

UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Efekt lokálního a komplexního aktivního zotavení  
na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Doc. Jiří Baláš, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Lucia Krajčoviechová

Praha, 2022

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla 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 diplomanta:.....

Evidenční list:

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

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

---

Touto cestou bych ráda poděkovala Mgr. Jiřímu Balášovi Ph.D. jako vedoucímu své diplomové práce, který mi při zpracování práce poskytnul cenné rady a oporu. Dále děkuji všem probandům, za jejich ochotu a čas. Obzvláště děkuji svým milujícím a starostlivým rodičům za jejich pomoc, lásku a trpělivost, všem svým sourozencům za podporu během studia a svému milému za oporu, kterou mě neustále obklopoval.

## Abstrakt

- Název:** Efekt lokálního a komplexního aktivního zotavení na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů
- Cíle:** Komparace efektu tří druhů aktivního zotavení na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů
- Metody:** Výzkumu se zúčastnilo 6 mužů (ve věku  $32,5 \pm 8,9$ ) a 2 ženy (ve věku 30 a 42), kteří podstoupili náhodně vylosované tři druhy aktivního zotavení (s izolovaným zapojením horních končetin – HK, s izolovaným zapojením dolních končetin – DK a se zapojením horních a dolních končetin – HDK) během tří návštěv s minimálně 48 hodinovou pauzou. Jejich výkon byl měřen za pomoci intermitentního zatížení do vyčerpání (8s zatížen/2spauza).
- Výsledky:** Z výzkumu vyplynulo, že aktivní zotavení DK je výhodnější v porovnání s aktivním zotavením HK a HDK, když nám jde o opakovaný výkon flexorů prstů do vyčerpání. Aplikací zotavení DK poklesl čas druhého výkonu o  $\downarrow 4,5 \%$  a třetího výkonu o  $\downarrow 15,7 \%$  v porovnání s prvním výkonem. Zotavení HK mělo pokles u druhého výkonu o  $\downarrow 10,3 \%$  a u třetího  $26,2 \%$  v porovnání s prvním výkonem. Při zotavení HDK byl pokles druhého výkonu  $\downarrow 18 \%$  a třetího výkonu  $\downarrow 24,7 \%$  oproti prvnímu výkonu.
- Závěr:** Zotavení se zapojením větších nezatěžovaných svalových skupin mezi opakovaným intermitentním výkonem izometrického charakteru je efektivnější, v porovnání se zotavením s izolovaným zapojením horních končetin. Přispívá k lokálnímu i celkovému zotavení.
- Klíčová slova:** únava, zotavení, intermitentní zatížení, vliv zotavení

## **Abstract**

**Title:** Effect of local and complex active recovery on repeated isometric fingers flexors performance

**Objectives:** Comparison of the effect of three different types of active recovery on isometric performance of fingers flexors.

**Methods:** The study was participated by 6 men (age  $32,5 \pm 8,9$ ) and 2 women (age 30 and 42), who underwent three randomly chosen types of active recovery (with isolated engaging of upper extremities - HK, with isolated engaging of lower extremities - DK, with engaging of upper extremities lower extremities - HDK) during three visits with at least 48 hour gap. Their performance was measured with the help of alternate exercise (8 sec exercise/2 sec break). Exercise was repeated three times and during the break between exercises was applied one regeneration method.

**Results:** The study shows that active recovery type DK is the most advantageous in comparison with active recovery type HK and HDK when talking about repeated performance of fingers until exhaustion. Time of the second performance decreased by  $\downarrow 4,5\%$  and the third performance decreased by  $\downarrow 15,7\%$  in comparison with the first performance with the apply of regeneration type DK. Time of the second performance decreased by  $\downarrow 10,3\%$  and the third performance decreased by  $\downarrow 26,2\%$  in comparison with the first performance with the apply of regeneration type HK. Time of the second performance decreased by  $\downarrow 18\%$  and the third performance decreased by  $\downarrow 24,7\%$  in comparison with the first performance with the apply of recovery type HDK.

**Conclusion:** Recovery with engaging of larger unexercised muscle groups between alternate exercises with isometric characteristics is more efficient in comparison with recovery with engaging of exercising upper extremities. It helps to local and complex recovery.

**Keywords:** fatigue, recovery, alternate exercise, effect of recovery

# Obsah

1	Úvod.....	10
2	Teoretická východiska .....	11
2.1	Sportovní lezení .....	11
2.2	Zatížení ve sportovním lezení .....	12
2.2.1	Lokální zátěž v sportovním lezení .....	14
2.3	Únava .....	15
2.3.1	Projevy únavy .....	18
2.3.2	Únava ve sportovním lezení .....	20
2.4	Zotavení.....	20
2.4.1	Zotavovací prostředky .....	21
2.4.2	Pasivní zotavení .....	22
2.4.3	Aktivní zotavení.....	23
2.5	Shrnutí teoretické části .....	27
3	Praktická část .....	28
3.1	Cíle práce .....	28
3.2	Hypotézy .....	28
4	Metodika práce .....	29
4.1	Soubor .....	29
4.2	Realizace měření .....	29
4.3	Použité metody .....	32
4.3.1	Maximální síla flexorů prstů .....	32
4.3.2	Intermitentní test .....	33
4.3.3	Aktivní zotavení.....	34
4.3.4	Subjektivní hodnocení námahy.....	35
4.4	Vyhodnocení výsledků.....	35

5	Výsledky .....	36
6	Diskuze .....	41
7	Závěr .....	46
	Literatura.....	47
	Seznam příloh .....	52



## Seznam použitých symbolů a zkratek

ACT	aktivní zotavení
ADP	adenosin difosfát
CAW	střídavé ponoření předloktí do teplé a studené vody
CNS	centrální nervová soustava
CR	zotavení formou jednoduchého lezení
CW	ponoření předloktí do studené vody
CZ	zotavení formou chůze
DK	aktivní zotavení s izolovaným zapojením horních končetin
ES	elektromyostimulace svalů předloktí
HK	aktivní zotavení s izolovaným zapojením horních končetin
HDK	aktivní zotavení se zapojením horních a dolních končetin
LZ	lokální zotavení flexorů prstů
MVC	maximální volní kontrakce
OS	On Sight
PCr	kreatinfoát
PAS	pasivní zotavení
RPE	Borgova škála subjektivně vnímané námahy
SF	srdeční frekvence
SFmax.	maximální srdeční frekvence
TR	Top Rope
UIAA	Union Internationale des Associationsd'Alpinisme
VO <sub>2</sub> max	maximální spotřeba kyslíku
WR	zotavení formou chůze

# 1 Úvod

Sportovní lezení a lezení po skalách se v současné době dostává stále víc a víc do popředí. A není se čemu divit. Během lezení člověk prožívá tolik emocí najednou, že by ztěžka hledal jiné činnosti, při kterých je jejich souhrn stejný. Lezení je přitažlivé nejen na sledování, ale i na vyzkoušení. Člověka nenásilně vtáhne do jeho krás a nedá se mu odolat. Už jen zkouší a zkouší, leze a leze a pak někde tady nastane „kámen úrazu“. Došla síla. Touha lézt tady stále je, ale naše ruce nám už neslouží. S tímto problémem se nesetkávají jen lidé, lezci, kteří teprve okusili kouzlo lezení. U nich je tento problém častý, protože jim chybí vytrvalost síly předloktí a pomoc nohou nebo poeticky řečeno, chybí jim „moudrost pohybu“. Také lezci, sportovní lezci na těch nejvyšších úrovních, se setkávají s potíží vyčerpanosti a nedostatku síly. Mnoho lezců podceňuje prázdná místa během lezecké činnosti. Myslíme tím čas, kdy lezec překonal lezeckou cestu a má několik minut prostor sám pro sebe, pro své zotavení. Během času „nicnedělání“ může svému tělu pomoci připravit se na další zátěž. Aktivní zotavení by pro něj mohlo být vhodnou volbou.

Existují skupiny lezců, které preferují zotavení formou chůze, jiní zase jízdu na kole nebo lezení lehkých cest. I z tohoto důvodu, že dosud není zcela jasno, jaká metoda aktivního odpočinku je nejúčinnější, je zapotřebí prozkoumávat stále další a další formy aktivního zotavení. Naše práce se bude soustředit na metody aktivního odpočinku, které budou navrženy tak, aby přispívaly k lokálnímu a celkovému zotavení těla.

## 2 Teoretická východiska

### 2.1 Sportovní lezení

Sportovní lezení lze charakterizovat jako extrémní sport, kde lezci lezou na umělou stěnu s různými umělými chytmi pomocí rukou a nohou (Cha et al., 2015). K postupování využívají chyty a stupy pro ruce a nohy. Podle Procházky et al. (1990) je ve sportovním lezení nedůležitější pravidlo, že lezec smí při vykonávání lezecké činnosti využívat jenom svou vlastní sílu. Pomůcky umělého charakteru využívá jen jako zajištění sebe sama proti pádu neboli úrazu. Nesmí je využívat pro postup nahoru. Baláš et al. (2013) mluví o sportovním lezení jako o lezení, které má stanovená určitá pravidla s minimalizací míry objektivního rizika. Tyto pravidla v sobě zahrnují klasifikace a styl přeletu, restrikce a místní doporučení.

Soutěžně se sportovní lezení koná v disciplínách:

**Lezení na rychlost** – jeho hlavním cílem je v co nejkratším čase projít danou cestu. Jde o lezení TR (Top Rope), kdy má lezec zezadu připnuté lano. Lezec na konci lezecké cesty zastavuje časomíru stisknutím tlačítka. (Vomáčko, Boštíková, 2008).

**Bouldering** – je lezecká činnost, ve které lezec řeší krátký lezecký problém různé obtížnosti bez využití lana. Výška lezení nepřesahuje hranici pro bezpečný dopad. Kvůli bezpečnosti se leze nad dopadovými matracemi. (Baláš et al., 2016).

**Lezení na obtížnost** – je poslední disciplínou na lezeckých soutěžích. Jde o lezení, kde si lezec při stoupaní vzhůru zapíná své lano do fixních jistících bodů. Lezec má za úkol zvládnout cestu bez pádu či odsednutí (Creasy, 1999). Soutěžící nemohou danou lezeckou linii předem vidět a tedy ani nacvičovat, překonávají cestu stylem OS (On Sight). Před začátkem závodu mají soutěžící určený čas, kdy si mohou cestu prohlédnout (Vomáčko, Boštíková, 2008).

Předložené studii se jeví sportovní lezení jako nejvhodnější, jelikož se zaměřuje na podávání opakovaného výkonu do maxima, který se v rekreačním nebo sportovním

lezení vyskytuje a tudíž lezec postrádá možnosti, jak co nejvíce krát po sobě podat dostačující výkon. I z tohoto důvodu lezení na obtížnost a bouldering korespondují s kontextem následujícího textu.

## 2.2 Zatížení ve sportovním lezení

Podle Jansy a Dovalila (2007) chápeme sportovní zatížení jako pohybovou činnost, která je vykonávána s cílem vyvolání aktuální změny funkční aktivity člověka. Ve svém dopadu má i trvalejší změny, a to nejen funkční, ale i strukturální a psychosociální. Jediný ukazatel velikosti zátěže neexistuje. Můžeme ji popsat jako vícerozměrnou veličinu, ve které jsou navzájem propojeny tyto charakteristiky zatížení:

- Intenzita cvičení
- Doba trvání cvičení
- Počet opakování cvičení
- Interval odpočinku mezi cvičením
- Způsob odpočinku (Dovalil et al., 2009)

Hauswirth et al. (2013) chápou zátěž (trénink) jako fyziologický stres, při kterém je narušena homeostaze svalů. Dochází tu k homeostatickým úpravám s cílem udržet stálost vnitřního prostředí těla během cvičení. Ke změnám, ke kterým dochází, patří zvýšení srdeční frekvence a frekvence ventilace, k redistribuci průtoku krve, ke zvýšení tělesné teploty a ke změnám v metabolickém toku. Znovunavrácení organismu do podoby, kterou mělo před začátkem cvičení, je závislé na mnoha faktorech, protože každá fyziologická změna má během rekonvalescenční doby jiný časový průběh. Závisí to i na délce trvání, intenzitě a modalitě cvičení.

Při vědomí uvedených charakteristik zatížení se nám nabízí možnost tvorby vědomě řízeného zatěžování, tedy i důležitost systematickosti opakovaného zatížení. Avšak musíme dbát na všechny body, zejména na interval odpočinku a způsob odpočinku. Z poznatků o adaptaci těla na zátěž sice vyplývá potřeba zatížení neustále navyšovat, ale toto konání nelze v tréninku dlouhodobě aplikovat. Zátěž, její opakování a velikost je potřeba obměňovat. Musíme dbát na výběr cvičení a její pohybový obsah,

ale také na vynakládané úsilí, celkové množství cvičení a jejich vzájemný poměr, posloupnost a kombinaci (Dovalil et al., 2007). Začlenění příliš vysoce intenzivního tréninku do programu zvyšuje riziko spojené s únavou, s přetěžováním a přetrénováním (Mujika et al, 2013).

Náročnost lezecké aktivity ve sportovním lezení je na lezeckých soutěžích vysoká. Velkou roli hrají zejména psychické faktory a jejich dopad a nátlak, no bez síly by lezec ztěžka uspěl. Síla je během soutěží v lezení využívána maximálně a prostor pro její obnovení je omezen časem.

Zátěž v lezení lze stanovit podle jejího objemu a intenzity. Při lezení s lanem na 30 metrové stěně bude zátěž jiná, než při bouldrovém lezení, kde si jeho aktivita vyžaduje několik obtížných kroků v maximální síle a rychlosti.

