UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Laboratoř sportovní motoriky

Diplomová práce

Efekt dvou typů aktivního odpočinku na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Jiří Baláš Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Lukáš Psohlavec

5. ročník TVS

Praha, 2016

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně, dle metodických pokynů vedoucího diplomové práce a na základě použité literatury.

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Lukáš Psohlavec

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval Mgr. Jiřímu Balášovi Ph.D. za cenné rady a informace, které mi poskytl při zpracovávání této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval všem probandům, kteří se zúčastnili studie a věnovali mi tak svůj čas a vynaložené úsilí.

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musejí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno a příjmení: Číslo obč. průkazu: Datum vypůjčení: Poznámka:

Abstrakt

Název práce: Efekt dvou typů aktivního odpočinku na opakovaný izometrický výkon flexorů prstů

Cíle práce: Cílem práce bylo porovnat vliv dvou druhů aktivního odpočinku a to celkového a lokálního na rychlost zotavení po opakovaném izometrickém zatížení flexorů prstů a porovnat tyto typy zotavení s odpočinkem pasivním.

Metoda: Studie se zúčastnilo 10 mužů, rekreačních sportovců, průměrného věku 30,4 ± 5,9, kteří absolvovali randomizovaně tři druhy odpočinku (pasivní – PZ, aktivní celkový – AZ a intermitentní lokální – LZ) ve třech dnech s minimální pauzou 48 hodin. Výkon probandů byl měřen pomocí speciálního zařízení pro testování síly flexorů prstů a to za pomocí intermitentního zatížení (8s zatížení -2s pauza) do vyčerpání ve 3 opakováních vždy s 15 minutovou pauzou pro zotavení.

Výsledky: Ze studie vyplynulo, že aktivní typ odpočinku je výhodnější než pasivní typ zotavení. Významný rozdíl mezi oběma typy aktivního odpočinku se však neprokázal. U aktivního celkového odpočinku došlo k celkovému poklesu výkonu o 21,7s (29,77%) a u aktivního lokálního odpočinku o 20,8s (30,1%). Při pasivním typu odpočinku poklesl výkon 24,6s (35,34%). Podobné výsledky prokázalo také sledování integrály síly dle času, kdy nejvyšší celkový pokles nastal u pasivního zotavení, a to o 6574 (N.s), což představuje 36,73%. U lokálního typu zotavení nastal pokles o 5040 (N.s) (29,51%) a u aktivního celkového představoval pokles 5166 (N.s) (28,27%).

Klíčová slova: zotavení, aktivní a pasivní zotavení, lokální zotavení, odpočinek, intermitentní zatížení, flexory prstů, izometrie

Abstract

Title: Effect of two active recovery methods on repeated bout of finger flexors isometric performance.

Goals: Compare two methods of active recovery – global and local, during repeated isometric performance and learn the difference between active and passive recovery.

Method: Ten recreational athletes in average age 30,4 ± 5,9 years performed in a random cross-over desing 3 sessions with 3 repeated isometric intermittent contraction. The effect of active global recovery, active local recovery and passive recovery between repetions was monitored.

Results: More effective type of recovery was active recovery. There was no difference between both active recovery methods. Performed decrease in active global recovery was activleast effective method of recovery was passive recovery. Decrease in the time in active global recovery was 21,7s (29,77%) and in active local recovery 20,8s (30,1%). The least effective was passive recovery. There was decrease 24,6s (35,34%).

Key words: recovery, active recovery, local recovery, finger flexors, interrmitent, isometric contraction.

Obsah

1 Úvod 10
2 Teoretická část 11
2.1 Svalová tkáň 11
2.1.1 Typy svalových vláken 11
2.1.2 Stavba kosterního svalu 12
2.1.3 Metabolismus svalové činnosti 13
2.1.4 Svalová kontrakce 15
2.2 Svalová síla 16
2.3 Intermitentní a kontinuální zatížení 17
2.3.1 Intermitentní zatížení 17
2.3.2 Kontinuální zatížení 18
2.4 Flexory prstů a jejich testování 18
2.5 Únava 21
2.5.1 Centrální únava 24
2.5.2 Lokální únava 25
2.5.3 Metabolická únava 25
2.5.4 Druhy únavy dle intenzity cvičení 26
2.5.5 Projevy únavy 28
2.6 Zotavení 29
2.6.1 Zotavovací procedury 32
2.6.2 Aktivní zotavení 34
2.6.3 Pasivní zotavení 35
2.7 Shrnutí teoretické části 37
3 Metodologie 38

3.1 Cíle práce ... 38
3.2 Úkoly práce ... 38
3.3 Hypotézy ... 38
3.4 Metody ... 38
3.4.1 Charakteristika testovaného souboru ... 39
3.4.2 Experimentální plán ... 40
3.4.3 Realizace měření ... 41
4 Výsledky ... 46
4.1 Porovnání výsledků ... 46
4.2 Pasivní zotavení ... 50
4.3 Aktivní celkové zotavení ... 51
4.4 Aktivní lokální zotavení ... 52
4.5 Srdeční frekvence ... 53
5 Diskuze ... 55
6 Závěry ... 60
7 Literatura ... 62
8 Přílohy ... 69

Seznam zkratek

ACZ – aktivní celkové zotavení

ADP – adenosin difosfát

ATP – adenosin trifosfát

CP - kreatin fosfát

CNS – centrální nervový systém

DIP – distální interfalangiální kloub

FDP - flexor digitorum profundus (hluboký ohýbač prstů).

FDS - flexor digitorum superficialis (povrchový ohýbač prstů)

FTI – force time integral – integrál síly podle času

La – laktát

LZ – aktivní lokální zotavení

MVC – maximální volní kontrakce

PIP - proximální interfalangiální kloub

PZ – pasivní zotavení

SF – srdeční frekvence

SFmax – maximální srdeční frekvence

SFprum – průměrná srdeční frekvence

VO2max – maximální aerobní kapacita plic

1 Úvod

Je obecnou a logickou snahou se se zvyšujícími se nároky na sportovce a zvyšující se výkonnosti ve všech sportovních odvětvích zabývat otázkou zotavení a odpočinku, který má v mnoha ohledech zásadní vliv na následný výkon. Hledají se nové druhy zotavení k urychlení a zkvalitnění zotavných procesů organismu jak při celkovém zatížení, tak při lokálním.

Svalová síla zasahuje do všech sportovních odvětví nemalou měrou a právě opakovaně vyvinutá dostatečná úroveň síly má zásadní vliv na výkon sportovce. Vliv celkového aktivního odpočinku na rychlost zotavných procesů je znám, avšak vliv aktivního lokálního odpočinku pomocí zapojení pouze svalů specifických pro prováděný výkon není zcela jasný a proto se budeme zabývat především touto problematikou.

V mnoha sportovních odvětvích dochází k zatížení intermitentního charakteru a právě v těchto sportech je nezbytné zregenerovat a zotavit organismus po předchozím vysoce intenzivním výkonu co nejrychleji a nejkvalitněji tak, abychom mohli podávat co nejlepší výkon opakovaně a pokud možno co nejdéle.

V této práci se budeme zabývat efektem aktivního odpočinku a to celkového a lokálního právě na rychlost zotavení po maximálním lokálním vyčerpání svalu při intermitentní zátěži a výsledky budeme komparovat s pasivním typem zotavení.

2 Teoretická část

2.1 Svalová tkáň

Základní výkonnou složku v lidském těle tvoří kosterní svalová tkáň, která se upíná na kostru Je motorem i brzdou pohybu a průměrně tvoří u muže asi 36% hmotnosti těla. U sportujících může hmotnost kosterního svalstva dosáhnout až 45% a v lidském těle je okolo 600 svalů, které se většinou vyskytují párově (Čihák, 2003).

„Kosterní svalstvo je tkáň, která je schopna vlivem volního úsilí kontrakce a relaxace. Kosterní sval je schopen přeměny chemické energie na mechanickou, která se projevuje změnou tenze nebo zkrácením svalu. Základní strukturu kosterního svalstva tvoří svalová vlákna, která obsahují kontraktilní bílkoviny a umožňují mezi nimi tvorbu příčných můstků. Proto se kosterní svalstvo nazývá také jako příčně pruhované. Jako jediná svalová vlákna reagují na podnět vyvolaný vůlí člověka.“

„Při oxidativní přeměně energie musí být zajištěn dostatečný přísun kyslíku do pracujících svalů. Proto na svalovou činnost navazuje i činnost srdečně-cévní soustavy a dýchacích orgánů. K urychlení zotavných procesů jsou využívány další procedury, které vyvolávají změny ve vnitřním prostředí. Rychlost zotavných procesů je dána zastoupením svalových vláken a jejich energetických zásob“ (Baechle & Earle, 2008)

2.1.1 Typy svalových vláken

Svalová vlákna můžeme rozdělit dle Martiniho a kol. (2006) následovně:

Pomalá svalová vlákna – Typ I. – Tyto vlákna mají asi poloviční délku než vlákna rychlá a ke kontrakci dochází asi třikrát pomaleji než u rychlých než dosáhnou maximální úrovně kontrakce po předešlé nervové stimulaci. Jsou však uzpůsobena tak, aby dokázala delší dobu odolávat únavě a jedním z důvodů proč tomu tak je, je lepší kapilární síť, což umožňuje lepší zásobení kyslíkem a větší mitochondriální aktivitu. V pomalých svalových vláknech je také větší zastoupení myoglobinu, jenž je strukturou podobný krevnímu myoglobinu a obě tyto molekuly jsou schopny vázat

molekuly kyslíku. Vlákna obsahují značné rezervy kyslíku, které mohou být mobilizovány během kontrakce. V literatuře můžeme nalézt pomalá červená vlákna také jako pomalá oxidativní vlákna nebo Typ I.

Přechodná vlákna (FOG) – Typ II a. – přechodná svalová vlákna. Ve srovnání s červenými vlákny jsou méně odolná vůči únavě, kontrahují se však rychleji a považují se za typ vláken spíše rychlých, jelikož mají malý obsah myoglobinu.

Fast glycolitic (FG) – Typ II x – tzv. bílá svalová vlákna nazývána také jako rychlá. Obsahují hustě zastoupené myofibrily, jsou dlouhá, mají velké zásoby glykogenu a málo mitochondrií. Únava se v tomto typu vláken šíří rychleji z důvodu velkého počtu myofibril, které spotřebovávají mnoho ATP a z důvodu malého počtu mitochondrií nedochází k tak rychlé resyntéze ATP

V jednotlivých svalech jsou různé typy svalových vláken zastoupeny v individuálně různém poměru a rozdíl v zastoupení jednotlivých vláken je velmi interindividuální (Dovalil, 2009).

V porovnání mužů a žen z hlediska anatomických odlišností můžeme mezi hlavní rozdíly uvést procento svalové hmoty, které u mužů činí asi 44,8% z celkové hmotnosti těla naproti 36% u žen (Dovalil, 2002). Miller a spol. (1993) uvádí, že ženy dosahují přibližně 50-60% síly mužů v horní polovině těla a 60-70% síly v dolní polovině těla. Dle Frontera a spol. (1991) dosahují ženy v průměru 42-63% mužské síly.

Brown (2000) dále uvádí, že procentuální zastoupení svalových vláken je dáno geneticky, a že se jedinec už rodí s jejich určitým poměrem. Ve velké míře nemůžeme tedy ovlivnit zastoupení jednotlivých vláken. Ovlivnit však můžeme oxidativní a anaerobní kapacitu jednotlivých vláken. Posilovacím tréninkem se může stát vlákno více trénované a funkční. V těle člověka jsou zastoupeny všechny tři typy a jejich poměr závisí na tom, o jaké svaly jde.

2.1.2 Stavba kosterního svalu

Kosterní svaly začínají a končí ve šlachách. Stavebními jednotkami jsou jednotlivá svalová vlákna, která obsahují mnoho buněčných jader a myofibril, jež se

dále dělí na jednotlivá filamenta. Filamenta se pak skládají z kontraktilních bílkovin – aktinu a myozinu. Kosternímu svalu se také říká příčně pruhovaný – je to dáno rozdílnou lomivostí světla v různých částech svalového vlákna.

Základním motorem svalů je sarkomera, jež obsahuje aktin, myozin a tropomyozin-troponin, ale i další bílkoviny jako například myoglobin, který přenáší kyslík ve svalech.

2.1.3 Metabolismus svalové činnosti

Metabolismus je souhrnný název pro katabolické a anabolické děje, které probíhají v organismu při přeměně látek a energií. Hlavním zdrojem energie při svalové kontrakci jsou makroergní fosfáty obsažené v cukrech, tucích a bílkovinách. Jejich rozklad má za příčinu vznik biologických látek použitelných jako zdroj energie ve svalových tkáních. Jako nejrychlejší a okamžitý zdroj energie slouží molekuly adenozintrifosfátu (ATP). Svalová práce je možná jen za přítomnosti dostatečného množství ATP. Při poklesu koncentrace ATP dojde ke změně metabolismu na anaerobní proces výroby. V případě nedostatečného přísunu kyslíku do pracujících tkání mluvíme o laktátové anaerobní přeměně látek a energií. V případě dostatečného přísunu kyslíku pak mluvíme o aerobní přeměně (Baechle & Earle, 2008),

Při každé pohybové aktivitě, především při zvýšené intenzitě cvičení, se zrychluje látková výměna a pro potřebu zvýšení energetických zdrojů jsou aktivovány další soustavy, při kterých dochází k metabolické přeměně složitých látek na jednoduché (Havlíčková a kol., 1999).

Podle Baechela a Earla (2008) probíhají ve svalových buňkách tři energetické systémy, které zabezpečují produkci ATP:

1. Alaktátový anaerobní systém – ATP-CP
2. Laktátový anaerobní systém – glykolýza
3. Aerobní systém – oxidativní

2.1.3.1 Druhy metabolismu

Alaktátové anaerobní krytí – ATP-CP

Jedná se o reakci kreatin fosfátu (CP) jako vysokoenergetické molekuly, která se sloučí s adenosin difosfátem (ADP), jenž je zbytkovou molekulou po rozkladu ATP. CP se nalézá pouze v omezené míře ve svalových vláknech, kde po sloučení s ADP vzniká nový energetický zdroj ATP. Tento druh metabolismu je využíván v činnostech do 20s, je rychlý a celý probíhá uvnitř buňky, tudíž nepotřebuje k aktivaci žádný kyslík – proto se jedná o anaerobní způsob (Wilmore, Costill, 2004).

Anaerobní glykolýza

Jako zdroj energie je využívána glukóza, která se bez přítomnosti kyslíku mění na pyruvát a malé množství okamžité energie ATP. Toto získávání energie probíhá bez dostatečné účasti kyslíku a je charakteristické zvýšenou koncentrací laktátu v krvi. Glykolýza je rozklad svalového glykogenu a následná tvorba ATP, jenž však v tomto systému není tak rychlá jako laktátovým způsobem – její kapacita je však vyšší a to díky větším zásobám glykogenu a glukózy v porovnání s CP. Konečným produktem rozkladu glykogenu je pyruvát, jenž je na základě intenzity cvičení a potřebné dodávky energie pro buňky přeměněný na laktát anebo transportovaný do mitochondrií, kde probíhají další reakce za účasti kyslíku. Dochází také k nedostatečné oxidaci. Pyruvát se následně mění na kyselinu mléčnou, která se rozpadá na vodíkové ionty a na laktát pomocí enzymu laktátové dehydrogenázy. Koncentrace krevního laktátu může stoupnout z 1 mmol/kg až na 25 mmol/kg. Ionty vodíku způsobují rychlou únavu ve svalech, což je způsobeno hlavně tím, že, že zvyšují pH, čímž zpomalují glykolytické reakce a tvorbu energie potřebnou pro svaly. Často je laktát označovaný jako hlavní příčina únavy – avšak je často využívaný jak energetický substrát například při tvorbě glukózy v glukogenezi (Bechel, Earl, 2008*)*

Tento systém je uplatňovaný především při aktivitách submaximální intenzity s trváním 45 – 90s (Semiginovský, Vránová, 1983).

Oxidativní systém

Oxidativní systém zajišťuje energii pro svalové buňky za přítomnosti kyslíku. Oxidativní produkce ATP se odehrává uvnitř mitochondrií. Aerobní systém zásobuje

svaly energií při dlouhotrvajících aktivitách a je výhodnější než anaerobní, protože z jedné molekuly glykogenu je vytvořených až 39 molekul ATP oproti 3 molekulám ATP, které jsou vytvořeny v laktátovém systému. I v tomto systému hraje hlavní úlohu glykolýza cukrů, ale oproti anaerobnímu získávání energie je konečný produkt pyruvát za přítomnosti kyslíku přeměněný v mitochondriích na acetyl koenzym A, jež vstupuje do Krebsova cyklu, kde je přeměněn na ATP (Wilmore, Costill, 2004).

