

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Katedra fyzioterapie

**Efektivita celkového a lokálního aktivního zotavení po
izometrickém výkonu flexorů prstů do vyčerpání**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

doc. Jiří Baláš, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Hana Sechterová

Praha, duben 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a veškerá použitá literatura je uvedena v seznamu použité literatury. Tato práce ani její podstatná část nebyla použita k získání jiného ani stejného akademického titulu.

V Praze dne 1.2.2023

.....

Podpis autora práce

Poděkování

Ráda bych poděkovala zejména doc. Jiřímu Balášovi, Ph.D. za zodpovědné a spolehlivé vedení, dále za trpělivost a ochotu pomoci při zpracovávání práce. Děkuji všem kolegům a probandům, kteří byli ochotni se zúčastnit výzkumu a spolupracovat po celou dobu měření.

Abstrakt

- Autor:** Bc. Hana Sechterová
- Název:** Efektivita celkového a lokálního aktivního zotavení po izometrickém výkonu flexorů prstů do vyčerpání
- Cíle:** Determinovat efekt lokálního a celkového aktivního zotavení na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů do vyčerpání. Determinovat efekt celkové a lokální oxidační kapacity na stupeň zotavení flexorů prstů během dvou druhů aktivního zotavení.
- Metody:** 7 mužů (věk $31,3 \pm 8,3$ let) a 6 žen (věk $30,7 \pm 8,1$ let) podstoupilo testy lokální a systémové oxidační kapacity a dále opakované izometrické kontrakce flexorů prstů do vyčerpání během 3 návštěv. Mezi testy do vyčerpání byl aplikován náhodně vylosovaný druh aktivního zotavení (zapojení velkých svalových skupin a izolované zapojení flexorů prstů). Výkon flexorů prstů do vyčerpání byl měřen v intermitentním testu (8 s kontrakce, 2 s relaxace). Systémová oxidační kapacita (VO_{2max}) byla hodnocena s použitím maximální spotřeby kyslíku a ventilačního anaerobního prahu (VT2). Lokální oxidační kapacita svalu ($T1/2$) byla hodnocena s využitím infračervené spektroskopie. Pro zjištění vztahů mezi lokální a systémovou oxidační kapacitou a poklesem výkonů flexorů prstů během dvou druhů aktivního zotavení byl použit Pearsonův korelační koeficient.
- Výsledky:** Rozdíl poklesu izometrického výkonu flexorů prstů do vyčerpání při porovnání aktivního lokálního a celkového zotavení byl nevýznamný. Jak systémová, tak lokální oxidační kapacita mají pozitivní vliv na zotavení flexorů prstů. Systémová oxidační kapacita nejlépe indikuje stupeň zotavení flexorů prstů: (VO_{2max} : $R=0,73$, VT2: $R=0,675$ u lokálního zotavení; VO_{2max} : $R=0,578$, VT2: $R=0,563$ u celkového zotavení). Lokální oxidační kapacita ($T1/2$) méně významně indikuje stupeň zotavení flexorů prstů ($R=0,391$ při lokálním zotavení, $R=0,404$ při celkovém zotavení).
- Závěr:** Nebyl shledán rozdíl mezi efektivitou lokálního a celkového aktivního zotavení na následný izometrický výkon flexorů prstů do vyčerpání. Ze studie

vychází, že čím vyšší hodnoty systémových oxidačních parametrů, tím lepší zotavení flexorů prstů při lokálním i celkovém aktivním zotavení mezi jednotlivými izometrickými výkony. Systémová oxidační kapacita lépe indikuje zotavení flexorů prstů oproti lokální oxidační kapacitě při aktivním zotavení mezi jednotlivými výkony do vyčerpání.

Klíčová slova: Sportovní lezení, intermitentní zatížení, oxidační kapacita systémová a lokální, izometrická kontrakce

Abstract

- Author:** Bc. Hana Sechterová
- Title:** Effectivity of localized and whole-body active recovery strategies after exhaustive isometric finger flexor performance
- Objectives:** Determine the effect of localized and whole-body active recovery on repeated exhaustive isometric performance of fingers flexors. Determine the effect of systemic and muscle oxygen kinetics on level of recovery of fingers flexors during two types of active recovery.
- Methods:** 7 men (age $31,3 \pm 8,3$) and 6 women (age $30,7 \pm 8,1$) underwent tests of systemic and muscle oxygen kinetics, then repeated intermitent isometric contractions of fingers flexors until exhaustion in three visits. The randomly chosen type of active recovery (with global enagaging of muscles, with isolated enagaging of fingers flexors) was applied among tests until exhaustion. The performance of fingers flexors until exhaustion was measured in the intermitent test (8 s contraction, 2 s relaxation). Systemic oxygen kinetics (VO_{2max}) was measured by using maximal oxygen consumption and ventilatory anaerobic threshold (VT2). Muscle oxygen kinetics was measured by using infrared spectroscopy. The relationship among systemic and muscle oxygen kinetics and decrease of fingers flexors performance until exhaustion was calculated using the Pearson correlation coefficient.
- Results:** There was no significant difference in decrease of repeated isometric performance of fingers flexors until exhaustion at none type of active recovery. Both systemic and muscle oxygen kinetics are beneficial for recovery of fingers flexors muscles. Systemic oxygen kinetics the most indicates level of recovery of fingers flexors (VO_{2max} : $R=0,73$, VT2: $R=0,675$ at localized active recovery; VO_{2max} : $R=0,578$, VT2: $R=0,563$ at whole-body active recovery). Muscle oxygen kinetics (T1/2) less indicates recovery of fingers flexors ($R=0,391$ for localized active recovery, $R=0,404$ for whole-body active recovery) in comparisom with systemic oxygen kinetics.

Conclusion: No difference was found between effectiveness of localized active recovery and whole-body active recovery on exhaustive isometric performance of fingers flexors. The study shows that the higher systemic oxygen kinetics, the better recovery of fingers flexors muscles during localized and whole-body active recovery between exhaustive isometric performance. Systemic oxygen kinetics better indicates level of active recovery of fingers flexors after isometric performance in comparison with fingers flexors muscle oxygen kinetics.

Key words: Rock climbing, alternate exercise, muscle oxygen kinetics, systemic oxygen kinetics, isometric contraction

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Teoretická východiska	2
2.1	Sportovní lezení	2
2.1.1	Boulderové lezení	2
2.1.2	Lezení na obtížnost	3
2.2	Zatížení a metabolické hrazení ve sportovním lezení.....	3
2.3	Vytrvalost ve sportovním lezení	6
2.3.1	Systémová oxidační kapacita u lezců	6
2.3.1.1	Hodnocení systémové oxidační kapacity.....	6
2.3.2	Lokální vytrvalost flexorů prstů	7
2.3.2.1	Hodnocení lokální vytrvalosti flexorů prstů	7
2.4	Únava a zotavení ve sportovním lezení	10
2.4.1	Lokální únava flexorů prstů	10
2.4.2	Zotavení v lezení z akutní únavy	11
2.4.2.1	Pasivní zotavení	12
2.4.2.2	Proaktivní zotavení	12
2.4.2.3	Aktivní zotavení.....	13
2.5	Shrnutí teoretické části.....	15
2.6	Výzkumné otázky	16
3	Praktická část	17
3.1	Cíl práce.....	17
3.2	Hypotézy	17
4	Metodika práce	18
4.1	Soubor.....	18
4.2	Design studie.....	18

4.3	Použité metody	21
4.3.1	Vstupní protokol	21
4.3.2	NIRS a Test oxidační kapacity flexorů prstů.....	21
4.3.3	Test maximální síly flexorů prstů	21
4.3.4	Test all-out	22
4.3.5	Zátěžový test do vita maxima (VO_{2max}).....	22
4.3.6	Intermitentní test	22
4.3.7	Aktivní zotavení lokální.....	23
4.3.8	Aktivní zotavení celkové	23
4.4	Vyhodnocení dat	23
5	Výsledky	24
6	Diskuze	26
7	Závěr	31
	Literatura.....	32
	Seznam příloh	39

Seznam zkratek

ADP	Adenosindifosfát
ATP	Adenosintrifosfát
CF	Kritická síla (Critical force)
CP	Kreatinfosfát
FTI	Impuls síly (intermitentní výkon flexorů prstů do vyčerpání)
HKK	Horní končetiny
km h ⁻¹	Kilometr za hodinu
ml kg ⁻¹ min ⁻¹	Mililitr na kilogram na minutu
mmol l ⁻¹	Milimol na litr
MVC	Maximální volní kontrakce
N	Newton
NIRS	Near Infrared Spectroscopy (Blízká červená spektroskopie)
n m	Newton krát metr
N s	Newton krát sekunda
O ₂	Kyslík
OS	On sight
SD	Směrodatná odchylka
SEM	Střední chyba měření
SF	Srdeční frekvence
T1/2	Oxidační kapacita flexorů prstů
UIAA	Mezinárodní horolezecká federace (Union Internationale des Association d' Alpinisme)
VO ₂	Spotřeba kyslíku
VO _{2max}	Maximální spotřeba kyslíku
VT2	Ventilační anaerobní práh

W⁶

Impuls síly pro anaerobní kapacitu

1 Úvod

Lezení se v poslední době stalo velmi populárním sportem. Mohou za to úspěchy našich lezců v celosvětovém měřítku. Rovněž přítomnost sportovního lezení na Letních olympijských hrách dodala tomuto sportu na oblíbenosti (Maciejczyk et al., 2022). Navíc s rozmachem lezeckých stěn se lezení stalo lehce dostupným sportem pro širokou veřejnost (Macleod et al., 2007).

Sama se aktivně věnuji sportovnímu lezení, a to nejen z hlediska sportovního výkonu, ale jako fyzioterapeut zohledňuji a zkoumám kineziologické a fyziologické zákonitosti lezeckého pohybu. Z tohoto důvodu mi přišlo téma oxidační kapacity a způsoby zefektivnění lezeckého výkonu zajímavé.

Fyziologie zátěže flexorů prstů ve sportovním lezení již byla zkoumána několikrát. Stále však zůstává mnoho otazníků ohledně lokální vytrvalosti flexorů prstů. Chtěla jsem zjistit, jaký vliv mají lokální oxidační kapacita flexorů prstů a systémová oxidační kapacita na lezecký výkon. Dále mi přišlo zajímavé probádat, jakou roli hrají tyto dvě složky při aktivním zotavení flexorů prstů a jak ovlivní následný lezecký výkon.

2 Teoretická východiska

2.1 Sportovní lezení

Lezení je charakterizováno jako pohyb po umělé stěně nebo skále směrem vzhůru nebo horizontálně. Pohyb je vykonáván za pomoci chytů prostřednictvím nohou a rukou. Pro postup smí lezec využívat jen svoji vlastní sílu (Procházka et al., 1990).

Lezení představuje přirozený druh pohybu vycházející z kvadrupedální lokomoce, který prověří sílu a flexibilitu celého těla. Svaly nejmarkantněji limitující lezecký výkon jsou svaly předloktí, flexory prstů (Giles, Rhodes, Taunton, 2006).

Lezení se obecně dělí na lezení na obtížnost, boulderové lezení a nejmladší relativně marginální disciplínou je lezení na rychlost. Ve své práci jsem se podrobněji zajímala pouze lezením na obtížnost a boulderovým lezením. Lezení na rychlost jsem vynechala z důvodu povahy tohoto druhu lezení. Při lezení na rychlost se hodnotí rychlost výstupu na standardizované cestě. Opakovaným trénováním jedné stejné cesty se eliminují jak psychické faktory, tak technické faktory.