Objem lezení je charakterizován kvantitou, čili množstvím nalezených metrů, lezeckého času nebo lezeckých kroků. Intenzita je zas daná rychlostí pohybu, tedy kolik práce vykoná lezec za určitou časovou jednotku. Nicméně, v lezení o rychlosti mluvit či psát nelze, jelikož rychlost není determinující faktor výkonu (kromě disciplíny *lezení na rychlost*). Každý lezec má svůj styl, kterým překonává lezecké problémy. Samozřejmě, znalost techniky a taktiky lezeckých pohybů, může pobyt na stěně zkrátit a tím pomoci lezci ušetřit sílu na jiné obtížnější lezecké kroky (Baláš et al., 2016). Kratší dotek s chytmi a vyšší rychlost lezení byly zachyceny u výkonnostně lepších lezců (Donath et al., 2013).

Lezecký výkon je posuzován jako intermitentní zatížení, ve kterém se střídají fáze dynamické a statické, přičemž fáze dynamická slouží k vykonávání vlastního pohybu a fáze statická slouží k odpočinku nebo prohlédnutí si dalších kroků (Baláš et al., 2016).

Soutěžní disciplína „lezení na obtížnost“ anglicky řečeno *lead* je lezena stylem OS (On Sight), což znamená, že lezci před tím cestu nelezli. Vidět ji mohou před začátkem závodu a to v ohraničené době (6 minut). Už tento fakt o neznalosti cesty má velký význam pro lezení, protože znalost cesty zkracuje čas lezení. V lezeckém stylu OS je mnohem víc statických fází a krevní laktát dosahuje vyšších hodnot kvůli delším kontrakcím izomerického rázu (Baláš et al., 2016). Lezou se tu obvykle

2 kvalifikační kola, která se odehrávají na dvou nestejných cestách s přibližně stejným rázem a obtížností. Následuje semifinálové a finálové kolo. Kola jsou rozložena do dvou dnů. Minimální délka cesty je 12 metrů a čas stanovený na její prolezení je 6 minut maximálně. Pokus lezce na stěně končí jeho pádem nebo odsednutím. Odpočinek mezi dokončením pokusu na první cestě a nástupem na druhou cestu musí být minimálně 30 minut. Mezi dvěma koly (kvalifikace – semifinále, semifinále – finále) musí být minimálně 2 hodiny rozdíl mezi dokončením 1. kola a posledním závodníkem dané kategorie pro kolo další (IFSC, 2021).

Při disciplíně „bouldering“ má soutěžící za úlohou přelézt sérii krátkých lezeckých cest bez využití lana. Soutěže sestávají z kvalifikačního a finálového kola, a to buď ve dvou dnech (kvalifikační kolo první den, finálové druhý den) nebo v jednom dni (musí být minimální čas prodlevy 2 hodiny mezi posledním lezcem kvalifikačního kola a uzavřením izolace finálového kola, které nesmí proběhnout dřív než jednu hodinu před startem finálového kola). V kvalifikačním kole leze soutěžící 5 boulderů s pravidelným časovým intervalem lezení a odpočinku (5 minut pro první boulder - 5 minut pro odpočinek - 5 minut pro další boulder). Ve finálovém kole se může lézt stejným způsobem jako v kvalifikaci, nebo způsobem, kterým všichni finalisté lezou nejprve první boulder, pak druhý a tak dále. Časová dotace pro lezení boulderu ve finálovém kole je 4 minuty, pak se vrací do izolace (IFSC, 2021).

Je nutno podtrhnout, že lezení se vykonává v proměnlivých podmínkách, kde se stále mění stupeň obtížnosti cesty i kroků, velikost, tvar a vzdálenost chytu a převislost stěny. Nicméně, i představa o nastávajícím provedení pohybu a lezecká technika se podílejí na samotném výkonu a spolu se promítají ve funkční odezvě organismu. Watts a Drobish (1998) poukazují na snížení lezecké rychlosti a vzrůst statických fází při stoupající náročnosti cesty, úhlem převisu a lezení neznáme cesty a s tím samozřejmě spojeny jiné odezvy organismu.

### **2.2.1 Lokální zátěž v sportovním lezení**

Zátěž ve sportovním lezení můžeme zaměřit zejména lokálně, protože určité svalové řetězce jsou zde mnohem více namáhány na úkor jiných. Jde o svaly flexorů prstu a pletence ramenního. Svaly flexorů prstů hrají ve sportovním lezení důležitou

roli, a to především v disciplínách lezení s lanem (na obtížnost) a bouldering (Baláš et al., 2016). Quaine et al. (2011), White et al. (2010) a Bourne et al. (2011) označují sílu flexorů prstů za jeden z nejdůležitějších faktorů výkonu v sportovním lezení, přičemž izometrická síla je jednou z proměnných, která předpovídá úspěch v soutěžích ve sportovním lezení. Chce-li lezec vyvinout maximální sílu volným úsilím, využívá izometrickou kontrakci, protože při koncentrické kontrakci je síla vždy menší (Baláš et al., 2016). Valenzuela et al. (2015) považují sílu předloktí za dobrý ukazatel výkonu, protože jeho únava může vést k jeho snížení.

V předloktí se odehrávají vysoce intenzivní kontrakce, které zvyšují intramuskulární i cirkulující hladinu laktátu a vodíkových iontů v krvi a svalu, které zpomalují glykolýzy a narušují proces svalových kontrakcí. Odstranění laktátu a vodíkových iontů z aktivního svalu a krve po vysoce intenzivním cvičení se předpokládá jako rozhodující pro následný špičkový výkon (Corder et al., 2000). Heyman et al. (2009) charakterizují bolest svalů předloktí jako klíčový bod stavu vyčerpání, protože lezec není schopen udržet požadovanou polohu rukou na úchopech, což mu zabraňuje dokončit lezeckou cestu. Síla svalů předloktí je tedy jeden z limitujících indikátorů lezeckého výkonu, jelikož únava těchto svalů může vést ke snížení výkonu v lezení (Valenzuela et al., 2015).

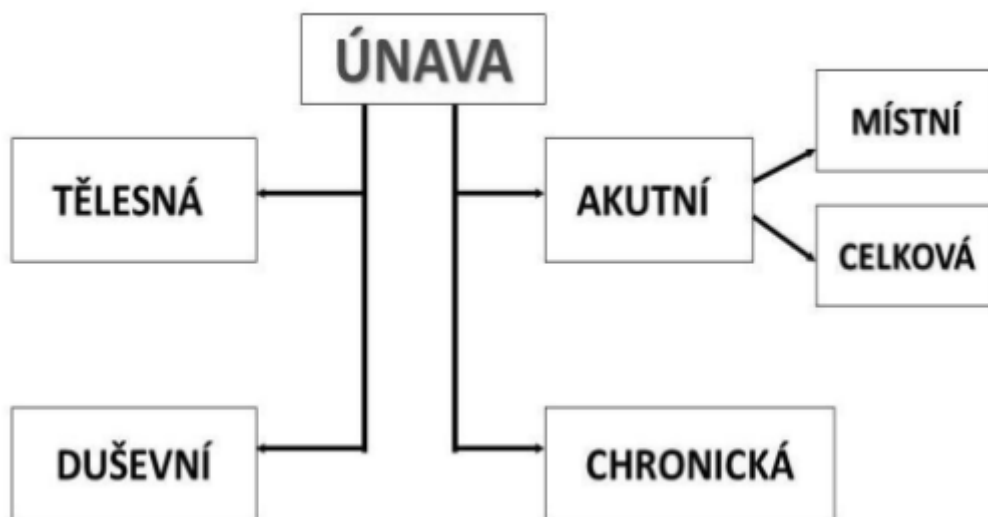
## 2.3 Únava

Únavu můžeme z fyziologického hlediska charakterizovat jako komplex, při kterém se objevuje snížená odezva různých tkání na podněty stejné intenzity nebo na podněty, které si vyžadují vyšší intenzity podnětu při získávání stejné odpovědi (Havlíčková et al., 1991). Svalová únava je definována jako přechodné snížení výkonnostní kapacity svalu nebo cvičení. Je způsobena cvičením nebo aktivitami v každodenním životě. Za příčinami svalové únavy stojí centrální a periferní mechanismy. (Cho, Lee et al., 2011) Toto tvrzení podporuje i Gandevia (2001), který tvrdí, že únava je cvičením vyvolané snížení maximální síly, vzniklé kvůli periferním změnám nebo kvůli centrálnímu nervovému systému, který nedokáže adekvátně pohánět motoneurony. Podle Hoškové et al. (2020) můžeme chápat únavu jako ochranný útlum centrální nervové soustavy. Bernacikové et al. (2017) také popisují únavu jako obranný mechanismus, který se projevuje poklesem výkonu a vede

k přerušení neboli snížení velikosti vykonávané činnosti. Únavu nelze sjednotit do záležitosti určitého orgánu nebo konkrétní funkce, jde tady vždy o celkový problém, kdy je postiženo více funkcí najednou a také funkce koordinační a řídicí (Jirka, 1990). Únava může být klasifikována jako duševní, odkazující na kognitivní nebo percepční aspekty únavy, nebo fyzická, odkazující na výkon motorického systému (Gruet et al., 2013).

Následující obrázek (Obrázek 1) poukazuje na přehledné rozdělení forem únavy podle Jirky (1990) na únavu tělesnou a duševní, akutní a chronickou.

Obrázek č. 1 Dělení jednotlivých forem únavy (Jirka, 1990)



Únava se obecně objevuje po intenzivním cvičení spojeným s vyčerpáním energetického substrátu, hypertermií, poškozením svalu, oxidačním stresem, zánětem a únavou nervového systému. Příznaky jako výsledek únavy se projevují jako poruchy reakční doby, zvýšení tuhosti svalů a tvorba otoků, snížená výkonnost, a to kvůli zvýšené bolestivosti svalů a úbytku svalové funkce (Leeder, Gissane et al., 2011).

- **Akutní únava**

Akutní únava vzniká po inadekvátní celkové nebo místní zátěži a tím pádem dojde k narušení homeostázy. Její trvání se prokazuje do délky 2 až 3 dnů. Její projevy mohou být jak objektivní (pokles výkonu, ukazovatele srdeční frekvence



a tlaku krvi) tak i subjektivní (pocit únavy, točení hlavy) (Bernaciková et al., 2017; Whyte & British Association of Sport and Exercise Sciences, 2006). Akutní únava může být rychle odstraněna odpočinkem (Wan et al., 2017). Dělíme ji na lokální a centrální únavu.

**Lokální únava** – zasahuje malé svalové skupiny (Hošková et al., 2020).

Mezi hlavní znaky tohoto typu únavy patří svalová bolest, snížená síla a snížená schopnost rychlého zapojení potřebné síly. Svalová bolest může být lokalizována v centrální nervové soustavě nebo v konečném motorickém neuronu a nakonec až v konkrétním svalu. Bolest ve svalu vzniká kvůli snížení pH vlivem akumulace H<sup>+</sup>, Pi a ADP (Hauswirth et al., 2013) úměrnému intenzitě a množství svalových kontrakcí, následné nahromadění vody ve svalu, akumulace vápníku v místě přechodu potenciálů akce a mnoha dalších fyziologických příčin (Jirka, 1990).

**Centrální únava** – je definována jako progresivní selhání dobrovolné aktivace svalu (Gruet et al., 2013). Při tomto typu únavy najdeme i některé projevy jako při únavě lokální. Dále k nim patří snížená schopnost koordinace, snížená kvalita aferentních (dostředivých) povelů, které mají za úkol organizovat kvalitu a rozsah prováděných pohybů a v neposledním řadě i snížená kvalita pohybových návyků a dynamických stereotypů. Celková únava ovlivňuje činnost svalstva, endokrinní a nervový systém a také tělesnou teplotu, která se zvyšuje. Mezi příčiny patří změny vnitřního prostředí (například dehydratace a redistribuce vody) a vyčerpání pohotovostních rezerv energie nebo nemožnost její využití (Jirka, 1990; Hošková et al., 2020).

- **Chronická únava**

Chronická únava se řadí ke stavu patologickému, který se v současnosti charakterizuje názvem “nevysvětlitelný pokles výkonnosti“. Dochází k němu kvůli nahromadění akutní únavy bez adekvátního pasivního nebo aktivního odpočinku po dobu několika týdnů, častým příkladem bývá přetrénování. Ale také opakované nebo současné působení vícero stresorů (různá onemocnění, chyby

v životosprávě, nedostatek spánku, vztahy s lidmi, nevyrovnanost v sexuálním životě a skupina dalších příčin), může mít za následek únavu chronickou (Jirka, 1990; Hošková et al., 2020). Chronická únava se projevuje několika příznaky. Mezi objektivní příznaky patří pokles výkonnosti a objektivní ukazovatele srdeční frekvence a tlaku krve. Mezi subjektivní příznaky patří nechutenství, poruchy spánku a menstruace, snížená obranyschopnost, agresivita a řada dalších (Bernaciková et al., 2017). Chronická únava je stav definovaný jako přetrvávající únava. Dochází zde k dlouhodobé převaze katabolických procesů nad anabolickými, a proto se chronická únava neléčí pouze odpočinkem. Do léčby mohou být zařazena i anabolika (Havlíčková et al., 1991).

### **2.3.1 Projevy únavy**

Obecný projev únavy svalů se prokazuje jako snížená schopnost vykonávat pohyb efektivně během aktivity neboli po aktivitě. Určování přesných faktorů únavy není jednoduché, protože změny nemusí probíhat jen na jednom místě, ale mohou probíhat paralelně na mnoha místech najednou. Jde tedy o stav s více faktory, který není založen pouze na jednom svalu. K měřitelným projevům únavy patří celá řada ukazatelů: snížení energetické účinnosti, zvýšená hladina laktátu, zvýšené vylučování některých hormonů, změny v bílém krevním obrazu, vyčerpání pohotovostních energetických zásob a řada dalších ukazatelů (Jirka, 1990; Place et al., 2010).