2.1.4 Svalová kontrakce

Dle Dylevského (2000) rozdělujeme svalovou kontrakci podle charakteristiky vnější zátěže, směru pohybové akce a rozsahu kontrakce. Z těchto parametrů pak můžeme rozdělit svalovou kontrakci na tři základní typy: izotonickou, jež prakticky reálně neexistuje, izometrickou a izokinetickou. Kraemer & Hakkinen (2009) dělí svalovou činnost dle charakteristických vlastností vyvinuté síly a velikosti odporu a to tak, že pokud je odpor shodný s velikostí vyvinuté síly, jedná se o izometrickou či statickou činnost a v případě, že velikost odporu není stejná jako velikost vyvíjené síly, jedná se o dynamickou činnost. U té pak ještě dělíme činnost dle toho, zda se k sobě svalová vlákna přibližují (koncentrická činnost) nebo oddalují (excentrická činnost).

2.1.4.1 Izometrická svalová činnost

Izometrickou kontrakcí nazýváme aktivitu svalu, při kterém narůstá vnitřní tonus, bez ohledu na vnější změnu výchozí pozice. Vzdálenost začátku a úponu svalu se při tomto typu kontrakce nemění, tak jako se tím pádem nemění ani délka svalu (Hamill, Knutzen, 1995). Cvičení jsou někdy označována jako statická (Brown, 2000).

2.1.4.2 Koncentrická svalová činnost

Brown (2000) nazývá koncentrickou činnost také jako pozitivní svalová práce. Projevuje se, pokud svalová činnost převažuje nad odporem a svaly se zkracují a přibližují se k sobě (Heyward, 2010). Příčně pruhované kosterní svalstvo se může zkrátit až o 50 – 70% jejich původní délky (Hamill, Knutzen, 1995).

2.1.4.3 Excentrická svalová činnost

Kontrakce excentrická se vyznačuje natahováním – prodlužováním svalu. Nastává většinou v případech, kdy se tělesný segment pohybuje směrem dolů a vykonává tzv. negativní práci. Pohyb je svaly spíše kontrolován a excentrická kontrakce bývá zapojována především při brždění pohybu (Hamil, Knutzen, 1995).

2.2 Svalová síla

Síla je schopnost překonávat odpor vnějšího prostředí pomocí svalového úsilí (Měkota, Novosad, 2005). Dovalil (2009) pak definuje sílu jako komplex pohybových schopností překonávat, udržovat nebo brzdit určitý odpor a upozorňuje na důležitost silových schopností ve sportovní praxi prakticky na všech úrovních. Určitá silová úroveň je nevyhnutelná i z pohledu prevence možných zranění (Dovalil, 2009).

Silové schopnosti pak dělíme na:

Staticko – silové

- krátkodobá (jednorázová) staticko-silová schopnost
- vytrvalostní staticko-silová schopnost

Dynamicko – silové

- explozivně-silová schopnost
- rychlostně-silová schopnost
- vytrvalostně-silová schopnost

Z hlediska rychlosti svalového stahu, trvání pohybu a počtu opakování lze silové schopnosti dle Dovalila (2008) rozdělit následovně:

- Síla absolutní
- Síla vytrvalostní
- Síla explozivní

Jelikož byl experiment zaměřen na rychlost zotavení po opakovaném intermitentním zatížení do vyčerpání – budu se v následujících řádcích věnovat právě síle vytrvalostní, která koresponduje právě s tímto zatížením. Moravec (2004) definuje vytrvalostní sílu jako procento maximální síly a déletrvající svalovou činnost. Je částečně spojena s maximální silou, ale i s vytrvalostí aerobního i anaerobního charakteru. Dovalil (2009) popisuje vytrvalostní sílu jako déletrvající svalovou kontrakci (koncentrickou, excentrickou i statickou) a Měkota (2005) ji definuje následovně „Silová vytrvalost je schopnost uplatňovat svalovou sílu opakovaně po delší dobu bez výrazného snížení její úrovně“.

2.3 Intermitentní a kontinuální zatížení

Dovalil (2009) uvádí, že velikost zatížení lze chápat jako vícerozměrnou veličinu, kterou vytvářejí základní charakteristiky zatížení:

- intenzita cvičení,

- doba trvání cvičení,

- počet opakování cvičení,

- interval odpočinku mezi cvičením

- způsob odpočinku,

a to jak jednotlivě, tak zejména ve vzájemné spojitosti. Téměř v každém sportu lze vytrvalostní schopnost stimulovat prostřednictvím dvou tréninkových metod: intermitentní (intervalová, střídavá) a kontinuální (nepřerušovaná, souvislá).

2.3.1 Intermitentní zatížení

Znakem intervalových metod ovlivňujících vytrvalostní schopnosti jsou intervaly odpočinku, při kterých dochází pouze k částečnému zotavení organismu, což má za následek rychlejší rozvoj funkčních předpokladů a zvýšení výkonnosti. Doporučuje se, aby SF ve fázi zotavení mezi jednotlivými úseky zatížení neklesla pod 120 - 140 tepů/min. Výhodou této metody je možnost absolvovat velkou vzdálenost při mnohem vyšší intenzitě než by to bylo možné bez přestávek. Nejčastější dělení metod intervalového tréninku je na intenzivní a extenzivní (Grasgruber a Cacek, 2008).

Intenzivní metoda je specifická svými krátkými úseky zatížení a delšími přestávkami. Cvičení sice probíhá ve vysoké rychlosti, ale celkový počet opakování je nižší ve srovnání s metodou extenzivní.

2.3.2 Kontinuální zatížení

Tento typ zatížení je charakteristický nepřerušovaným vykonáváním sportovní činnosti. Dovalil (2009) uvádí tyto rámcové parametry:

- doba cvičení: 30 minut až několik hodin,
- intenzita cvičení: 50 - 70 % VO2max, tj. asi 130 - 170 tepů za minutu.

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

Hlavním účelem intervalového tréninku je především příprava na specifickou soutěžní zátěž. Tato metoda není vhodná pro děti, jelikož nejsou připraveni na aerobní zátěž, trvající delší dobu. Možnost zvýšení VO2max je u metody kontinuální menší než u intervalové, je však možné ji použít při tréninku dětí či začátečníků, kdy nepřerušovaná metoda pomáhá vylepšit zmíněný parametr. Rozdíl mezi metodami spočívá také v době trvání zatížení. Během kontinuální metody je sportovec zatěžován většinou delší dobu o nižší intenzitě (O2 systém), přičemž intervalová metoda je charakteristická spíše kratšími a intenzivnějšími úseky zatížení, během kterých zajišťuje energii převážně ATP-CP a LA systém (Zahradník et al., 2012).

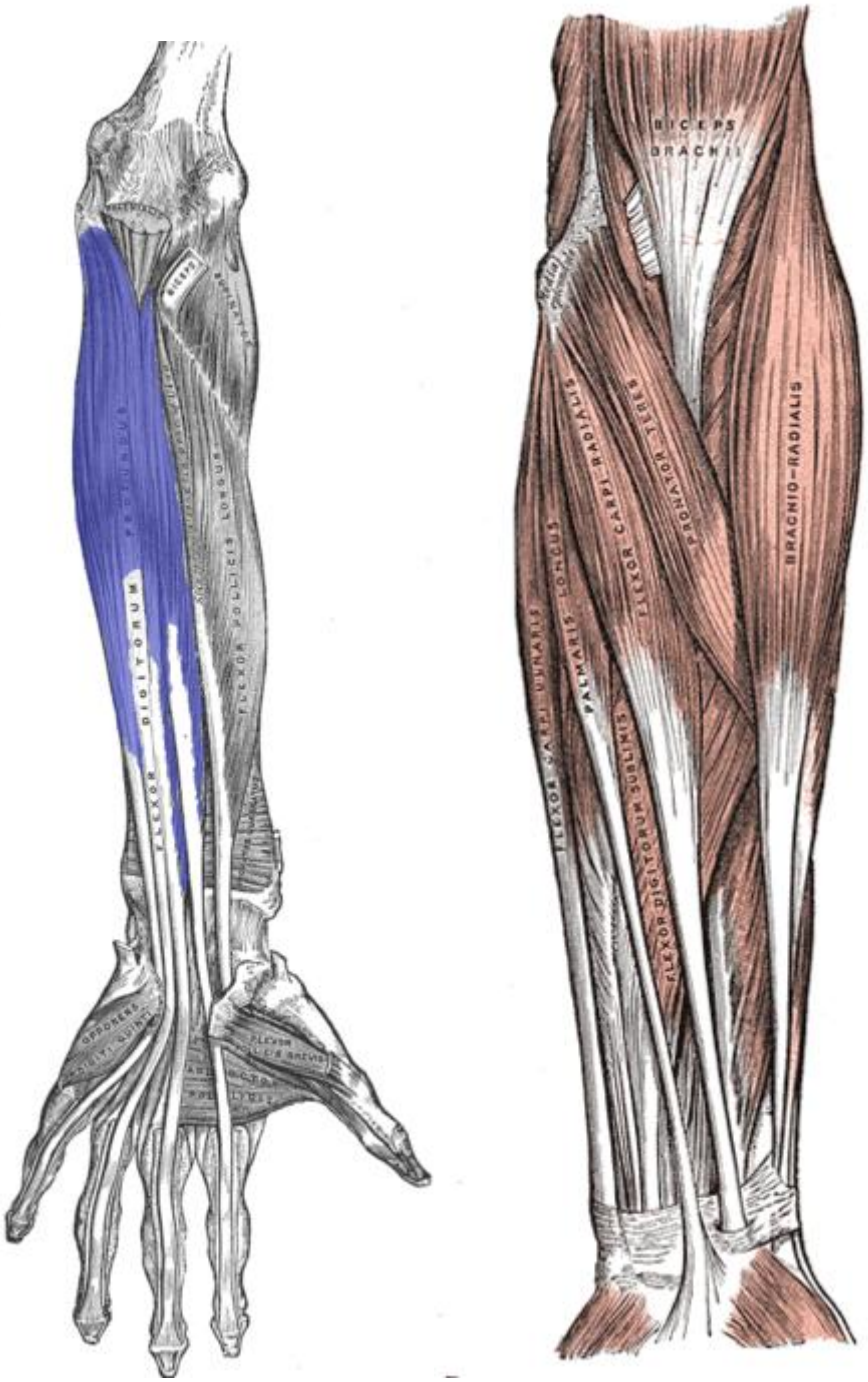
2.4 Flexory prstů a jejich testování

Jelikož je práce zaměřená na svaly předloktí, konkrétně na flexory prstů, které budou při testování zatěžovány, představíme si stručně popsané metody jejich testování.

K flexi prstů slouží svaly na přední straně předloktí tzv. flexory prstů. Při testování síly flexorů prstů rozlišujeme především flexor digitorum superficialis (FDS

– povrchový ohýbač prstů) a flexor digitorum profundus (FDP – hluboký ohýbač prstů).

Obrázek 1 – musculus flexor digitorum profundus (hluboký ohybač prstů) a musculus flexor digitorum superficialis (povrchový ohybač prstů) (www.wikiskripta.eu)



Schweizer a Hudek (2011) se zabývali zapojením FDP a FDS při úchopu dynamometru uzpůsobenému délce ve flexi u DIP a PIP a zjistili, že zapojení FDP se uplatňuje především u úchopu na velmi malém dynamometru a FDS při úchopu na dynamometru s širším úchopem. Tyto výsledky můžeme brát za přijatelné i z hlediska zapojení FDP a FDS při flexi prstů. FDP provádí flexi distálních článků a při uchopení velmi malého chytu jsou v kontaktu s chytem právě jen tyto distální články, což ukazuje, že k udržení chytu musí být důležité zapojení FDP. Pokud je chyt dostatečně velký, jsou při jeho držení používány i proximální články prstů, přičemž se může výrazněji uplatnit i FDS.

Jednoduché testování maximální síly flexorů prstů představili ve svém výzkumu Michailov a kol. (2009). Toto testování probíhalo pouze za použití přenosné váhy. Probandi se v tomto výzkumu zavěsili na lištu (loket v úplné extenzi, rameno ve flexi 180°) dvěma prsty (prostředníkem a prsteníkem) a flexí v kolenním kloubu se snažili přenést co nejvíce své hmotnosti na zavěšené prsty. Výsledek testu byl pak vypočten z rozdílu celkové hmotnosti probanda a jeho hmotnosti při zavěšení.

Wall a kol. (2004) představili testování síly flexorů prstů pomocí speciálního aparátu, který odlišil toto testování od ostatních studií podobného charakteru. Speciální aparát umožňoval postupné zvyšování zatížení prstů až do maxima a to tak, že vyvíjel potřebnou sílu proti flexorům prstů. Test probíhal v kleku, probandi uchopili zařízení takovým způsobem, že paže byla ve 180° flexi a loket byl v úplné extenzi. Prsty byly umístěny na madlu speciálního aparátu takovým způsobem, aby druhý článek prostředního prstu byl přibližně v 90° flexi. Poté byla zvyšována síla, kterou vyvíjel speciální aparát do doby, dokud byl lezec schopen zachovávat tento úchop.

Michailov a kol. (2009) testovali maximální sílu také pomocí stisku ručního dynamometru. Měření maximální síly stisku probíhalo tak, že proband stál ve vzpřímeném stoji. Testovaná paže byla v plné extenzi podél boku.

Testováním síly flexorů prstů, pomocí ručního i laboratorního dynamometru, se zabývala řada autorů. Za pomoci ručního dynamometru zkoumali sílu také Baláš a kol. (2012) na lezcích různé výkonnostní úrovně. Testování probíhalo tak, že proband v sedu na židli držel ruční dynamometr pomocí dominantní ruky takovým způsobem, že

ruka byla vedle boku přirozeně spuštěna k zemi a loket byl v plné extenzi. Pohyblivá část rukojeti dynamometru byla nastavena tak, aby byl v dosahu prvního článku prostředníčku.

Silovou vytrvalost část autorů posuzovalo pomocí testů, které si kladou za cíl udržování určité procentuální části MVC (maximální volní kontrakce) flexorů prstů (MacLeod a kol., 2007; Philippe a kol., 2012). MacLeod a kol. (2007) a Philippe a kol. (2012) používali k testování silové vytrvalosti podobný speciálně upravený dynamometr, který umožňoval zpětnou vazbu. Zpětná vazba poskytovala účastníkovi údaj o tom, zda vyvíjí požadovanou část MVC. V obou těchto studiích bylo rameno i loketní kloub v 90° flexi a prsty byly nastaveny do otevřeného úchopu V těchto studiích byly realizovány dva odlišné testy zaměřené na silovou vytrvalost, spojitý test a přerušovaný test. Ve spojitém testu měl účastník udržovat 40% MVC flexorů prstů, dokud to bylo možné. Přerušovaný test probíhal tak, že účastník prováděl ve stále se opakujících cyklech 10 s výdrž 40% MVC flexorů prstů a 3 s relaxaci až do úplného vyčerpání.

2.5 Únava

Únava je definována jako komplexní biologický stav, který ovlivňuje celý organismus a postihuje především svalový aparát, kardiorespirační soustavu, nervový systém, ale i psychiku a koordinaci. Havlíčková a kol. (2006) charakterizuje z fyziologického pohledu únavu jako komplex dějů, při kterém nastává snížená odpověď různých tkání buď na podněty stejné intenzity, či nutností použití vyšší intenzity podnětu při získání odpovědi stejné. Dodává, že únava se projevuje poklesem fyzického výkonu.

Máček a Radvanský (2011) poukazují na to, že únava je průvodním jevem každé lidské činnosti. Musíme s ní tedy kalkulovat a respektovat její projevy. Obecně platí, že fyziologická únava se začne projevovat za určitou dobu poklesem výkonnosti zejména v obratnostní a rychlostní sféře. Pokud však zátěž pokračuje, nastupuje únava patologická – tu dělíme pak na akutní (přetížení, přepětí nebo schvácení) a chronickou (přetrénování). Všechny formy patologické únavy vylučují pokračování ve výkonu, protože mohou být spouštěcím mechanismem pro celou řadu patologických stavů.