2.1.1 Boulderové lezení

Boulderové lezení představuje lezení v malých výškách o několika krocích. Jedná se o disciplínu kladoucí zvýšené nároky na technické a silové schopnosti lezce. Cesta mívá zpravidla délku o 3-5 krocích (White, Olsen, 2010). Při boulderovém lezení se nepoužívá k jištění lano, nýbrž možný pád tlumí dopadová matrace. Délka boulderové cesty nepřesahuje 5 metrů a výkon trvá průměrně 30 s (Levernier, Laffaye, 2019).

Mezinárodní federace sportovního lezení IFSC (2022) stanovila parametry soutěžního boulderingu následovně. V boulderové cestě se nachází maximálně 12 chytů. Průměrný počet chytů je 4-8. V klasifikaci a v semifinále mají lezci 5 minut na překonání boulderové cesty. V klasifikaci musí lezec zdolat 5 boulderových problémů. V semifinále a finále jsou to pak 4 boulderové problémy. Ve finále má lezec stanoven časový limit na zdolání cesty 4 minuty. Počet pokusů není omezen.

Boulderový výkon je závislý především na maximální síle flexorů prstů a výbušné síle svalů pletence ramenního (Laffaye, Levernier, Collin, 2016).

Charakter zátěže při boulderovém lezení svědčí o hojném uplatnění anaerobních systémů pro energetické hrazení (Watts, 2004). U boulderových lezců hrají významnou roli lokální zásoby vysokoenergetických fosfátů, které se zužitkují při intenzivních kontrakcích flexorů prstů. Při boulderovém lezení je poměr kontrakce a relaxace flexorů prstů 13:1 (White, Olsen, 2011).

2.1.2 Lezení na obtížnost

Při lezení na obtížnost se používá lano k zajištění lezce. Lezec si sám při výstupu zakládá lano do fixních jisticích bodů. Doba lezení trvá zhruba 2-7 minut (Watts, 2004).

IFSC (2022) stanovila pravidla pro soutěžní lezení na obtížnost následovně. Délka cesty je stanovena na minimálně 15 metrů. Cesta je lezena stylem OS (On sight). To znamená, že lezci je dovoleno si cestu před výkonem prohlédnout. Lezci mají 6 minut na prohlédnutí lezecké cesty. Na samotné překonání cesty mají rovněž 6 minut a jeden pokus. Pokud spadnou, pokus pro ně končí.

2.2 Zatížení a metabolické hrazení ve sportovním lezení

Hörst (2008) rozdělil faktory limitující lezecký výkon následovně. Mezi hlavní tři skupiny faktorů patří technické, psychické a kondiční faktory. Každé skupině přiřadil třetinové zastoupení na výsledném lezeckém výkonu. Mezi technické faktory se promítají zkušenosti, koordinace a efektivita lezeckých pohybů (Goddard, Neumann, 1993). V psychických faktorech hraje významnou roli strach, koncentrace a motivace. V kondičních faktorech se projeví maximální síla flexorů prstů, výbušná síla svalů pletenců ramenních, vytrvalost flexorů prstů (Baláš, 2016). Lezení vyžaduje jak určitou míru systémové vytrvalosti, tak i specifickou sílu a lokální vytrvalost (Sheel, 2004).

Při lezení na obtížnost i při boulderovém lezení dochází ke střídání statických a dynamických fází (Mermier et al., 1997). Dynamická fáze slouží k pohybu vzhůru a při statických fázích lezec odpočívá či promýšlí následující kroky. Pro lezení je typické intermitentní izometrické zatížení flexorů prstů. Dochází ke střídání izometrické

kontrakce flexorů prstů s relaxací (Billat et al., 1995). Poměr kontrakce-relaxace flexorů prstů je 3:1-7:1 (Donath et al., 2013).

Intermitentní izometrické kontrakce flexorů prstů jsou doprovázeny následujícími fyziologickými ději. Izometrická kontrakce vede k nelineárnímu nárůstu SF (srdeční frekvence) a VO_2 (spotřeby kyslíku) (Lind et al., 1964). Závislost SF na VO_2 je u lezení nelineární (Mermier et al., 1997). Odlišuje se tak od vytrvalostních sportů, kde je nárůst SF a VO_2 lineární.

VO_2 při lezení je relativně nízká ve srovnání k naměřené SF (Watts, 2004). Nelineární nárůst SF a VO_2 má několik faktorů. Izometrické kontrakce flexorů prstů aktivují metaboreflex (Sheel, 2004). Předpokládá se uvolnění prekursorů aktivujících sympatické nervstvo (Rowell, O'Leary, Kellogg, 2010). Aktivace sympatiku vede ke zvýšení srdeční frekvence, krevního tlaku, minutového výdeje srdečního, vazokonstrikce cév trávicího a vylučovacího systému (O'Leary, 1999). Další příčinu nelineárního nárůstu SF a VO_2 sledujeme v poloze HKK (horních končetin), které se nacházejí nad úrovní srdce (Mermier et al., 1997). Poloha HKK ovlivňuje systémový krevní oběh takovým způsobem, že zvyšuje periferní odpor pro srdeční práci (Astrand et al., 1968).

V důsledku působení těchto jevů se zvyšuje intramuskulární tlak a snižuje se průsvit cév. Nastává deoxygenace flexorů prstů (Thompson et al., 2006).

Míra svalové mikrocirkulace závisí na vyvíjené síle svalové kontrakce a délce relaxace flexorů prstů (Thompson et al., 2006). Tato síla se hodnotí jako procentuální zastoupení z maximální volní kontrakce flexorů prstů (MVC) (Giles et al., 2019). Ke snížení svalové mikrocirkulace, nástupu okluze cév dochází již při intenzitě kontrakce 20-25 % MVC (Baláš, 2016). K úplné venózní okluzi cév předloktí a ischemii svalů předloktí dochází při 50-70 % MVC flexorů prstů za současného vzniku acidózy (Michailov, 2014).

O optimální intenzitě zatížení, která je udržitelná pro výkon flexorů prstů nás informuje kritická síla (CF). Ta nastává zhruba na 25-40 % MVC flexorů prstů (Giles et al., 2020). Je ukazatelem aerobního výkonu a její hodnota značí úroveň lokální vytrvalosti flexorů prstů (Baláš, 2016). Představuje takovou intenzitu zatížení, po kterou bychom měli být schopni fungovat nekonečně dlouho (Feldmann, Erlacher, 2021). Jedná se o nejvyšší možnou intenzitu zatížení, kterou jsme schopni vykonávat v setrvalém stavu

(Feldmann, Erlacher, 2021). Setrvalý stav se vyznačuje rovnováhou transportního systému mezi dodávkou kyslíku a odvodem metabolitů a CO₂ (Smith, Hill, 1993). Jedná se o zátěž, při které se tvoří laktát, ale jeho hladina je udržitelná.

Kritická síla je limitována přítomností oxidativních substrátů (glykogen), hypertermií a nástupem centrální únavy (Jones et al., 2008). Spotřeba O₂ dosáhla plató, rovněž hladina vysokoenergetických fosfátů je stabilní (Poole et al., 1988).

Při lezení nad hranicí kritické síly se hojně uplatňují anaerobní systémy. Dochází k nevratnému zásahu metabolismu do anaerobní sféry a postupnému vyčerpání pufrovací kapacity, vysokoenergetických fosfátů a kumulaci produktů acidózy (Giles et al., 2019). Děje se tak při zvýšení sklonu lezecké stěny (Watts, Drobish, 1998) nebo při zvýšení obtížnosti cesty dle výkonnosti lezce (Mermier et al., 1997).

Anaerobní kapacita je nezávislá na faktorech cévního systému a na oxidativním způsobu hrazení metabolismu. Určuje celkové množství izometrické práce, se kterým se organismus vypořádá jen za využití energetických substrátů uložených ve svalech (Giles et al., 2020). Mezi tyto substráty patří ATP (adenosintrifosfát), CP (kreatinfosfát), glykogen, myoglobin (Giles et al., 2019).

Rozdílný podíl významnosti kritické síly (aerobní komponenta) a anaerobní komponenty byl shledán u lezců na obtížnost a boulderistů (Giles et al., 2020). Zatímco u boulderistů byla významnějším parametrem limitujícím lezecký výkon anaerobní kapacita, u lezců na obtížnost to byla kritická síla (Giles et al., 2019).

Trénovaní lezci vykazují vyšší hodnoty anaerobního prahu a vytrvalosti flexorů prstů (Ferguson, Brown, 1997). Lezci vykazují vyšší anaerobní kapacitu až o 50 % a vyšší pufrovací kapacitu až o 25 % (Draper, Marshall, 2013). Tyto adaptační mechanismy vedou ke zpomalení nástupu lokální svalové únavy a acidózy u lezců. Lezecký výkon zpravidla ukončuje nástup lokální svalové únavy s vyplavením laktátu ve svalech předloktí.

2.3 Vytrvalost ve sportovním lezení

Vytrvalost ve sportovním lezení můžeme rozdělit na celkovou a lokální. Celková systémová vytrvalost představuje celkovou oxidační kapacitu, která umožňuje fungovat co nejeftektivněji a nejdéle v zátěži nad úrovní aerobního prahu.

Specifikem sportovního lezení je lokální vytrvalost flexorů prstů. Je dána lokální oxidační kapacitou těchto svalů a dalšími adaptačními mechanismy flexorů prstů na intermitentní zatěžování (Fryer et al., 2016). Účelem zvýšené lokální oxidační kapacity je co nejeftektivnější hospodaření s kyslíkem, ve smyslu distribuce a utilizace pro svalovou práci za působení deoxygenace ve svalech předloktí (Thompson et al., 2014).

2.3.1 Systémová oxidační kapacita u lezců

Zkušení lezci disponují určitou mírou systémové oxidační kapacity. Podle Billatové et al. (1995) se sportovní lezení řadí mezi sporty se středními nároky na systémovou oxidační kapacitu.

Je dána maximální spotřebou kyslíku VO_{2max} ($ml\ kg^{-1}min^{-1}$). Je to ukazatel funkční kapacity kardiovaskulárního systému a poukazuje na kapacitu plic a srdce.

Aerobní kapacita udává, jaká část VO_{2max} je využívána při aerobním hrazení metabolismu. Vyjadřuje se v % VO_{2max} (Jančík, Závodná, Bernaciková, 2007). Jedná se o setrvalý stav, kdy můžeme vykonávat zátěž o takové intenzitě, kdy je metabolismus hrazen aerobně bez významné kumulace laktátu ve svalech (Wilmore, Costill, Kenney, 2004).

2.3.1.1 Hodnocení systémové oxidační kapacity

Pro stanovení systémové oxidační kapacity slouží oxidační parametry VO_{2max} a VT2 (ventilační anaerobní práh). Tyto parametry se stanovují v zátěžovém testu do vita maxima. Nejčastěji se používá běžecký nebo cyklistický ergometr.

