

UNIVERZITA KARLOVA

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Hana Tvrdá

Regenerace organismu po zátěži

Bakalářská práce

Praha 2024

Autor práce: Hana Tvrdá

Vedoucí práce: MUDr. Michal Procházka

Oponent práce: MUDr. Jan Pokorný

Datum obhajoby: **2024**

Bibliografický záznam

TVRDÁ, Hana. *Regenerace organismu po zátěži*. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2024. 86 s., přílohy. Vedoucí bakalářské práce MUDr. Michal Procházka.

Abstrakt

Regenerace je veškerá činnost, která vede k plnému a rychlému zotavení všech tělesných i duševních procesů, jejichž klidová rovnováha byla nějakou předchozí činností narušena a posunuta do určitého stupně únavy. Regenerace je rozdělována na pasivní a aktivní regeneraci – jako pasivní jsou brány fyziologické procesy, které navracejí rovnováhu organismu bez zásahu z vnějšího prostředí. Naopak při aktivní regeneraci dochází k dopomoci od vnějšího prostředí.

V rámci praktické části byla využita jedna metoda z pasivní regenerace a jedna metoda z aktivní regenerace (specificky metoda PNF) s cílem urychlení zotavení organismu po zátěži, tato skutečnost byla ověřována pomocí opakovaných měření zátěžových testů a pomocí subjektivního hodnocení pocitů probanda na škálách. Bylo prokázáno, že aktivní regenerace je schopna urychlit regeneraci organismu po zátěži, zároveň je schopna zmírnit i subjektivní diskomfort (únavu a opožděný nástup svalové bolesti) po zátěži. Vzhledem k využívané metodě pro aktivní regeneraci bylo prokázáno i navýšení rozsahu pohybu v ošetřované části těla.

Abstract

Regeneration encompasses all the activities that lead to complete and rapid recovery of all the physical and mental processes, the resting balance of which was disrupted due to some prior activity, and so shifted towards a particular intensity of fatigue. These activities are categorised as either passive or active. Passive regeneration is comprised of the physiological processes that naturally restore an organism's resting balance without any external intervention. Active regeneration, on the other hand, requires a degree of assistance from the outer environment.

One method of both passive and active regeneration (particularly the PNF method) was used in the experimental part, with the aim of accelerating the organism's recovery post-exertion. A series of load tests were used to verify this, as well as the subjective assessment of the subject's feelings on scales. It was proven that active regeneration can expedite the healing process and decrease the personal discomfort of the organism (exhaustion and delayed onset muscle soreness), after physical exertion. In addition (and with consideration to the method used for active regeneration) an increase in the range of motion in the treated part of the body was demonstrated.

Klíčová slova

Zátěž, únava, regenerace, pasivní regenerace, aktivní regenerace

Keywords

Physical Exertion, Fatigue, Recovery, Passive Recovery, Active Recovery

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením MUDr. Michala Procházky, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 24.4.2024

