ 12)								
	E Odp L	S Odp L	E Odp P	S Odp P	E Odp L+P	S Odp L+P		
1.	0	0	0	4,5	0	4,5	∅ Odp E	6,1
2.	22,8	7,5	24,2	22,3	47	29,8	∅ Odp S	5,0
3.	0	0	0	0	0	0	σ E	7,3
4.	4,1	6,5	8,9	9,7	13	16,2	σ S	5,7
5.	14,8	0	9,8	0	24,6	0		
6.	7,4	14,6	8,2	10,6	15,6	25,2		
7.	0	0	0	0	0	0		
8.	4,8	4,2	4,1	7,9	8,9	12,1		
9.	0	3,3	0	3,6	0	6,9		
10.	2,08	2,8	11,5	3	13,58	5,8		
<b>∅</b>	<b>5,6</b>	<b>3,9</b>	<b>6,7</b>	<b>6,2</b>	<b>12,27</b>	<b>10,1</b>		
<b>σ</b>	<b>7,2</b>	<b>4,4</b>	<b>7,3</b>	<b>6,5</b>	<b>14,1</b>	<b>10,1</b>		

2. skupina (IRCRA > 12)								
	E Odp L	S Odp L	E Odp P	S Odp P	E Odp L+P	S Odp L+P		
1.	5,0	0	18,6	3,9	23,6	3,9	∅ Odp E	7,0
2.	0	0	0	0	0	0	∅ Odp S	3,7
3.	21,5	6,4	31,6	6,3	53,1	12,7	σ E	9,6
4.	0	2,6	0	2,8	0	5,4	σ S	4,0
5.	0	0	0	3,5	0	3,5		
6.	0	0	0	0	0	0		
7.	20	12,3	2,9	4,5	22,9	16,8		
8.	2,4	6,1	2,4	6,2	4,8	12,3		
9.	2,8	0	0	0	2,8	0		
10.	12,6	5	20,2	13,8	32,8	18,8		
<b>∅</b>	<b>6,4</b>	<b>3,2</b>	<b>7,6</b>	<b>4,1</b>	<b>14</b>	<b>7,3</b>		
<b>σ</b>	<b>8,0</b>	<b>4,0</b>	<b>10,9</b>	<b>4,0</b>	<b>17,5</b>	<b>6,8</b>		

Vysvětlivky: **E Odp L** – odpočinek levé ruky na lezeckém ergometru, **S Odp L** – odpočinek levé ruky na stěně, **E Odp P** – odpočinek pravé ruky na lezeckém ergometru, **S Odp P** – odpočinek pravé ruky na stěně, **E Odp L+P** – součet odpočinku levé a pravé ruky na lezeckém ergometru, **S Odp L+P** – součet odpočinku levé a pravé ruky na stěně, **∅ Odp E** – průměrná doba odpočinku na lezeckém ergometru, **∅ Odp S** – průměrná doba odpočinku na stěně, **σ E** – směrodatná odchylka na lezeckém ergometru, **σ S** – směrodatná odchylka na stěně, **θ** – průměr, **σ** – směrodatná odchylka

## Poměry statické a dynamické fáze

1. skupina (IRCRA ≤ 12)						
	E Pom S/D L	S Pom S/D L	E Pom S/D P	S Pom S/D P	E Pom S/D L+P	S Pom S/D L+P
1.	6,0	6,2	6,4	4,2	6,2	5,2
2.	1,7	4,2	1,7	3,1	1,7	3,6
3.	2,3	2,0	1,7	2,3	2,0	2,1
4.	3,3	2,9	2,9	4,3	3,1	3,6
5.	1,6	1,4	1,7	1,5	1,6	1,5
6.	4,1	3,4	3,6	2,8	3,9	3,1
7.	2,9	3,3	2,6	3,2	2,8	3,2
8.	4,0	4,0	4,4	3,7	4,2	3,9
9.	3,6	4,0	5,6	3,3	4,6	3,7
10.	4,8	4,0	3,1	3,3	4,0	3,7
<b>∅</b>	<b>3,4</b>	<b>3,6</b>	<b>3,4</b>	<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>3,4</b>
<b>σ</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>0,8</b>	<b>1,4</b>	<b>1,0</b>

<b>Pom E</b>	<b>3,4</b>	<b>: 1</b>
<b>Pom S</b>	<b>3,4</b>	<b>: 1</b>

2. skupina (IRCRA > 12)						
	E Pom S/D L	S Pom S/D L	E Pom S/D P	S Pom S/D P	E Pom S/D L+P	S Pom S/D L+P
1.	2,6	1,8	3,0	2,0	2,8	1,9
2.	0,3	1,1	0,4	1,2	0,3	1,2
3.	2,6	2,9	2,9	3,6	2,8	3,3
4.	7,0	4,4	4,5	3,9	5,8	4,1
5.	2,2	1,1	2,4	1,3	2,3	1,2
6.	1,9	3,0	2,6	3,5	2,3	3,3
7.	2,3	3,8	3,2	4,6	2,7	4,2
8.	3,2	2,9	3,2	4,6	3,2	3,8
9.	2,2	2,9	2,4	3,6	2,3	3,2
10.	1,1	2,9	1,4	2,7	1,2	2,8
<b>∅</b>	<b>2,5</b>	<b>2,7</b>	<b>2,6</b>	<b>3,1</b>	<b>2,6</b>	<b>2,9</b>
<b>σ</b>	<b>1,7</b>	<b>1,0</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>

<b>Pom E</b>	<b>2,6</b>	<b>: 1</b>
<b>Pom S</b>	<b>2,9</b>	<b>: 1</b>

Vysvětlivky: **E Pom S/D L** – poměr statické a dynamické fáze levé ruky na lezeckém ergometru, **S Pom S/D L** – poměr statické a dynamické fáze levé ruky na stěně, **E Pom S/D P** – poměr statické a dynamické fáze pravé ruky na lezeckém ergometru, **S Pom S/D P** – poměr statické a dynamické fáze pravé ruky na stěně, **E Pom S/D L+P** – průměrný poměr statické a dynamické fáze levé a pravé ruky na lezeckém ergometru, **S Pom S/D L+P** – průměrný poměr statické a dynamické fáze levé a pravé ruky na stěně, **Pom E** – poměr statické a dynamické fáze při lezení na ergometru (hodnota se rovná E Pom S/D L+P), **Pom S** – poměr statické a dynamické fáze při lezení na stěně (hodnota se rovná S Pom S/D L+P), **∅** – průměr, **σ** – směrodatná odchylka