Tam dosahují zkušení lezci zhruba $50\ ml\ kg^{-1}min^{-1}$ (Mermier et al., 1997). Průměrná VO_2 při lezení se pohybuje mezi $25-40\ ml\ kg^{-1}min^{-1}$ (Baláš, 2016). White a Olsen (2010) zjistili, že maximální hodnoty VO_2 během lezení dosahují lezci zhruba 50

% jejich VO_{2max} . Magalhães (2007) se přidává s hodnotou 62 % VO_2 ($33,4 \pm 2,1 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$). Baláš (2016) udává, že poptávka po kyslíku je zhruba na úrovni 40-60 % VO_{2max} při lezení lehčích cest, a 60-85 % VO_{2max} při lezení těžších cest.

VT2 odpovídá hodnotě ventilačního anaerobního prahu, který značí nejvyšší intenzitu, kdy organismus pracuje v setrvalém metabolickém stavu (Jančík, Závodná, Bernaciková, 2007).

2.3.2 Lokální vytrvalost flexorů prstů

Lokální vytrvalost flexorů prstů je dána zvýšenou lokální oxidační kapacitou těchto svalů. Fryer et al. (2016) zjistili, že vyšší výkonnost a oxidační kapacita flexorů prstů vykazují lineární závislost. Adaptační mechanismy flexorů prstů na intermitentní izometrické zatěžování umožňují lezcům lépe využít kyslík při podmínkách vaskulární okluze. Flexory prstů vykazují vyšší mitochondriální aktivitu a adaptabilitu oxidačních procesů. Při působení izometrické zátěže nastupuje rychlejší deoxygenace flexorů prstů (Fryer, 2013). Rychlost reoxygenace je pak přímo úměrná rychlosti deoxygenace (Gardiner, 2011).

Svůj podíl na lokální vytrvalosti flexorů prstů má zvýšená vazodilatační kapacita cév předloktí a paží (Baláš, 2016). Ta způsobuje zvětšení průměru brachiálních tepen a cév předloktí při zátěži i v klidu (Thomson et al., 2014). Zvýšená vazodilatační kapacita vede ke zvýšení filtrační kapacity cév svalů předloktí (Thompson et al., 2014).

Výsledkem těchto adaptačních změn je rychlejší obnovení energetických substrátů, kratší doba zotavení flexorů prstů, oddálení nástupu lokální únavy (Baláš, 2016). Fryer et al. (2016) naznačují, že lokální vytrvalost flexorů prstů je ve větší míře podmíněna oxidační kapacitou flexorů prstů než vazodilatační schopností cév horních končetin.

2.3.2.1 Hodnocení lokální vytrvalosti flexorů prstů

Lokální vytrvalost flexorů prstů se hodnotí prostřednictvím výkonnostních testů, jakožto externích indikátorů vytrvalosti. Mezi tyto testy řadíme test All-out, intermitentní test, test souvislé kontrakce. Jedná se o testy prováděné na elektronickém dynamometru za standardizovaných podmínek. Méně se využívá testů ve visu na liště.

Druhou možností je hodnocení pomocí interní odezvy na zátěž zprostředkovanou testy. Mezi tyto metody patří NIRS (Blízká červená spektroskopie), test oxidační kapacity flexorů prstů, stanovení hladiny krevního laktátu.

Pro přesné stanovení metabolických prahů je vhodné využít kombinaci obou metod.

NIRS

Jedná se o neinvazivní metodu využívající infračervené záření o vlnové délce 780-900 nm k hodnocení hemodynamické odezvy tkání (Philippe et al., 2012). Principem této metody je absorpce infračerveného záření při průchodu vzorkem. Výstupem je infračervené spektrum, ze kterého můžeme odečíst vlastnosti sledované tkáně (Stuart; 2000). V našem případě se jedná o změny saturace svalů flexorů prstů. Je možné posoudit změny celkového hemoglobinu a hodnotu tkáňové saturace.

Prostřednictvím této metody se hodnotí lokální vytrvalost flexorů prstů a lokální oxidační kapacita (Fryer et al., 2016).

Test oxidační kapacity flexorů prstů

Test oxidační kapacity se provádí za současného použití NIRS. Cílem testu je určit rychlost reoxygenace flexorů prstů po nastolení podmínek deoxygenace, které mají simulovat vaskulární okluzi vzniklou izometrickým zatěžováním flexorů prstů.

Intermitentní test

Intermitentní test se provádí na elektronickém dynamometru 1D-SAC. Testy prováděné na tomto typu zařízení byly shledány validními a reliabilními (Michailov et al., 2018). Jedná se o test intermitentní izometrické kontrakce flexorů prstů do vyčerpání.

Intenzita zátěže je nastavena na 60 % MVC flexorů prstů. Tato intenzita značí hranici, kdy dochází k úplné krevní okluzi v zatěžovaném svalu (Baláš, 2016). Svalová práce pro intermitentní izometrickou kontrakci je hrazena z 50 % aerobním metabolismem (pomalá glykolýza).

Test souvislé kontrakce

Test souvislé izometrické kontrakce flexorů prstů do vyčerpání se rovněž provádí na elektronickém dynamometru 1D-SAC. Intenzita zátěže byla nastavena na 60 % MVC

flexorů prstů. Svalová práce pro souvislou izometrickou kontrakci je hrazena ze 70 % anaerobním metabolismem. Tento test lze využít i pro hodnocení anaerobní kapacity flexorů prstů.

Visy

Pro stanovení výkonnostních parametrů se rovněž používá testů ve visu (Stien, Saeterbakken, Andersen, 2022). Testování ve visu je však dosti nespecifické. Ve visu dochází k zapojení nejenom flexorů prstů, svalů paží a pletenců ramenních, ale rovněž k aktivaci svalů zádových. Do pohybu se zapojuje větší množství kloubních struktur a rovněž mezi výsledky byla shledána velká variabilita. Testování ve visech se tak ukázalo být méně vhodnou variantou oproti testování za využití elektronického dynamometru, který věrněji simuluje zákonitosti lezeckého pohybu (Michailov et al., 2018). Navíc není umožněno dávkovat intenzitu zatížení pro stanovení metabolických prahů a dalších výkonnostních parametrů.

Stanovení hladiny krevního laktátu

Laktát se při lezení vytváří zejména ve svalech předloktí v závislosti na intenzitě izometrických kontrakcí (Giles et al., 2006). Dle hladiny krevního laktátu lze posoudit hodnotu laktátového prahu, intenzity pro aerobní a anaerobní zatížení (Giles et al., 2006).

Laktát se odebírá ihned po skončení výkonu a pak v rozmezí až do 30 minut, kdy se podle Wattse et al. (2000) hladina laktátu vrací do klidového stavu.

Metodiky odběrů laktátu u lezců shrnul Draper et al. (2006). Vzorek krve se odebírá buďto z prstu nebo z ušního lalůčku. Bylo preferováno odebrání vzorku z prstů, protože se nacházejí blíže ke svalům předloktí. A skutečně krev odebraná z ušního lalůčku obsahovala nižší hodnotu laktátu oproti koncentraci v krvi z prstů. Vztah mezi oběma vzorky může být vyjádřen regresní rovnicí (Baláš et al., 2016).

Limitací posuzování výkonnostních parametrů na základě hladiny krevního laktátu je fakt, že hladina krevního laktátu v krevním řečišti nemusí odpovídat hladině laktátu ve svalech předloktí, a tak nemusí přesně odpovídat hodnotám ve svalech předloktí. Rovněž tolerance laktátu je různá v závislosti na výkonnosti lezce. Výkonnější lezci tolerují vyšší hladiny laktátu oproti méně výkonným lezcům (Baláš, 2022).

Test All-out (Test flexorů prstů do vyčerpání)

Jedná se o vytrvalostní test, ze kterého můžeme vyčíst hodnotu kritické síly CF, která značí úroveň lokální vytrvalosti flexorů prstů. Z testu all-out je také možné odečíst hodnotu impulsu síly W' , který se dá využít pro stanovení anaerobní komponenty.

2.4 Únava a zotavení ve sportovním lezení

Fyzická (svalová) se dělí na akutní a chronickou (Jančík, Závodná, Bernaciková, 2006). Jedná se o fyziologickou únavu, která je reverzibilní. Cyklus začíná fyzickou zátěží, poté nastupuje únava a poté fáze regenerace (Lehnert et al., 2014). Únava nastupuje, kulminuje a mizí během zotavení. Lokální i celková únava se projeví objektivně poklesem svalové síly a výkonu z důvodu zvýšené bolestivosti svalů a úbytku svalové funkce (Astrand et al., 2003).

Subjektivní hodnocení únavy má rovněž svoji nezanedbatelnou roli. Nastupující únava bývá většinou nejdříve hodnocena subjektivně a později se projeví objektivně měřitelnými parametry (Lehnert et al., 2014).

Svalová únava úzce souvisí s vyčerpáním anaerobní kapacity, stejně tak s vyčerpáním oxidativních energetických substrátů jako je glykogen (Giles et al., 2019). Pro moje účely jsem se podrobněji zabývala pouze akutní lokální svalovou únavou.

Lokální svalová únava se objevuje činností, kde je kladen důraz na izometrické kontrakce (Phillips, 2015). Únava z působení izometrických kontrakcí zpravidla nastupuje dříve než u dynamických kontrakcí (Lehnert et al., 2014).

2.4.1 Lokální únava flexorů prstů

Specifickým typem únavy u sportovního lezení je akutní lokální svalová únava flexorů prstů (Giles et al., 2019). Míra únavnosti flexorů prstů závisí na síle vyvíjené kontrakce a na oxidační kapacitě těchto svalů (Michailov, 2014).

Pitcher a Miles (1997) popsali princip lokální svalové únavy následovně. U lezců je pokles výkonu způsoben kombinací krátkodobé únavy rychlých vláken flexorů prstů způsoben vyčerpáním jejich krátkodobých energetických substrátů (CP, glykogen), a

únavy pomalých vláken flexorů prstů, projevující se snížením síly kontrakce na aktinmyozinové jednotce v důsledku hypoxie. Macdonald et al. (2022) změřili pokles svalové síly flexorů prstů po nedobrovolném ukončení lezeckého výkonu. Jednalo se o pokles o 22 %.

Lokální svalová únava rovněž souvisí s vyplavením většího množství laktátu (Draper et al., 2006). Maximální hodnoty krevního laktátu při lezení na obtížnost dosahují 10-15 mmol l⁻¹ (Mermier et al., 1997). Laktát stoupá při lezení buď s rostoucí intenzitou cvičení, nebo při deoxygenaci flexorů prstů v důsledku izometrické kontrakce a cévní okluze (Baláš, 2016). Hladiny laktátu jsou typicky nižší než u vytrvalostních sportů (Draper et al., 2006). Schopnost tolerance laktátu se liší v závislosti na výkonnosti lezce (Giles et al., 2006).

Bylo zjištěno, že s následky akutní lokální únavy (zvýšenou hladinou krevního laktátu) se lezec vypořádá do 30 minut po skončení lezení obtížné cesty, a to bez aktivního zotavení (Watts et al., 2000). S aktivním zotavením se doba zotavení sníží na 20 minut (Watts et al., 2000). U zotavení z akutní lokální únavy se jedná zejména o obnovu lokálních energetických substrátů, vstřebání produktů metabolické acidózy, nastolení iontové rovnováhy (Watts et al., 2000).