Hana Tvrdá

Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu práce, MUDr. Michalu Procházkovi za vedení a cenné rady při psaní bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat sestřičkám z Oddělení tělovýchovného lékařství ve Fakultní nemocnici v Motole za provedení zátěžových vyšetření. Také bych chtěla poděkovat probandovi za ochotu a věnovaný čas praktické části a v neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině a kamarádům za podporu a motivaci v náročných chvílích.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK	9
ÚVOD	11
1 TEORETICKÉ POZNATKY	12
1.1 STAVBA KOSTERNÍHO SVALSTVA.....	12
1.1.1 Makroskopická stavba kosterního svalstva	12
1.1.2 Mikroskopická stavba kosterního svalstva.....	13
1.1.3 Typy svalových vláken	14
1.2 ZÁTĚŽ.....	14
1.2.1 Reakce organismu na zátěž	15
1.2.2 Typy zátěže	17
1.2.3 Metabolismus při zátěži	17
1.2.4 Biochemické procesy ve svalu při a po zátěži.....	19
1.3 ÚNAVA A JEJÍ TYPY.....	21
1.3.1 Fyziologická únava	21
1.3.2 Patologická únava	21
1.3.3 Mentální únava.....	22
1.3.4 Fyzická únava	23
1.4 REGENERACE.....	24
1.4.1 Pasivní regenerace	25
1.4.2 Aktivní regenerace	28
2 PRAKTICKÁ ČÁST.....	38
2.1 ZÁTĚŽOVÁ JEDNOTKA	39
2.2 OBJEKTIVNÍ MĚŘENÉ UKAZATELE.....	40
2.3 HODNOTÍCÍ ŠKÁLY.....	40
2.3.1 HI škála	40
2.3.1 RPE škála	41
2.3.2 TQR škála	42
2.4 VSTUPNÍ VYŠETŘENÍ.....	42
2.4.1 Anamnéza	43
2.4.2 Kineziologický rozbor.....	43
2.4.2 Goniometrie	44
2.4.1 Vstupní zátěžové vyšetření	45
2.4.2 Nutriční plán	47
2.5 MĚŘENÍ 1	48
2.5.1 Zátěžová jednotka	48
2.5.2 Objektivní měřené hodnoty.....	48
2.5.3 Subjektivní hodnocení.....	49
2.5.4 Pasivní regenerace	51
2.5.5 Zátěžový test	51
2.6 MĚŘENÍ 2	52
2.6.1 Zátěžová jednotka	53
2.6.2 Objektivní měřené ukazatele.....	53
2.6.1 Subjektivní hodnocení.....	54
2.6.2 Aktivní regenerace	56
2.6.3 Zátěžový test	59
2.7 VÝSTUPNÍ VYŠETŘENÍ	60
2.7.1 Kineziologický rozbor.....	61
2.7.2 Goniometrie	61
2.8 VÝSLEDKY	62
2.8.1 Kineziologický rozbor.....	62
2.8.2 Goniometrie	63
2.8.3 Zátěžové jednotky	63
2.8.4 Objektivní měřené ukazatele.....	63

2.8.5	Subjektivní hodnocení.....	63
2.8.3	Zátěžové vyšetření	66
3	DISKUZE.....	67
3.1	LIMITACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	72
	ZÁVĚR	73
	REFERENČNÍ SEZNAM.....	75
	SEZNAM OBRÁZKŮ	82
	SEZNAM TABULEK.....	83
	SEZNAM GRAFŮ	84
	PŘÍLOHY.....	85

SEZNAM ZKRATEK

- A adrenalin
- ABD abdukce
- ACTH adrenokortikotropní hormon
- ADD addukce
- ADP adenosindifosfát
- ACh acetylcholin
- AMK aminokyseliny
- AP akční potenciál
- AROM aktivní rozsah pohybu
- ASK artroskopie
- ATP adenosintrifosfát
- ATPáza adenosintrifosfatáza
- CNS centrální nervová soustava
- CP kreatinfosfát
- CRH kortikoliberin
- CRP C-reaktivní protein
- CWI cold water immersion – chladné ponorné koupele
- CWT contrast water therapy – kontrastní hydroterapie
- EKG elektrokardiogram
- EXT extenze
- FFA free fatty acids – volné mastné kyseliny
- FLX flexe
- GIT gastrointestinální trakt
- glu glukóza
- gly glykogen
- HI Hooper index
- IL-6 interleukin 6
- La laktát
- LDK levá dolní končetina
- LHK levá horní končetina
- NA noradrenalin
- NMES neuromuskulární elektrická stimulace

P fosfát
PA pohybová aktivita
PDK pravá dolní končetina
PFS postfacilitační stretching
pH vodíkový exponent
PHK pravá horní končetina
PIR postizometrická relaxace
PMR progresivní muskulární relaxace
PNF proprioceptivní neuromuskulární facilitace
PNS periferní nervová soustava
PROM pasivní rozsah pohybu
ROM rozsah pohybu
ROS reaktivní formy kyslíku
RPE Borgova škála vnímaného úsilí
TAG triacylglyceroly
TF tepová frekvence
TFmax maximální tepová frekvence
TK krevní tlak
TNF- α tumory nekrotizující faktor alfa
TQR total quality of recovery
VO₂ max maximální využití kyslíku
VR vnitřní rotace
ZR zevní rotace

ÚVOD

Regenerace organismu po zátěži je v současnosti častým tématem, které se netýká pouze profesionálních sportovců na vrcholové úrovni. S nárůstem obliby a dostupností různých moderních technologií, které jsou schopny svému majiteli podávat mnoho informací ohledně jeho zdraví, se tak o různé fyziologické ukazatele a jejich význam a využití začíná zajímat mnohem širší veřejnost. Jakým způsobem trénovat, která hladina tepové frekvence je optimální pro dosažení cílů? A jakým způsobem následně regenerovat, aby mohl organismus opět bezpečně fungovat na původní, případně lepší výkonnostní úrovni? Tyto otázky si klade velká část sportujícího obyvatelstva, ovšem zejména u sportovců na vrcholové úrovni jsou tyto otázky extrémně důležité. V běžné, rekreačně sportující populaci je však také nezbytné se nad těmito otázkami zamýšlet, jelikož tak dochází k prevenci mnoha úrazů, civilizačních onemocnění a může tak být předcházeno i nástupu patologické únavy (přetížení či v extrémnějších případech přetrénování).