- **Objektivní pocit únavy**

U všech funkcí organismu se projevují objektivní pocity únavy, a to dle změn, které se objeví po opakovaném výkonu (Åstrand et al., 2003). Výkon se může snížit kvůli útlumům centrální nervové soustavy. Objektivně pozorovatelné změny se prokazují zaznamenáváním srdeční frekvence, respirační frekvencí, laktátu v krvi, kalorických výdajů spotřeby kyslíku a tak dále (Gil-Moreno-De-Mora, Guerrero, & Prat-Subirana, 2017).

- **Subjektivní pocit únavy**

Subjektivní únava se nejčastěji projevuje nechutí k pokračování v aktivitě, slabostí a bolestí, nebo zhoršeným vnímáním (Havlíčková et al., 1991). Trenéři

ve své každodenní praxi nevyužívají objektivní pocity únavy, protože nemají dostatek finančních prostředků na využití laboratoře k zpracování výsledků (Navin, 2010). Pocit únavy se ze subjektivního hlediska pohybuje na škále od mírné únavy až k úplnému vyčerpání (Åstrand et al., 2003). Ke zjištění pocitů subjektivní zátěže nám může pomoci Borgova škála (RPE – Ratings of perceived exertion) (Borg, 1998). Gunnar Borg ji vynalezl v 70. letech a lze ji využít k posouzení vynaloženého úsilí. V dnešní době se využívají dva typy stupnic: RPE 10 se škálou od 1 do 10 a dále RPE 15 se škálou od 6 do 20. Stupnice RPE 15 (Tabulka č. 1) je spojena s tepovou frekvencí testovaného, kdy hodnotu RPE můžeme vynásobit deseti. To odpovídá tepové frekvenci při aktuálním výkonu. Důležité je, abychom Borgovu škálu určili do 5 minut po zátěži, po delší době by mohlo dojít ke změně pocitů a tím pádem i k ovlivnění výsledků (Gil-Moreno-De-Mora et al., 2017).

**Tabulka č. 1 Borgova škála subjektivního pocitu únavy RPE 15 (Borg, 1998)**

	<b>Úroveň únavy</b>
6	Žádná námaha
7	Extrémně lehké
8	
9	Velmi lehké
10	
11	Lehké
12	
13	Trochu těžké
14	
15	Těžká
16	
17	Velmi těžká
18	
19	Extrémně těžká
20	Maximální námaha

### 2.3.2 Únava ve sportovním lezení

Pro lezecký výkon je určujícím faktorem síla a vytrvalost svalů předloktí, jelikož jejich únava může vést ke snížení lezeckého výkonu (Baláš et al., 2016; Quaine et al., 2011; White et al., 2010; Bourne et al., 2011; Valenzuela et al., 2015), a tak můžeme ve sportovním lezení zaměřit únavu zejména na únavu lokálního charakteru. Při výkonu se silově-vytrvalostním charakterem je únava svalů předloktí (únava lokálního charakteru) zapříčiněna snižujícím se pH, jehož malé množství má nedobrou vliv na činnost enzymů glykolýzy ve svalech (Baláš et al., 2016).

## 2.4 Zotavení

Zotavení lze doslovně objasnit jako uklidnění a vyrovnání všech funkcí zapojených do aktivity na úroveň stavu, ze kterého jsme vycházeli. Nicméně, ve sportu nejde právě o samotné uklidnění, ale zejména o přechod k novému stavu, který se od toho výchozího liší (Dovalil, 2007). Podle Åstrand et al. (2003) jde v zotavení zejména o snížení SF, dýchací frekvence, obnovení iontové rovnováhy a energetických rezerv, poklesu napětí ve svalech a zklidnění úrovně aktivace CNS. Jeffreys (2005) definuje zotavení jako vícerozměrný proces pro znovuobnovení výkonnostních schopností, který by mohl obsahovat spojení několika technik a metod. Tohle spojení je potřeba integrovat do plánu sportovce podle jeho osobnostních potřeb a charakteristik, aby byla zajištěna optimální návratnost. Proces zotavení musí zahrnovat dlouhodobé i krátkodobé plánování, kde v krátkodobém plánování sportovci potřebují obnovit výkonnostní schopnosti. Hausswirth et al. (2013) popisují podstatu aktivního zotavení v udržení submaximální práce po únavném cvičení s cílem zachovat úroveň výkonnosti mezi aktivitami. Má to zlepšit zotavení energetických, svalových a psychických mechanismů. Hošková et al. (2020) a Havlíčková et al. (2017) podle času rozdělují zotavení po výkonu na časně a pozdní. Časně zotavní navazuje přímo na prováděnou zátěž a jeho cílem je odstranit akutní únavu. Pozdní zotavení se označuje jako rekondice. Jeho forma je aktivní a má za úkol umožnit psychickou relaxaci a výkonnostní zotavení po předešlé dlouhotrvající tělesné činnosti s intenzivním rázem. Mujika et al. (2013) uvádí proaktivní formy zotavení (masáž, kryoterapie, ponoření do vody různých teplot, komprese a protahování) jako prostředky k posunutí rovnováhy mezi fyziologickým stresem a zotavením ve prospěch obnovování procesů v těle.

Bernaciková et al. (2017) uvádí jako hlavní úkol zotavení neboli regenerace odstranění únavy po výkonu. Jako typické příklady podává všechny formy regenerace z hlediska biologických prostředků.

Podle Mujika et al. (2013) trvá návrat těla do podoby, ze které vycházelo, individuálně. Každá fyziologická změna si vyžaduje jinou časovou dotaci. Například srdeční frekvenci, krevnímu laktátu a tělesné teplotě to může trvat několik minut, ale kognitivním funkcím hodiny. Když se cvičení prodlouží, obnova svalového glykogenu by mohlo trvat několik dní.

#### **2.4.1 Zotavovací prostředky**

Podle Hoškové et al. (2020) a Jirka (1990) dělíme zotavovací prostředky na 4 skupiny ve kterých je bezprostřední souvislost. Jejich komplexní využití je zapotřebí a výběr musí předcházet odpovídající analýze kvantitativní a kvalitativní zátěži, která je individuálně závislá na každém sportovci. Doporučuje se také komunikace trenéra a fyzioterapeuta.

##### **Pedagogické prostředky**

Pedagogické prostředky se skládají hlavně z činnosti trenéra, který zabezpečuje vhodnou volbu tréninkových metod a tréninkového plánu. Neodmyslitelnou součástí trenérova aktivity je správně zvolit relaci zátěže na tréninku a pasivní nebo aktivní regeneraci. Správní životospráve, respektování biorytmů a dostatku kvalitního spánku je nutno věnovat pozornost (Hošková et al., 2020; Jirka, 1990).

##### **Psychologické prostředky**

Aktuální emoční, psychický stav sportovce ovlivňuje kvalitu zotavení, a proto se mezi psychologické prostředky zařazuje působení na emoční napětí. Dále harmonizaci vztahů sportovce, starostlivost o pozitivní prostředí, management času a relaxační metody (jóga, meditace, Jakobsonova progresivní regenerace, sugestivní techniky). S převahou negativních emocí během zotavení, bude mít kvalita zotavení horší účinky (Hošková et al., 2020).

### **Biologické prostředky**

Hošková et al. (2020) dělí biologické prostředky na dvě skupiny:

1, Výživa, rehydratace, remineralizace.

2, Prostředky fyzikální, balneologické a regenerace pohybem:

- tepelní procedury,
- vodní procedury,
- elektroprocedury,
- světelné procedury,
- aktivní pohybové cvičení,
- masáže.

### **Farmakologické prostředky**

Tuhle skupiny prostředků může naordinovat pouze lékař, který dbá na individuální specifika jednotlivců. Farmakologické prostředky nelze podávat všem bez mezení, protože vycházejí ze zdravotního stavu a potřeb každého organismu zvlášť. Nejsou základním komponentem regenerace, ale jen její doplňkem (Hošková et al., 2020).

#### **2.4.2 Pasivní zotavení**

Hošková et al. (2020) charakterizují pasivní zotavení jako elementární aktivitu organismu, která se děje bez vnějšího působení. Probíhá již během zátěže, také i po zátěži organismu. Jejím cílem je návrat organismu k dřívější rovnováze organismu. Jirka (1990) se v této definici s Hoškovou et al. (2020) shoduje a přidává k ní informace z hlediska fyziologického, kterými jsou obnova zásob energetického fundamentu v buňkách, odstranění metabolické acidózy, postupná likvidace všech katabolitů nebo obnova k jejich sukcesivnímu vylučování a mnoho dalších. Dále popisuje pasivní zotavení při dlouhodobé, nebo příliš intenzivní aktivitě, kdy se všechny pochody těla připraví tak, aby byl organismus opět uzpůsoben k činnosti následující.

Mezi základní formy pasivního odpočinku spadá spánek, odpočinek v klidu nebo pasivní relaxace (Hošková et al., 2020; Havlíčková et al., 1991). Mezi další prostředky pasivního zotavení patří masáž, působení tepla, koupele, saunování a různé fyzikální prostředky (Havlíčková et al., 1991).

### 2.4.3 Aktivní zotavení

Aktivní zotavení lze popsat jako cíleně plánovanou činnost vykonávanou za účelem co nejrychlejšího obnovení přirozeného procesu zotavování po učiněné zátěži (Jirka, 1990; Hošková et al., 2020; Bernaciková et al., 2017). Cochrane (2004) chápe aktivní zotavení jako cvičení s přiměřenou intenzitou, které má za účel doplnit energetické zásoby a odstranit metabolický odpad vzniknutý po zátěži. Fyziologické východisko v tomto druhu zotavení spočívá v udržení perfuze krve v oblastech, které byly předtím zatěžovány. Hodnoty průtoku krve jsou klidové s mírnou intenzitou (60 % SFmax.) (Bernaciková et al., 2017; Havlíčková et al., 1991). Brooks (2000) se o aktivním zotavení vyjadřuje následovně: „*Aktivní zotavení je druh odpočinku, při kterém zotavné procesy probíhají během cvičení nízké až střední intenzity. Při tomto typu zotavení dochází k rychlejšímu odbourávání krevního laktátu než při pasivní formě zotavení. Svalová únava je odstraněna rychleji z důvodu zvýšení SF, což má za následek zrychlení průtoku krve. Laktát se hromadí v rychlých svalových vláknech a aktivním odpočinkem se částečně přesouvá do pomalých svalových vláken a jater*“, což souhlasí s tvrzením Cochran (2004), Bernacikovou et al. (2017) a Havlíčkovou et al. (1991).

Jako nejčastější formy jsou známa kompenzační cvičení, běh s nízkou intenzitou, plavání nebo obecně cvičení ve vodě a cyklické pohyby vykonávané při nízké intenzitě. Tato jiná sportovní cvičení (oproti předem vykonávané činnosti) nepůsobí jen jako fyzická regenerace, ale také jako psychologická regenerace, která přináší uvolnění velkého duševního napětí, které bylo vyvoláno jednotvárností tréninku nebo soutěže (Jirka, 1990).

Cochrane (2004) a Gillem (2004) pro stimulaci procesů na zotavení doporučují nejen mírnou intenzitu cvičení (ty by se měli pohybovat kolem 50-60 % SFmax. neboli 35 % VO<sub>2</sub>max), ale také čas, ve kterém by se měly aktivity vykonávat. Gill (2004) uvádí konkrétně od 7,5 minut do 20 minut. Intenzita zátěže při aktivním zotavení by neměla přesáhnout hranici 60-65 % SFmax. (Schurman et al., 2009), při této intenzitě

zátěže sice nerozvíjíme aerobní zdatnost jedinců, ale přispíváme tím ke zvýšené dodávce kyslíku do tkání, a tak se přísun zdrojů energie urychluje spolu s odplováním metabolitů ze svalů (Barnett, 2006).

Hausswirth et al. (2013) ve své knize shrnuli výsledky několika výzkumů, které sledovaly vliv rozdílu mezi pasivním a aktivním zotavením na různých sportech s různým sportovním výkonem. Při opakovaném výkonu se aktivní zotavení jeví jako přínosná metoda, ale liší se podle druhů výkonů:

Aktivní zotavení mezi dlouhými sprinty (>20 s) urychluje návrat do homeostazy a snižuje se kyslíkový dluh nahromaděný ze začátku cvičení.

Mezi krátkými sprinty (<6 s) je vhodnější cestou volba pasivního zotavení, protože zvyšuje resyntézu PCr, zatím co při aktivní zotavení je koncentrace PCr nižší. Předpokládá se, že aktivní zotavení při tomto typu výkonu snižuje dostupnost kyslíku pro resyntézu PCr v aktivních svalech.

Když se výkon musí opakovat v krátkém čase (<30 min) je zapotřebí naplánovat aktivní zotavení, jelikož urychluje návrat do homeostazy. Zejména ve výkonech anaerobního charakteru, ve kterých je únava spojena s akumulací metabolitů ve svalech a krvi, se aktivní zotavení použité mezi výkony na krátký čas (10-20 minut) jeví jako přínosné.

Při výkonech oddělujících se od sebe několika dny se aktivní zotavení podle výzkumníků nejeví významně přínosné.