Předmětem zkoumání je také pochopení zákonitostí zotavení mezi jednotlivými kontrakcemi. Délka relaxace flexorů prstů během výkonu je důležitá pro oddálení nástupu svalové únavy. Optimální délka relaxace flexorů prstů je stále předmětem zkoumání. Podle Schädle-Schardta (1998) je ideální poměr kontrakce-relaxace pro zotavení flexorů prstů 10:3.

2.4.2 Zotavení v lezení z akutní únavy

Hlavní úlohou zotavení je obnova funkčních systémů organismu (Hausswirth, Mujika, 2013). Pro naše účely jsem se zabývala pouze zotavením z akutní lokální únavy flexorů prstů.

Lezecký výkon má zhruba následující strukturu. Lezec leze několik cest do vyčerpání za sebou s relativně krátkou dobou odpočinku mezi jednotlivými výkony (většinou 5-10 minut).

V rámci optimalizace tréninkového programu je důležité zjistit vhodnou délku regenerace mezi jednotlivými výkony a činnosti, která nejvíce přispívají ke snížení poklesu následného výkonu. Zotavení můžeme dle povahy dělit na aktivní, proaktivní a pasivní (Hauswirth, Mujika, 2013).

2.4.2.1 Pasivní zotavení

Pasivní zotavení představuje jakýkoliv odpočinek, kdy nedochází k vědomému pohybu. Jedná se tedy zejména o spánek a odpočinek ve vertikální pozici.

Pasivní odpočinek je nezbytný k regeneraci po sportovním výkonu (Hauswirth, Mujika, 2013). Mezi jednotlivými výkony se však ukázal být jako nevhodný druh zotavení (Baláš, Chovan a Martin, 2010). Během pasivního odpočinku nedochází ke stimulaci oxidačního metabolismu a odplavení laktátu.

2.4.2.2 Proaktivní zotavení

Dále se ve sportovním lezení využívají benefity proaktivního zotavení. Jedná se o účinky mechanických stimulů a fyzikálních prostředků (Hošková, Majorová, Nováková, 2020). Z fyzikálních prostředků se využívají stimuly tepelné, chladové, elektrické. Z mechanických stimulů se jedná o masáž a protažení (Hošková, Majorová, Nováková, 2020).

Ve sportovním lezení je asi nejvíce prozkoumán vliv chladových stimulů. Lokální aplikace chladových stimulů vyvolává lokální vazokonstrikci ve svalu a následnou vazodilataci po ukončení chlazení (Hauswirth, Mujika, 2013). Předpokládá se vliv na zrychlení odplavení produktů acidózy (Heymanová et al., 2009). Chlazení rovněž snižuje aktivitu motoneuronů prostřednictvím svalových vřetének, což vede ke snížení bolestivosti a svalového napětí (Meeusen, Lievens, 1986).

Účinek chlazení flexorů prstů byl zkoumán v několika studiích (Baláš et al., 2020; Kodejška, Baláš a Draper, 2018). Byl zkoumán vliv ponořování předloktí do studené vody na následný výkon a bylo zjištěno, že ponořování má lepší účinek na snížení výkonu flexorů prstů oproti pasivnímu odpočinku.

2.4.2.3 Aktivní zotavení

Aktivní zotavení představuje všechny činnosti vedoucí k urychlení regenerace sil. Mohou být povahy fyzické aktivity, kde by intenzita cvičení neměla přesáhnout 30 % z maximálního výkonu (Hauswirth, Mujika, 2013).

Princip aktivního zotavení je založen na aktivizaci metabolismu o mírné aerobní zátěži (Hauswirth, Mujika, 2013). Právě oxidační komponenta se jeví jako nezbytná pro zotavení svalů předloktí. Toto tvrzení je podloženo poznatky z několika studií (McCully et al., 1994; Walsh et al., 2006). Walsh et al. (2006) zjistili, že aerobní zatížení zvyšuje senzitivitu mitochondrií k ADP (adenosindifosfát) za přítomnosti kreatinu. Zvyšuje tak senzitivitu svalů k ADP během aerobního zatížení a následně vede k urychlení zotavení CP ve svalech.

Dostatečná míra saturace flexorů prstů podporuje resyntézu CP ve flexorech prstů během fáze relaxace (Bertuzzi et al., 2007). Z toho se usuzuje, že aktivní zotavení je vhodné pro znovuoobnovení energetických substrátů, enzymatické výbavy, nastolení acidobazické rovnováhy (Giles et al., 2019).

Zotavení flexorů prstů dělíme na zotavení během výkonu a zotavení mezi výkony.

Metody aktivního zotavení během lezení

Během výkonu se u lezců setkáváme s tzv. „vyklepáváním“. Lezec ho využívá během fáze, kdy jsou relaxované flexory prstů. Jedná se o zotavovací proces během výkonu, který zvyšuje reoxygenaci flexorů prstů (Baláš et al., 2015). Zvyšuje saturaci flexorů prstů a urychluje tak zotavení CP. Vyklepávání vede k pomalejšímu nástupu lokální únavy a k delšímu intermitentnímu výkonu flexorů prstů (Baláš et al., 2015).

Metody aktivního zotavení mezi lezeckými výkony

Ve sportovním lezení bylo doposud zkoumáno aktivní zotavení v několika studiích (Heymanová et al., 2009; Baláš, Chovan, Martin, 2010; Kodejška, Baláš, Draper, 2018; Draper et al., 2006; Valenzuela et al., 2013; Psohlavec, 2016).

V rámci lezení byly porovnávány jak metody celkového zapojení svalů (se specifiky lezeckého pohybu i bez nich) s lokálním zapojením svalů, tak s pasivním zotavením a dalšími druhy proaktivního zotavení.

Heymanová et al. (2009) porovnávali aktivní zotavení s pasivním. Za aktivní metody zotavení bylo zvoleno ponoření do studené vody a elektrostimulace. Třetí aktivní metoda spočívala v zapojení svalů dolních končetin na cyklistickém ergometru. Zjištěno bylo, že ponoření horních končetin do studené vody a aktivní zotavení na cyklistickém ergometru měly pozitivní vliv na rychlost zotavení, odplavení laktátu a následný výkon. Dále bylo zjištěno, že aktivní zapojení svalů dolních končetin má pozitivní vliv na zotavení a krevní cirkulaci flexorů prstů. Aktivní zotavení by mělo trvat 10-20 minut a mělo by být prováděno mezi výkony.

Baláš, Chovan a Martin (2010) posuzovali vliv 4 metod na opakovaný lezecký výkon. Zvolenými metodami bylo ponořování do ledové vody, ponořování do ledové a horké vody, aktivní zotavení na běžeckém pásu o rychlosti 5 km h⁻¹ (zapojení svalů bez specifík lezeckého pohybu) a pasivní metoda. Byl zjištěn pozitivní vliv na opakovaný lezecký výkon u metody ponořování do studené vody a u aktivního zotavení na běžeckém pásu. Naopak u pasivní metody a u střídavého ponořování do teplé a studené vody došlo ke snížení výkonu.

Draper et al. (2006) zjistili, že aktivní zotavení na běžeckém ergometru má pozitivní vliv na rychlost snížení laktátu v krvi oproti pasivnímu zotavení.

Valenzuela et al. (2013) porovnávali dva druhy aktivního zotavení. První metoda byla chůze (zapojení svalů bez specifík lezeckého pohybu) a druhá metoda byla zprostředkována lezením o nízké intenzitě (celkové zapojení svalů specifických pro lezení). Zjistili, že zapojení svalů produkujících laktát při lezení společně se zapojením velkých svalových skupin (dolní končetiny) mělo větší vliv na snížení lokální únavy. Celkové zapojení svalů specifických pro lezení představuje vhodnější činnost pro zotavení flexorů prstů oproti chůzi.

Psohlavec (2016) porovnával pasivní zotavení se dvěma typy aktivního zotavení (chůze a lokální zatížení flexorů prstů o 20 % MVC). Oba typy aktivního zotavení měly lepší vliv na následný intermitentní výkon flexorů prstů oproti pasivnímu zotavení. Nebyl prokázán rozdílný vliv celkového nebo lokálního zotavení na výkon flexorů prstů.

Doposud bylo zjištěno, že pro lezení představuje vhodné aktivní zotavení s celkovým zapojením svalů bez specifík lezeckého pohybu (chůze, stejně jako jízda na cyklistickém ergometru) (Baláš et al., 2010; Valenzuela et al., 2015; Draper et al., 2006;

Psohlavec, 2016, Heymanová et al., 2009, Krajčoviechová, 2022). Dále jsou vhodné činnosti se zapojení stejných svalů jako při lezení (lezecký ergometr) (Valenzuela et al., 2015). O lokálním zotavení se zapojením flexorů prstů nemáme příliš informací. Psohlavec (2016) neshledal rozdíl mezi lokálním zapojením flexorů prstů a zapojením dolních končetin.

Vliv lokálního zotavení a aktivizace lokální oxidační kapacity při nízké intenzitě svalové kontrakce zůstává neprobádaný.

2.5 Shrnutí teoretické části

U lezců se vyvinuly specifické adaptační mechanismy flexorů prstů. Lezci disponují vyšší mírou lokální oxidační kapacity, vazodilatační kapacity, lokální vytrvalosti flexorů prstů, anaerobní kapacity flexorů prstů. Vyšší míra lokální oxidační kapacity zvyšuje výkonnost flexorů prstů. Specifické adaptační mechanismy flexorů prstů přispívají k rychlejšímu zotavení flexorů prstů.

Metabolismus probíhá současně jak za aerobních podmínek, tak anaerobních podmínek v závislosti na intenzitě a délce zátěže, obtížnosti či úhlu lezené cesty.

Aktivní zotavení má pozitivní vliv na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů oproti pasivnímu odpočinku. Avšak při aktivním zotavení lokálního charakteru nadále dochází ke spotřebě svalového glykogenu, který je potřebný pro následný výkon flexorů prstů.

Při celkovém zotavení na běžeckém ergometru naopak zůstanou ušetřeny lokální zásoby svalového glykogenu a CP. Při provádění celkové aerobní zátěže se aktivizuje systémová oxidační kapacita a krevní oběh. Zvyšuje se tepová frekvence, perfuze cév a svalů. Celkové zapojení svalů navíc napomáhá rychlejšímu odplavení laktátu.

Je nasnadě zjistit aktivizaci které složky oxidační kapacity (systémové nebo lokální) dosáhneme lepšího zotavení a výkonu flexorů prstů. Jedná-li se o systémovou oxidační kapacitu, kterou stimulujeme celkovým zapojením svalů spolu se systémovým krevním oběhem, anebo o zapojení svalů lokálních a stimulace lokální oxidační kapacity a perfuze flexorů prstů.

2.6 Výzkumné otázky

- I. Jak ovlivní lokální aktivní zotavení a celkové aktivní zotavení opakovaný izometrický výkon flexorů prstů do vyčerpání?

- II. Jak ovlivní lokální a systémová oxidační kapacita úroveň aktivního zotavení flexorů prstů mezi jednotlivými izometrickými výkony flexorů prstů do vyčerpání?

3 Praktická část

3.1 Cíl práce

Prvním cílem práce bylo popsat efekt lokálního a celkového aktivního zotavení na následný opakovaný izometrický výkon flexorů prstů do vyčerpání.

Druhým cílem práce bylo determinovat efekt systémové a lokální oxidační kapacity na stupeň zotavení flexorů prstů při aktivním zotavení celkovém a lokálním mezi jednotlivými izometrickými výkony flexorů prstů do vyčerpání.