Svalová únava nemá pouze jednu příčinu, proto si pojďme představit alespoň hlavní činitele únavy:

- Vyčerpání energetických zásob v pracujících svalech je otázkou poklesu koncentrace ATP, následně vyčerpáni zásob CP a glykogenu.

- Produkce H+ iontů. „Únava je rovněž závislá na produkci laktátu, zdrojem únavy jsou ovšem H^+ ionty, nikoliv laktátový anion. Důvodem únavy jsou následující mechanismy: inhibice glykolýzy (enzymu fosfofruktokynáza), uvolňování Ca^{2+} iontů z vazby na troponin, stimulace proprioreceptorů, omezení mobilizace mastných kyselin (Kittnar, 2011).

- Systémové změny působící na CNS. Poklesem pH v plazmě dochází k ovlivnění funkce mozku a následné snížení pH mozkomíšního moku vyvolá nauzeu a bolesti hlavy. Dalšími faktory jsou přehřátí organismu a dehydratace. Tyto faktory snižují průtok krve játry, tím klesá schopnost glukoneogeneze a dochází tak k poklesu hladiny cukru v krvi, což má za následek silný pocit únavy, případně dezorientaci až ztrátu vědomí (Kittnar, 2011).

- Po ukončení zatížení prudce klesá žilní návrat, srdeční vydej i střední arteriální tlak. To má za následek zhoršení průtoku krve mozkem, následný pocit únavy a snahu těla zaujmout horizontální polohu či se alespoň předklonit. Tělo se snaží eliminovat vliv gravitace na žilní návrat. V krajním případě autonomní nervový systém způsobí ztrátu vědomí a tím tělo zaujme polohu vleže (Kittnar, 2011).

- Při dehydrataci organismu musí byt brán v úvahu fakt průběžné ztráty solí pocením během zatížení. V případě doplnění tekutin čistou vodou je tělo ohroženo hypoosmií, což má za důsledek přesun vody do intracelulárního prostoru. V případě mozku uloženého v pevném obalu lebky dochází k akutním bolestem hlavy a nevolnosti (Kittnar, 2011).

Bartůňková a kol. (2013) doplňuje, že nástup fyziologické únavy závisí na řadě okolností, jako jsou:

- Charakter práce – statická práce vyvolává únavu rychleji než dynamická, po anaerobním zatížení nastává rychlejší nástup než po aerobním. Svou roli hraje také intenzita.

- Trénovanost jedince – adaptace na určité fyzické zatížení významně oddaluje nástup únavy.

- Aktuální stav jedince – aktuální psychické či fyzické indispozice.

- Vliv prostředí – teplota, vzduch, zakouřenost, hlučnost.

- Vliv biorytmů.

Únavu obecně rozdělujeme podle různých kritérií na fyzickou a psychickou, místní a celkovou, akutní a chronickou, fyziologickou a patologickou (Havlíčková, 2006). Z hlediska metabolických místních svalových změn rozeznáváme únavu rychle nastupující a pomalu nastupující. Únava rychlá je vyvolána zatížením maximální až submaximální intenzity a hlavní příčinou je inhibice enzymu fosfofruktinázy, což je způsobeno poklesem pH a nadprodukcí laktátu. Při přerušovaném zatížení, kdy jsou metabolity průběžně krví odplavovány z pracujících svalů je pak limitujícím faktorem únavy pokles glykogenových zásob. Při únavě pomalé je hlavní příčinou kritický pokles zásobního cukru – glykogenu (Havlíčková, 2006).

Hošková, Nováková a Majorová (2010), rozdělují únavu podle různých kritérií na:

- Únavu fyziologickou, což je přirozený reverzibilní stav, který vyvolává adaptační mechanismy.

- Únavu patologickou, jež je nepřiměřená či chorobná a vyskytuje se při zátěži nad meze fyziologické tolerance.

Oba typy této únavy můžou mít převažující fyzické a psychické projevy, které spolu velmi úzce souvisejí. Zvýšená tělesná zátěž a tedy i větší únava snižuje psychickou výkonnost a velká psychická zátěž snižuje tělesnou výkonnost (Hošková, Majorová, Nováková, 2010). Nástup fyziologické únavy je velmi ovlivněn charakterem prováděného zatížení, na počátečním stavu organizmu, na prostředí ve kterém je činnost vykonávána, na trénovanosti hráče a na biorytmech (Buzek, 2007).

Faktory související se vznikem fyziologické únavy rozděluje Buzek (2007) na centrální a periferní. Centrální únavu charakterizuje ochranný útlum centrální nervové soustavy. Ten je vyvolán množstvím mechanizmů, hlavně příliš vysokým proudem aferentních vzruchů z činného svalstva. Organizmus se proti těmto změnám brání vyvoláním útlumu v korové oblasti mozku. Naopak periferní únava je ta, jejíž příčiny spočívají na úrovni svalového vlákna. Hlavní důvody vzniku této únavy můžeme rozdělit na metabolické a nemetabolické faktory. Nemetabolickou únavu provází poškození svalové buňky a vzniká zejména ve vysokých stupních intenzity. Adaptační změny, které jsou vyvolané soustavným tréninkem, se mohou týkat menšího poškození a rychlejšího zotavení poškození na úrovni svalové buňky. Metabolická únava je spojena především s energetickými změnami ve svalu. Podle Havlíčkové (2003) se bezprostředním důvodem únavy se snížením aktivity některých klíčových buněčných enzymů považuje snížení možnosti resyntézy ATP. Následuje tak narušování homeostázy způsobené snížením regulační efektivity organismu. K základním metabolickým důvodům únavy počítáme:

- Kritické snížení energetických zdrojů.
- Nahromadění kyselých metabolitů.

Dle rozsahu projevů únavy ji dělíme na centrální (celkovou) a lokální.

2.5.1 Centrální únava

Máček a Radvanský (2011) popisují centrální únavu jako formu únavy, která ovlivňuje, eventuelně přímo vyvolává některé stavy či funkce CNS jako především vnímání svalového úsilí, pociťování bolesti, náladu a celkový diskomfort.

Astrand, Rodahl, Dahl, & Stromme (2003) uvádějí, že celková nebo také centrální únava vychází z útlumu funkcí CNS jako obranné reakce organismu na vysoký proud aferentních vzruchů z činného svalstva. Volní svalová kontrakce je účinkem komplexní série vzruchů vedoucích z centrální nervové soustavy (mozek a mícha) přes nervové přenašeče (nervy) až po funkční motorické jednotky-motoneurony připojeny na sarkoplasmatické retikulum svalových vláken.

Vznik centrální únavy se připisuje vzestupu koncentrace serotoninu a i dopaminu v CNS, především v oblasti thalamu. V průběhu zátěže je pak tento jev spojen s pocity nevůle, ospalosti, ztráty chutě k dalšímu výkonu a i poklesu kontraktilních sil ve svalových vláknech (Máček, Radvanský, 2011).

Celková únava vychází z neschopnosti CNS dodávat dostatečný počet vzruchů. Na rozdíl od periferní únavy, kde hlavním zdrojem únavy je nedostatek ATP nebo vápenatých iontů a nahromadění zplodin anaerobního metabolismu (Astrand, Rodahl, Dahl, & Stromme, 2003; MacIntosh, Gardiner, & McComas, 2006).

2.5.2 Lokální únava

Lokální únava vzniká při činnostech, které jsou vykonávány pouze určitou svalovou skupinou a může se projevit jako snížení výkonu při činnosti, kde se převážně zapojují jen určité svalové skupiny důležité pro daný výkon a sportovní odvětví.

Lokální únava je charakterizovaná několika působícími faktory, které vyvolávají změny v pracujících svalech. Jednou z příčin únavy je vyčerpání energetických zásob ve svalu, porušení iontové nerovnováhy na membráně, pokles objemu vody, snížení zásob iontů a zvýšená koncentrace některých látek (např. laktátu).

Jednou z hlavních příčin nástupu lokální únavy je nedostatečný přísun potřebných iontů, které umožňují kontrakci svalových bílkovin. Ke stabilizaci iontové rovnováhy na membránách a k přísunu potřebných enzymů je potřeba dostatečného přísunu energie z důvodu aktivní transportu iontů, proti koncentračnímu spádu (Allen, Lamb & Westerblad, 2008; Allen & Westerblad, 2001).

2.5.3 Metabolická únava

Metabolická únava je způsobena snížením energetických rezerv a vyčerpání zásob svalového glykogenu a snížení produkce ATP. Hlavním důvodem pro ukončení svalové práce je nedostatek přijatého kyslíku tkáněmi a vznikají odpadní produkty anaerobního metabolismu. Důvodem snížení pH je přítomnost H^+ a laktátu jako odpadních produktů při anaerobním metabolismu (Hargreaves & Spriet, 2006).

2.5.4 Druhy únavy dle intenzity cvičení

Wilmore a Costill (1999) dělí únavu také dle intenzity cvičení. Mezi faktory působící na svalovou činnost a omezující svalovou práci v závislosti právě na intenzitě a době cvičení patří množství jednoduchých a složitých energetických zdrojů, zásobní energie ve formě tuku a pH prostředí.

Tabulka 1 - Limitující faktory přeměny látek a energií vzhledem k intenzitě cvičení 1-nejnižší omezující faktor, 5- nejvyšší omezující faktor (Baechle & Earle, 2008)

Intenzita cvičení	ATP a CP	Svalový glykogen	Jaterní glykogen	Zásoby tuku	Snížení pH
Lehká (maraton)	1	5	4-5	2-3	1
Střední (1500m běh)	1-2	3	2	1-2	2-3
Vysoká (400m běh)	3	3	1	1	4-5
Velmi intenzivní	2-3	1	1	1	1
Velmi, velmi intenzivní (10 opakování na 60% opakovacího maxima)	4-5	4-5	1-2	1-2	4-5

2.5.4.1 Maximální intenzita cvičení

Tento typ svalové únavy nastává především při cvičení supramaximální intenzitou – energetické zdroje vystačí na pouhých 20-40 s (Wilmore, Costill & Kenney, 2008). Únavu během tohoto typu cvičení způsobuje snížení množství fosfagenů, které se snižují při vysoce intenzivním cvičení mnohem rychleji než při aerobním typu zatížení. CP klesá velmi rychle, asi o 50-70% během 5-30s cvičení o vysoké intenzitě. ATP klesá pozvolna pod 50-60% své koncentrace od začátku cvičení. Zásoby ATP-CP vystačí jen na krátkou dobu a jejich doplnění je pak závislé především na množství

dalších zdrojů energie jako jsou volné mastné kyseliny a glykogen (Baechle & Earle, 2008).

2.5.4.2 Submaximální intenzita cvičení

Důvodem únavy a ukončení aktivity obvykle po několika minutách při tomto typu zatížení je fakt, že dochází k anaerobní glykolýze, kdy tělo není schopno přenést dostatečné množství kyslíku do svalové tkáně. Zdrojem únavy jsou pak tedy odpadní produkty metabolismu (Fleck & Kraemer, 1987).

Při tomto typu cvičení dochází k tvorbě vedlejších produktů metabolismu jako je kyselina mléčná a po jejím rozkladu H+ a laktát, který se následně hromadí ve svalu a snižuje pH prostředí. Hladina kyseliny mléčné je až desetinásobná oproti klidovým hodnotám a vzniká nesouhra mezi funkcí mozkové kůry a svalových vláken (Astrand, Rodalh, Dahl & Stromme, 2003). Jako klidové svalové pH uvádí Donatelli a kol. (2000) hodotu 7,1, která během zvýšené intenzity cvičení klesne až na hodnoty 6,4, což má vliv na kontrakci svalových vláken, jejich zpomalení nebo až zastavení. Vandenborne a kol. (1991 ve své studii zjistil, že pH v jednotlivých svalových vláknech může být dokonce ještě nižší. Bangsbo a kol. (1992) tvrdí, že ne vždy je snížení pH a koncentrace laktátu v krvi hlavním faktorem únavy. Prokázali totiž, že po hodině odpočinku, kdy se laktát a pH vrátili do původních hodnot po intenzivním cvičení, nebyl výkon při opakovaném intenzivním cvičení již tak vysoký.

Snížení pH se vyskytuje u cvičení submaximální intenzity v době trvání 60-90s (např. běh 400m-1500m) – spotřeba kyslíku dosahuje i více než 125% VO2 max.. Nedostatek kyslíku a iontové změny vnitřního prostředí mají za následek porušení svalových vláken a porušení činnosti CNS – vznikají poruchy v souhře excitace a inhibice, které se projevují jako poruchy koordinace (Wilmore, Costill & Kenney, 2008).

2.5.4.3 Nízká intenzita cvičení

Tato cvičení se vyznačují především aerobním metabolickým krytím přeměny látek a energií a únava vzniká při dlouhotrvajících cvičeních nízké intenzity. Hlavní příčinou je snížení energetických zdrojů (Seligera a kol., 1980). Při dlouhotrvajícím výkonu se zhoršuje práce řídících center a je tím porušeno i řízení oběhové funkce –

zároveň klesá zásoba sacharidů, což má za následek pocit hladu, snížení vjemů, halucinaci až ztrátu vědomí. Vlivem pocení také dochází k velkým ztrátám tekutin, chloridů a sodných iontů (Astrand, Rodalh, Dahl & Stromme, 2003). Změny poměru iontů mají za následek vznik svalových křečí.

2.5.5 Projevy únavy

Obecně se únava projevuje zvýšením funkcí kardiorespirační soustavy a to například zvýšenou plicní ventilací, spotřebou kyslíku, poklesem krevního tlaku. Dále se zvyšuje koncentrace kyseliny mléčné v krvi a hustota krve z důvodu zvýšení počtu červených a bílých krvinek. Klesá zásoba glykogenu a může dojít až k hypoglykémii. (Fleck & Kraemer, 1987). Projevy únavy jsou doprovázeny také pocením.

2.5.5.1 Objektivní projevy únavy

Objektivní projevy sledujeme u všech funkcí organismu na základě jejich změn po výkonu, jenž se po opakovaném měření snižuje, což může být dáno útlumem CNS. Zvýšená koncentrace metabolitů dráždí nervová zakončení svalových vláken, která vedou vzruchy do CNS a následkem těchto vzruchů se utlumí motorická centra a poklesne frekvence vzruchů. Objektivní projevy jsou měřitelné – je to například koncentrace La, biopsie, analýza dechu, SF, a projevují se například sníženou koordinací a poklesem výkonu (Astrand, Rodalh, Dahl & Stromme, 2003).

2.5.5.2 Subjektivní projevy únavy

Jsou ochranou organismu před vysokým stupněm akutní únavy (předchází objektivní únavě) a projevují se svalovou slabostí, neochotou pokračovat v pohybové aktivitě, neschopností provést kontrakci, dušností, atd. Často však bývají dosti nespecifické, nepatrné a dochází k jejich přehlížení. Svou roli hraje i psychika jedince spojená s motivací podávat opakované nadprahové výkony, jež jsou spojeny například s bolestí svalů, podrážděností apd. Subjektivní projevy jsou signálem k nástupu únavy a poklesu výkonu a slouží jako obrana organismu před jeho poškozením (Hošek, 2003).

2.6 Zotavení

Podle Astranda et al. (2003) je zotavení komplex fyziologických a psychologických procesů, které se snaží navrátit organismus zpět do stavu před zatížením. Jedná se především o zklidnění SF, frekvence dýchání a ventilačních parametrů, obnovení energetických rezerv a iontové rovnováhy, odstranění zplodin látkové výměny, poklesu svalového napětí a snížení aktivační úrovně CNS. Zotavné procesy jsou závislé na charakteru, intenzitě a době trvání pohybové činnosti. Doba zotavení by měla být tím delší, čím je organismus vystaven intenzivnější a delší námaze a čím je únava hlubší. Jednotlivé funkce při regeneračním procesu jsou obnovovány postupně. Časově se liší rychlost obnovy energetických zdrojů, odplavení metabolitů a pokles SF na své původní hodnoty. Znalost procesu zotavení má podstatný význam pro objektivizaci řízení tréninkových procesů, hlavně při dávkování zátěží a plánování tréninkových cyklů.

Hamil (1995) charakterizuje zotavení jako proces biologicko – anabolických změn. Pro tento proces je typické, že dochází k postupnému návratu ke klidovým funkcím organizmu a dochází k obnově energetických zásob, které byly částečně vyčerpány během zátěže. Primární podstatou těchto dějů je eliminace únavy.