Při pohledu na problém aktivního zotavení v lezeckém výkonu se mnohé studie a výzkumy zabíraly vlivem aktivního zotavení na organismus člověka, na rozdíly mezi pasivním zotavením a aktivním zotavením a také na rozdíly mezi samotnými způsoby aktivního zotavení, protože každé může mít jiné výsledky a dopady v organismu člověka. Zde jsou vypsány a stručně popsány některé studie zabývající se danou problematikou (v oblasti lezení):

1. Baláš et al. (2010) porovnávali vliv pasivního odpočinku – PAS, aktivního zotavení – ACT (chůze na běžeckém pásu o rychlosti 5 km/h), ponoření předloktí do studené vody (13°C) – CW a střídavé ponoření předloktí do teplé a studené vody



(13°C/37°C) – CAW na opakovaný lezecký výkon do vyčerpání, který se skládal ze třech testů na převisu o 45° a aplikoval se na skupině zkušených lezců. Mezi 1. a 3. testem byl zaznamenán pokles výkonu po PAS o 41 % a CAW o 24 %. Celkově zhodnotili, že ACT a CW jsou jako prostředky zotavení vhodné, když jde o opakovaný výkon v lezení do vyčerpání.

2. Heyman et al. (2009) zkoumali vliv 4 zotavovacích metod na opakovaný maximální výkon lezkyň. Test lezeckého výkonu se skládal z opakovaného lezení cesty 6b francouzské úrovně do vyčerpání v 35° sklonu s jistěním na horním laně (TR). Použité zotavovací metody byly: PAS, ACT (cykloergometr, 20-40 W), CW (5°C – 3 periody ponoření předloktí a paže po 5 minutách) a elektromyostimulace svalů předloktí – ES. Dospěli k tvrzení, že lepší lezecká výkonnost byla zaznamenána při zotavení ACT a CW v porovnání s metodami PAS a ES.

3. Valenzuela et al. (2015) komparovali vliv dvou různých typů aktivních zotavení na lezecký výkon: jednoduchého lezení na úrovni 4c francouzské úrovně – CR a chůze – WR. Studie se zúčastnilo 14 mužů lezecké schopnosti 4c (red point – RP) cesty dle francouzské stupnice a s minimálně dvouletou praxí s lezením. Zjistili, že vrchol La- hodnot byl nižší po CR oproti WR. Na konci studie shrnul, že mezi CR a WR byla zjištěna malá korelace mezi silou úchopu a výkonem a také mírná korelace mezi hodnotami laktátu v krvi a silou úchopu. CR metoda měla v porovnání s metodou WR o něco lepší výkon, zejména v porovnání druhého a třetího výkonu. Po CR metodě byl druhý výkon probandů  $19,4 \pm 6,7$  m v porovnání s metodou WR  $18,7 \pm 6,1$  m. Třetí výkon prokázal ještě výraznější rozdíly: CR  $18,6 \pm 7,2$  m; WR  $16,7 \pm 7,1$  m.

4. Draper et al. (2006) se zabírali komparací krátkodobého vlivu ACT a PAS zotavení na organismus. Výzkumu se zúčastnilo 10 aktivních lezců. Na začátku lezli lezci stěnu v převisu nahoru a dolů po dobu dvou minut. Poté následovalo PAS – 2 minuty v sedu nebo ACT – formou chůze (každý urazil 182 metrů). Pak následovalo pasivní zotavení po dobu 1,5 minuty. SF byla mezi ACT a PAS nevýrazná, ale koncentrace laktátu a RPE byly nižší po ACT. Dále ve svém výzkumu tvrdí, že použití větších nebo alternativních svalových skupin při ACT může prospět k odbourávání laktátu.

5. Psohlavec (2016) zkoumal efekt pasivního zotavení a dvou typů aktivního zotavení na opakovaný izometrický výkon, a to PAS a celkového zotavení

prostřednictvím chůze (6 km/h) – CZ a lokálního zotavení prostřednictvím intermitentního zatížení dominantní ruky (20 % síly flexorů prstů ve schématu 10s zatížení/10s pauza na speciálním přístroji – LZ). Výzkumu se zúčastnilo 10 rekreačních lezců. Shrnul, že oba typy aktivního zotavení mají výhodnější vliv na výkon v porovnání s PAS. Avšak, rozdíl vlivu na opakovaný výkon mezi CZ a LZ nebyl nalezen. Oba způsoby měly podobný vliv na výkon. Autor si tenhle „nerozdíl“ vysvětluje výběrem zkoumaného souboru, který byl heterogenní, co se týče zkušenosti lezců.

Další výzkumy zjistily, že rychlost mizení laktátu v krvi souvisí s intenzitou zotavení cvičení s optimální intenzitou mezi 25 % a 63 % VO<sub>2</sub>max (Corder et al., 2000; Baláš et al., 2010). Výše zmíněné studie se shodují, že použití aktivního zotavení zejména formou chůze má na opakovaný lezecký výkon pozitivní vliv (Baláš et al., 2010; Valenzuela et al., 2015; Draper et al., 2006; Psohlavec, 2016), stejně jako použitím cykloergometru (Heyman et al., 2009) či jednoduché lezecké cesty (Valenzuela et al., 2015), tedy při činnostech, kdy jsou použity i svalové řetězce dolních končetin, které nejsou při lezení tolik využívány oproti svalům předloktí. Jde tedy o činnosti, kde je podporován systémový oběh krve v celém těle během aktivního zotavení. Při aktivním zotavení založeném na lokální perfuzi (svalů předloktí) se studie rozdělují: Heyman et al. (2009) shledli nižší výkonnost při použití elektromyostimulace předloktí, naopak Psohlavec (2015) neuvádí rozdíl mezi výkony při použití chůze a lokálního zotavení. Ale, jak jsme výše uvedli, to může být zapříčiněno heterogenní skupinou lezců. Draper et al. (2006), Heyman et al. (2009), Green et al. (2007) ve svých výzkumech dokazují, že aktivní regenerace zahrnující velkou svalovou hmotu podporuje udržení úrovně výkonu, a to i při úkolech, které nezahrnují stejné svalové skupiny.

Navzdory všem výzkumům, které zmiňují laktát jako jeden z indikátorů únavy a pak následovného lezeckého výkonu, Barnett (2006) uvádí, že laktát nemusí být hlavním indikátorem únavy. Jedním z dalších může být také rychlost syntézy glykogenu po zátěži.

Obecně lze tvrdit, že aktivní zotavení umožňuje lepší výkon a u sportovců snižuje počet zranění, co nám dokazují i výše zmíněné výzkumy. Mnoho elitních sportovců trénuje tvrdě bez toho, aby dali svému tělu prostor a čas na zotavení, což může vést k přetěžování, špatnému výkonu nebo k vyhoření (Cochrane, 2004). Vrcholoví sportovci podávají na soutěžích opakované intenzivní výkony (například při lezeckých soutěžích, kdy probíhá několik startů za den) a jejich opakované podávání výkonu je o to náročnější, když je doprovázeno pocitem zvýšené bolesti svalů a následně jejich snížené funkce, která se podle Leeder et al. (2011) projevuje 20% poklesem výkonu. Bez dostatečné regenerace po nadměrné zátěži se vyvolávají poruchy funkce svalu, které někdy dospívají až k degenerativním změnám, jako například: úbytku mitochondrií, snížení počtu vláken, poklesu obsahu glykogenu a tak dále (Jirka, 1990). Podle Bernacikové et al. (2017) mohou patřičně zvolené zotavovací prostředky urychlit dobu, která je potřebná k odpočinku a také mohou mít výrazný vliv na následný výkon v zatížení.

## **2.5 Shrnutí teoretické části**

Lezení svým náročným obsahem u každého lezce vede k únavě vlivem intenzity zátěže, zejména k únavě lokálního charakteru, protože, jak je výše zmíněno, se svaly předloktí dostávají do většího napětí a využití na úkor jiných svalů. Únava svalů předloktí může vést ke snížení lezeckého výkonu. Nejen častým a vytrvalým tréninkem lze dosáhnout větší vytrvalost síly předloktí, ale také vhodně zvolenými zotavovacími prostředky, které se mohou vložit mezi lezecké výkony na dané soutěži nebo mezi opakujícími se zátěžemi na tréninku. Jestli je do aktivního zotavení vhodné zapojit pouze aktivaci dolních nebo horních končetin, nebo obojí najednou, tedy i aktivaci horních a dolních končetin, není dosud zcela jasné. Zapojením zotavující metody, která bude mít vhodnou intenzitu, dobu trvání a zaktivizuje celé tělo, zejména horní a dolní končetiny, můžeme očekávat rozdílné výsledky jako při zapojení pouze horních nebo dolních končetin.

## **3 Praktická část**

### **3.1 Cíle práce**

Cílem práce bylo posoudit efekt třech druhů aktivního zotavení na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů do vyčerpání, a to zotavení s izolovaným zapojením horních končetin, s izolovaným zapojením dolních končetin a se zapojením horních a dolních končetin.

### **3.2 Hypotézy**

- I. Zotavení s izolovaným zapojením horních končetin bude mít horší vliv na délku následujícího výkonu oproti zotavení se zapojením horních a dolních končetin.
- II. Zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin bude mít pozitivnější vliv na délku opakujícího se izometrického výkonu v porovnání se zotavením s izolovaným zapojením horních končetin a se zotavením se zapojením horních a dolních končetin.

## 4 Metodika práce

### 4.1 Soubor

Výzkumná skupina obsahovala celkem 8 účastníků: 6 mužů (průměr  $\pm$  směrodatná odchylka) ve věku  $32,5 \pm 8,9$  s hmotností  $77,5 \pm 6,5$  kg a s výškou  $179,7 \pm 5,5$  cm a 2 ženy ve věku 30 a 42 s hmotností 46 a 57 kg a s výškou 160 a 172,5 cm. Účastníci se řadili mezi skupinu lezců s minimální lezeckou výkonností 6 a maximální lezeckou výkonností 7+ podle kvalifikace UIAA (Union Internationale des Associations d' Alpinisme). Měření se vykonávalo pouze na dominantní horní končetině. Všichni testovaní uvedli pravou ruku jako svoji dominantní paži.

Nikdo z probandů nám neuvedl skutečnost, která by mohla narušit testování (například užívání medikamentů či různé alergie). Kromě jednoho účastníka, nikdo z testovaných nepožil před testováním tekutiny a potraviny obsahující kofein nebo jiné stimulační látky a dále nevykonával namáhavé cvičení.

Výzkum schválila Etická komise FTVS UK. Všichni testovaní byli informováni a seznámeni s průběhem testování a svým podpisem nám dali souhlas k měření a zpracování dat. V příloze přikládáme souhlas etické komise a vzor informovaného souhlasu.

### 4.2 Realizace měření

Celé měření probíhalo v laboratoři sportovní motoriky na UK FTVS v Praze. Měření se skládalo ze 4 návštěv v laboratoři, které byly od sebe odděleny minimálně 48 hodin. Každá návštěva obvykle trvala 90 minut (viz. Tabulka 2).

První návštěva se skládala z antropometrického měření, vyplnění vstupního protokolu (viz. příloha), následně zaučení na dynamometru 1D – SAC (SpaceLab, Sofie, Bulharsko), pak z testu maximální síly flexorů prstů u dominantní ruky a nakonec zaučení na lezeckém trenažéru (ClimbStation), a to tak, aby byl při vlastním testování vyloučen fakt vlivu zkušenosti probandů a aby se předešlo k neplatným výsledkům špatným provedením během testování (viz. Tabulka 2). Dynamometr je navržen tak, aby došlo k maximálnímu zapojení ohybačů prstů – musculus flexor digitorum profundus (FDP) a superficialis (FDS) bez aktivace palce (takzvaný otevřený úchop).

Součástí dynamometru je dřevěná lišta hluboká 23 mm zaoblená s poloměrem zakřivení 12 mm. Lišta je připevněna na tlakový senzor (měřící rozsah  $\pm 2\text{kN}$  s přesností 0,5 % a frekvencí snímání 125Hz).

Během ostatních návštěv vykonávali účastníci intermitentní test (8s zatížení/2s odpočinek) do vyčerpání s následným náhodně vylosovaným aktivním zotavením (zotavení s izolovaným zapojením horních končetin; s izolovaným zapojením dolních končetin; se zapojením horních a dolních končetin), kdy při jedné návštěvě byl využit jeden druh aktivního zotavení (viz. Tabulka 2). Každému měření předcházelo 15 minutové standardizované rozcvičení (5 minut chůze do schodů, 5 minut traverzování na lezecké stěně, 5 minut individuálního rozcvičení a visů na liště o hloubce 23 mm zejména dominantní paži). Měření i zotavení probíhalo při teplotě  $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  v místnosti, abychom předešli vlivu okolního prostředí na výkon.