Tato bakalářská práce je zaměřena na vytvoření přehledu metod, které lze využívat v rámci urychlení regenerace organismu po zátěži, a to nejen v rámci fyzioterapeutické péče o sportovce.

V teoretické části je popsána stavba kosterního svalstva, jelikož celá práce je orientována předně na regeneraci pohybového aparátu po zátěži. Jsou popsány fyziologické procesy probíhající v organismu v průběhu a po dokončení zátěže. Je popsán průběh a typy únavy, největší část informací je však věnována informacím týkajících se pasivní a aktivní regenerace.

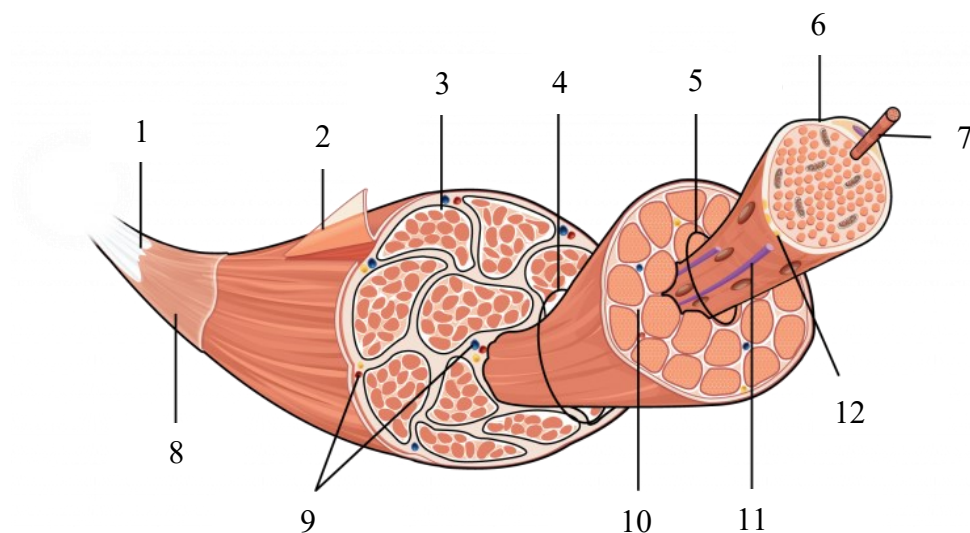
Cílem praktické části bylo aplikovat získané informace na probandovi v rámci případové studie. Nejprve bylo provedeno vstupní vyšetření, kdy byl proveden kineziologický rozbor stoje, goniometrie a zátěžové vyšetření. Jako zátěžová jednotka pro navození únavy byla zvolena trasa dlouhá 50 kilometrů, po které byla prováděna pasivní anebo aktivní regenerace. Aktivní regenerace byla prováděna pomocí metody PNF s využitím techniky výdrž-relaxace. Pro ozřejmění probíhajících procesů v organismu bylo následující den po proběhlé zátěži provedeno zátěžové vyšetření. Následně byl znovu proveden kineziologický rozbor stoje a goniometrie. Subjektivní pocity probanda byly v průběhu praktické části zaznamenávány pomocí škál.