Havlíčková (2006) popisuje zotavení jako biologický proces obnovy přechodného poklesu funkčních schopností organismu. Dodává, že zotavení z aerobního typu vznikající únavy trvá déle než z anaerobní únavy a měl by v něm převládat pasivní odpočinek. Resyntéza svalového glykogenu může trvat až dva dny, jaterního až tři dny. V této době doporučuje také větší dodávku cukrů. V zotavení po anaerobním typu vznikající únavy je typické rychlou resyntézou fosfagenu i svalového glykogenu a převládat byl měl aktivní typ odpočinku.

Z hlediska času dělí Fox (1979) dva typy zotavení. Fázi rychlou a pomalou. Během rychlé fáze dochází ke splácení kyslíkového dluhu a obnově kyslíku v krvi a svalovém myoglobinu. Následně dochází k obnově zásob ATP, CP a k regulaci koncentraci H^+ Iontů. K těmto dějům dochází do 2 minut po výkonu. Během rychlé fáze dochází také k poklesu srdeční frekvence a kyslíkový dluh je vyrovnán asi po 30 minutách po výkonu. V pomalé fázi dochází dle Hamila (1995) k přeměně laktátu na

glykogen, u čehož je spotřebováno asi 60% přijatého kyslíku. Obnova svalového glykogenu trvá 10-48 hodin v závislosti na délce a intenzitě zatížení.

Z hlediska času dělí zotavovací procesy také Hošková (2010), která je nazývá časnou a pozdní regenerací.

Časná regenerace

Cílem časné regenerace je rychlá likvidace aktuální únavy. Pro přesnější indikace jednotlivých procedur, výživy a vhodnosti potřebných nápojů ji dělíme na dvě fáze. První fáze trvá cca do jedné a půl hodiny bezprostředně po skončení zátěže. Druhá fáze trvá od konce první fáze do začátku dalšího zatížení. Časná regenerace je součástí každodenního režimu, neustále musí prolínat tréninkovým procesem nebo na tento proces bezprostředně navazovat (Hošková, 2010).

Pozdní regenerace

Pozdní regenerace nastupuje po skončení hlavního závodního období. V této části bychom se měli soustředit na celkovou regeneraci jak fyzických tak psychických sil sportovce. V žádném případě se nejedná o úplný klid. Jedná se spíše o aktivní formu odpočinku ale intenzita aktivit je podstatně nižší než v přípravném a hlavním období (Hošková, 2010).

Čas nutný k návratu jednotlivých parametrů na klidovou úroveň dle Handze et al. (1980)

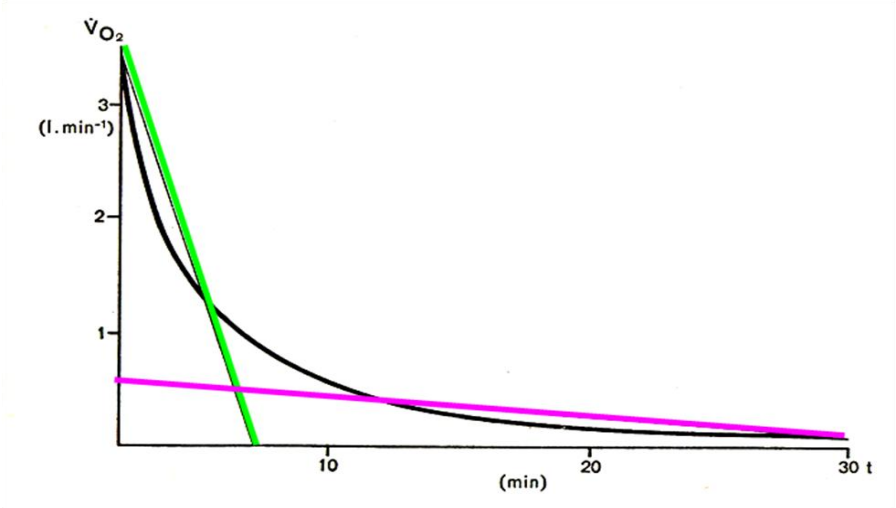
a) resyntéza ATP, úprava O_2 v tělních tekutinách, návrat sodíku společně s draslíkem -> **rychlejší fáze < 2-7min.**

b) remetabolizace 60% laktátu na glykogen a zbytek je použit jako energetický zdroj -> **pomalá fáze < 30 min**

c) krevní tlak < 15min

srdeční frekvence po intenzivní PA, **obnova homeostatické koncentrace H^+ a organického P < 60min**

Graf 1 - Čas nutný k návratu jednotlivých parametrů na klidovou úroveň (Handz a kol., 1980)



Tabulka 2 - Doporučený čas pro zotavení po vyčerpávajícím cvičení (Upraveno dle Foxe, 1984)

PROCES ZOTAVENÍ	MINIMUM	MAXIMUM
Obnova ATP – CP ve svalu	2 minuty	3-5 minut
Náhrada alaktátového O_2 dluhu	3 minuty	5 minut
Náhrada O_2 - myoglobinu	1 minuta	2 minuty
Náhrada laktátového O_2 dluhu	30 minut	60 minut
Resyntéza zásob sval. glykogenu		
a) po intervalové metodě	2 hodiny pro resyntézu 40% 5 hodin pro resyntézu 55% 24 hodin pro resyntézu 100%	
b) po prolongované kontinuální metodě	10 hodin pro resyntézu 60% 48 hodin pro resyntézu 100%	
Odstranění laktátu ze svalů a krve	10 minut pro odstranění 25% 20 – 25 minut pro odstranění 50% 1 - 1¼ hodiny pro odstranění 95%	

2.6.1 Zotavovací procedury

Jirka (1990) nazývá veškerou činnost, která je zaměřena k plnému a rychlému zotavení všech tělesných a duševních procesů, jejichž klidová rovnováha byla předcházející činností posunuta do určitého stupně únavy jako regeneraci sil. Hošková a kol. (2010) pak dělí regenerační prostředky do 4 skupin: pedagogické, psychologické, biologické, farmakologické.

2.6.1.1 Pedagogické prostředky

Jsou v kompetenci především trenéra, který volí vhodné tréninkové metody a celý tréninkový plán dle všech souvislostí a individuálních odlišností. Trenér musí brát v úvahu při plánování tréninku věk, schopnosti, vlastnosti a zdravotní stav sportovce. Je nutné věnovat pozornost životosprávě, respektovat biorytmy a mít dostatek kvalitního spánku (Hošková a kol., 2010).

2.6.1.2 Psychologické prostředky

Zahrnují především ovlivnění prostředí z hlediska mezilidských vztahů, časového managementu, relaxačních metod. Psychologických prostředků využíváme k duševnímu odpočinku, odbourání stresu, či tlaku. Mezi nejvyužívanější patří autogenní trénink dle Schultze, progresivní svalová relaxace dle Jakobsona, ale využít je možno i například jógy, meditaci apd. (Hošková a kol., 2010)

2.6.1.3 Farmakologické prostředky

Farmakologickými prostředky jsou myšleny látky, které podporují regeneraci organismu a vždy by měly být konzultovány s lékařem. Jsou to uměle vytvořené látky, které mají pouze doplňkovou funkci při regeneračních procesech (Hošková a kol., 2010)

2.6.1.4 Biologické prostředky

Biologické prostředky dělí Hošková a kol. (2010) na 2 podskupiny a to

1. Výživa, rehydratace, remineralizace
2. Fyzikální, balneologické a regenerace pohybem

- tepelné procedury,
- vodní procedury,
- elektroprocedury,
- světelné procedury,
- masáže
- aktivní pohybová cvičení

Tepelné procedury

Využívají účinku tepla na lidský organismus a jsou dány hypertermií tkání, kterou působí aplikací tepla. Lze mezi ně zařadit vodní procedury, aplikaci peloidů, parafínu, infrasaunu, saunu, či parní lázeň. Lokální aplikované teplo působí hyperémii menšího rozsahu než aplikace celková. Hyperémie akceleruje resorpci, zvyšuje přívod ochranných látek a má analgetické účinky. Působí také změkčení vaziva, pravděpodobně přímým účinkem na kolagen (Hošková a kol., 2010). Mezi tepelné procedury patří také využití negativního tepla – působení chladu, které vede k vasodilataci, analgezii, tlumí zánět a ovlivňuje hormonální systémy. Využívají se extrémně nízké teploty a suchý vzduch následovný intenzivní fyzickou aktivitou.

Vodní procedury

Mezi vodní procedury můžeme zařadit působení teploty vody, proudění vody a vliv chemického složení vody. Výhodou studených procedur, takzvaného ledování je okamžitý efekt, jednoduché provedení a krátké trvání (Hošková a kol., 2010). Například efekty ochlazování se zabývalo mnoho studií, při kterých bylo zjištěno mnoho pozitivních změn jako je snížení teploty svalů, snížení svalového poškození, snížení výskytu svalových zánětů (Wilcock et al., 2006), periferní vazokonstrikce, snížení periferního otoku (Bailey et al., 2007).

Vodní regenerační procedury:

- zábaly, obklady, polévání
- sprchy

- střiky
- šlapací koupele
- celkové koupele
- vířivé koupele
- podvodní masáže
- bazén

Světelné procedury

Využívají účinky optického záření různých vlnových délek. Optické záření je část elektromagnetického spektra, která vykazuje určité charakteristické fyzikální vlastnosti, které jsou doraz, lom, ohyb. Na základě fyziologických a biologických účinků rozdělujeme optické záření do tří oblastí a to:

- infračervené záření
- viditelné světlo
- ultrafialové záření

Elektroprocedury

Představují využití účinků různých forem elektrické energie a dělí se dle frekvence a typu použitého proudu. Aplikace může být prováděna výhradně odborně školeným personálem na podkladě lékařské indikace (Hošková a kol., 2010).

2.6.2 Aktivní zotavení

Brooks (2000) charakterizuje tento typ zotavení takto: „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“. Cochrane (2004) zařazuje do aktivní formy zotavení chůzi, běh nebo jízdu na kole. Pro stimulaci zotavných procesů je však potřeba udržovat mírnou intenzitu zmíněných cvičení (50-65 % maxima SF nebo 35 % VO_{2max}) po dobu až 20 min. To potvrzuje i Gill (2004), který doporučuje aplikovat aktivitu ihned po zátěži s dobou trvání činnosti od 7,5 do 20 min. Dle Schurmana (2009) by intenzita cvičení při aktivní formě zotavení neměla přesáhnout 60-65 % maxima SF. Barnett (2006) dodává, že při takové intenzitě nedochází k rozvoji aerobní zdatnosti, ale postačuje ke zvětšenému přísunu kyslíku do tkání, což urychluje přísun energetických zdrojů a odplavování metabolitů ze svalu.

Aktivní regenerace jsou veškeré činnosti a procedury, které jedinec vykonává aktivně a vědomě za účelem k zrychlení celého složitého pochodu pasivní regenerace. Aktivní zotavení využíváme tehdy, když je překročena určitá hranice, kdy nám již pouhá pasivní regenerace nestačí k úplnému zotavení před dalším zatížením. Zrychlení regeneračních pochodů nám umožňuje zvýšení tréninkového úsilí a tím možnost dosažení kvalitnějších sportovních výkonů. Aktivní regeneraci dělíme z časového hlediska na časnou a pozdní. Tyto dvě regenerace by neměli chybět v tréninkovém procesu sportovce (Hošková, 2010, Jirka 1990).

2.6.3 Pasivní zotavení

Cochrane (2004) uvádí, že pasivní odpočinek lze realizovat jak vsedě tak i vleže. Základním a nejtypičtějším představitelem pasivní regenerace spánek. Pasivní procesy jsou časově velmi pomalé a trvá i několik dní než se organizmus navrátí do původního stavu. Mezi pasivní formy zotavení lze řadit také různé druhy masáží, saunování a kryoterapie. Pasivní zotavení je tedy taková forma odpočinku, ve které dochází k samovolnému návratu organizmu do původního stavu, bez zařazení jiných napomáhajících činností.

Pro činnosti anaerobní je pasivní zotavení neefektivní metodou odpočinku. Dochází k poklesu fyziologických funkcí, procesu přísunu energetických zdrojů a dochází ke zpomalení odplavování odpadních látek. Právě nahromadění odpadních látek má za následek bolestivost a nepříjemné pocity zatěžovaných svalů (Astrand, Rodahl, Dahl, & Stromme, 2003).

Pasivním odpočinkem trvají regenerační změny velmi pomalu a návrat do počátečníku stavu trvá i několik dní (Cochrane, 2004).

Dle Hoškové (2010) zajišťuje pasivní regeneraci (zotavení) samo naše tělo, nastupuje vždy bez vnějšího zásahu v průběhu i po skončení pohybové aktivity. Je to činnost organismu během zátěže a po zátěži, kdy se vychýlený rovnovážný stav všech fyziologických funkcí, včetně vnitřního prostřední, vrací na úroveň výchozích hodnot před zátěží, popřípadě je superkompenzačním mechanismem posunována žádaným směrem proti výchozím hodnotám. U pasivního zotavení dochází například k likvidaci metabolické acidózy, k obnově zásob energetických substrátů v buňkách, k vyrovnání hospodaření s vodou, k přesunu iontů draslíku do buněčných struktur a sodíku do mezitkáňových prostorů, k vyrovnání vzniklých teplotních změn. Běžné nesportující populaci zpravidla stačí pasivní regenerace.

2.7 Shrnutí teoretické části

Aktivní typ zotavení bývá nejčastěji vykonáván na bicyklovém ergometru či formou chůze na běžeckém pásu v intervalu 50-65 % SF_{max}. Doba trvání aktivního zotavení se pohybuje mezi 7,5-20 min. Je využíván především díky svému vlivu na zvýšení SF, a tím pádem zvýšení průtoku krve a rychlejší odbourávání odpadních látek. Pasivní zotavení slouží jako nejjednodušší druh zotavení. Nejčastěji je aplikován v poloze vsedě nebo vleže bez doprovodných činností a ukazuje se jako neefektivní pro zotavné procesy z důvodu nahromadění odpadních látek ve svalu. Je dostačující například pro běžnou sportující populaci a využíván spíše po déletrvající aerobní činnosti.

Otázkami, kterými se bude práce zabývat, jsou především:

K jakému poklesu výkonu dojde u aktivního celkového a aktivního lokálního zotavení v porovnání s pasivním zotavením?

Dojde k výrazným rozdílům mezi jednotlivými kontrakcemi u různých druhů zotavení, tedy po první zotavovací fázi a po druhé zotavovací fázi?

Bude aktivní lokální zotavení výhodnější než celkové aktivní?

Bude intenzita u aktivního lokálního zotavení dostatečná, tak aby došlo k zotavným procesům?

Především pro potřebu sportovního tréninku ve sportech, kde je opakovaný maximální výkon stěžejní pro úspěch se budeme snažit najít odpovědi na tyto otázky.

3 Metodologie

3.1 Cíle práce

1) Cílem je porovnat vliv dvou druhů aktivního odpočinku, a to lokálního a celkového na rychlost zotavení po opakované izometrické kontrakci flexorů prstů do vyčerpání.

2) Porovnat efektivitu aktivního odpočinku ve srovnání s pasivním odpočinkem

3.2 Úkoly práce

1. Navržení zátěžového testu na opakovaný izometricky výkon.
2. Výběr zkoumaného souboru.
3. Vlastní měření a shromáždění dat.
4. Zpracování dat.

3.3 Hypotézy

H1.: Oba typy aktivního odpočinku – globální i lokální budou mít větší vliv na rychlost zotavení než odpočinek pasivní

H2.: Lokální odpočinek bude nejefektivnějším druhem odpočinku a dojde při něm k nejmenšímu poklesu výkonu při opakovaném intermitentním zatížení do vyčerpání

3.4 Metody

V této kapitole bude blíže specifikován výzkumný soubor, metody využité při testování, experimentální plán výzkumu a popis jednotlivých typů zotavení.

3.4.1 Charakteristika testovaného souboru

Výzkumný soubor byl 10 dobrovolníků, mužů, (průměr ± směrodatná odchylka) ve věku 30,4 ± 5,9 let, o tělesné výšce 180,2 ± 6,4 cm a tělesné hmotnosti 80,2 ± 8,7 kg. Jednalo se o muže rekreačně sportující. Žádný z testovaných neuvedl žádnou skutečnost, která by mohla ovlivnit průběh testování, jako například zdravotní problémy, či užívání medikamentů. Nikdo z probandů neužil 24 hodin před jednotlivými testováními potraviny obsahující kofein, či jiné stimulanty.