Tabulka č. 2 Časový rozvrh měření

Testovací den	Průběh měření
1. den	<p>Popis průběhu měření</p> <p>Antropomotorické měření</p> <p>Zacvičené na dynamometru 1D – SAC</p> <p>Měření maximální síly flexorů prstů u dominantní ruky</p> <p>Zacvičení na lezeckém trenažeru ClimbStation</p>
Minimálně 48 hodin	
2. den	<p>Rozehřátí a rozcvičení (15 minut)</p> <p>Intermitentní test (8s/2s)</p> <p>Aktivní zotavení číslo 1 (náhodně vylosované) (22 minut)</p> <p>Intermitentní test (8s/2s)</p> <p>Aktivní zotavení číslo 1 (náhodně vylosované) (22 minut)</p> <p>Intermitentní test (8s/2s)</p>
Minimálně 48 hodin	
3. den	<p>Rozehřátí a rozcvičení (15 minut)</p> <p>Intermitentní test (8s/2s)</p> <p>Aktivní zotavení číslo 2 (náhodně vylosované) (22 minut)</p> <p>Intermitentní test (8s/2s)</p> <p>Aktivní zotavení číslo 2 (náhodně vylosované) (22 minut)</p> <p>Intermitentní test (8s/2s)</p>
Minimálně 48 hodin	
4. den	<p>Rozehřátí a rozcvičení (15 minut)</p> <p>Intermitentní test (8s/2s)</p> <p>Aktivní zotavení číslo 3 (náhodně vylosované) (22 minut)</p> <p>Intermitentní test (8s/2s)</p>

	Aktivní zotavení číslo 3 (náhodně vylosované) (22 minut) Intermitentní test (8s/2s)
--	--

Tabulka č. 3 Časový rozvrh jednotlivých typů aktivního zotavení

Průběh jednotlivých aktivních zotavení			
3 min	Přesun a příprava zotavení		
16 min	Náhodně vylosované aktivní zotavení (HK, DK, HDK)	4 min	Aktivní zotavení (HK, DK, HDK)
		2 min	Pasivní zotavení (sedění v klidu na židli)
		4 min	Aktivní zotavení (HK, DK, HDK)
		2 min	Pasivní zotavení (sedění v klidu na židli)
		4 min	Aktivní zotavení (HK, DK, HDK)
3 min	Přesun a příprava měření		

### 4.3 Použité metody

Naše práce je výzkumná a má kvantitativní charakter. Pro výzkum byl použit randomizovaný vnitroskupinový experiment. Každý námi měřený proband přešel všemi třemi způsoby aktivního zotavení.

#### 4.3.1 Maximální síla flexorů prstů

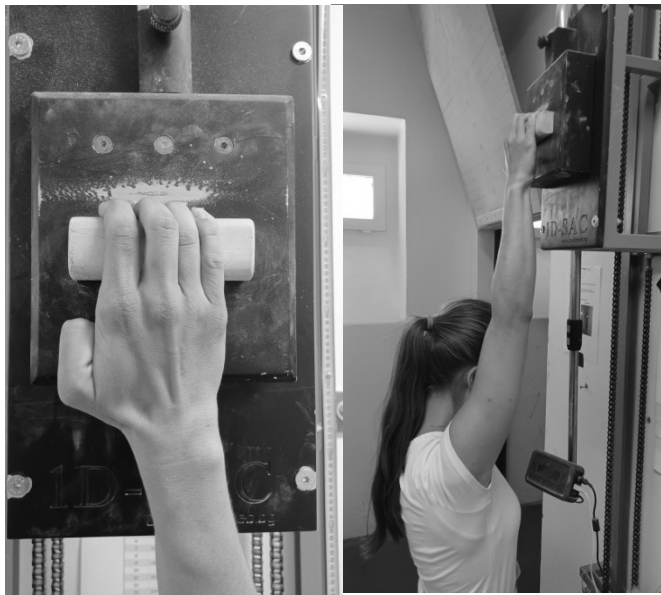
Pro zjištění maximální síly flexorů prstů jsme využili přístroj dynamometr 1D – SAC. Dynamometr využívá k měření síly 3D senzor s měřícím rozsahem  $\pm 2$  kN,



přesností 0,5 % a snímací frekvencí 125Hz. Tento přístroj se skládá z lišty o hloubce 23 mm s poloměrem 12 mm. Tyto parametry mají ideální rozměr pro měření maximální síly flexorů prstů (Baláš et al., 2014). Dále se skládá z displeje, umístěného pod lištou ve výši očí, kde se zobrazuje vyvinutá síla. Přístroj vydává zvukový signál, který koordinuje zatížení a odpočinek. Software umožňuje měření jak maximální síly, tak nastavení různých druhů zatížení dle našich potřeb (kontinuální test, intermitentní a další).

Při samotném testování stál proband pod lištou (její výšku si nastavil dle své potřeby), kterou uchopil posledními články prstů za použití čtyř prstů bez palce (takzvaný otevřený úchop) (viz. Obrázek 2). Tento typ úchopu se podle Baláš et al. (2014) jeví jako nejlepší pro testování maximální síly flexorů prstů. Rameno bylo v poloze flexe 180° a loket v úplné extenzi. Na zvukový signál přenesl proband maximální možnou hmotnost na prsty zachycené na liště a tím vyvinul maximální sílu v kg. Celý test maximálního výkonu se opakoval 2x s minutovým pasivním odpočinkem mezi výkony. Test probíhal pouze dominantní paží, která se nesměla pokrčovat v lokti.

**Obrázek č. 2 Přístroj na měření síly flexorů prstů a poloha prstů na liště**



#### **4.3.2 Intermitentní test**

Intermitentní vytrvalostní test proběhnul na stejném dynamometru jako test maximální síly. Účastník pomocí flexe v kolenních kloubech přerušovaně zatěžoval dynamometr v poměru 8s zátěž/2s pauza až do vyčerpání s intenzitou 60 % ± 10 %

MVC, což je hranice, kdy dochází k úplné krevní okluzi v zatěžovaném svalu (Baláš et al., 2016). Pokud úroveň síly poklesla o 10 % nastavené úrovně síly na dobu delší jako jedna sekunda, test se automaticky ukončil. Sílu, kterou by měl proband dynamometr přenášet, byla vypočtena softwarem přístroje. Průběh testu je zobrazován na monitoru a začátek a konec jednoho opakování je zřetelně ohlášen zvukovým signálem. Testovaný v testu pokračoval až do vyčerpání.

### **4.3.3 Aktivní zotavení**

V jeden testovací den byl aplikován vždy jeden druh aktivního zotavení a jejich pořadí bylo probandem náhodně vylosované. Celkem byly využity 3 druhy aktivního zotavení, a to s izolovaným zapojením horních končetin (HK), s izolovaným zapojením dolních končetin (DK) a se zapojením horních a dolních končetin (HDK) (viz. Tabulka 3).

#### **a) S izolovaným zapojením horních končetin (HK)**

Zotavení horních končetin probíhalo na stejném dynamometru jako intermitentní test. Účastník přerušovaně držel lištu (5s kontrakce a 5s uvolnění), po dobu 16 minut (3 x 4 min. zatížení a 2 min. pasivního odpočinku), intenzitou 20 %  $\pm$  10 % z lepšího maximálního výkonu testovaného. Probandovi jsme důsledně připomínali, aby po každé kontrakci svou ruku vyklepal.

#### **b) S izolovaným zapojením dolních končetin (DK)**

Zotavení se realizovalo formou chůze na běžeckém koberci při rychlosti 5 km/h. Intenzita zatížení odpovídala 60 % SFmax. a byla regulována sklonem pásu. Zotavení trvalo celkem 16 min. (3 x 4 min. chůze a 2 min. pasivní odpočinek).

#### **c) Se zapojením horních a dolních končetin (HDK)**

Zotavení se konalo formou lezení na lezeckém trenažéru ClimbStation na vyznačené cestě. Intenzita byla na 60 % SFmax. (ve sklonu +6° a rychlosti 6 m/s), bylo možné měnit rychlost, jakou se trenažer hýbal. Účastníci lezli

4 min, poté měli 2 min pasivní odpočinek, což celkem provedli 3x. Probandovi jsme důsledně připomínali, aby po každém kroku svou ruku vyklepal.

#### **4.3.4 Subjektivní hodnocení námahy**

Pro subjektivní hodnocení maximálního úsilí jedince byla vybrána Borgova škála s bodovou stupnicí o 15 bodech (6-20) zvanou RPE (Borg, 1998). Všichni účastníci byli předem obeznámeni s významem jednotlivých stupňů. Proband byl ihned po výkonu vyzván k označení jednoho stupně. Hodnocení námahy podle RPE bylo vykonáváno po každém výkonu při všech třech druzích aktivního zotavení.

### **4.4 Vyhodnocení výsledků**

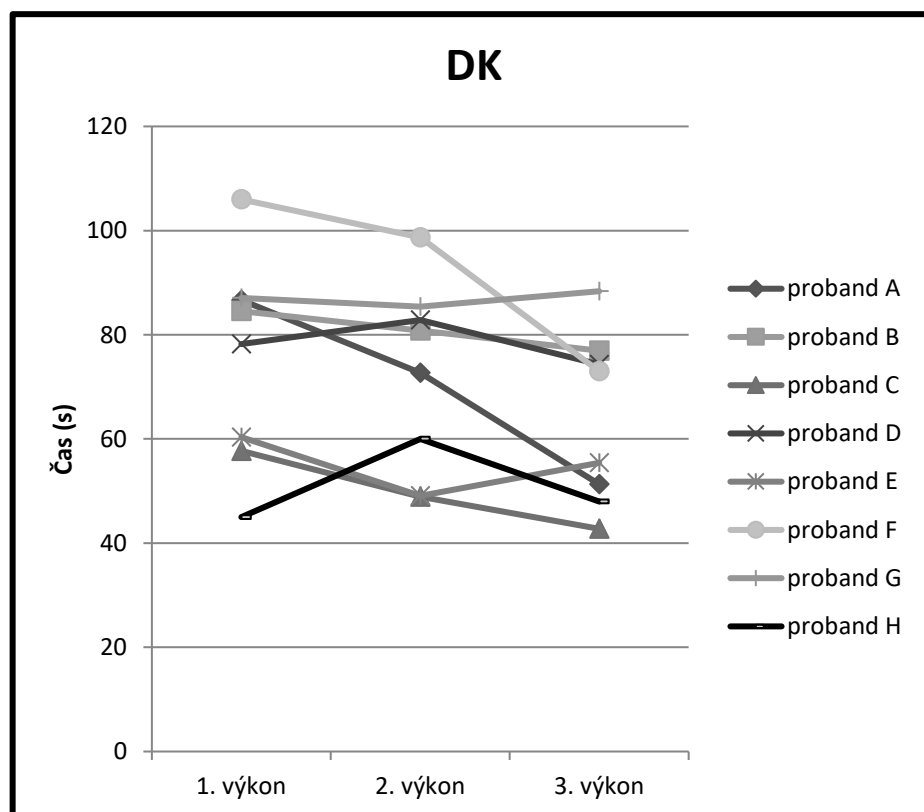
Po zpracování dat jsme v naší práci použili metody deskriptivní statistiky (míry centrální tendence – modus, aritmetický průměr, míry variability – směrodatná odchylka). Průměrné hodnoty spolu se směrodatnými odchylkami průměrných časů všech výkonů jsme zapsali do tabulky a jednotlivé výkony probandů při všech typech zotavení jsme zapsali do spojnicových grafů. Borgova škála byla zapsána do tabulky a byla hodnocena na základě modu kvůli ordinární povaze dat s ohledem na subjektivně vnímaný pocit námahy po výkonech.

## 5 Výsledky

Náhled do jednotlivých výkonů všech účastníků výzkumu po aktivaci aktivního zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin (DK), s izolovaným zapojením horních končetin (HK) a se zapojením horních a dolních končetin (HDK) nám poskytují grafy s čísly 1-3.

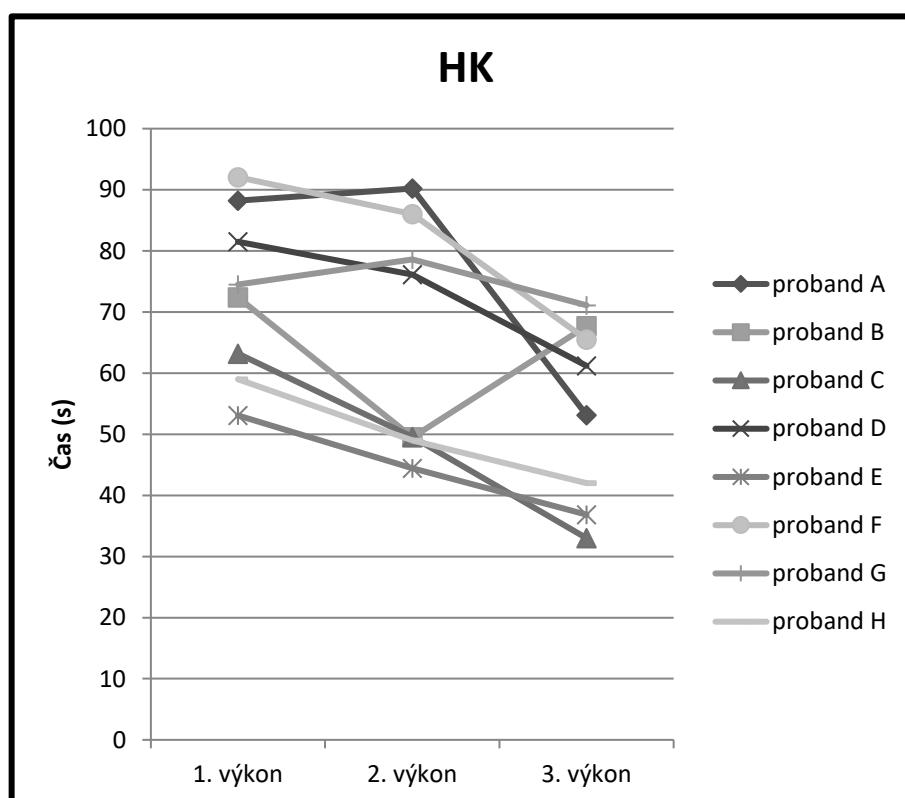
V grafu číslo 1 můžeme vidět pokles výkonů po druhém i po třetím výkonu skoro u všech probandů. Vzestup druhého výkonu oproti prvnímu výkonu lze vidět u probanda D a probanda H a vzestup třetího výkonu oproti druhému lze vidět u probanda E a probanda G. Proband G a H jako jediní dva prokazují lepší třetí výkon oproti svému prvnímu výkonu, a to o 1,5 % a o 6,7 %. U ostatních probandů (A, B, C, F) byl výkon sestupného charakteru. Největší sestup třetího výkonu oproti prvnímu měl proband F o 45,2 % a nejmenší sestup měl proband D, a to o 5,3 %. Považujeme za důležité podotknout, že čtyři účastníci měli pokles třetího výkonu oproti prvnímu výkonu pod 10 % a dva probandi dosáhli v třetím výkonu lepší výkon oproti prvnímu.