1 TEORETICKÉ POZNATKY

1.1 Stavba kosterního svalstva

1.1.1 Makroskopická stavba kosterního svalstva

Kosterní svalstvo je tvořeno dlouhými mnohояadernými buňkami, které se nazývají rhabdomyocyty, nebo také svalová vlákna. Tato vlákna se sdružují do svalových snopečků, snopců a dále svalových bříšek. Jednotlivé struktury jsou obklopeny vazivovými obaly – endomyziem (obalujícím jednotlivá svalová vlákna), perimyziem (obalujícím svalové snopce) a epimyziem (obalujícím celý sval). [1]

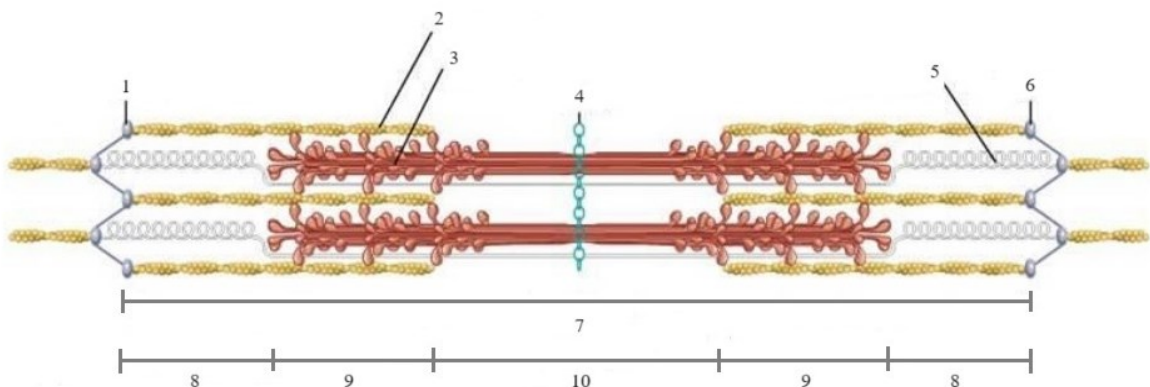


Obrázek 1. Makroskopická stavba kosterního svalstva [2]: 1 – šlacha, 2 – epimyziem, 3 – perimyziem, 4 – svalový snopec, 5 – svalové vlákno (rhabdomyocyt), 6 – sarkolema, 7 – myofibrila, 8 – hluboká fascie, 9 – cévy, 10 – endomyzium, 11 – kapilára, 12 – motorický neuron

1.1.2 Mikroskopická stavba kosterního svalstva

Svalové buňky kosterního svalstva jsou ohraničené sarkolemou. Obsahují sarkoplazmu, kde se vyskytuje sarkoplazmatické retikulum, Golgiho aparát, mitochondrie a myofibrily. Pod sarkolemou se také nacházejí myosatelitové buňky, což jsou buňky nezbytné pro regeneraci svalového vlákna. [3]

Jak již bylo zmíněno, rhabdomyocyty obsahují myofibrily. Ty dále obsahují myofilamenta a jsou rozdělovány na úseky – tzv. sarkomery. Sarkomery jsou základní funkční jednotkou myofibril a jejich sériové uspořádání je zodpovědné za příčné pruhování svalstva. Jsou složeny z následujících zón a linií: Z-linie ohraničují sarkomeru z obou stran. Je to místo pro ukotvení tenkých aktinových filament. M-linie je linie nacházející se ve středu sarkomery, jsou tam ukotvena myozinová filamenta. Dalšími popisovanými zónami je H-zóna, A-proužek a I-proužek. H-zóna je část sarkomery, kde se nacházejí pouze myozinová filamenta. A-proužek (anizotropní) je část sarkomery, kde se překrývají myozinová a aktinová filamenta, v I-proužku se naopak tato filamenta nepřekrývají. [1; 4]



Obrázek 2. Svalová sarkomera [5]: 1 – Z-linie, 2 – aktinová filamenta, 3 – myozinová filamenta, 4 – M-linie, 5 – titinová filamenta, 6 – Z-linie, 7 – sarkomera, 8 – I-proužek, 9 – A-proužek, 10 – H-zóna

1.1.3 Typy svalových vláken

Svalová vlákna se odlišují různými funkčními a strukturálními vlastnostmi. Podle toho, jakou obsahují formu myozinu se rozdělují na následující typy:

Typ I – pomalá oxidativní vlákna (slow oxidative – SO) jsou tenká vlákna (v průměru přibližně 50 μ m), která obsahují méně myofibril. Nazývají se také červená vlákna, jelikož obsahují velké množství mitochondrií, myoglobinu a jsou hustě zásobená sítí kapilár. Při svalové kontrakci se tato vlákna stahují pomalu a jsou obtížně unavitelná, proto se uplatňují při dlouhodobé vytrvalostní zátěži nízké intenzity. Obsahují malé zásoby glykogenu (gly) a pro získání adenosintrifosfátu (ATP) využívají oxidativní fosforylaci. Svaly tvořené převážně pomalými vlákny se nazývají tonické svaly a zajišťují statické polohové funkce a pomalé pohyby. [6; 7; 8]