Všech deset probandů označilo pravou horní končetinu jako dominantní, na které bylo měření prováděno.

Všichni účastnící byli seznámení a informováni o průběhu testování a svým podpisem stvrdili souhlas se zapojením se do měření. Výzkum byl schválen etickou komisí.

Tabulka 3 - Antropomotorické a funkční charakteristiky

Věk	30,4 ± 5,9
Tělesná výška (cm)	180,2 ± 6,4
Tělesná hmotnost (kg)	80,2 ± 8,7
BMI (kg.m $^{-2}$)	24,76 ± 2,4
Tělesný tuk (%)	12,33 ± 6,2
FFM (tukuprostá hmota) (kg)	69,97 ± 5,5
VO_2 max (ml.min.kg^{-1})	53,2 ± 6,1
SF_{prum} max (tepů. min^{-1})	192 ± 5,1
Max. síla flexorů prstů (N)	448,8 ± 100,9

3.4.2 Experimentální plán

Celé měření se skládalo ze čtyř návštěv laboratoře. Při první návštěvě byli probandi podrobeni antropomoterickému měření a složení těla. Dále proběhl zácvik na testovacím zařízení tak, abychom při vlastním testování co nejvíce vyloučili fakt vlivu zkušenosti. Následoval test maximální síly flexorů prstů a běžecký test do maxima, abychom mohli určit maximální srdeční frekvenci (dále SF).

Každé návštěvě laboratoře a měření předcházelo minimálně 48 hodin od předchozí návštěvy. Při návštěvách, při kterých probíhalo vlastní měření vlivu odpočinku na rychlost zotavení, si každý proband náhodně vylosoval vždy typ odpočinku, který bude ten den provádět.

Tabulka 4 – experimentální plán testování

Testovací den	**Měření**
1. **den**	• Antropomotorické měření • složení těla, • zacvičení, • maximální síla flexorů prstů dominantní paže, zátěžový běžecký test do maxima
Minimálně 48 hodin	
	• opakované intermitentní zatížení flexorů prstů do vyčerpání **(8s/2s)**

2. **den**	• 3 opakování zatížení + 2x odpočinek • zotavení č.1 (náhodně vylosované)
Minimálně 48 hodin	
3. den	• opakované intermitentní zatížení flexorů prstů do vyčerpání **(8s/2s)** • 3 opakování zatížení + 2x odpočinek • zotavení č.2 (náhodně vylosované) vylosovaný)
Minimálně 48 hodin	
4. den	• opakované intermitentní zatížení flexorů prstů do vyčerpání **(8s/2s)** • 3 opakování zatížení + 2x odpočinek • zotavení č.1 (náhodně vylosované)

3.4.3 Realizace měření

Veškeré měření probíhalo v laboratoři sportovní motoriky na FTVS, UK v Praze. První den byl každý z účastníků nejprve podroben analýze tělního složení a základnímu antropomotorickému měření jako je tělesná hmotnost a výška. Každému měření pak předcházelo 15 minutové rozcvičení a zapracování organismu (5minut zahřátí organismu – chůze do schodů, dynamické rozcvičení, 8x 5s lehký vis na liště oběma pažemi, 4x vis dominantní paží na liště cca na 60% max.)

Tělesné složení

Pomocí bioimpedančního přístroje Tanita a impedančního přístroje BIA 2000, jenž nám umožňuje dle predikčních rovnic pro českou populaci zjistit procento tělesného tuku, aktivní svalovou hmotu, poměr ECM/BCM a další tělní parametry.

Maximální srdeční frekvence a maximální aerobní výkon

Zátěžový test na běžeckém ergometru do maxima. Probandi podstoupili nejprve zahřátí a zapracování organismu na dvou rozdílných rychlostech. Při vlastním testu, při sklonu pásu 5% se pak rychlost zvyšovala konstantně o 1 km/h za minutu. Test skončil ve chvíli, kdy proband nebyl schopen udržet rychlost z důvodu vyčerpání organismu.

Maximální síla flexorů prstů

Pro zjištění maximální síly flexorů prstů jsme využili přístroj 3D-SAC, který byl vyvinut pro účely testování maximální síly a vytrvalosti lezců v National Sports Academy, Sofia, Bulharsko. Tento přístroj se skládá z úchytu 23mm širokého a poloměrem 12mm. Softwar umožňuje měření jak maximální síly, tak nastavení intermitentního zatížení, dle našich potřeb pro vlastní testování. Na malém displeji nad úchytem se zobrazuje vyvinutá síla a zvukovým signálem je koordinováno zatížení a odpočinek. Při testu maximální síly stojí proband pod lištou, která se dá nastavit dle výšky probanda a posledními články prstů se za ni zachytil tak, aby paže byla v poloze 180° flexe ramenního kloubu a s extendovaným loketním kloubem. Na zvukový signál proband přenesl 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. Při testu nesměli probandi pokrčit paži v loketním kloubu a využívat palec (tzv. otevřený úchop). Test probíhal pouze dominantní paží a to tak, že paže byla vertikálně pod úchytem.

Obrázek 2 – Speciální přístroj pro měření síly flexorů prstů (Baláš a kol., 2016)

Realizace vlastního testování

Testování probíhalo na stejném zařízení jako test maximální síly. Softwar vypočítal 60% MVC z lepšího výkonu probanda. Proband následně přenášel hmotnost pomocí flexe v kolenních kloubech na úchyt a vyvíjel požadovanou sílu tak, aby se udržel v požadovaném rozpětí, jež bylo ukazované na displeji. Test byl koordinován pomocí zvukového signálu, jenž vždy upozornil na začátek kontrakce i uvolnění.

Před testem proband podstoupil rozcvičení dle předem daného protokolu viz. výše, po kterém následoval vlastní test v tomto designu: 8s zatížení na 60% max. síly + 2s pauza. Test probíhal do odmítnutí, což znamenalo, že ve chvíli, kdy proband nebyl již schopen vyvinout dostatečnou sílu, nebo nebyl schopen tuto sílu udržet tak, aby během fáze zatížení neklesla síla o více než 10% na více než 1 vteřinu mimo požadovanou zónu. V tu chvíli test skončil a následovalo zotavení. Od konce zatížení do začátku dalšího zatížení uběhlo vždy 15 minut, během kterých proband prováděl

jeden z níže uvedených odpočinků. Design testování se skládal tedy ze tří fází zatížení a dvou fází zotavení. Během testování byl také u každého probanda využit sporttester (Polar) pro sledování srdeční frekvence během zatížení a zotavení. Hlavním sledovaným parametrem pak byla celková doba strávená v požadované zóně (v sekundách) během každého opakování a integrál FTI (integrál síly podle času). Sledovali jsme, k jakému poklesu v těchto parametrech při jednotlivých typech zotavení dojde v průběhu jednoho testování v opakovaném výkonu.

Obrázek 5 – Popis jednotlivých typů zotavení využitých ve výzkumu

Druh zotavení	Popis zotavení
Pasivní zotavení	• Proband sedí v klidu a tichosti na židli se snahou eliminovat jakýkoliv pohyb po dobu 15 minut. V poslední minutě před dalším zatížením se proband může začít připravovat na vlastní výkon.
Aktivní celkové zotavení	• Proband provádí chůzi na běžeckém páse v intenzitě 60% SF max.. Rychlost chůze je 6 km/h a intenzita je regulována sklonem pásu. Doba trvání je 10 minut, přičemž 2 minuty před a 3 minuty po, jsou využity k přesunutí se a přípravě na další zatížení.
Lokální zotavení	• Proband vsedě opakovaně vyvíjí 20% sílu flexorů prstů ve schématu 10s zatížení/10s pauza na speciálním přístroji, jenž probandovi ukazuje vyvinutou sílu. Paže probanda je ve stejné pozici jako při testování – flexe v ramenním kloubu a extenze v loketním kloubu. Proband vyvíjí tlak pouze za pomocí posledních článků prstů. Jednotlivé intervaly zatížení a odpočinku jsou regulovány pomocí zvukového signálu. Doba trvání je 10 minut, přičemž 2 minuty před a 3 minuty po, jsou využity k přesunutí se a přípravě na další zatížení.

4 Výsledky

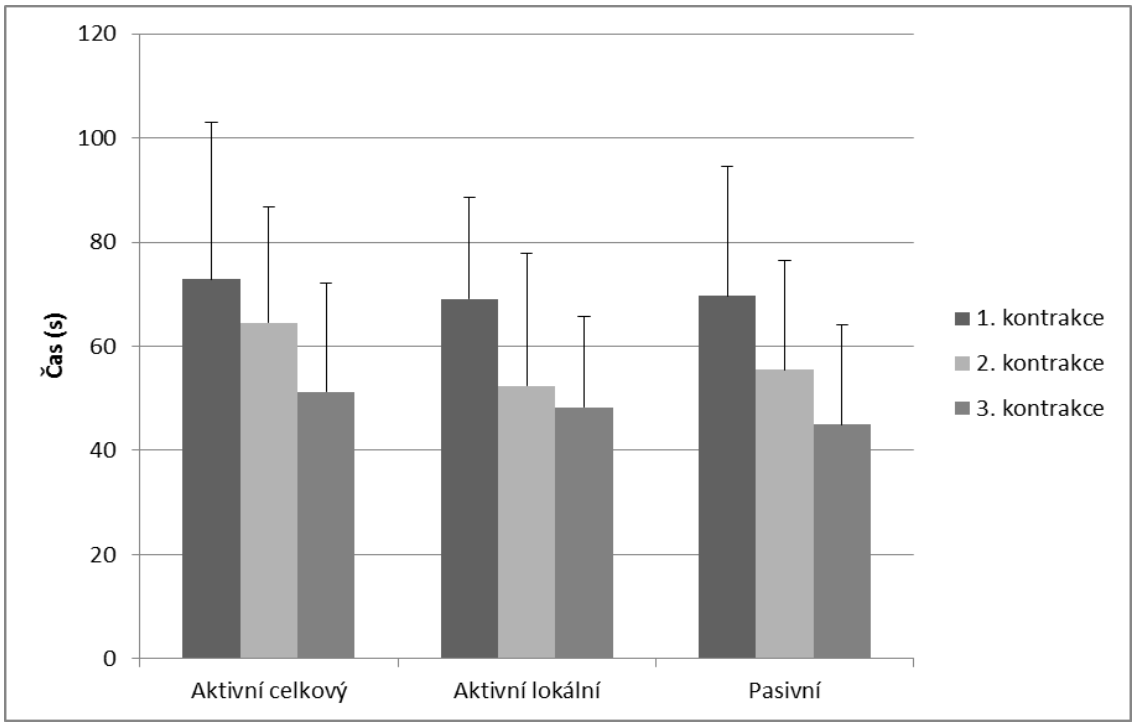
4.1 Porovnání výsledků

Z grafů č. 2 a 3 jsme zjistili, že u sledovaných typů zotavení došlo k největšímu poklesu celkového výkonu u PZ a to o 24,6s (35,34%). U aktivních typů zotavení a to jak u celkového i lokálního byl celkový pokles výkonu velmi podobný. U ACZ došlo k poklesu o 21,7s (29,77%) a u LZ o 20,8s (30,1%).

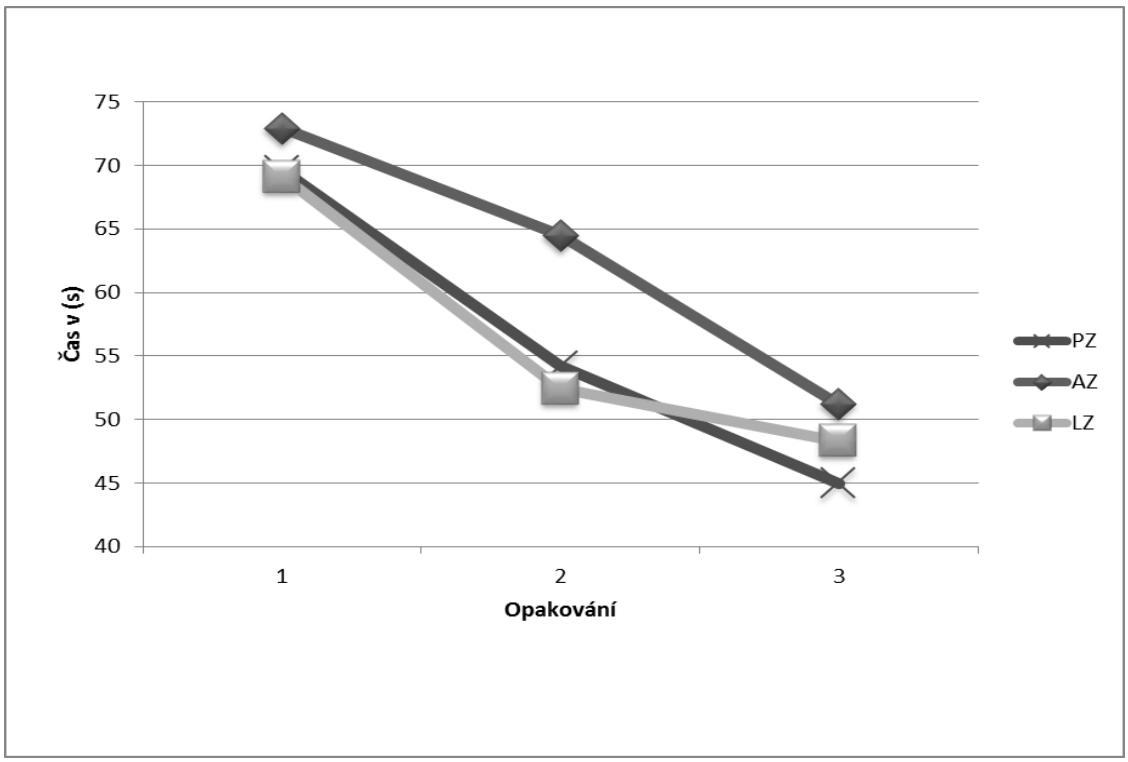
Zjistili jsme, že po první zotavovací fázi došlo, tedy mezi prvním a druhým opakováním zatížení došlo k nejvýraznějšímu poklesu u LZ a to o 16,7 (24,17%) k poklesu o 14,3s (20,55%) došlo u PZ, a nejméně poklesl výkon při ACZ a to o 8,4s (11,52%) kdy se snížil výkon o 14,3s, což a po druhé zotavovací fázi o 10,3s.

Odlišné výsledky nastaly mezi druhým a třetím opakováním, tedy po absolvování druhé zotavovací fáze, kdy naopak došlo k nejnižšímu poklesu u LZ a to o 4,1s (7,82%). U PZ se snížil výkon o 10,3s (18,63%) a při využití ACZ byl rozdíl mezi druhým a třetím opakováním 13,3s (20,62%).