Graf č. 1 Individuální výkon po aktivaci aktivního zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin (DK)



V grafu číslo dva můžeme podobně jako u grafu číslo jedna vidět pokles výkonů po druhém a třetím výkonu u většiny probandů. Probandi se stoupajícím charakterem výkonu byli proband A a proband G, ale jejich třetí výkon oproti prvnímu výkonu klesl. U ostatních probandů (probandi B, C, D, E, F, H) lze vidět postupný pokles výkonů od prvního až ke třetímu. Nikdo z probandů neprokazuje lepší třetí výkon oproti prvnímu výkonu, jako tomu bylo u zotavení DK. Největší sestup třetího výkonu oproti prvnímu výkonu můžeme vidět u probanda C, a to o 47,8 %. Nejmenší pokles třetího výkonu oproti prvnímu lze vidět u probanda G o 4,6 %. U tohoto typu zotavení nacházíme jenom dva probandy, kteří měli pokles výkonů v porovnání s prvním výkonem pod 10 %, a to u probanda B (o 6,5 %) a u již zmíněného probanda G.

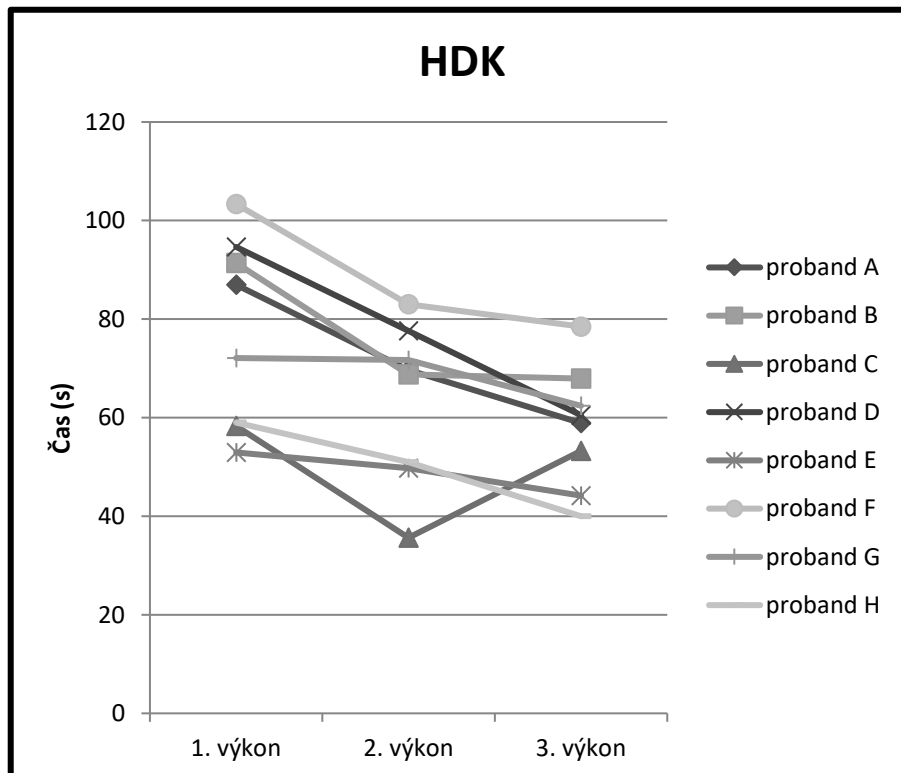
Graf č. 2 Individuální výkon po aktivaci aktivního zotavení s izolovaným zapojením horních končetin (HK)



V grafu číslo 3 lze vidět, že u všech probandů nastal pokles druhého výkonu oproti prvnímu výkonu, a také nenacházíme žádného probanda, který by měl třetí výkon lepší než první výkon. Při komparaci druhého a třetího výkonu nacházíme jednu výjimku oproti ostatním probandům, a to u probanda C, který měl druhý výkon horší

než třetí výkon. Výkon ostatních probandů (probandi A, B, D, E, F, G, H) byl sestupného charakteru. Největší pokles výkonu můžeme vidět u probanda D, a to o 36,10 % a naopak nejmenší pokles výkonu lze vidět u probanda C, a to o 8,7 %. U zotavení tohoto typu nacházíme jenom jednoho probanda, který dosáhl poklesu třetího výkonu oproti prvnímu výkonu pod 10 %, a to u již zmíněného probanda C.

Graf č. 3 Individuální výkon po aktivaci aktivního zotavení se zapojením horních a dolních končetin (HDK)



Při komparaci prvních výkonů jsou časy všech účastníků podobné, maximálně se od sebe lišily do 3 vteřin od průměrných hodnot průměrů časů (viz. Tabulka 4). Po realizaci náhodně vylosovaných zotavovacích metod téměř každý druhý a třetí výkon poklesl o několik vteřin, ale s rozdílnými hodnotami. Při izolované aktivaci dolních končetin (DK) klesl druhý výkon nejméně, a to o 4,5 % a třetí o 15,7 % v porovnání s prvním výkonem. Izolovaná aktivace horních končetin měla v porovnání s prvním výkonem pokles hodnot o 10,3 % po druhém výkonu a 26,2 % po třetím výkonu. Aktivací horních a dolních končetin současně poklesl druhý výkon oproti prvnímu výkonu o 18 % a třetí výkon o 24,7 %. Při srovnání poklesů jednotlivých zotavovacích metod mělo zotavení HK po druhém výkonu sice menší

pokles na délku výkonu jako zotavení HDK, ale po třetím výkonu je pokles hodnot výkonu v porovnání s prvním výkonem u zotavení HDK menší než při zotavení HK, a to o 1,5 %.

**Tabulka č. 4 Průměry a směrodatné odchylky výkonových časů při opakovaném izometrickém výkonu do vyčerpání (DK-zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin, HK-zotavení s izolovaným zapojením horních končetin, HDK-zotavení se zapojením horních a dolních končetin)**

	<b>1. výkon</b>	<b>2. výkon</b>	<b>3. výkon</b>
<b>DK</b>	75,7 ± 19,8	72,3 ± 18,1	63,8 ± 16,4
<b>HK</b>	72,9 ± 13,9	65,4 ± 19,1	53,8 ± 14,9
<b>HDK</b>	77,3 ± 19,2	63,4 ± 16,2	58,2 ± 12,4

Když zprůměrujeme procentuální pokles výkonů, které dosáhli poklesu nad 10 % výkonu, tak u zotavení HDK můžeme vidět pokles třetích výkonů oproti prvním výkonům o 25,81 % ± 8,6. Při zotavení HK nacházíme procentuální pokles výkonů, které dosáhli poklesu nad 10 % výkonu, o 33,37 % ± 8,5. Zotavení HK mělo sice u dvou probandů pokles výkonu pod 10 % oproti zotavení HDK, kde byl jenom jeden, ale průměrná hodnota poklesu výkonu u zotavení HK (o 33,37 %) měla vyšší hodnoty než při zotavení HDK (o 25,81 %).

V tabulce číslo 5 můžeme vidět subjektivní vnímání námahy probandů (RPE). Při zotavení DK a zotavení HK se po druhém výkonu nejčastěji objevoval stupeň 17, který odpovídá „velmi těžké námaze“. Nejčastějším stupněm po prvním výkonu při zotavení DK a zotavení HK byl stupeň 15, což odpovídá „těžké námaze“. Po třetím zotavení v zotavení HK a zotavení HDK byl nejčastěji se vyskytující stupeň námahy 17 „velmi těžká námaha“. Skoro ve všech typech zotavení lze vidět, že stupeň vnímané námahy se zvyšuje nebo zůstává na stejném bodě. V jednom případě, u zotavení DK třetí výkon oproti druhému výkonu, klesl stupeň námahy o jeden stupeň na úroveň 16, což je hranice mezi námahou „těžkou a velmi těžkou“.

**Tabulka č. 5 Subjektivní vnímání námahy (RPE) při opakovaném intermitentním izometrickém výkonu do vyčerpání (DK-zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin, HK-zotavení s izolovaným zapojením horních končetin, HDK.zotavení se zapojením horních a dolních končetin)**

	1. výkon	2. výkon	3. výkon
DK	15	17	16
HK	15	17	17
HDK	16	16	17



## 6 Diskuze

Ve studii jsme sledovali vliv třech druhů komplexního a lokálního aktivního zotavení na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů do vyčerpání. Použili jsme aktivní zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin, aktivní zotavení s izolovaným zapojením horních končetin a aktivní zotavení se zapojením horních a dolních končetin. Podle výsledků mělo zotavení DK oproti prvnímu výkonu nejmenší pokles na délku následujících výkonů, druhý výkon poklesl o 4,5 % a třetí výkon poklesl o 17,7 %. Zotavení HK a HDK mělo oproti zotavení DK menší vliv na délku opakovaného výkonu. Délka druhého výkonu při zotavení HK klesla o 10,3 % a délka třetího výkonu klesla o 26,2 % v porovnání s prvním výkonem. Při zotavení HDK klesla délka druhého výkonu o 18 % a délka třetího výkonu o 24,7 % oproti prvnímu výkonu. Z výše uvedeného vyplývá, že zotavení DK má za důsledek menší pokles v délce výkonu v porovnání se zotavením HK a zotavením HDK. Zotavení HDK má se zotavením HK podobný vliv na pokles opakovaného výkonu, ale s tím rozdílem, že po třetím výkonu má zotavení HDK menší pokles délky výkonu, a to 1,5 %.

Vliv aktivního zotavení na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů do vyčerpání zkoumali také Baláš et al. (2010), Heyman et al. (2009), Draper et al. (2006) a Psohlavec (2016), kteří do svých výzkumů zakomponovali také vliv pasivního zotavení. Všichni dospěli k tvrzení, že v lezecké oblasti má pasivní zotavení oproti aktivnímu zotavení ve výkonu větší pokles. Valenzeula et al. (2015) porovnávali pouze vliv dvou různých typů aktivního zotavení, jelikož, jak sami ve své studii uvádí, se aktivní zotavení v porovnání s pasivním zotavením ukázalo jako lepší možnost. Avšak typ aktivní činnosti, která by se měla v období odpočinku vykonávat, není dosud jasný.

Chůzi na běžeckém pásu jako zotavovací metodu si, podobně jako my, zvolili také Baláš et al. (2010), kteří využili stejnou rychlost chůze jako my, a to 5km/h se stejnou intenzitou 65 % SFmax., pro pozitivní ovlivnění opakovaného lezeckého výkonu v podobě lezení na převisu o sklonu 45 ° kruhově do vyčerpání. Ve výsledcích práce se zmiňují o vhodném zapojení zotavení formou chůze, když je lezcův výkon závislý na podávání opakovaného lezeckého výkonu do vyčerpání.

Draper et al. (2006) si také jako my za metodu aktivního zotavení zvolili chůzi, ale s menšími rozdíly. Zotavení mělo krátkodobý charakter a lezci si intenzitu zotavení (chůze) volili sami s pravidlem urazit 182 metrů do dvou minut. Pak následovalo 1,5 minuty pasivního zotavení pro přípravu a soustředění lezce na opětovný výkon, co spolu značilo 3,5 minuty zotavení (u nás to bylo 16 minut). Metodu chůze porovnával i s pasivním zotavením a shledal signifikantní rozdíly v koncentraci laktátu, kdy pasivní zotavení prokazovalo vyšší koncentraci laktátu v krvi než aktivní zotavení. Při hodnocení vnímané námahy vzrostlo skóre stupnice při výkonech podobně jako v našem případě (kromě zotavení DK, kde se RPE snížilo o jeden stupeň). SF při obou zotavovacích metodách byla podobná, lišila se pouze o malé hodnoty směrem vzhůru, a to při aktivním zotavení.

Metodu chůze použili také Valenzuela et al. (2015), kteří své probandy předem ústně obeznámili, aby si intenzitu chůze volili tak, aby odpovídala intenzitě zotavení podle nich samotných. Lezci vykonávali zotavení ihned po zatížení, které trvalo 1,5 minuty. Poté měli 30 vteřin na přípravu pro opakovaný výkon do vyčerpání. Tímto krátkým způsobem odpočinku chtěli Valenzuela et al. (2015) nasimulovat reálnou situaci na lezecké stěně, kdy jeden lezec leze a druhý ho jistí. Doba mezi vystřídáním lezce a jističe je podle něj kolem dvou minut, což zodpovídá dvouminutové době odpočinku. Pro komparaci k této metodě zotavení použil metodu lehkého lezení lezecké cesty úrovně 4c podle francouzské úrovně s opětovnou subjektivní volbou intenzity cvičení. Ve výsledcích můžeme vidět téměř podobné výsledky v hodnotách laktátu v krvi. Při zaměření se na počet nalezených metrů po aktivaci zotavení byl výkon po druhém a třetím výkonu lepší při zotavovací metodě lehkého lezení.