3.2 Hypotézy

- I. Lokální oxidační kapacita lépe predikuje rychlost zotavení oproti systémové oxidační kapacitě (VO_{2max}) mezi lokálními výkony do vyčerpání.
- II. Pokles výkonu flexorů prstů bude nižší po vykonání lokálního aktivního zotavení oproti zotavení celkovému.

4 Metodika práce

4.1 Soubor

Výzkumná skupina byla tvořena lezci o výkonnosti od 6+ do 10 na stupnici UIAA. Skupina obsahovala celkem 13 účastníků: 7 mužů (průměr \pm směrodatná odchylka) ve věku $31,3 \pm 8,3$ let s hmotností $72,6 \pm 8,5$ kg a s výškou $178,4 \pm 6,7$ cm a 6 žen ve věku $30,7 \pm 8,1$ s hmotností $56,1 \pm 6,8$ kg a s výškou $167,6 \pm 5,8$ cm.

Měření se vykonávalo pouze na dominantní horní končetině. 13 z 14 testovaných mělo dominantní pravou horní končetinu.

Výzkum byl schválen Etickou komisí FTVS UK. Všichni testovaní byli seznámeni s harmonogramem měření a podepsali informovaný souhlas, v němž souhlasili se zpracováním dat. V příloze přikládám žádost a souhlas etické komise a vzor informovaného souhlasu.

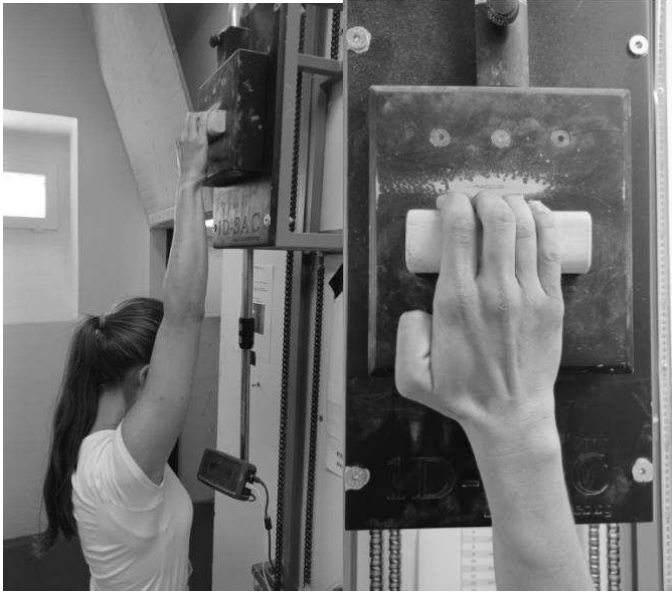
4.2 Design studie

Metodou byl zvolen experiment a následné zpracování dat. Měření probíhala na UK FTVS v Laboratoři sportovní motoriky. Měření se skládalo ze 3 návštěv, mezi kterými byl časový rozptyl minimálně 48 hodin. Účastníci byli vyzváni k vyvarování se konzumace kofeinu minimálně 12 hodin před měřením.

Při první návštěvě byl vyplněn vstupní protokol (viz. Příloha č.4). Dále byl proveden test oxidační kapacity flexorů prstů se současným měřením hemodynamické odezvy flexorů prstů prostřednictvím NIRS (Portamon, Artinis Medical System, BV, Nizozemí). Dále byl proveden test maximální síly flexorů prstů dominantní ruky na zařízení 1D-SAC (SpaceLab, Sofie, Bulharsko). Poté byl proveden test all-out flexorů prstů do vyčerpání na zařízení 1D-SAC rovněž s využitím NIRS. Na závěr první návštěvy byl proveden zátěžový test do vřta maxima na běžeckém ergometru. Předcházelo mu rozcvičení po dobu 4 minut. Bylo stanoveno VO_{2max} a VT2.

Během druhé a třetí návštěvy byla provedena série třech intermitentních testů do vyčerpání flexorů prstů a následně náhodně vylosované aktivní zotavení celkové nebo

lokální. Prvnímu intermitentnímu testu při obou návštěvách předcházelo 15 minut standardizovaného rozcvičení (5 minut běh do schodů, 5 minut traverzování na lezecké stěně, 5 minut individuálního rozcvičení a visů na liště). Intermitentní testy byly provedeny na zařízení 1D-SAC s použitím NIRS. Celkové zotavení bylo provedeno na běžeckém ergometru, lokální zotavení na zařízení 1D-SAC, obě s použitím NIRS.



Obrázek č.1: Poloha horní končetiny na liště elektronického dynamometru 1D-SAC (Krajčoviechová, 2022)

1. měření
Vstupní protokol
Test oxidační kapacity flexorů prstů
Test maximální síly flexorů prstů
Test all-out
Zátěžový test do vita maxima

Min. 48 hodin



2. – 3. měření	
15 min.	Rozcvičení
20 min.	Příprava a měření klidových hodnot
Intermitentní test	
20 min.	Vylosované aktivní zotavení (lokální x celkové)
Intermitentní test	
20 min.	Vylosované aktivní zotavení (lokální x celkové)
Intermitentní test	

Obrázek č.2: Časový rozvrh měření

4.3 Použité metody

4.3.1 Vstupní protokol

Vstupní protokol obsahoval parametry, jakou jsou hmotnost, výška, výkonnost: obtížnost lezených cest, celková doba lezení a ulezená vzdálenost za měsíc (viz. Příloha č.4).

4.3.2 NIRS a Test oxidační kapacity flexorů prstů

Test oxidační kapacity flexorů prstů se prováděl v leže na zádech s použitím NIRS. Spektroskop jsem umístila na proximální část m.flexor digitorum profundus. Pro samotné měření je nutné spektroskop připevnit k předloktí a zatemnit, aby nedošlo k narušení měření. K tomuto účelu se využívá oboustranná lepicí páska a zatemňovací návlek na předloktí. Paže byla volně podél těla v lehké abdukci, supinaci a zevní rotaci ramenního kloubu. Proband následně ležel 20 minut v klidu (Fryer et al., 2016).

Test oxidační kapacity flexorů prstů byl popsán Fryerem et al. (2016). Při samotném testu byl proband vyzván k opakované kontrakci flexorů prstů (celkem 10x: 5 s izometrická kontrakce, 5 s relaxace) prostřednictvím ručního dynamometru silou 20 % MVC flexorů prstů. Poté bylo třeba vyvolat oxidační stres. Pro tento účel jsem využila ruční tonometr, kterým jsem vyvolala obstrukci cévního řečiště. Tonometr jsem nahustila na hodnotu 250 mm Hg. Sledovala jsem klesající hodnotu saturace svalů předloktí. Manžetu jsem neuvolnila, dokud se křivka saturace neustálila po dobu 30 s. Délka obstrukce byla individuální, zpravidla 3-5 minut. Poté jsem rychlým pohybem uvolnila tonometr, aby došlo k okamžitému návratu krve do svalů předloktí. Sledovala jsem prodlevu, za kterou došlo k ustálení hladin hemoglobinu. Byla stanovena hodnota lokální oxidační kapacity flexorů prstů (T1/2).

4.3.3 Test maximální síly flexorů prstů

Test byl prováděn na dominantní horní končetině. Při testu maximální síly flexorů prstů byla po minutě dvakrát změřena maximální síla na elektronické liště 1D-SAC. Na

zvukový signál lezec přenesl maximální hmotnost do prstů na liště a tím vyvinul maximální sílu v kg. Do výsledku byl zaznamenán lepší ze dvou výkonů.

Pro měření maximální síly flexorů prstů jsme použili elektronický dynamometr 1D-SAC (SpaceLab, Sofie, Bulharsko). Součástí dynamometru je dřevěná zaoblená lišta hluboká 23 mm. Poloměr zakřivení je 12 mm. Lišta je připevněna na tlakový senzor (měřicí rozsah ± 2 kN s přesností 0,5 % a frekvencí snímání 125 Hz).

Lišta je umístěna nad úrovní těla, aby se do ní dalo zavěsit, ale zároveň aby se chodidla dotýkala podložky. Ramenní kloub by měl být ve 180° flexi a loketní kloub extendován. Dynamometr je navržen tak, aby došlo k maximální aktivaci m.flexor digitorum profundus a superficialis v otevřeném úchopu (bez aktivace palce).

4.3.4 Test all-out

Při testu all-out účastník přerušovaně zatěžoval dynamometr 1D-SAC v poměru 7 s zátěž, 3 s pauza. Celkem se jednalo o 24 kontrakcí po dobu 7 sekund. Po celou dobu tlačil proband maximální možnou silou. Při testu all-out bylo vyžadováno „vyklepávání“ svalů předloktí pod úrovní srdce během pauz. Test all-out sloužil ke stanovení intenzity kritické síly (CF) a stanovení impulsu síly (W') pro anaerobní zatížení.

4.3.5 Zátěžový test do vita maxima (VO_{2max})

Zátěžový test byl vykonán na běžeckém ergometru. Předcházelo mu rozcvičení po dobu 4 minut (u žen 8 km h^{-1} , u mužů 10 km h^{-1}). Poté následoval samotný test, sklon byl nastaven na 5 % a každou minutu se zvedal o 1,5 %. Test probíhal do vyčerpání. Po celou dobu testování byla snímána srdeční frekvence (Sportester RS400 Polar, FIN) a VO_2 (Cortex, MetaLyzer, Germany). Bylo stanoveno VO_{2max} a VT2.

4.3.6 Intermitentní test

Tento test byl prováděn při druhé a třetí návštěvě pokaždé třikrát, dvakrát před cyklem aktivního zotavení a po třetí po cyklu aktivního zotavení.

Samotný intermitentní test izometrické kontrakce flexorů prstů probíhal následovně. Lezec zatěžoval lištu 1D-SAC po dobu 8 s kontrakce a 2 s relaxace. Intenzita

zátěže byla nastavena na 60 % MVC. Pokud síla poklesla o 10 % na dobu delší jak jedna sekunda, test se automaticky ukončil. Průběh testu byl zobrazován na monitoru, začátek a konec byl ohlášen zvukovým signálem. Test byl vykonáván do vyčerpání. Sledovaným parametry byly celková doba svalové kontrakce a celková práce flexorů prstů.

4.3.7 Aktivní zotavení lokální

Pro aktivní zotavení lokálního charakteru byly zvoleny následující parametry. Test byl nakonfigurován tak, aby izometrická kontrakce trvala 5 s a následná pauza 5 s. Celková doba zotavovacího cyklu trvala 16 minut, 3x4 minuty zatížení a 2 minuty pasivního odpočinku mezi zátěžemi.

Intenzita zátěže byla $20 \% \pm 10 \%$ z maximálního výkonu. Byly provedeny dva cykly zotavení záhy po provedení výkonu flexorů prstů do vyčerpání.

Během zotavení bylo nezbytné vyvarovat se okluzi cév, proto byla zvolena mírná intenzita zátěže v aerobním pásmu hrazení metabolismu. Rovněž bylo vyžadováno vyklepávání svalů předloktí během fáze relaxace.