Graf 2 – Doba kontrakce u jednotlivých typů zotavení při opakovaném výkonu

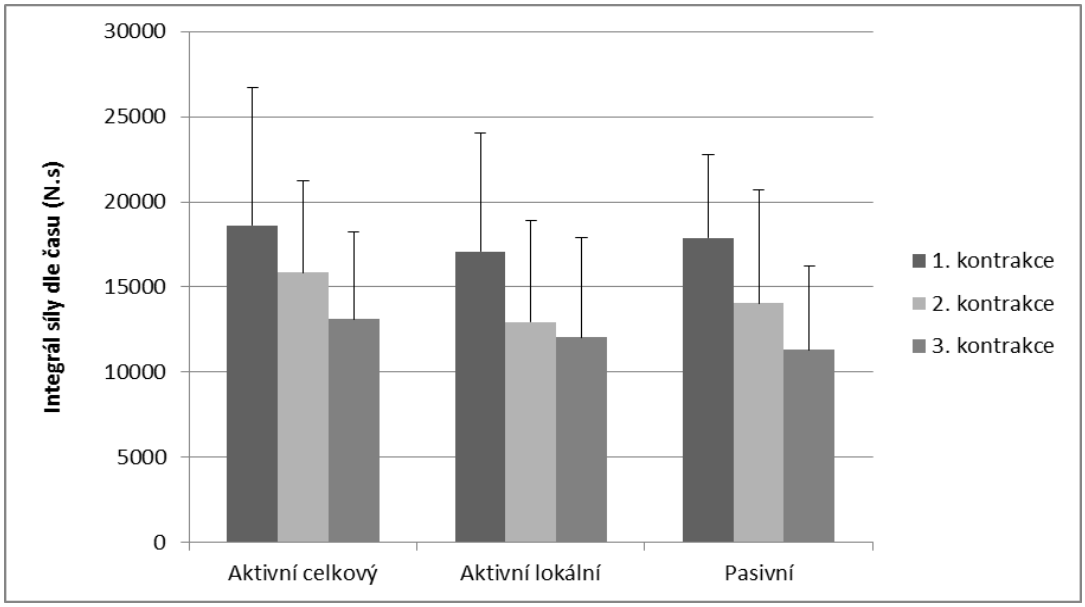


Graf 3 - Porovnání poklesů výkonu u jednotlivých typů zotavení

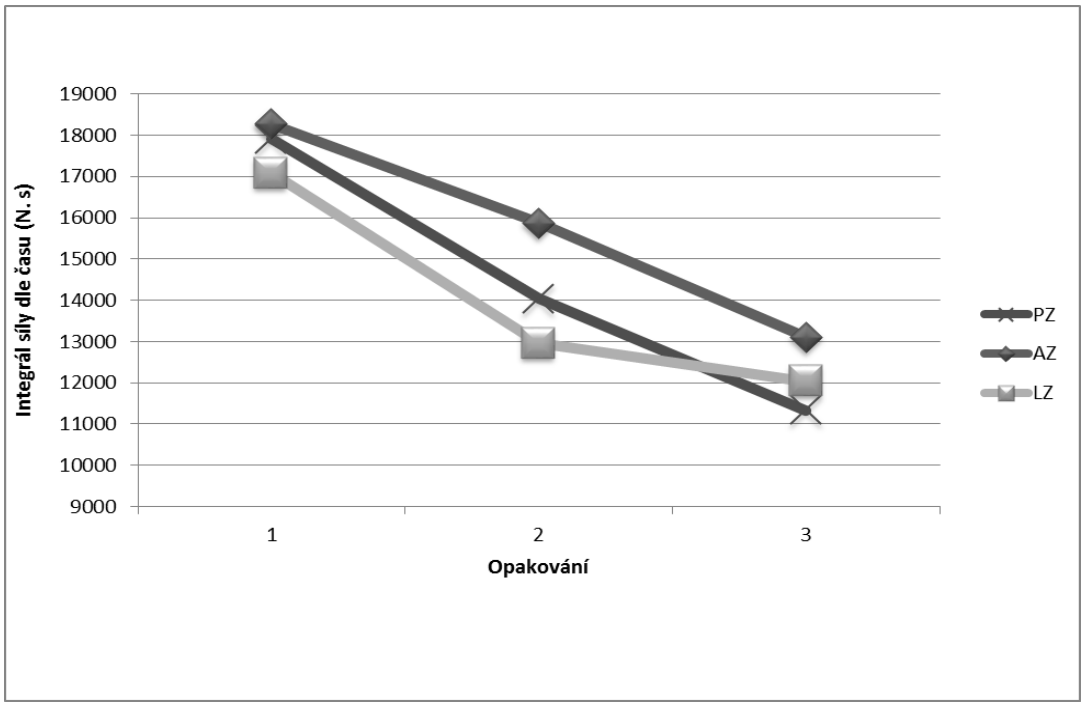


U druhého sledovaného parametru, kterým byl integrál síly podle času (graf č. 4 a graf č. 5) jsme dospěli k následujícím výsledkům. Nejvyšší celkový pokles nastal u PZ, a to o 6574 (N.s), což představuje 36,73%. U LZ nastal pokles o 5040 (N.s) (29,51%) a u ACZ představoval pokles 5166 (N.s) (28,27%).

Graf 4 - Integrál síly podle času u jednotlivých kontrakcí při opakovaném výkonu

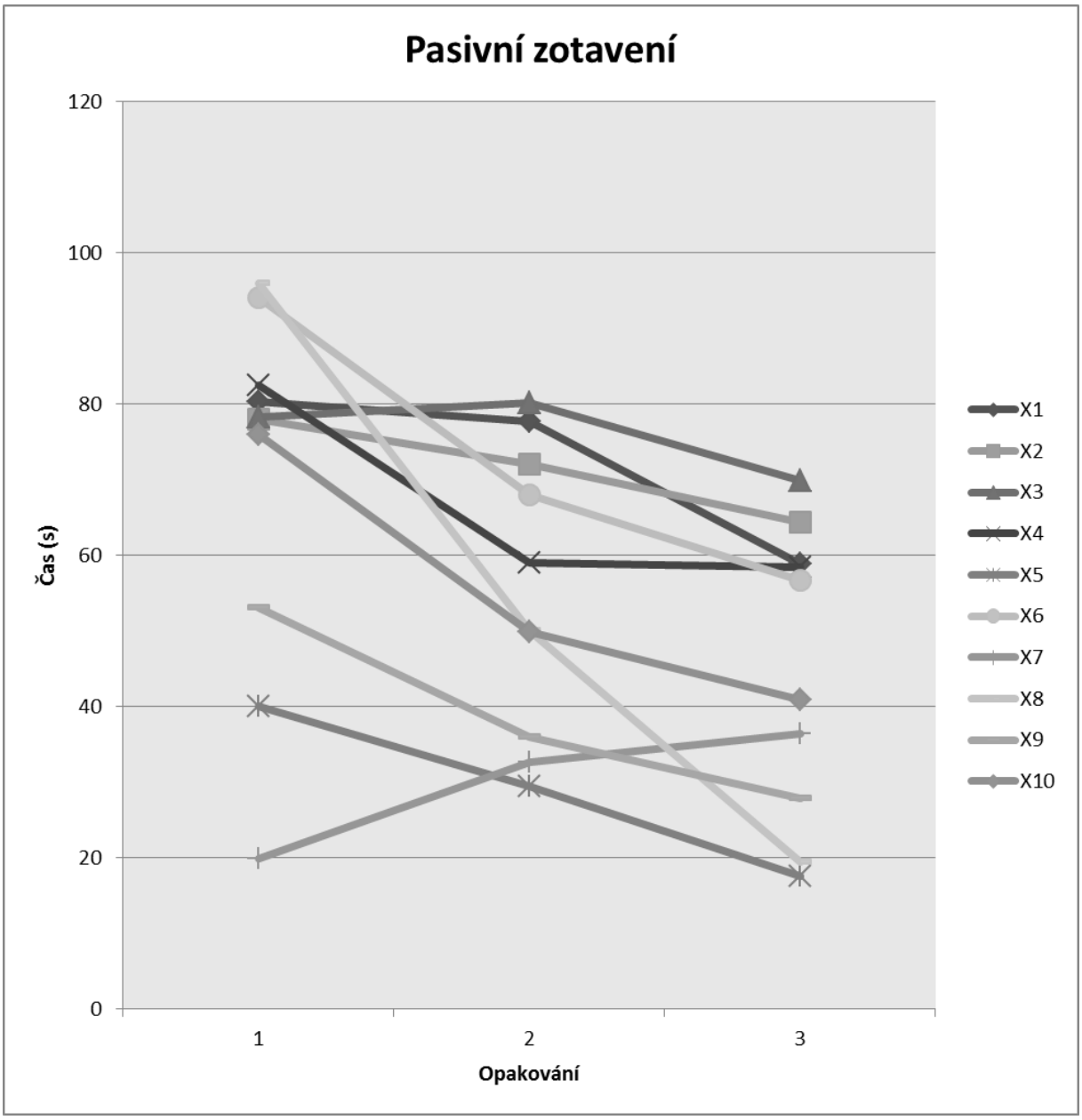


Graf 5 – Porovnání poklesů výkonu dle integrálu síly za čas u jednotlivých druhů zotavení



4.2 Pasivní zotavení

Graf 6 – Výkony jednotlivých probandů při pasivním zotavení



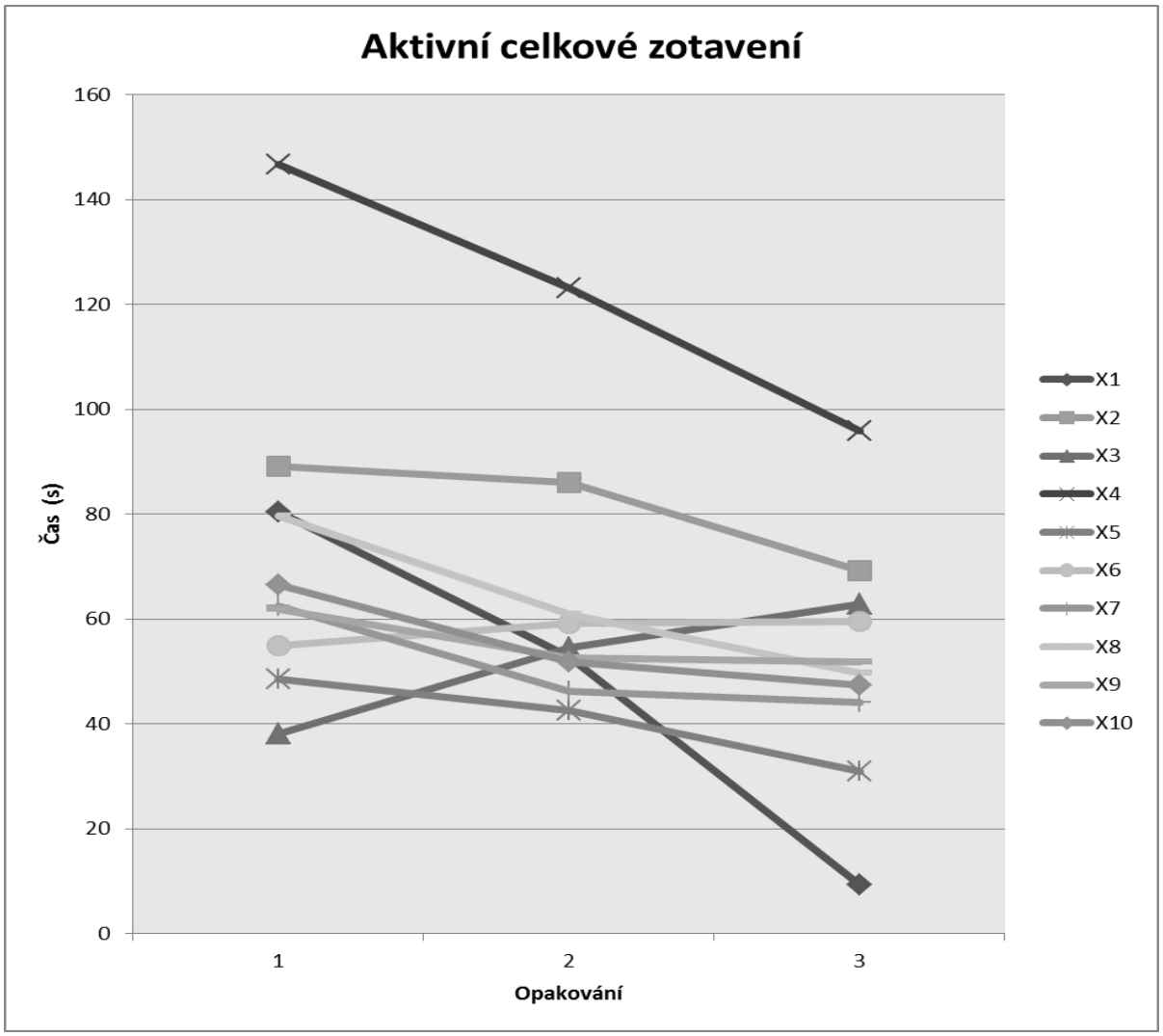
Z grafu č. 6, který nám ukazuje výkony jednotlivých probandů můžeme vidět poklesy výkonů jak po prvním, tak po druhém zotavení. K největšímu poklesu došlo u probanda X8, který při prvním opakování dokázal v požadované 60% zóně setrvat 95,97s, ale již po prvním zotavovacím cyklu klesl jeho výkon o 45,95s. Po druhém zotavovacím cyklu klesl o dalších 30,58s na konečných 19,45s, což představuje pokles

o 79,74% oproti jeho prvnímu výkonu. Naopak u probanda X3 a X7 došlo po prvním zotavení k nárustu výkonu (1,95s resp. 12,77s) a u probanda X7 dokonce došlo k nárustu i po druhém zotavovacím cyklu a to o 3,7s.

4.3 Aktivní celkové zotavení

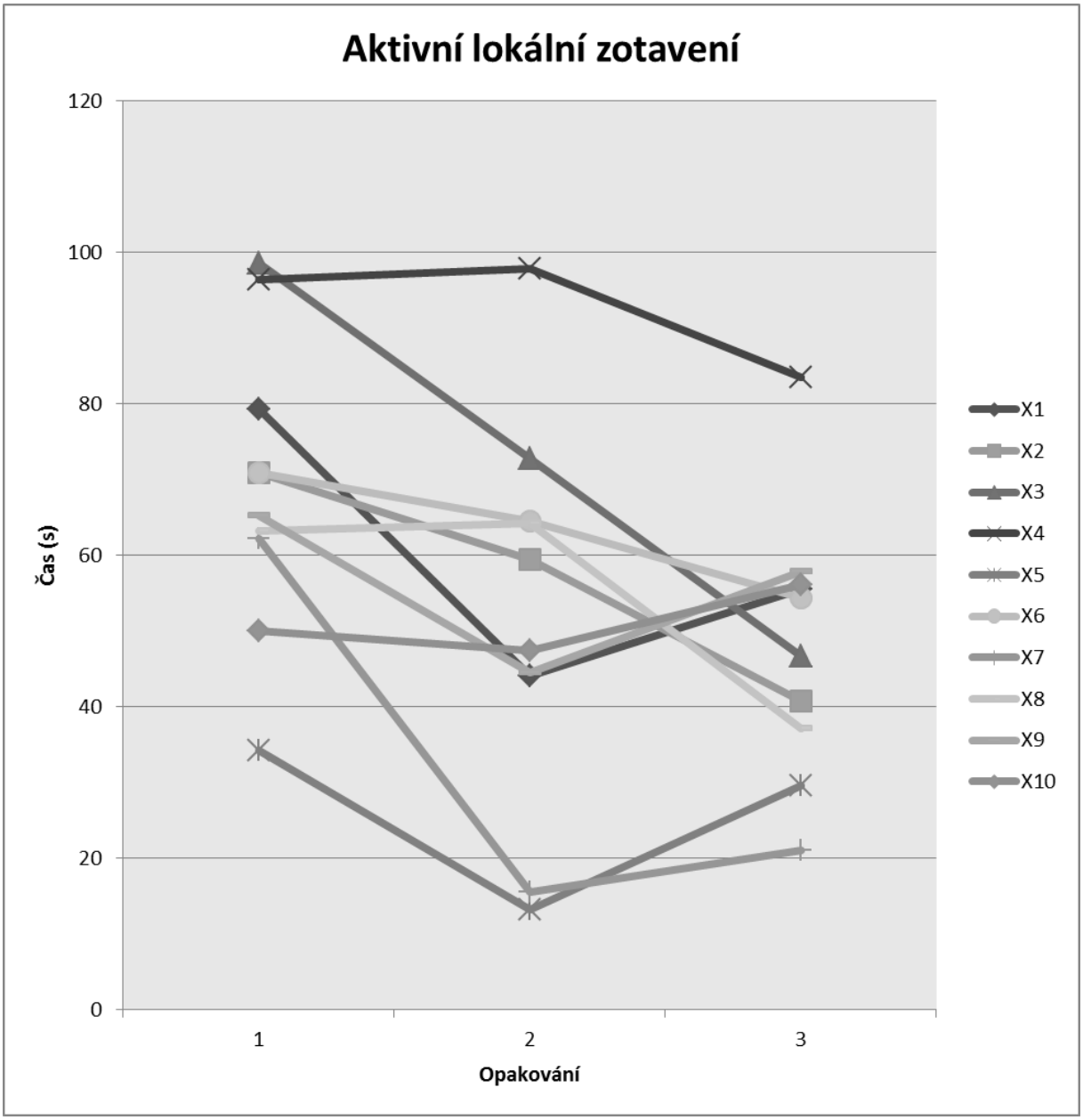
K největšímu poklesu výkonu jak naznačuje graf č. 7 došlo u probanda X1, u kterého došlo mezi prvním a třetím opakováním k propadu výkonu o 71,26s. Naopak u probanda X3 a X6 byl trend po každém dalším zotavení k růstu výkonu. U probanda X3 to byl celkový nárust výkonu o 24,6 s a u probanda X6 o 4,7s.