Skoro stejný způsob a průběh zatížení a výzkumu jako my uvádí Psohlavec (2016), který však namísto třech metod aktivního zotavení použil pasivní zotavení a dvě metody aktivního zotavení: chůzi a intermitentní lokální zatížení flexorů prstů. V porovnání s naší prací má Psohlavec při chůzi rychlost 6 km/h oproti naší práci, kde jsme aplikovali rychlost 5 km/h. Dále při metodě lokálního zotavení formou intermitentního zatížení jsme se lišili v pozici těla (u nás proband při zotavení stál, u Psohlavce (2016) seděl) a také v délce času, kdy proband opakovaně vyvíjel sílu flexorů prstů na dřevěnou lištu (naš proband vyvíjel sílu v schématu 5s zatížení/5s pauza, u Psohlavce (2016) 10s zatížení/10s pauza). Síla vyvíjená na lištu byla stejná, a to 20 % z lepšího maximálního výkonu. Pasivní zotavení mělo horší vliv na výkon než

oba dva typy aktivního zotavení, jako jsme již výše uvedli, ale při porovnání jejich dvou druhů významný rozdíl neshledal. Oba měli podobný vliv na výkon. Autor si tenhle fakt vysvětlil výběrem souboru, který byl ve sféře zkušenosti lezců různorodý. V našem výzkumu jsme shledali lepší výsledky při chůzi.

Na základě komparace výše uvedených výzkumů lze vidět relevanci s naší prací, kde jsme také využívali metody aktivního zotavení na opakovaný výkon. Aplikací metody chůze byly zjištěny pozitivní výsledky na lezecký výkon u Baláše et al. (2010) Dropera et al (2006). Valenzuela et al. (2015) shledali lepší výkon při metodě lehkého lezení v porovnání s chůzí a Psohlavec (2016) shledal podobné výsledky v délce výkonu po aktivaci zotavovacích metod chůze a intermitentního lokálního zatížení flexorů prstů.

Při pohledu na grafy číslo 1-3 a také z analýzy dat v naší práci je zřejmé, že zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin (DK) mělo nejmenší vliv na pokles výkonu v porovnání se zotavením s izolovaným zapojením horních končetin (HK) a se zapojením horních a dolních končetin (HDK). V zotavení DK až tři probandi dosáhli pokles třetího výkonu pod 10 % oproti prvnímu výkonu a další dva dosáhli zlepšení třetího výkonu oproti svému prvnímu výkonu (proband G a H). U probanda H však můžeme polemizovat, zda jde o hodnověrné výsledky, jelikož se proband H den před naším měřením zúčastnil závodu v orientačním běhu. Tato skutečnost se mohla podepsat na jeho prvním výkonu při zotavení DK, protože dvě předešlá měření měla stejný první výkon (59s) a jeho další výkony měly sestupný charakter s výjimkou jednoho měření (měření se zotavením DK), které mělo různorodý charakter (45s – 60s – 48s). Zbylé dvě metody aktivního zotavení (HK a HDK) měly srovnatelné výsledky v konečném třetím výkonu v porovnání s prvním výkonem: HK – pokles o 26,2 %, HDK – pokles o 24,7 %. Zprvu se zotavení HDK jeví jako méně přínosné (jeho pokles po druhém výkonu probandů klesl o 18 %) v porovnání se zotavením HK (pokles o 10 %), ale v konečném výsledku má zotavení HDK o 1,5 % menší pokles na výkon v porovnání se zotavením HK.

Během měření jsme se setkali s několika případy, kdy byl první výkon horší než výkon druhý. Jmenovitě šlo o tyto probandy: proband D, proband H (kterého jsme již odůvodnili) při zotavení DK a proband A a proband G při zotavení HK. Tento fakt může mít různorodé důvody. Námi navrhované odůvodnění vysvětlujeme nedostatečným rozehráním a rozcvičením. Každý člověk má individuální potřeby a jeho organismus si vyžaduje jiné postupy. Tento důvod ovšem nemusí být úplně podstatný,

jelikož u zmíněných probandů (proband D, A, G) mohla nastat i jiná a důležitější změna. Především změna v předešlém režimu dne, hlavně ve spánku. Spánek, jak uvádí Pastucha (2014), má za příčinu obnovu funkcí, zejména nervového systému, a při jakékoliv jeho poruše dochází k poklesu výkonnosti jedinců. Hausswirth et al. (2013) dokonce považují spánek za jednu z nejlepších strategií regenerace, a to nejen jeho kvantitu, ale také kvalitu, která napomáhá optimalizaci fyziologické adaptace na zlepšení výkonu. U výše zmíněných probandů šlo o jednorázovou skutečnost, kdy byl jejich první výkon horší než druhý výkon. Proto může být korelace jednorázového poklesu výkonu s kvalitou a kvantitou spánku hodnověrnější než nedostatečné rozcvičení.

Zvýšený třetí výkon v porovnání s nižším druhým výkonem lze vidět u probanda E a probanda G při zotavení DK, u probanda B při zotavení HK a u probanda C při zotavení HDK. U dvou z uvedených probandů (proband B a C) je nižší druhý výkon oproti třetímu výkonu odůvodněn předčasně ukončeným intermitentním testem do vyčerpání, kdy přístroj předčasně test ukončil, přestože se probandi nedostali na hranici vyčerpání.

Z výsledků naší práce a také výše zmíněných studií je zřejmé, že zotavení obsahující aktivaci svalových skupin, které při lezeckém výkonu nehrají dominantní roli (například dolní končetiny), prospívá k opětovně podávanému výkonu, když jde o lezeckou činnost. Valenzuela et al. (2015) ve své práci shrnuli několik studií, které uvádí, že aktivace předtím neaktivních svalů může ovlivnit průtok krve do různých částí organismu, což pomůže k odstranění metabolitů laktátu v krvi a následně ke zlepšení výkonnosti lezce.

V praxi lze tyto praktiky také uplatnit. Ve sportovním lezení, když má lezec během soutěží prostor na odpočinek před nástupem na druhý výkon, se nám zotavení DK jeví jako nejdostupnější metoda, protože není náročná na vybavenost a lze ji vykonávat v podstatě kdekoliv. Při rekreačním lezení na umělé stěně nebo na přírodní skále se dá zotavení DK také jednoduše aplikovat. V obou případech lezec nepotřebuje druhou osobu, bez které by činnost nebyla možná. Stačit mu bude pouze sporttester nebo sportovní hodinky, které mu jednoduše měří SF, podle které se dá zcela lehce volit požadovaná intenzita zotavení – 60 % SFmax.. Při této SF se průtok krve v těle nezastaví (Cohrane, 2004) a tím přispíváme ke zvýšené dodávce kyslíku do tkání (Barnett, 2006). Při zotavení HDK potřebuje lezec k sobě jističe a také vhodnou

lezeckou cestu, která by sloužila k zotavení, ne k ještě většímu vyčerpání. Zotavení HK je pro realizaci ve volném prostředí (mimo laboratoř) náročnější, protože lezec přesně neví, jakou silou by měl na lištu působit. Když shrneme i psychické faktory zotavovacích metod, tak zotavení DK lezce odpoutává od lezecké činnosti, tudíž se nesoustředí na únavu předloktí, což může být také jedním z faktorů, které přispívají k lepším výsledkům při zotavení DK. Podobně při zotavení HDK se lezec tolik nesoustředí na lokální únavu, jelikož do činnosti zapojuje také jiné části těla a námaha se tak může rozložit do celého organismu. V porovnání se zotavením HK je lezcova pozornost přímo upnuta na horní končetinu, která byla namáhána během zátěže, a při zotavení ji opět izolovaně zatěžujeme. To může přispívat k hodnotám naměřených výsledků.

Naše práce měřila 8 probandů, lezců, lezecké úrovně 6 až 7+ UIAA. Realizace testování se vykonávala ve víceméně stálých podmínkách prostředí, bez požívání jakýchkoli stimulačních látek. Probandy jsme neustále povzbuzovali, aby byl jejich výkon co nejlepší. Nicméně, na základě vybraného souboru se domníváme, že výsledky práce by byly jiné, kdyby se výzkumu zúčastnil jiný vzorek probandů. Lezci lezecké úrovně 7+ UIAA a výše by mohli prokazovat jiné výsledky na celkovou i lokální únavu a zotavení po aplikaci námi vybraných metod. U nich předpokládáme pozitivnější vliv na pokles výkonu u zotavení HDK a DK.

Pro ještě větší potvrzení námi naměřených výsledků by bylo zapotřebí studii rozšířit o více probandů, které bychom následně rozdělili do skupin podle jejich výkonnosti. Rozdělení lezců do skupin by pomohlo určit vhodný druh zotavení pro jednotlivou skupinu lezců, protože stupeň znalosti lezeckých technik a stupeň lezecké výkonnosti hrají při zotavení důležitou roli.

## 7 Závěr

Zotavení s nepozitivnějším efektem na pokles opakovaného výkonu flexorů prstů bylo zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin. Jeho pozitiva se v porovnání s dalšími dvěma metodami objevila v druhém i v třetím opakovaném výkonu flexorů prstů do vyčerpání. Při zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin a se zapojením horních a dolních končetin byl vliv oproti zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin méně pozitivní. Jejich výsledky byly téměř stejné. O něco málo lepší výsledky byly zjištěny při zotavení se zapojením horních a dolních končetin. Aplikace zotavení s aktivací dolních končetin pomáhá k celkovému i lokálnímu odbourávání únavy.

## Literatura

- ÅSTRAND, P. O., RODAHL, K., DAHL, H., STROMME, S. (2003). *Textbook of Work Physiology* (4 ed.). Champaign: Human Kinetics.
- BALÁŠ, J. (2016). *Fyziologické aspekty výkonu ve sportovním lezení*. Praha: Univerzita Karlova.
- BALÁŠ, J., CHOVAN, P., MARTIN, A. J. (2010). Effect of hydrotherapy, active and passive recovery on repeated maximal climbing performance. *Acta Universitatis Carolinae, Kinanthropologica*, 46(2), 66-73.
- BALÁŠ, J., MRŠKOČ, J., PANÁČKOVÁ, M., DRAPER, N. (2014). Sport-specific finger flexor strength assessment using electronic scales in sport climbers. *Sports Technology*, 7(3-4), 151-158.
- BALÁŠ, J., VOMÁČKO, L., FRAINŠIC, M., ŠAFRÁNEK, J. (2013). *Multimediální učebnice Turistika a sporty v přírodě*. Retrieved 25.2., 2022, from [www.ftvs.cuni.cz/eknihy/turistika](http://www.ftvs.cuni.cz/eknihy/turistika).
- BARNETT, A. (2006). Using recovery modalities between training sessions in elite athletes – Does it help? *Sports Medicine*, 36(9), 781–796.
- BERNACIKOVÁ, M., et al. (2017). *Regenerace a výživa ve sportu*. Brno: Masarykova univerzita.
- BORG, G. (1998). *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Champaign, IL.: Human Kinetics.
- BOURNE, R., HALAKI, M., VANWASEELE, B., CLARJE, J. (2011). Measuring lifting forces in rock climbing: Effect of hold size and fingertip structure. *Journal of Applied Biomechanics*, 27, 40-46.
- BROOKS, G. A., (2000). Intra- and extra-cellular lactate shuttles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 790-799.
- CREASY, M., et al. (1999). *The Rock Climber*. Limited Hermes House.
- COCHRANE, D. J. (2004). Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review. *Physical Therapy in Sport*, 5(1), 26-32.

- CORDER, K. P., POTTEIGER, J. A., NAU, K. L., FIGONI, S. F., HERSHBERGER, S. L. (2000). Effects of active and pasive recovery conditions on blood lactate, rating of perceived exertion, and performance during resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(2), 151-156.
- DOVALIL, J. et al. (2009). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- DRAPER, N., BIRD, E. L., COLEMAN, I., HODGSON, CH. (2006). Effects of Active Recovery on Lactate Concentration, Heart Rate and RPE in Climbing. *Sport Science & Medicine*, 5(1), 97-105.
- GANDEVIA, S., C.(2001). Spinal and Supraspinal Factors in Human Muscle Fatigou. *Physiological Reviews*, 81(4), 1725-1789.
- GIL-MORENO-DE-MORA, G., GUERRERO, J. P., PRAT-SUBIRANA, J. A. (2017). Assessment of the subjective perception of fatigue in competition motorcyclists rally-raid dakar. *Accion Psicologica*, 14(1), 93-104.
- GREEN, J. M., YANG, Z., LAURENT, CH. M., DAVIS, J., KERR, K., PRICHETT, R. C., BISHOP, P. A. (2007). Session RPE following Interval and Constant-Resistance Cycling in Hot and Cool Environments. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (11), 2051-2057.
- GRUET, M., TEMESI, J., RUPP, T., LEVY, P., MILLET, G. Y., VERGES, S. (2013). Stimulation of the motor cortex and corticospinal tract to asses human muscle fatigue. *Neuroscience*, 231, 384-399.
- HAVLÍČKOVÁ, L., BARTUŇKOVÁ, S., DVOŘÁK, R., MELICHNA, J., ŠRÁMEK, P., VRÁNOVÁ, J. (1991). *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*. Praha: Univerzita Karlova.
- HAUSSWIRTH, CH., MUJKA, I. (2013). *Recovery for performance in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- HEYMAN, E., DE GUES, B., MERTENS, I., MEEUSEN, R. (2009). Effects of four recovery methods on repeated maximal rock climbing performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(6), 1303-1310.
- HOŠKOVÁ, B., MAJEROVÁ, S., NOVÁKOVÁ, P. (2020). *Masáž a regenerace ve sportu*. Praha: Univerzita Karlova



- CHA, K., LEE, E., HEO, M., SHIN, K., SON, J. KIM, D. (2015). Analysis of climbing postures and movements in sport climbing for realistic 3D climbing animations. *Procedia Engineering*, 112, 52-57.
- CHO, H., LEE, S., H., IN, S. T., LEE, K., J., SONG, CH., H. (2011). Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) and Changes in Postural Balance and Muscle Contraction following Muscle Fatigue. *Journal of physical therapy science*, 23, 899-903.
- IFSC. (2021). 2021 Rules. Retrieved 5.3., 2022, from [https://cdn.ifsc-climbing.org/images/World\\_Competitions/2021\\_IFSC\\_Rules\\_v165.pdf](https://cdn.ifsc-climbing.org/images/World_Competitions/2021_IFSC_Rules_v165.pdf)
- JANSA, P., DOVALIL, J. et al. (2007). *Sportovní příprava*. Praha: Q-art.
- JEFFREYS, I. (2005). A multidimensional approach to enhancing recovery. *Strength and Conditioning Journal*, 27(5), 78-85.
- JIRKA, Z. (1990). *Regenerace a sport*. Praha: Olympia.
- LEEDER, J., GISSANE, C., VAN SOMEREN, K. GREGSON, W., HOWATSON, G. (2011). Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 46, 233-240.
- NAVIN, A. (2010). *Sports coaching: a reference guide for students, coaches and competitors* (1st ed.). Ramsbury: Crowood.
- QUAINE, F., VIGOUROUX, L., PACLET, F. COLLOUD, F. (2011). The thumb during the crimp grip. *International Journal of Sports Medicine*, 32(1), 49-53.
- PASTUCHA, D. (2014). *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly* (1st ed.). Praha: Grada.
- PROCHÁZKA, V., PROCHÁZKA, V., ML., ROTMAN, I., & NOVÁK, J. (1990). *Horolezectví*. Praha: Olympia.
- PSOHLAVEC, L. (2016). *Efekt dvou typů aktivního odpočinku na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů*. Praha, 2016. 71 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí práce Jiří Baláš.
- SCHURMAN, C., SCHURMAN, D. (2009). *The Outdoor Athlete*. Champaign, IL.: Human Kinetics.