4.3.8 Aktivní zotavení celkové

Celkové aktivní zotavení představovala chůze na běžeckém ergometru s rychlostí 5 km h^{-1} . Intenzita odpovídala 60 % SF max. a byla regulována sklonem pásu. Jeden cyklus zotavení trval 16 minut (3 x 4 min. chůze a 2 min. pasivní odpočinek). Celkem byly provedeny dva cykly aktivního celkového zotavení.

4.4 Vyhodnocení dat

K vyhodnocení výsledků byla využita deskriptivní statistika (ukazatele středních hodnot: modus, aritmetický průměr, míry variability: směrodatná odchylka).

Průměrné hodnoty spolu se směrodatnými odchylkami průměrných časů všech výkonů jsem zapsala do tabulky a jednotlivé výkony lezců v závislosti na typu zotavení jsem zadala do sloupcového grafu. Graf jsem doplnila o chybové úsečky se směrodatnými odchylkami.

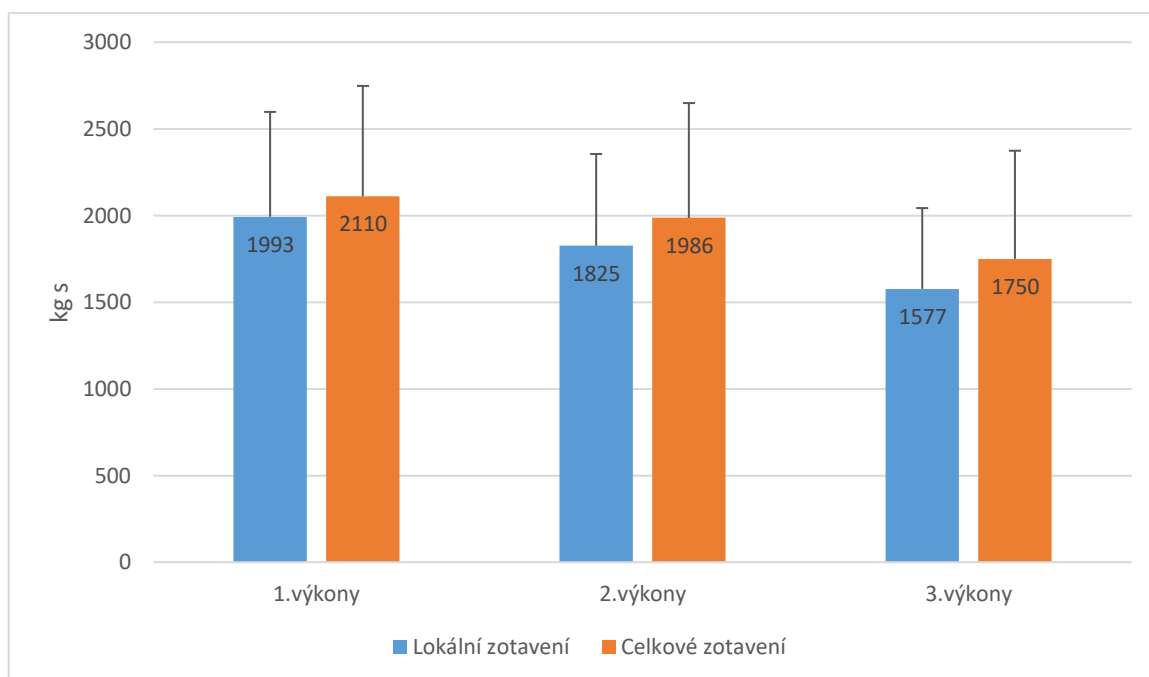
Dále jsem použila Pearsonův korelační koeficient pro stanovení korelace mezi parametry oxidační kapacity a poklesem výkonů během dvou druhů zotavení.

Pro určení významnosti rozdílu poklesu výkonu (impuls síly) byla použita střední chyba měření (SEM=236 kg s) (Baláš et al., 2018).

5 Výsledky

V grafu č. 1 jsou znázorněny průměrné hodnoty izometrických výkonů flexorů prstů do vyčerpání. Zároveň je znázorněn pokles výkonů v závislosti na druhu zotavení. U každého sloupce se nachází chybová úsečka s hodnotou směrodatné odchylky výkonů flexorů prstů.

Graf č. 1: Pokles výkonů flexorů prstů (kg s) pro lokální a celkové zotavení



Tabulka č.1: Pokles 2. a 3.výkonů (kg s) v závislosti na druhu zotavení

	Pokles 2.výkonů (kg s)	Pokles 3.výkonů (kg s)
Lokální zotavení	168	248
Celkové zotavení	123	237

Pokles izometrických výkonů flexorů prstů do vyčerpání byl po prvním cyklu aktivního lokálního zotavení o 8 %. Po druhém cyklu lokálního aktivního zotavení se jednalo o pokles 12 %. Pokles výkonů po prvním cyklu celkového zotavení byl o 6 % a o 11 % po druhém cyklu celkového aktivního zotavení.

Nebyl shledán významný rozdíl ve snížení v poklesu izometrických výkonů flexorů prstů do vyčerpání ani u jednoho typu aktivního zotavení. Nelze určit rozdíl v efektivnosti lokálního či celkového zotavení na následný izometrický výkon flexorů prstů do vyčerpání.

Tabulka č.2: Vztah mezi systémovou (VO_{2max} , VT2) a lokální (T1/2) oxidační kapacitou a poklesy výkonů u celkového (B delta Impuls síly 1-3) a lokálního zotavení (L delta Impuls síly 1-3)

Korelované parametry	L delta Impuls síly 1-3 a VO_{2max}	L delta Impuls síly 1-3 a T1/2	L delta Impuls síly 1-3 a VT2	B delta Impuls síly 1-3 a VO_{2max}	B delta Impuls síly 1-3 a T1/2	B delta Impuls síly 1-3 a VT2
R	0,730	0,391	0,675	0,578	0,404	0,563

Z výsledků je patrné, že existuje lineární vztah mezi snížením poklesu izometrických výkonů (rychlosti zotavení flexorů prstů) a systémovou oxidační kapacitou (VO_{2max} , VT2), a to jak u lokálního zotavení, tak u celkového zotavení. Silnější závislost vykazuje vztah mezi systémovými oxidačními parametry a snížením poklesu výkonů u lokálního typu zotavení.

Méně významný vztah byl shledán u lokální oxidační kapacity flexorů prstů a snížením poklesu izometrických výkonů. Podobnou míru závislosti vykazují jak poklesy výkonů u celkového zotavení, tak u lokálního typu zotavení.

6 Diskuze

Cílem práce bylo zjistit, jaká aktivita je vhodná pro co nejefektivnější zotavení flexorů prstů a následný výkon. V naší studii jsme porovnávali vliv lokálního zotavení flexorů prstů a vliv celkového zotavení na běžícím pásu na následný izometrický výkon flexorů prstů do vyčerpání.

Nebyl shledán významný rozdíl v poklesu výkonů ani u jednoho druhu zotavení. U lokálního typu zotavení byl pokles o 8 % u 2.výkonů a o 12 % u 3.výkonů. U celkového typu zotavení se jednalo o rozdíl 6 % u 2.výkonů a o 11 % u 3.výkonů. Pokles výkonů nepřekonal hodnotu střední chyby měření. Nebyla potvrzena hypotéza, že lokální zotavení bude mít lepší vliv na snížení izometrických poklesů výkonů flexorů prstů do vyčerpání.

K podobným výsledkům došel Psohlavec (2016), který porovnával lokální zotavení flexorů prstů rovněž se zotavením prostřednictvím chůze, a navíc se zotavením pasivním. Rovněž byl zkoumán vliv na následný výkon flexorů prstů do vyčerpání. Z jeho závěrů vychází větší efekt aktivního zotavení oproti pasivnímu. Avšak stejně jako v našem případě neshledal výrazné rozdíly mezi lokálním zotavením flexorů prstů a celkovým zotavením představovaným chůzí. Z jeho práce a mnoha dalších (Baláš, Chovan a Martin, 2010, Heymanová et al., 2009) vychází zjištění, že aktivní zotavení, při kterém dochází k aktivizaci aerobního metabolismu, má pozitivní vliv na zotavení flexorů prstů a snížení poklesu následného výkonu do vyčerpání. Dále jsem měla za úkol zjistit, jestli existuje rozdíl mezi lokální oxidační kapacitou a systémovou oxidační kapacitou a vlivem na rychlost aktivního zotavení flexorů prstů mezi izometrickými výkony.

Zjistila jsem, že existuje lineární závislost mezi systémovými oxidačními parametry (VO_{2ma} a $VT2$) a snížením poklesů výkonů flexorů prstů (zotavení flexorů prstů) během aktivního zotavení celkového i lokálního. Z výsledků vychází, že čím vyšší hodnoty systémových oxidačních parametrů, tím lepší zotavení flexorů prstů (menší pokles izometrického výkonu) během aktivního zotavení mezi jednotlivými výkony. Míra lokální oxidační kapacity rovněž pozitivně ovlivňuje zotavení flexorů prstů při aktivním zotavení celkovém i lokálním ovšem méně významně oproti systémové oxidační kapacitě.

U naší skupiny probandů indikuje lépe rychlost zotavení flexorů prstů systémová oxidační kapacita. Nebyla potvrzena hypotéza, že lokální oxidační kapacita lépe indikuje zotavení flexorů prstů.

Určitá míra systémové oxidační kapacity je vhodná pro co nejefektivnější zotavení flexorů prstů, a to jak při celkovém zotavení, tak při lokálním zotavení. Zdá se, že vyšší míra lokální oxidační kapacity poskytuje méně kvalitní aktivní zotavení flexorů prstů oproti vyšší míře systémové oxidační kapacity. Míra lokální oxidační kapacity má menší význam ve vztahu ke snížení výkonů flexorů prstů a zotavení těchto svalů oproti systémovým oxidačním parametrům.

K podobným výsledkům došli Baláš et al. (2021), kteří zkoumali možnosti posouzení vytrvalosti u lezců a posuzovali výpovědní hodnotu testů hodnotících lokální vytrvalost a celkovou vytrvalost. Zjistili, že jak celková, tak lokální vytrvalost indikuje vytrvalecké schopnosti lezců. Jak lokální testy pro flexory prstů, tak testy posuzující celkovou vytrvalost jsou vhodné pro posouzení vytrvalosti ve sportovním lezení.

V dalších studiích (Baláš, Chovan a Martin, 2010; Draper et al., 2006; Valenzuela et al., 2013) byly shledány rozdíly mezi typem zotavení (aktivizace lokální oxidační kapacity vs. aktivizace systémové oxidační kapacity) na následný výkon flexorů prstů do vyčerpání.

Na benefity aktivizace systémové oxidační kapacity ve vztahu ke snížení poklesu následného výkonu flexorů prstů do vyčerpání poukázali ve své studii Baláš, Chovan a Martin (2010), když posuzovali vliv 4 metod na opakovaný lezecký výkon. Aktivní metodou bylo zvoleno zotavení na běžeckém pásu o rychlosti 5 km h⁻¹, se zapojením svalů bez specifik lezeckého pohybu (tj. flexory prstů nebyly aktivní při zotavení). Vliv aktivního zotavení chůzí byl porovnáván s dalšími třemi metodami zotavení, kterými bylo ponořování do ledové vody, střídavé ponořování do ledové a horké vody a pasivní metoda. Byl zjištěn pozitivní vliv na opakovaný lezecký výkon u metody ponořování do studené vody a u aktivního zotavení na běžeckém pásu. Naopak u pasivní metody a u střídavého ponořování do teplé a studené vody došlo ke snížení výkonu. Zjistili, že aktivizace systémové oxidační kapacity pomáhá ke zlepšení následného výkonu flexorů prstů spolu s proaktivním zotavením představeným působením studené vody.