Graf 7 - Výkony jednotlivých probandů při aktivním celkovém zotavení



4.4 Aktivní lokální zotavení

Graf 8 - Výkony jednotlivých probandů při aktivním lokálním zotavení



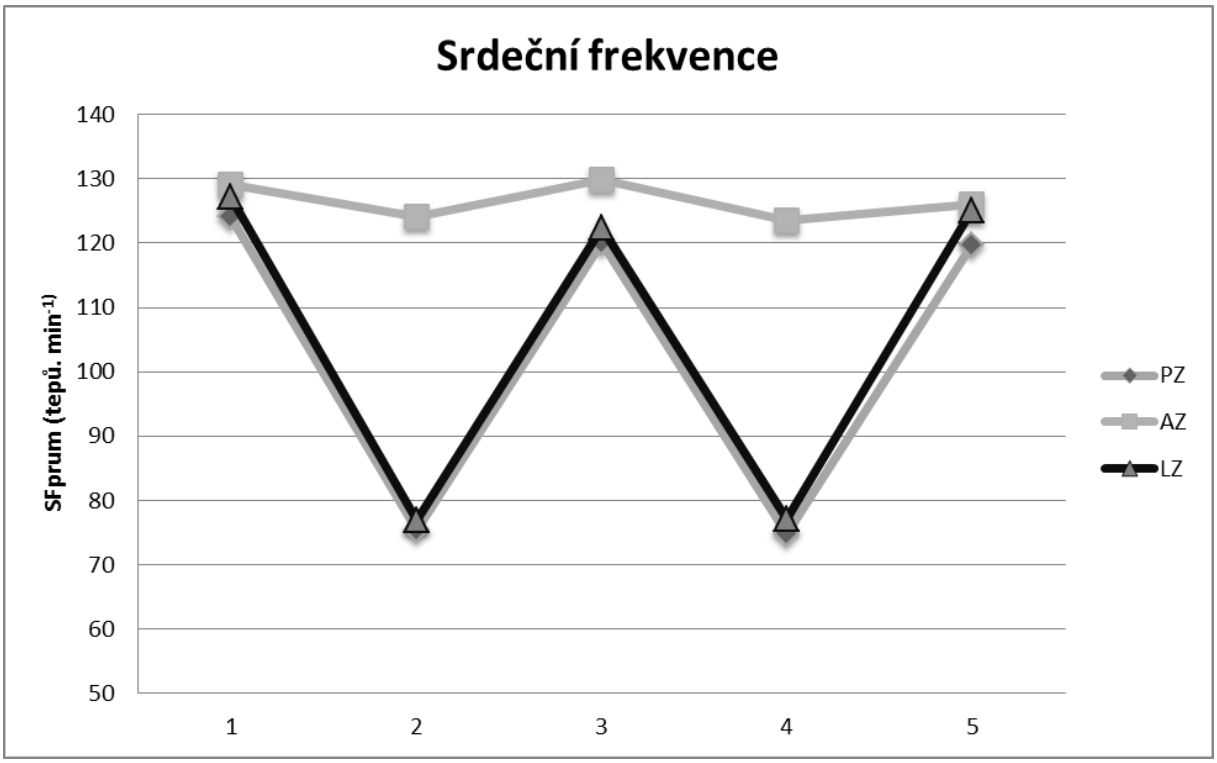
Zajímavým zjištěnímu u LZ byl nárůst výkonu po druhém zotavovacím cyklu u 5 probandů (X1,X5,X7,X9,X10), jak můžeme vidět v grafu č. 8. K nejvýraznějimu nárustu došlo u probanda X5, který zlepšil svůj třetí výkon oproti druhému výkonu o 16,4s.

4.5 Srdeční frekvence

Tabulka 6 – Hodnoty srdeční frekvence v průběhu zatížení i zotavení

Max. SFprum zatížení (tepů. min^{-1})	**121,3±17,8**	**128,3±11,6**	**124,9±18,9**
Max. SFprum zatížení (%)	63,2	66,9	65,1
SFprum zotavení (tepů. min^{-1})	75,1±11,6	123,9±5,9	77,1±11,4
SFprum zotavení (%)	39,1	64,5	40,1

Graf 9 – Průběh srdeční frekvence během celého testovacího cyklu



Jedním ze sledovaných parametrů byla také srdeční frekvence (SF), kterou jsme sledovali jak v průběhu zatížení, tak v průběhu zotavovací fáze. Rozdíl mezi SF_{prum} během fáze zotavení u PZ a LZ nebyla významná (75,1 resp 77,1 tepů. min-^{1}). SF_{prum} během ACZ byla 123,9 (tepů. min^{-1}), což odpovídalo 64,5% SF_{max}. U ACZ odpočinku

byla také naměřena vyšší průměrná SFmax (128,39 tepů. min^{-1}), než u zbylých dvou zotavení (LZ 124,9 tepů. min^{-1}, PZ 121,3 tepů. min^{-1}).

5 Diskuze

Ve studii byly využity dva typy aktivního zotavení (celkové a lokální) a zotavení pasivní. Z naší studie vyplývá, že větší vliv na rychlost zotavení, respektive na následný intermitentní izometrický výkon do vyčerpání mělo zotavení aktivní, a to celkové i lokální. U ACZ došlo k celkovému poklesu výkonu o 29,77%, u LZ o 30% a k největšímu poklesu došlo u zotavení pasivního (35,34%). Podobné výsledky jsme naměřili také při sledování integrálu síly podle času, kdy u ACZ a LZ došlo k nejmenšímu poklesu (28,27% resp 29,51%). U PZ to bylo 36,73. Do výsledků naší studie se mohl určitým způsobem projevit výběr souboru, který byl heterogenní z hlediska zkušeností a využíváním testovaných svalů při rekreačním sportování. Určitou limitací byl také vliv postupného zaučení a trénovanosti využitých svalů z předešlého testování, jež jsme se snažili eliminovat zaučením na měřícím přístroji ještě před samotnými testovacími dny. Tabulka č. 7 však ukazuje, že i přes tuto snahu docházelo u prvních pokusů v každém dalším testovacím dni bez ohledu na typ zotavení ke zlepšování výsledků. Abychom eliminovali tento vliv, byl zvolen pro studii křižný plán, kdy každý proband losoval pořadí typu zotavení, ve kterém bude testování absolvovat. Tabulka č. 8 dokazuje, že průměrné výsledky prvních pokusů u každého typu zotavení byli velmi podobné (69,6s PZ, 72,9s ACZ, 69,1s LZ),

Tabulka 7 – Porovnání prvních pokusů při jednotlivých návštěvách (s)

1.návštěva	2.návštěva	3. návštěva
63,5 ± 17,7	70,8 ±15,5	77,5 ± 32,5

Tabulka 8 – Porovnání prvních pokusů u všech typů zotavení (s)

1. ACZ	1. LZ	1. PZ
72,9 ± 30,2	69,1 ± 19,4	69,6 ± 25

Aktivní celkové zotavení

Jako aktivní zotavení byla vybrána chůze o intenzitě 65 % maxima SF, která je lehce využitelná za všech okolností bez nutnosti dalšího náčiní či zařízení. Cochrane (2004) poukazuje na to, že aktivní zotavení ve formě běhu nebo jízdy na kole mělo podobné účinky na opakovaný výkon jako chůze. Jako důležitější pak jmenoval spíše intenzitu než formu zotavení.

Intenzitu aktivního celkového zotavení (ACZ) jsme zvolili 65% SFmax., což doporučují mnozí autoři (Cochrane 2004, Schurman 2009, Barnett, 2006). Průměrná SF v naší studii během ACZ byla 123,9±5,9 tepů/min^{-}1. Intenzitu 130 tepů/min^{-}1 využil Yanoaka (2015) při zjišťování vlivu aktivního kontinuálního a aktivního intermitentního zotavení na opakovaný intermitentní výkon u rozhodčích a zjistil, že koncentrace laktátu se po 15 minutovém zotavení významně snížila u obou typů aktivního odpočinku v porovnání s pasivním. Čas zotavovací fáze v naší studii byl 15 minut, přičemž 10 minut byla v případě aktivních odpočinků (ACZ a LZ) prováděna požadovaná aktivita a 5 minut bylo na přesuny a přípravu k dalšímu výkonu. Využili jsme tedy délky zotavení spíše na nižší hranici doporučované Gillem (2004), který doporučuje aplikovat aktivitu po zátěži s dobou trvání činnosti od 7,5 do 20 minut. Vliv 10 minutového aktivního zotavení na úrovni 65% maximální rychlosti v plavání ve své studii prokázal také McMaster a kol. (1989), kdy zjistil, že tento typ zotavení má vliv na rychlejší úbytek laktátu v krvi. Rozdíl mezi intenzitami (55%, 65%, 75%) však prokázán nebyl. Toubekis a kol. (2008) porovnával u plavců 3 druhy zotavení a to pasivní, a poté kombinaci aktivního a pasivního, kdy jeden protokol sestával z 10 minut aktivního odpočinku (60 – 65% max. rychlosti plavání) a 5 minut pasivního odpočinku a druhý protokol využil tuto kombinaci opačně (5 aktivní a 10 minut pasivní). Zjištěním této studie bylo, že 5 minutový aktivní odpočinek z 15 minutového zotavovacího intervalu měl větší vliv na pokles krevního laktátu a následný maximální výkon než zbylé dva druhy zotavení. Chůzi o intenzitě 65% maxima využila ve své práci týkající se vlivu aktivního odpočinku a ledování na střednědobý svalový výkon také Strejcová a kol. (2011)

Ke stejnému závěru jako v naší studii, co se týče vlivu aktivního a pasivního odpočinku došel také Baláš a kol. (2010), který ve své práci sledoval vliv 4 druhů

odpočinku na následný lezecký výkon. Bylo zjištěno, že nejefektivnějším typem odpočinku bylo ledování. Pokud porovnáme naměřené výsledky při použití aktivního a pasivního odpočinku, tak abychom je mohli porovnat s naší studií, zjistíme, že po aktivním zotavení poklesl lezecký výkon (počet lezeckých kroků a dobu strávenou na stěně) pouze o 14 % a po pasivním zotavení o 41 %. Při porovnání poklesu výkonu mezi prvním a třetím měřením a prvním a druhým měřením však docházíme k jiným výsledkům. V naší studii došlo k výraznějšímu poklesu výkonu ve třetím opakování (13s) než ve druhém opakování (8,4s). Ve studii Baláše a kol. (2010) byl výsledek opačný, čas lezení ve druhém opakování klesl o 17s oproti prvnímu a pokles mezi druhým a třetím opakováním byl pouhých 8s. Pozitivní vliv aktivního odpočinku při lezení sledovala také Heymanová a kol. (2009), v jejím výzkumu došla k závěru, že při aktivním odpočinku dochází k rychlejšímu odplavování krevního laktátu a vliv na následný lezecký výkon. Koncentraci laktátu a srdeční frekvenci sledoval také Draper a kol. (2006). Koncentrace krevního laktátu po každém aktivním odpočinku při pěti lezeckých opakovaných výkonech byla v průměru o 0.9 až 1.2 mmol·1-1 nižší než při pasivním typu odpočinku.

V mnoha studiích byl indikátorem zotavovacích procesů krevní laktát, u něhož dochází u aktivního typu zotavení k rychlejšímu poklesu než u pasivního typu zotavení. Někteří autoři se však shodují na tom, že neschopnost kontraktility je způsobena spíše nedostatečným přísunem vápenatých a dalších iontů k pracujícím svalovým vláknům, než zvýšením koncentrace laktátu (Allen, Lamb &Westerblad, 2008; Chin & Allen, 1997).

Aktivní lokální zotavení

V naší studii jsme zjistili, že vliv aktivního lokálního zotavení (LZ), při kterém byly intermitentně zapojeny svaly předloktí ve stejné pozici jako při samotném testování při 20% MVC byl prakticky totožný jako u ACZ . Rozdíly byly shledány především v poklesu výkonu mezi prvním a druhým opakováním a mezi druhým a

třetím opakováním. Z naší studie tedy vyplývá, že LZ má větší vliv na rychlost zotavných procesů než PZ, avšak ne větší než ACZ.

Pro LZ jsme zvolili intenzitu zatížení 20% MVC opakované v 10s intervalech. Při této intenzitě nedochází k vaskulární okluzi, přesto však dochází ke zvětšenému krevnímu průtoku, který má pozitivní vliv na rychlost zotavovacích procesů. Tato intenzita mohla být pro některé probandy vhodnou intenzitou pro urychlení zotavovacích procesů a pro některé nedostačující z důvodu uzavření žil a nižšího krevního průtoku. Tento fakt však nebyl kontrolován z důvodu kompetencí a finanční náročnosti. Karthikeyan a kol. (2013) využil ve své studii LZ paží na úrovni 40% SFmax. Specifickým lokálním zotavením se zabýval také Valenzuela a kol. (2015), který využil ve studii lezců v zotavovací fázi lehkého lezení. V této studii byly využity obdobné typy zotavení jako v naší, a to chůze (CH) a lehké lezení (LZ). Ve sledovaných parametrech, jako jsou krevní laktát (La), síla stisku ruky (N) nebyly zjištěny významné rozdíly před třetím pokusem mezi těmito typy odpočinku. U parametru, který porovnával vylezené metry (m) na lezecké stěně však došlo při druhém i třetím pokusu k významnému rozdílu mezi oběma typy odpočinku. Při zotavení, u kterého probandi prováděli lehké lezení, tudíž zatěžovaly stejné svalové skupiny jako při samotném testu, byl výkon při druhém pokusu 19.43 ± 6.69 m, oproti výkonu, který následoval po zotavení formou chůze (18.71 ± 6.14 m). Při třetím opakování byl rozdíl ještě výraznější (16.86 ± 7.1m CH resp. 18.57 ± 7.18 LZ).

Karthikeyan a kol. (2013) ve své studii zjišťoval rozdíly mezi pasivním a aktivním odpočinkem zapojujícím pouze paže u opakovaného výkonu na běhátku do vyčerpání U aktivního odpočinku probandi nesměli přesáhnout 40% SFmax. Nebyly zjištěny významné rozdíly ve sledovaných fyziologických parametrech, jako jsou krevní tlak, teplota, srdeční frekvence, dechová frekvence, ani v maximálním opakovaném běžeckém výkonu na běhátku do vyčerpání. Délka zotavovací fáze činila 10 minut.

Srdeční frekvence

Průměrnou SF, kterou jsme naměřili během ACZ během zotavovací fáze byla 123,9±5,9 (tepů.min$^{-1)}$, což bylo na úrovni 64,5% $SF_{max.}$ SF_{prum} během LZ a PZ byla

bez větších rozdílů (77,1±11,4 resp. 75,1±11,6 tepů.min^{-1}, což představovalo 40,1%, respektive 39,1% SF_{max}.

6 Závěry

V této studii se potvrdil vliv aktivního typu odpočinku na rychlost zotavných procesů v porovnání s pasivním odpočinkem. Ukázalo se, že nejvýznamnější vliv na výkon u druhého opakování, což znamená, po prvním zotavovacím cyklu měl odpočinek aktivní celkový (↓ 8,3s). U pasivního a aktivního lokálního odpočinku nebyly shledány výrazné rozdíly (↓14,3 resp. ↓ 16,7s). Po druhém kole zotavení došlo k nejmenšímu poklesu výkonu u odpočinku lokálního (↓ 4,1). Překvapující byl vliv pasivního zotavení, u kterého byl zaznamenán nižší pokles než u zotavení aktivního (↓ 10,3s resp. ↓ 13,3s). Když porovnáme celkový pokles výkonu mezi prvním opakováním a třetím opakováním, dojdeme ke zjištění, že nejvýraznější pokles nastal u zotavení pasivního (↓ 24,6s). Můžeme tedy konstatovat, že **hypotéza H1,** a to, že oba dva druhy aktivního odpočinku budou mít větší vliv na rychlost zotavení, než pasivní odpočinek **se potvrdila.** Mezi oběma typy aktivního odpočinku nebyly shledány výrazné rozdíly v poklesu výkonu (AKT ↓ 21,7s., LOK ↓ 20,9s.), tudíž hypotéza **H2**, která předpokládala, že větší vliv bude mít lokální aktivní odpočinek **potrvzena nebyla**.

Sledovaným parametrem byla také srdeční frekvence. Nejvyšší průměrná hodnota SF_{max} byla zaznamenána u aktivního typu odpočinku (128,3 tepů. min-1). U lokálního odpočinku to pak bylo 124,9 tepů. min-1 a nejnižší hodnoty u pasivního typu zotavení (121,3 tepů. min-1).