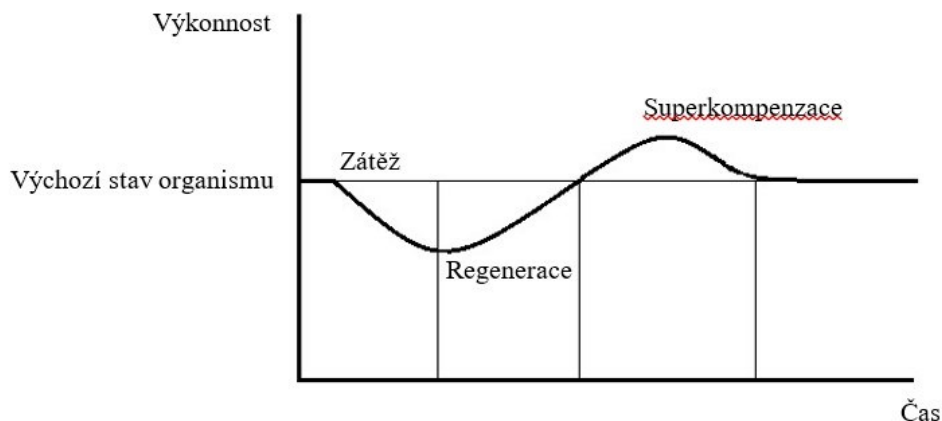
Typ IIa – rychlá oxidativně glykolytická vlákna (fast oxidative glycolytic – FOG) jsou objemnější svalová vlákna (cca 80–100 μ m), která obsahují více myofibril s kratšími sarkomerami. Oproti vláknům typu I mají méně mitochondrií, myoglobinu a kapilár. Obsahují více gly a kreatinfosfátu (CP). Svalová vlákna typu IIa jsou schopna rychlé a silné kontrakce, ale jsou snadno unavitelná. [6; 7; 8]

Typ IIb – rychlá glykolytická vlákna (fast glycolytic – FG) jsou nejobjemnější svalová vlákna. Jejich prokrvení je ze všech typů svalových vláken nejmenší, obsahují malé množství myoglobinu a mitochondrií. Vyskytuje se v nich naopak velké množství CP a gly, mají nejvyšší glykolytickou kapacitu. Pro získání ATP preferují anaerobní metabolismus. Svalová vlákna typu IIb jsou schopna velmi rychlé kontrakce a jsou velmi snadno unavitelná, proto se uplatňují hlavně při silové zátěži prováděné na maximální intenzitě. [6; 7; 8]

Typ III – přechodná vlákna jsou zvláštním typem svalových vláken. Jedná se o nediferencovaná vlákna. Jejich funkce zatím není známa, předpokládá se však, že jsou schopny se diferencovat do kteréhokoliv typu svalového vlákna. [8]

1.2 Zátěž

Jako zátěž na organismus je považováno působení jakéhokoliv stresoru, který nějakým způsobem vychýlí organismus z rovnovážného stavu – tzv. homeostázy (viz Obrázek 3.). Dle typu působícího stresoru můžeme zátěž obecně rozdělit na fyzickou zátěž (tělesnou práci) – ta primárně zatěžuje pohybovou, kardiovaskulární a respirační soustavu, dále psychickou neboli mentální zátěž, zátěž farmakologickou, fyzikální (působení tepla, chladu a gravitačních sil) a biologickou (viry, bakterie). [9]



Obrázek 3. Schéma průběhu zátěže, regenerace a superkompensace. Křivka znázorňuje stav organismu. Pravidelným opakováním pohybové aktivity dochází k adaptaci organismu, dochází tak k nárůstu výchozí výkonnostní úrovně

1.2.1 Reakce organismu na zátěž

Reakce organismu na zátěž je univerzální, ať se jedná o jakýkoliv typ působícího stresoru. Reakcí na zátěž je stresová reakce, která se aktivuje již před počátkem samotné zátěže. U trénovaných jedinců tuto reakci vyvolává očekávání, vizualizace a soustředění na nadcházející výkon, u netrénovaných je aktivace stresové reakce odpovědí na emoce. Obecně dochází nejprve ke stádiu poplachové reakce, dále nastává stádium adaptace. V případě neustálého působení stresoru v přílišné intenzitě přichází stádium destrukce. [9]