- VALENZUELA, P. L., DE LA VILLA, P., FERRAGUT, C. (2015). Effect of two type sof aktive recovery on fatigue and climbing performance. *Sport Science & Medicine*, 14(4), 769-775.
- VOMÁČKO, L., BOŠTÍKOVÁ, S. (2008). *Lezení na umělých stěnách*. Praha: Grada.
- WAM, J., QIN, Z., WANG, P., SUN, Y., LIU, X. (2017). Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & Molecular Medicine*, 49, 384.
- WATTS, P. B., DROBISH, K. M. (1998). Physiological responses to simulated rock climbing at different Angeles. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 1118-1122.
- WHITE, D. J., OLSEN, P. D. (2010). A time motion analysis of bouldering style competitive rock climbing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1356–1360.
- WHYTE, G. P., & British Association of Sport and Exercise Sciences. (2006). *The physiology of training*. Edinburgh: Churchill Livingstone/Elsevier.

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Dělení jednotlivých forem únavy (Jirka, 1990).....	16
Obrázek č. 2 Přístroj na měření síly flexorů prstů a poloha prstů na liště .....	33

## Seznam grafů

Graf č. 1 Individuální výkon po aktivaci aktivního zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin (DK) .....	36
Graf č. 2 Individuální výkon po aktivaci aktivního zotavení s izolovaným zapojením horních končetin (HK) .....	37
Graf č. 3 Individuální výkon po aktivaci aktivního zotavení se zapojením horních a dolních končetin (HDK) .....	38

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Borgova škála subjektivního pocitu únavy RPE 15 (Borg, 1998).....	19
Tabulka č. 2 Časový rozvrh měření .....	31
Tabulka č. 3 Časový rozvrh jednotlivých typů aktivního zotavení .....	32
Tabulka č. 4 Průměry a směrodatné odchylky výkonových časů při opakovaném izometrickém výkonu do vyčerpání (DK-zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin, HK-zotavení s izolovaným zapojením horních končetin, HDK-zotavení se zapojením horních a dolních končetin).....	39
Tabulka č. 5 Subjektivní vnímání námahy (RPE) při opakovaném intermitentním izometrickém výkonu do vyčerpání (DK-zotavení s izolovaným zapojením dolních končetin, HK-zotavení s izolovaným zapojením horních končetin, HDK.zotavení se zapojením horních a dolních končetin).....	40

## **Seznam příloh**

Příloha 1: Informovaný souhlas s účastí na výzkumu

Příloha 2: Vstupní protokol

Příloha 3: Protokol zotavení

Příloha 4: Souhlas etické komise

## INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,  
v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádáme o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci disertační práce s názvem Efekt aktivních zotavovacích metod na opakované izometrické kontrakce flexorů prstů do vyčerpání prováděné v laboratoři sportovní motoriky v prostorách UK FTVS.

1. Pilotní studie bude probíhat v období listopad 2020, hlavní část listopad 2021.
2. Projekt je financován v rámci ČŽV 60040011.
3. Cílem studie je posoudit efekt aktivního zotavení s různou mírou zapojení svalových skupin na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů.
4. Způsob zásahu bude neinvazivní. Budete se účastnit čtyř měření, při prvním měření uděláme několik vstupních testů (antropometrické měření, zátěžový test na běhátku – při zvyšujícím se sklonu až na úroveň anaerobního prahu, měření maximální síly prstů na liště, zacvičení na dynamometru a na pohyblivé lezecké stěně ClimbStation, test perfuze flexorů prstů, test oxidační kapacity flexorů prstů), při ostatních návštěvách se nejprve rozcvičíte, naměříme Vám klidové hodnoty a potom budete provádět 3 přerušované výkony na liště (dynamometru) do vyčerpání. Při jedné návštěvě budete provádět mezi výkony vždy jeden druh zotavení ze tří (sezení v klidu, lehké zatížení na dynamometru, lezení lehké cesty na lezeckém trenažeru), ostatní druhy provedete v jiných 2 dnech.
5. Každý účastník absolvuje čtyři měření (oddělené od sebe min. 48h), jedno měření bude trvat přibližně 90 minut.
6. Rizika, která z tohoto měření plynou, jsou stejná jako při běžném lezení na stěně či při tréninku na liště. Zraněním chceme předejít standardizovaným rozcvičením. Bezpečnost účastníků bude pouze v gesci kvalifikovaných instruktorů. Veškeré měření bude probíhat na speciálním dynamometru 1d-sac a na lezeckém trenažeru ClimbStation nad certifikovanou dopadovou matrací. Před vlastním měřením bude lezecký trenažér zkontrolován kvalifikovanou osobou.
7. Projektu se nemohou účastnit osoby s kardiovaskulárním onemocněním, hypertenzí, onemocnění kloubů ruky či podobně, akutním onemocněním či úrazem a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.
8. Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.
9. Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno, příjmení, e-mail, které budou bezpečně uchovány v heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít pouze hlavní řešitel projektu. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.
10. Během výzkumu budou pořizovány fotografie, anonymizace osob na fotografiích bude provedena rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. K neanonymizovaným fotografiím bude mít přístup hlavní řešitel, budou bezpečně uchovány v heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, smazány budou do 1 dne po testování.
11. S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v disertační práci nebo na e-mail adrese: [krupkova@ftvs.cuni.cz](mailto:krupkova@ftvs.cuni.cz)
12. V maximální možné míře zajistíme, aby získaná data nebyla zneužita.

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

Jméno a příjmení předkladatele projektu Mgr. Dominika Krupková Podpis: .....

Jméno a příjmení hlavního řešitele: Mgr. Dominika Krupková

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení Mgr. Dominika Krupková Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku u sportovního lékaře.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum .....

Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis: .....



# Protokol zotavení

Příjmení:

Jméno:

Výška 1D-sac:

Datum:

Druh zotavení:

TSI klid:

	1. výkon	1. zotavení	2. výkon	2. zotavení	3. výkon
čas		-		-	
Borg		-		-	
TSI (cca)	-		-		-
Pocit zotavení	-		-		-

Datum:

Druh zotavení:

TSI klid:

	1. výkon	1. zotavení	2. výkon	2. zotavení	3. výkon
čas		-		-	
Borg		-		-	
TSI (cca)	-		-		-
Pocit zotavení	-		-		-

Datum:

Druh zotavení:

TSI klid:

	1. výkon	1. zotavení	2. výkon	2. zotavení	3. výkon
čas		-		-	
Borg		-		-	
TSI (cca)	-		-		-
Pocit zotavení	-		-		-



## Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Efekt aktivních zotavovacích metod na opakované izometrické kontrakce flexorů prstů do vyčerpání

**Forma projektu:** výzkumná práce

**Období realizace:** Pilotní studie bude probíhat v období listopad 2020, hlavní část listopad 2021.

**Předkladatel:** Mgr. Dominika Krupková, UK FTVS – laboratoř sportovní motoriky

**Hlavní řešitel:** Mgr. Dominika Krupková, UK FTVS – laboratoř sportovní motoriky

**Spoluřešitel:** Bc. Alžběta Zatlková

**Místo výzkumu (pracoviště):** UK FTVS – laboratoř sportovní motoriky

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** doc. Jiří Baláš, Ph.D.

**Financování:** ČŽV 60040011

**Popis projektu:** Výzkum má kvantitativní charakter, kdy využijeme randomizovaný vnitroskupinový experiment. Budeme sledovat vztahy mezi nezávisle proměnnou (zotavovací metody) a závisle proměnou (výkon v intermitentním testu, oxygenace a tHb - celkový hemoglobin, srdeční frekvence, spotřeba kyslíku a výdej oxidu uhličitého). Každý účastník absolvuje čtyři měření oddělená od sebe min. 48h, jedno měření bude trvat přibližně 90 min.. Při prvním měření proběhnou vstupní testy (antropometrické měření, zátěžový test na běhátku za přítomnosti lékaře, měření maximální síly prstů na liště, zacvičení na dynamometru a na pohyblivé lezecké stěně ClimbStation, test perfuze flexorů prstů, test oxidační kapacity flexorů prstů), při ostatních návštěvách bude nejprve rozcvičení, měření klidových hodnot a potom účastníci provedou 3 přerušované výkony na liště (dynamometru) do vyčerpání. Při jedné návštěvě budou provádět mezi výkony vždy jeden druh zotavení ze tří (sezení v klidu, lehké zatížení na dynamometru, lezení lehké cesty na lezeckém treňažeru). Cílem práce je posoudit efekt aktivního zotavení s různou mírou zapojení svalových skupin na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů. Práce nám pomůže prohloubit vědomosti o lokální únavě a následném zotavení, čímž napomůže k lepším výkonům při lezení.

**Charakteristika účastníků výzkumu:** Skupina bude obsahovat 25 - 35 účastníků, kteří budou rozděleni do třech skupin. Jedna skupina bude obsahovat lezce s minimální lezeckou výkonností 8 a vyšší klasifikace UIAA (Union Internationale de Associations d'Alpinisme). Druhá skupina bude obsahovat začínající lezce s výkonností 4+ až 6+ UIAA. Třetí skupina budou sportovci bez zkušeností s lezením. Zaměříme se pouze na dospělou populaci (od 20 do 50 let), avšak budeme zkoumat jak muže, tak i ženy. Kontakty na účastníky získáme v lezeckých kurzech a v lezeckých komunitách. Účastník bude muset potvrdit, že má platnou zdravotní prohlídku u sportovního lékaře a že nemá tyto kontraindikace: kardiovaskulární onemocnění, hypertenze, onemocnění kloubů ruky či podobně, akutní onemocnění či úraz nebo není v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu. Kontrolu vzhledem ke kontraindikacím provede řešitel ve spolupráci s lékařem.

**Zajištění bezpečnosti:** K hodnocení funkční odezvy bude použito neinvazivních technik analýzy výdechových plynů, spektroskopie NIRS a měřiče tepové frekvence. Bezpečnost účastníků bude v gesci kvalifikovaných instruktorů a hlavního řešitele. Měření bude probíhat na speciálním lezeckém dynamometru 1d-sac a lezeckém treňažeru ClimbStation, účastníci studie budou lézt pouze nad certifikovanou dopadovou matrací. Před vlastním měřením bude lezecký treňažer zkontrolován kvalifikovanou osobou. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Abychom co nejvíce předešli zranění, před každým testováním bude standardizované rozcvičení.

**Etické aspekty výzkumu:** Žádný z účastníků nebude z vulnerabilní skupiny. Všichni účastníci budou seznámeni s cílem dané studie a budou poučeni o případných rizicích testování. Všichni zúčastnění budou vstupovat do studie z vlastního dobrovolného rozhodnutí a budou moci kdykoli ze studie odstoupit. Bude požadován písemný dobrovolný souhlas každého účastníka.

**Potenciální střet zájmů:** Nejsem v rámci tohoto výzkumu v potencionálním nebo skutečném střetu zájmů. Já ani nikdo z účastníků nemáme soukromý zájem na výsledku výzkumu, výzkum nevede k mému osobnímu prospěchu ani k prospěchu žádného z účastníků výzkumu.

### Ochrana osobních dat:

Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno, příjmení, e-mail, které budou bezpečně uchovány v heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít pouze hlavní řešitel projektu. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována. Po anonymizaci budou osobní data smazána.

Získané výsledky mohou být publikovány v anonymní podobě v odborných časopisech a zveřejněny na vědeckých konferencích. Dále mohou být využity při dalších výzkumných pracích na UK FTVS.

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

**Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků:**

Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky ani videozáznam. Budu pořizovat pouze fotografie.

**Fotografie:** Během výzkumu budou pořizovány fotografie, avšak anonymizace osob na fotografiích bude provedena rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. K neanonymizovaným fotografiím bude mít přístup hlavní řešitel, budou bezpečně uchovány v heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, smazány budou do 1 dne po testování. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

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

**Text informovaného souhlasu (IS):** přiložen

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

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

V Praze dne: 20. 7. 2020

Podpis předkladatele:

## Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

**Členové:** prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: ..... 135/2020 .....

dne: ..... 26.8.2020 .....

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

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.**

.....  
podpis předsedkyně EK UK FTVS

**UNIVERZITA KARLOVA**  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
José Martího 31, 162 52, Praha 6

- 20 -