Během fáze zotavení byla pak průměrná srdeční frekvence během PZ a LZ bez větších rozdílů (75,1 resp. 77,1 tepů. min-1). U aktivního odpočinku byla SF_{prum} 123,9 tepů. min-1.

V této studii se potvrdil větší vliv aktivního typu odpočinku na rychlost zotavení po maximálním opakovaném zatížení do vyčerpání než u pasivního odpočinku. Vliv a rozdíl mezi aktivním globálním a lokálním je však diskutabilní, jelikož došlo k různým výsledkům po prvním a po druhém zotavovacím cyklu. Po prvním cyklu se

jevil jako prospěšnější aktivní globální odpočinek, po druhém zotavovacím cyklu to však bylo naopak a nižší pokles výkonu nastal u odpočinku lokálního.

Jsme si vědomi, že pro větší prokazatelnost a potvrzení naměřených výsledků by bylo potřeba rozsáhlejší studie s více probandy. Uvědomujeme si také, že do výsledků určitou se určitou měrou projevil také fakt, že u probandů docházelo k postupnému zacvičení a trénovanosti s dalšími a dalšími pokusy. Ačkoliv jsme se snažili eliminovat co nejvíce faktorů, které mohly výsledky studie ovlivnit, musíme konstatovat, že na výsledky mělo také vliv aktuální psychické, ale i fyzické rozpoložení probandů (např. testování po náročném dni v práci), či jejich motivace.

7 Literatura

1. Allen, D. G., Lamb, G. D., & Westerblad, H. (2008). Skeletal Muscle Fatigue: Cellular Mechanisms. *Physiol Rev, 88*, 287-332.

2. Allen, D. G., & Westerblad, H. (2001). Role of phosphate and calcium stores in muscle fatigue. *Journal of Physiology, 536*, 657-665.

3. Astrand, P. O., Rodahl, K., Dahl, H. A., & Stromme, S. B. (2003). *Textbook of Work Physiology Physiological Bases of Exercise* (4th ed.). Champaign, IL.: Human Kinetics.

4. Baláš, J., Pecha, O., Martin, A. J., & Cochrane, D. (2012). Hand arm strength and endurance as predictors of climbing performance. *European Journal of Sport Science*, 12(1), 16–25.

5. Bangsbo, J., Graham, T.E, Johansen, L., Strange, S., Christensen, C. and Salti, B. (1992) Elevated muscle acidity and energy production during exhaustive exercise in mn, *American Journal of Physiology*, 263, R891-R899

6. Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková, E., Petr, M., Smitka, K., Šteffl, M., Vránová, J., (2013) *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: univerzita Karlova v Praze, ISBN: 978-80-87647-06-6

7. Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essential of strength training and conditioning.*. Champaign, IL.: Human Kinetics.

8. Brooks, G. A., (2000), Intra- and extra-cellular lactate shuttles: *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 32, p. 790-799.

9. Barnett, A. (2006). Using Recovery Modalities between Training Sessions in Elite Athletes: Does it Help? *Sports Medicine, 36*(9), 781-796.

10. Bailey D., M, Erith S., J, Griffin P., J, et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *J Sports Sci.* 2007;25:1163–70.

11. Brown, L., E. (2000). *Isokinetics in human performance*. Champaign, IL.: Human Kinetics.

12. Buzek, M. a kol., (2007) *Trenér fotbalu „A licence“*. Praha: Olympia, ISBN 978-80-7376-032-8

13. Chin, E., R. & Allen, D., G. (1997). Effects of reduced muscle glycogen concentration on force, Ca2_ release and contractile protein function in intact mouse skeletal muscle. *J Physiol, 498*, 17-29.

14. Cochrane, D., J. (2004). Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review. *Physical Therapy in Sport, 5*, 26-32.

15. Čihák, R. (2001) *Anatomie 1*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing. 497 s. ISBN 80-716-9970-5.

16. Donatelli, R., Ellenbecker, T. S., Ekedahl, S. R., Wilkes, J. S., Kocher, K., & Adam, J. (2000). Assessment of shoulder strength in professional baseball pitchers *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 30*(9), 544-551.

17. Dovalil, J., (2009) *Výkon a trénink ve sportu. 3*. vyd. Praha: Olympia, 331 s. ISBN 978-807-3761-301.

18. Draper, N., Bird, E., Coleman, I., and Hodgen, C. Effects of active recovery on lactate concentration, heart rate and RPE in climbing. *J Sports SdMed* 5, 97-105, 2006.

19. Dylevský, I., Druga, R., & Mrázková, O. (2000). *Funkční anatomie člověka*. Praha: Grada Publishing.

20. Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (1987). *Designing resistance training programs*. Champaigns: Human Kinetics.

21. Fox, L. (1979) *Sport physiology*, Phihladelphia: W.B. Saunders Company.

22. Frontera, W., R, Hughes V., A, Lutz K., J, Evans W., J, (1991*).* A cross-sectional study of muscle strengthand mass in 45- to 78- years old men and women. *Journal of Applied Physiology. 71 (2): 644-50*

23. Gradgruber, P., a Cacek, J. (2008) Sportovní geny. 1. vyd. Brno: Computer press. 480 s. *Sport a fitnes 1*. ISBN 978-80-251-1873-3

24. Hamill, J., Knutzen, K., M. (1995). *Biomechanical Basis of Human Movement. Batlimore:* Williams & Wilkins. ISBN 0-68-303863-X.

25. Hargreaves, M., & Spriet, L. (2006). *Exercise metabolism* (2nd ed. ed.). Champaign, IL.: Human Kinetics.

26. Havlíčková, L. (2003). *Fyziologie tělesné zátěže I.* Karolinum:Praha, ISBN 80-7184-875-1

27. Havlíčková, L., Bartůňková, S., Dlouhá, R., Melichna, J., Šrámek, P., & Vránová, J. (2006) *Fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum.

28. Heyman, E., De Geus, 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.

29. Heyward, V., H. (2010). *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. Champaign, IL.: Human Kinetics.

30. Hošek, V. (2003). *Psychologie odolnosti* (2. vyd. ed.). Praha: Karolinum.

31. Hošková, B. a kol. (2010). *Masáž a regenerace ve sportu.* 1. vyd. Praha : Karolinum. 112 s. ISBN 978-80-246-1767-1

32. Jirka, Z. (200) *Regenerace a sport. Praha : Olympia, 123s. ISBN: 80-7033-052-X.*

33. Karthikey, S., Akhoury G., Sandhu J., S. (2013*) Biology of Exercise*, Vol. 9 Issue 1, p9

34. Kittnar, O. (2011). *Lékařská fyziologie. 1. vyd.* Praha: Grada. 790 s. ISBN 978-802-4730-684.

35. Kraemer, W. J., & Hakkinen, K. (2009). *Strength Training for Sport*. Oxford: Blackwell Science.

36. Máček, M.,Radvanský, J., (2011) *Fyziologické a klinické aspekty pohybové aktivity*, Galén. ISBN 978-80-7262-695-3

37. Martini, F. H., a With William C. art coordinator and illustrator With William C. O. (2006). *Fundamentals of anatomy and physiology. 7th ed*. Englewood Cliffs, N.J:Prentice Hall. ISBN 0321311981.

38. MacIntosh, B. R., Gardiner, P. F., & McComas, A. J. (2006). *Skeletal muscle: form and function*. Champaign, IL.: Human Kinetics.

39. MacLeod, D., Sutherland, D. L., Buntin, L., Whitaker, A., Aitchison, T., Watt, I.,…Grant, S. (2007). Physiological determinants of climbing-specific finger endurance and sport rock climbing performance. *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1433–1443.

40. McMaster, W. C., Stoddard, T., & Duncan, W. (1989). The enhancement of lactate clearance by continuous submaximal swimming. *Journal of Swimming Research*, 5, 19 – 21.

41. Měkota. K., Novosad. J. (2005) *Motorické schopnosti.* 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 175 s. ISBN 80-2440981-X

42. Michailov, M. L., Mladenov, L. V., & Schoffl, V. R. (2009). Anthropometric and strength characteristics of world-class boulderers. *Medicina Sportiva. 13*(4),231–238.

43. Miller A., E., MacDougall J., D., Tarnopolsky M., A., Sale D., G. (1993). "Gender differences in strength and muscle fiber characteristics". *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 66 (3): 254–62

44. Moravec, R. *Teória a didaktika športu. (2004)* 1. vyd Bratislava: Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave, 212 s. ISBN 80-89075-22-3.

45. Philippe, M., Wegst, D., Muller, T., Raschner, C., & Burtscher, M. (2012). Climbing-specific finger flexor performance and forearm muscle oxygenation in elite male and female sport climbers. *European Journal of Applied Physiology,* 112(8), 2839–2847.

46. Seligera, V., Vinařický, R., Trefný, Z. (1980). *Fyziologie tělesných cvičení.* 1. vyd. Praha : Avicenum. 345 s. ISBN 08-029-80

47. Semiginovský, B., Vránová, J. *(*1983) *Základy fyziologické chemie*. 1. Vydání, Státní pedagogické nakladatelství. Praha.

48. Schurman, C., & Schurman, D. (2009). *The Outdoor Athlete*. Champaign, IL.: Human Kinetics.

49. Schweizer, A., & Hudek, R. (2011). Kinetics of Crimp and Slope Grip in Rock Ciimbing. *Journal of Applied Biomechanics*, 27, 116-121.

50. Strejcová, B., Konopková, R., (2012). The effect of active recovery, cold water immersion and passive recovery on subsequent knee extension and flexion strength. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica,* Vol. 42 Issue 3, p39.

51. Yanaoka, T., Masashi, M. (2015). Effects of different active recoveries on subsequent intense intermittent exercise capacity in football referees. *Advances in Exercise & Sports Physiology*, Vol. 21 Issue 4, p101.

52. Toubekis, A., G., Tsolaki, A., Smilios, I., Douda, H., T., Kourtesis, T., Tokmakidis, S., P. (2008) *International Journal of Sports Physiology & Performance*, Vol. 3 Issue 3, p375.

53. Valenzuela**,** P., L., de la Villa, P., Ferragut, C. (2015). Effect of two types of active recovery on fatigue and climbing performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, Vol. 14 Issue 4, p769.

54. Vandenborne, K., McCully, K., Kakihir, H., Prammer, M., Bolinger, L., Detre, J.A., De Meirleir, K., Walter, G., Chance, B. and Leigh, J.S. (1991) Metabolic heterogeneity in human calf muscle during maximal exercise, *Biochemistry*, 88, 5714-5718.

55. Wall, C., B, Starek, J., E, Fleck, S., J, & Byrnes, W., C. (2004). Prediction of Indoor Climbing Performance in Women Rock Climbers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 77-83

56. Wilcock, I. M., Cronin, J. B., & Hing, W. A. (2006a). Water Immersion: Does It Enhance Recovery From Exercise?. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 1*, 195-206.

57. Wilmore, H. J., & Costill, L. D. (1999). *Physiology of Sport Exercise* (2nd ed.). Champaign, IL.: Human Kinetics.

58. Wilmore, J. H., Costill, D. L. (2004). *Physiology of sport and exercise.* 3rd ed. Hong Kong: Human Kinetics. ISBN: 0-7360-4489-2.

59. Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2008). *Physiology of sport and exercise*. Champaign, IL.: Human Kinetics.

Seznam obrázků

Obrázek 1 – musculus flexor digitorum profundus (hluboký ohybač prstů) a musculus flexor digitorum superficialis (povrchový ohybač prstů) (www.wikiskripta.eu)..... 19

Obrázek 2 – Speciální přístroj pro měření síly flexorů prstů (Baláš a kol., 2016)..... 43

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Limitující faktory přeměny látek a energií vzhledem k intenzitě cvičení 1- nejnižší omezující faktor, 5- nejvyšší omezující faktor (Baechle & Earle, 2008) 26

Tabulka 2 - Doporučený čas pro zotavení po vyčerpávajícím cvičení (Upraveno dle Foxe, 1984) 31

Tabulka 3 - Antropomotorické a funkční charakteristiky 39

Tabulka 4 – experimentální plán testování 40

Obrázek 5 – Popis jednotlivých typů zotavení využitých ve výzkumu 45

Tabulka 7 – Hodnoty srdeční frekvence v průběhu zatížení i zotavení 53

Tabulka 8 – Porovnání prvních pokusů při jednotlivých návštěvách 55

Tabulka 9 – Porovnání prvních pokusů u všech typů zotavení..... 55

8 Přílohy

1. SOUHLAS ETICKÉ KOMISE

2. VZOR INFORMOVANÉHO SOUHLASU

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

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce, zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Efekt intenzity aktivního odpočinku na rychlost zotavení po opakovaném zatížení do vyčerpání

Forma projektu: diplomová práce

Období realizace: červenec/2016

Předkladatel: Lukáš Psohlavec

Hlavní řešitel: Lukáš Psohlavec

Spoluřešitel(é): -

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

Název grantu: -

Popis projektu: Popis projetu: V diplomové práci budu zjišťovat efekt intenzity odpočinku na rychlost zotavení po opakovaném zatížení do vyčerpání. Testování proběhne ve třech sériích intermitentních izometrických kontrakcí flexorů prstů na 60% maximální síly vždy do vyčerpání s 20 min odpočinkem v laboratoři sportovní motoriky UK FTVS. K testování bude využita speciální lišta určená pro testování síly flexorů prstů. Po opakovaném zatížení svalu bude proband absolvovat 1 ze tří typů odpočinku (pasivní, aktivní - chůze 60% SFmax, aktivní lokální – intermitentní zatížení flexorů prstů na 20% max. síly). Každý proband absolvuje postupně všechny typy odpočinku a to vždy minimálně s třemi dny pauzy po předchozím testování.

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky: Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky Před zahájením testování probandy seznámím a podrobně jim vysvětlím průběh testování. Upozorním probandy, že v případě jakékoliv nevolnosti či nějakých problémů mohou test kdykoliv ukončit. V experimentu nebudou použity invazivní metody.

Etické aspekty výzkumu: Osobní data nebudou zveřejněna. Probandi jsou osoby, které se rekreačně věnují pohybové aktivitě. Věkové rozmezí je od 18 – 50 let.

Informovaný souhlas: 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 24.6.2016 Podpis předkladatele:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: **Předsedkyně:** doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.
Členové: prof. PhDr. Pavel Slepička, DrSc.
doc. MUDr. Jan Heller, CSc.
doc. Ing. Monika Šorfová, Ph.D.
Mgr. Pavel Hráský, Ph.D.
MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 133/2016

dne: 28.6.2016

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

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

razítko UK FTVS podpis předsedkyně EK UK FTVS

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

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane,

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 biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné),* Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem: Efekt intenzity aktivního odpočinku na rychlost zotavení po opakovaném zatížení do vyčerpání prováděné na UK FTVS v Laboratoři sportovní motoriky.

1. Cílem tohoto projektu je zjistit vliv aktivního odpočinku na rychlost zotavení po maximálním vyčerpání svalu.
2. Při neinvazivním testování budete podroben testu, při kterém Vám bude zjištěna Vaše maximální SF, tělesné složení a maximální síla flexorů prstů. Dále pak opakovanému izometrickému výkonu předloktí do vyčerpání, které proběhne na speciální liště určené pro zjišťování síly flexoru prstů s následným odpočinkem, a to pasivním, aktivním (chůze) a aktivním lokálním (intermitentní zatížení flexorů prstů)Způsob zásahu: Jedná se o neinvazivní metodu
3. Celková náročnost bude přibližně 1x 45 minut + 3x 90 minut.
4. Rizika prováděného testování nebudou vyšší než běžně očekávána rizika u tohoto typu testování. V případě nevolnosti bezprostředně informujte osobu provádějící testování.
5. Přínosem projektu je zisk cenných informací ohledně aktivního zotavení a jeho využití ve sportu.
6. S účastí v programu není spojena žádná odměna
7. Při zařazení do studie budou osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů České republiky, data budou publikovaná v anonymní podobě. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.
8. Na konci výzkumu budou výsledky získaných dat porovnány a prezentovány v diplomové práci, případně budou využitá při další výzkumné práci na UK FTVS. Probandi budou seznámeni s výsledky přes email ppsohla@seznam.cz

Jméno a příjmení hlavního řešitele a předkladatele projektu: L. Psohlavec, Podpis: .....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím se svojí 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 mé účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. 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.

Místo, datum .....

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