Draper et al. (2006) zjistili, že aktivní zotavení na běžeckém ergometru má pozitivní vliv na rychlost snížení laktátu v krvi oproti pasivnímu zotavení. Ten se během lezení vytváří zejména ve svalech předloktí. Autoři předpokládali, že aktivace svalů, ve kterých se netvoří laktát, přispívá k rychlejšímu odplavení laktátu z oblasti předloktí. Dále předpokládali, že zotavení formou chůze může být prospěšné z následujících důvodů. Aktivizace systémové oxidační kapacity, a tedy velkých svalových skupin dolních končetin přispívá k urychlení odbourání laktátu, protože svaly na dolních končetinách jsou v porovnání s flexory prstů výrazně větší. Dále dochází ke zvýšení srdeční frekvence a minutového výdeje srdečního oproti pasivnímu zotavení, tzn. aktivizuje se systémový krevní oběh. Tyto předpoklady potvrzují i výsledky naší práce. Aktivace systémové oxidační kapacity a velkých svalových skupin při celkovém zotavení vede k rychlejšímu zotavení flexorů prstů oproti aktivizaci lokální oxidační kapacity.

Valenzuela et al. (2013) porovnávali dva druhy aktivního zotavení. První metoda byla chůze (zapojení svalů bez specifík lezeckého pohybu) a druhá metoda byla zprostředkována lezením o nízké intenzitě (celkové zapojení svalů specifických pro lezení). Byl zkoumán vliv těchto metod na rychlost odplavení laktátu a následný výkon flexorů prstů do vyčerpání. Zjistili, že zapojení svalů produkujících laktát při lezení společně se zapojením velkých svalových skupin (lezení) mělo větší vliv na odplavení laktátu a následný výkon flexorů prstů, a představuje tak vhodnější metodu pro odplavení laktátu a následný výkon flexorů prstů oproti zapojení svalů dolních končetin (chůze).

Paralelu můžeme vidět v naší práci, kdy lokální oxidační kapacita i systémová oxidační kapacita mají pozitivní vliv na zotavení flexorů prstů. V našem případě byla potvrzena silnější závislost systémové oxidační kapacity na rychlost zotavení a méně významná závislost lokální oxidační kapacity. Naopak Valenzuela et al. (2013) shledali lepší efekt při aktivizaci systémové oxidační kapacity spolu s lokální oxidační kapacitou.

Vhodným druhem zotavení se zdá být jak celkové, tak lokální typ zotavení. Aktivizace jak systémových, tak lokálních oxidačních procesů má lineární vztah k následnému snížení poklesu výkonu flexorů prstů. Avšak aktivizace lokálních oxidačních procesů se zdá být méně vhodnou variantou oproti aktivizaci systémové oxidační kapacity. Pro lezce bude tedy vhodnější věnovat se intermitentním izometrickým kontrakcím flexorů prstů o nízké zátěži oproti pasivnímu odpočinku, ale už méně prospěšné vůči aktivitě vyžadující aktivizaci systémových oxidačních procesů.

Vhodným zotavením aktivizujícím systémovou oxidační kapacitu je chůze. Při chůzi se aktivují svaly dolních končetin spolu s dalšími svalovými skupinami trupu. Jedná se o jednoduchou činnost na provedení a mezi výkony může tuto metodu praktikovat každý lezec. Jedinou podmínkou tohoto typu zotavení je hlídání srdeční frekvence, která by měla být na hodnotě 60 % maximální srdeční frekvence, aby byly splněny podmínky pro praktikování aktivního zotavení bez přítomnosti ischemizace svalů a tvorby laktátu.

Benefity celkového aktivního zotavení mohou pramenit i z psychického faktoru, který je jedním z hlavních faktorů limitujících lezecký výkon. Při chůzi dochází k odreagování od lezeckého výkonu. Jedná se o jiný pohybový vzor bez významného zapojení svalů horních končetin. Lezec se méně soustředí na unavené svaly předloktí než při lokálním aktivním zotavení. Rovněž poloha horních končetin podél těla je vhodná, protože nedochází k aktivaci metaboreflexu.

Jedním z důvodů, proč byl shledán lepší efekt systémové oxidační kapacity na zotavení flexorů prstů může být i fakt, že běžecký nebo cyklistický ergometr, který se používá ke stanovení VO_{2max} může být nevhodný pro stanovení VO_{2max} ve sportovním lezení (Sheel, 2003). Při posuzování VO_{2max} prostřednictvím cyklistického nebo běžeckého ergometru dochází k lineárnímu nárůstu SF a VO_2 . Avšak při lezení tato křivka vykazuje nelineární závislost (Mermier et al., 1997).

Hodnota maximální spotřeby kyslíku flexorů prstů je nižší než celkové VO_{2max} stanovené na běžeckém ergometru (Giles et al., 1997). Při stanovení VO_{2max} na běžeckém ergometru se hodnotí VO_{2max} svalů dolních končetin, nikoliv svalů horních končetin, které jsou limitující pro lezecký výkon (Giles et al., 1997). Rovněž podmínky pro zpracování laktátu ve svalech předloktí jsou ztíženy oproti zátěži vyžadující systémovou oxidační kapacitu, kterou zatížení na běžeckém ergometru představuje. Z těchto důvodů nemusí být stanovení VO_{2max} na běžeckém ergometru vhodnou variantou pro posouzení VO_{2max} flexorů prstů (Thompson et al., 2015).

Dále by bylo vhodné zjistit, jak se na izometrickém výkonu flexorů prstů podílí další svaly a jaký mají podíl na lezeckém výkonu. Mezi tyto svaly se řadí m.flexor digitorum superficialis a svaly pletenců ramenních, které navíc rovněž vykazují znaky zvýšené lokální oxidační kapacity.

Výzkumnou skupinu tvořilo 13 lezců o výkonnosti od 6+ do 10 na stupnici UIAA. Výkonnost lezců bezesporu měla vliv na výsledky měření. U výkonnějších lezců jsou rozvinutější adaptační mechanismy na lezeckou zátěž a odezva na zátěž je jiná. U elitních lezců předpokládáme lepší reakci na lokální zotavení flexorů prstů. Jedním z důvodů našich výsledků, že míra lokální oxidační kapacity hůře indikuje rychlost zotavení oproti systémové oxidační kapacitě, může být fakt, že výkonnost lezců vybraných do naší studie byla nižší než u elitních lezců. Elitní lezci prokazují vyšší výkonnost, která má lineární vztah s vyšší mírou lokální oxidační kapacity. Elitní lezci rovněž vykazují vyšší znalost lezecké techniky a lepší efektivitu lezeckého pohybu, které jsou hlavními faktory limitujícími lezecký výkon. Vliv lokální vytrvalosti flexorů prstů může mít u elitních lezců větší vliv na zotavení flexorů prstů.

Pro větší průkaznost našich výsledků by bylo potřeba změřit větší počet lezců a rozdělit je do dvou skupin podle výkonnosti. Bylo by vhodné zjistit, jaký druh zotavení je vhodnější pro různou míru výkonnosti. U výkonnějších lezců se předpokládá lepší vliv lokálního zotavení a lokální oxidační kapacity na rychlost zotavení flexorů prstů. Distribuce tělesné hmotnosti a složení těla má rovněž svůj nezanedbatelný vliv. Naopak u méně výkonných a začínajících lezců předpokládám větší vliv systémové oxidační kapacity na zotavení flexorů prstů, a to z důvodu horší znalosti lezecké techniky a menší efektivity lezení. Rovněž rozdělení na muže a ženy by bylo na místě z důvodu rozdílných antropometrických, fyziologických a výkonnostních předpokladů.

Hlavní přínos studie vidím v pochopení závislosti oxidačních parametrů na lezeckém výkonu a zotavení flexorů prstů. Práce pomohla určit, jak složky oxidační kapacity ovlivní aktivní zotavení flexorů prstů. Výsledky práce je možné zakomponovat do lezeckých tréninků. Práce může sloužit pro stanovení činností, které jsou vhodné k aktivnímu zotavení mezi jednotlivými lezeckými výkony za účelem urychlení zotavení flexorů prstů a snížení poklesu následného lezeckého výkonu.

7 Závěr

Nebyl shledán rozdíl mezi efektivitou lokálního a celkového aktivního zotavení na snížení rozdílu poklesu následného izometrického výkonu flexorů prstů do vyčerpání.

Jak systémové, tak lokální oxidační procesy vedou k urychlení zotavení flexorů prstů mezi izometrickými výkony flexorů prstů do vyčerpání při aktivním zotavení. Čím vyšší hodnota systémové oxidační kapacity, tím rychlejší zotavení flexorů prstů při aktivním zotavení. Systémová oxidační kapacita lépe indikuje rychlost zotavení flexorů prstů mezi jednotlivými výkony při aktivním zotavení oproti lokální oxidační kapacitě.

Literatura

ÅSTRAND, Per-Olof, et al. *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise*. Human kinetics, 2003.

BALÁŠ, Jiří. *Fyziologické aspekty výkonu ve sportovním lezení*. Charles University in Prague, Karolinum Press, 2022.

BALÁŠ, Jiří, et al. Isolated finger flexor vs. exhaustive whole-body climbing tests? How to assess endurance in sport climbers?. *European journal of applied physiology*, 2021, 121.5: 1337-1348.

BALÁŠ, Jiří, et al. Active recovery of the finger flexors enhances intermittent handgrip performance in rock climbers. *European journal of sport science*, 2016, 16.7: 764-772.

BALÁŠ, Jiří, et al. Reliability of near-infrared spectroscopy for measuring intermittent handgrip contractions in sport climbers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2018, 32.2: 494-501.

BALÁŠ, Jiří; CHOVAN, Patrik; MARTIN, Andrew J. Effect of hydrotherapy, active and passive recovery on repeated maximal climbing performance. *AUC KINANTHROPOLOGICA*, 2015, 46.2: 66-73.

BERTUZZI, Rômulo Cássio de Moraes, et al. Energy system contributions in indoor rock climbing. *European journal of applied physiology*, 2007, 101.3: 293-300.

BILLAT, Veronique, et al. Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 1995, 35.1: 20-24.

DONATH, Lars, et al. Work-relief ratios and imbalances of load application in sport climbing: Another link to overuse-induced injuries?. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2013, 23.4: 406-414.

DRAPER, Nick, et al. Effects of active recovery on lactate concentration, heart rate and RPE in climbing. *Journal of sports science & medicine*, 2006, 5.1: 97.

- FERGUSON, Richard A.; BROWN, Margaret D. Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subjects. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 1997, 76: 174-180.
- FRYER, Simon. Physiological and psychological contributions to on-sight rock climbing, and the haemodynamic responses to sustained and intermittent contractions. 2013.
- FRYER, Simon, et al. Forearm muscle oxidative capacity index predicts sport rock-climbing performance. *European journal of applied physiology*, 2016, 116: 1479-1484.
- GILES, David, et al. An all-out test to determine finger flexor critical force in rock climbers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2021, 16.7: 942-949.
- GILES, David, et al. The determination of finger-flexor critical force in rock climbers. *International journal of sports physiology and performance*, 2019, 14.7: 972-979.
- GILES, Luisa V.; RHODES, Edward C.; TAUNTON, Jack E. The physiology of rock climbing. *Sports medicine*, 2006, 36: 529-545.
- GODDARD, Dale; NEUMANN, Udo. *Performance rock climbing*. Stackpole Books, 1993.
- HAUSSWIRTH, Christophe, et al. *Recovery for performance in sport*. Human Kinetics, 2013.
- HOŠKOVÁ, Blanka; MAJROVÁ, Simona; NOVÁKOVÁ, Pavlína. *Masáž a regenerace ve sportu*. Charles University in Prague, Karolinum Press, 2020.
- HORST, Eric. *Training for climbing: The definitive guide to improving your performance*. Rowman & Littlefield, 2008.
- IFSC. (2023). 2023 Rules. Retrieved 5.3., 2023, from https://cdn.ifsc-climbing.org/images/Website/2023_IFSC_Rules_10.pdf

JANČÍK, Jiří; ZÁVODNÁ, Eva; NOVOTNÁ, Martina. Fyziologie tělesné zátěže – vybrané kapitoly. Brno: Fakulta sportovních studií MU, 2006.

JANČÍK, Jiří; ZÁVODNÁ, Eva; BERNACIKOVÁ, Martina. Fyziologie tělesné zátěže. *Elportál*, 2007.

JONES, Andrew M., et al. Muscle metabolic responses to exercise above and below the “critical power” assessed using ³¹P-MRS. *American journal of physiology-regulatory, integrative and comparative physiology*, 2008, 294.2: R585-R593.

KAPOUNKOVÁ, Kateřina. *Regenerace ve sportu*. [online]. 2014 [cit. 5.11.2022]. Dostupné z:doi:https://is.muni.cz/el/1451/podzim2014/bk2100/Regenerace_ve_sportu_dalkari_SEBS__T_RO-cely.pdf

KODEJŠKA, Jan; BALÁŠ, Jiří; DRAPER, Nick. Effect of cold-water immersion on handgrip performance in rock climbers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2018, 13.8: 1097-1099.

KRAJČOVIECHOVÁ, Lucia. Efekt lokálního a komplexního aktivního zotavení na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů. 2022.

LAFFAYE, Guillaume; LEVERNIER, Guillaume; COLLIN, Jean-Michael. Determinant factors in climbing ability: Influence of strength, anthropometry, and neuromuscular fatigue. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2016, 26.10: 1151-1159.

LEHNERT, Michal, et al. *Kondiční trénink: Fyziologické aspekty kondičního tréninku*. [online]. Univerzita Palackého v Olomouci, 2014 [cit. 10.11.2022]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/149/Lehnert.html>.

LEVERNIER, Guillaume; LAFFAYE, Guillaume. Four weeks of finger grip training increases the rate of force development and the maximal force in elite and top world-ranking climbers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2019, 33.9: 2471-2480.

- LIND, A. R., et al. The circulatory effects of sustained voluntary muscle contraction. *Clinical science*, 1964, 27: 229-244.
- MACDONALD, Grace A., et al. Acute Handgrip Fatigue and Forearm Girth in Recreational Sport Rock Climbers. *International Journal of Exercise Science*, 2022, 15.4: 834.
- MACIEJCZYK, Marcin, et al. Climbing-specific exercise tests: Energy system contributions and relationships with sport performance. *Frontiers in Physiology*, 2022, 12: 2521.
- MACKERELL, Alexander D.; ROUX, Benoît. *Computational biochemistry and biophysics*. New York: Marcel Dekker, 2001.
- MACLEOD, Dave, et al. Physiological determinants of climbing-specific finger endurance and sport rock climbing performance. *Journal of sports sciences*, 2007, 25.12: 1433-1443.
- MAGALHÃES, José, et al. Indoor climbing elicits plasma oxidative stress. *Medicine and science in sports and exercise*, 2007, 39.6: 955-963.
- MCCULLY, Kevin K., et al. Simultaneous in vivo measurements of HbO₂ saturation and PCr kinetics after exercise in normal humans. *Journal of Applied Physiology*, 1994, 77.1: 5-10.
- MEEUSEN, Romain; LIEVENS, P. The use of cryotherapy in sports injuries. *Sports medicine*, 1986, 3: 398-414.
- MERMIER, Christine M., et al. Energy expenditure and physiological responses during indoor rock climbing. *British journal of sports medicine*, 1997, 31.3: 224-228.
- MICHAILOV, Michail Lubomirov, et al. Reliability and validity of finger strength and endurance measurements in rock climbing. *Research quarterly for exercise and sport*, 2018, 89.2: 246-254.

MICHAILOV, Michail Lubomirov. Workload characteristic, performance limiting factors and methods for strength and endurance training in rock climbing. *Medicina Sportiva*, 2014, 18.3: 97-106.

O'LEARY, Donal S., et al. Muscle metaboreflex improves O₂ delivery to ischemic active skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 1999, 276.4: H1399-H1403.

PHILIPPE, Marc, et al. Climbing-specific finger flexor performance and forearm muscle oxygenation in elite male and female sport climbers. *European journal of applied physiology*, 2012, 112: 2839-2847.

PHILLIPS, Shaun. *Fatigue in sport and exercise*. Routledge, 2015.

PROCHÁZKA, Vladimír; PROCHÁZKA, Vladimír, ML.; ROTMAN, Ivan a NOVÁK, Jan. *Horolezectví*. Praha, Olympia, 1990.

PSOHLAVEC, Lukáš. Efekt dvou typů aktivního odpočinku na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů. 2016.

POOLE, David C., et al. Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. *Ergonomics*, 1988, 31.9: 1265-1279.

ROWELL, Loring B.; O'LEARY, Donal S.; KELLOGG JR, Dean L. Integration of cardiovascular control systems in dynamic exercise. *Comprehensive physiology*, 2010, 770-838.

SCHADLE-SCHARDT, Walter. Die zeitliche gestaltung von belastung und entlastung im wettkampfklettern als element der trainingssteuerung. *Leistungssport*, 1998, 1.98: 23-28.

SHEEL, A. William, et al. Physiological responses to indoor rock-climbing and their relationship to maximal cycle ergometry. *Medicine and science in sports and exercise*, 2003, 35.7: 1225-1231.

SHEEL, A. William. Physiology of sport rock climbing. *British journal of sports medicine*, 2004, 38.3: 355-359.

SMITH, Jimmy C.; HILL, David W. Stability of parameter estimates derived from the power/time relationship. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 1993, 18.1: 43-47.

STIEN, Nicolay; SAETERBAKKEN, Atle Hole; ANDERSEN, Vidar. Tests and Procedures for Measuring Endurance, Strength, and Power in Climbing—A Mini-Review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2022, 4.

STUART, Barbara. Infrared spectroscopy. *Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology*, 2000.

THOMPSON, Emilia B., et al. Brachial artery characteristics and micro-vascular filtration capacity in rock climbers. *European journal of sport science*, 2015, 15.4: 296-304.

VALENZUELA, Pedro L.; DE LA VILLA, Pedro; FERRAGUT, Carmen. Effect of two types of active recovery on fatigue and climbing performance. *Journal of sports science & medicine*, 2015, 14.4: 769.

WALSH, B., et al. Enhanced mitochondrial sensitivity to creatine in rats bred for high aerobic capacity. *Journal of Applied Physiology*, 2006, 100.6: 1765-1769.

WATTS, Phillip B.; DROBISH, K. M. Physiological responses to simulated rock climbing at different angles. *Medicine and science in sports and exercise*, 1998, 30.7: 1118-1122.

WATTS, Phillip B. Physiology of difficult rock climbing. *European journal of applied physiology*, 2004, 91: 361-372.

WATTS, Phillip B., et al. Metabolic response during sport rock climbing and the effects of active versus passive recovery. *International journal of sports medicine*, 2000, 21.03: 185-190.

WHITE, Dominic J.; OLSEN, Peter D. A time motion analysis of bouldering style competitive rock climbing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2010, 24.5: 1356-1360.

WILMORE, Jack H.; COSTILL, David L.; KENNEY, W. Larry. *Physiology of sport and exercise*. Champaign, IL: Human kinetics, 2004.

Seznam příloh

Seznam tabulek:

Tabulka č.1: Pokles 2. a 3.výkonů (kg s) v závislosti na druhu zotavení	24
Tabulka č.2: Vztah mezi systémovou (VO_{2max} , VT_2) a lokální ($T_{1/2}$) oxidační kapacitou a poklesy výkonů u celkového (B delta Impuls síly 1-3) a lokálního zotavení (L delta Impuls síly 1-3).....	25

Seznam grafů:

Graf č. 1: Pokles výkonů flexorů prstů (kg s) pro lokální a celkové zotavení	24
---	----

Seznam obrázků:

Obrázek č.1: Poloha horní končetiny na liště elektronického dynamometru 1D-SAC (Krajčoviechová, 2022)	19
Obrázek č.2: Časový rozvrh měření	20

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Informovaný souhlas	I
Příloha č. 2: Žádost o vyjádření etické komise.....	III
Příloha č. 3: Vyjádření etické komise.....	IV
Příloha č. 4: Vstupní protokol	V

Příloha č. 1: Informovaný souhlas

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

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 treňažeru), 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 treňažeru ClimbStation nad certifikovanou dopadovou matrací. Před vlastním měřením bude lezecký treňažér zkontrolován kvalifikovanou osobou.
7. Projektu se nemohou účastnit osoby s kardiovaskulárním onemocněním, hypertenzí, onemocněním 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 ohodnocena.
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
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-Veleslavín

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:

Příloha č. 2: Žádost o vyjádření etické komise

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

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 Zát'ková

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

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

Financování: CZV 60040011

Popis projektu: Výzkum má kvantitativní charakter, kdy využijeme randomizovaný vnitroskupinový experiment. Budeme sledovat vztahy mezi nezávisle proměnnou (zotavovací metody) a závisle proměnnou (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 trenažeru). 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 trenažeru ClimbStation, účastníci studie budou ležet pouze nad certifikovanou dopadovou matrací. Před vlastním měřením bude lezecký trenažér 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.

Příloha č. 3: Vyjádření etické komise

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

Požizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků:

Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky ani videozáznamy. Bude 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): příložen

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 rozpor** 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.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6
- 20 -

podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha č. 4: Vstupní protokol

Vstupní protokol

Příjmení: testování:	Jméno:	Datum narození:	Datum
-------------------------	--------	-----------------	-------

<i>Hmotnost (kg):</i>	<i>Výška (cm):</i>
-----------------------	--------------------

Dominantní ruka (zakroužkovat)	L	P
--------------------------------	---	---

Současná výkonnost za poslední 2-3 měsíce
současná RP cesta (UIAA):
současná OS cesta (UIAA):
současný boulder (Fb):

Délka lezení (roky):
Zastoupení lezeckých aktivit : skály% vs stěna%
bouldery.....% vs lano%

Lezecké tréninky týdně (počet): (hodin):
Nelezecké tréninky týdně (počet): (hodin):
Nalezené metry s lanem týdně (m): Boulderových kroků týdně (počet kroků):

Maximální síla (kg):
All out variantas vyklepáváním
Pořadí zotavovacích metod:

Mandl Lišta Běhátko