1.2.1.1 Stádium poplachové reakce

Stádium poplachové reakce připravuje organismus na nadcházející stresovou situaci. Nejprve dochází k poklesu tonu parasympatiku, vzápětí se navyšuje tonus sympatiku. Po identifikaci stresoru centrální nervovou soustavou (CNS) dochází k aktivaci sympatoadrenální osy, která zajišťuje vyplavení adrenalinu (A) a noradrenalinu (NA) z dřeně nadledvin. Tyto hormony jsou zodpovědné za navýšení tepové frekvence (TF), krevního tlaku (TK) a dechové frekvence. Dále dochází k navýšení krevní srážlivosti, redistribuci krve – z podkožních plexů, gastrointestinálního (GIT) a urogenitálního traktu je krev směřována do mozku a pracujících svalů, kde dochází k vazodilataci. Také je stimulována lipolýza, navyšuje se resorpce glukózy (glu) ve střevech a snižuje se sekrece inzulinu – organismus se snaží zajistit energetické zdroje pro nastávající aktivitu. [9; 10; 11; 12 ; 13]

Při déletrvajícím působení stresoru dochází k aktivaci hypothalamohypofyzární osy. Nejprve je z hypothalamu vyplavován kortikoliberin (CRH), který je uvolňován do adenohipofýzy, kde je stimulována produkce adrenokortikotropního hormonu (ACTH). Vyšší hladina ACTH následně způsobuje produkci kortikosteroidních hormonů z kůry nadledvin. Pomocí těchto hormonů dochází k regulaci retence tekutin, navýšení jaterní glukoneogeneze, ovlivnění lipolýzy a degradace proteinů. Při poplachové reakci jsou také vyplavovány endorfíny, které mají za úkol tlumit bolest a navozovat příjemné pocity. [9; 11; 13]

1.2.1.2 Stádium adaptace

Stádium adaptace nastává ve chvíli, kdy dochází k dostatečně dlouhému působení specifického stresoru na lidský organismus. Pro aktivaci adaptačních mechanismů tento stresor musí působit přiměřenou intenzitou – v případě moc nízké intenzity nedochází k nástupu adaptačních změn, v případě přílišné intenzity může hrozit poškození organismu. Změny v organismu nastávají díky snížení reaktivity sympatoadrenálního systému, dochází tak k navýšení prahu nutného pro spuštění stresové reakce. [11]

Adaptace se projevuje přizpůsobením organismu na daný stresor. Dochází ke změnám z biochemického, morfologického a funkčního hlediska. Tyto změny nastávají na buněčné i orgánové úrovni. Nejrychlejší změny nastávají v adaptaci energetických zásob a navýšení aktivity enzymů, které se účastní metabolických reakcí. Mnohem později nastávají funkční a morfologické změny v rámci organismu (přibližně v řádech měsíců až roků). Jako maladaptace se považuje patologické přizpůsobení organismu. Maladaptace nastává ve chvíli, kdy změny probíhající v organismu nepřinášejí žádný benefit – nejsou chtěným efektem prováděné fyzické aktivity. [10; 11]

Superkompenzace je stav, který nastává po proběhlé zátěži a následném zotavení organismu. Při superkompenzaci dochází k navýšení energetických zásob a zdrojů nad úroveň, kterou měl organismus k dispozici před zátěží, dochází tak k navýšení sportovní výkonnosti. Toto časové období nastává po zátěži v určitém intervalu, je závislé na délce a intenzitě proběhlé pohybové aktivity (PA). V případě správného načasování tréninkových jednotek tak díky jevu superkompenzace může docházet progresivně k navyšování zátěže a adaptaci organismu. V případě, že je trénink časovaný špatně, nedochází ke kumulaci adaptačních změn v organismu a může docházet k navýšení únavy. [10; 14]

1.2.1.3 Stádium destrukce

Stádium destrukce nastává ve chvíli, kdy je působení stresoru na organismus příliš silné. Dochází k vyčerpání kompenzačních mechanismů a následuje postupné selhávání orgánových soustav. V extrémních případech může vést toto stádium až k úmrtí organismu. [11; 12]

1.2.2 Typy zátěže

Zátěž lze rozdělit dle mnoha atributů:

Celková zátěž je taková, která zapojuje při vykonávání fyzické aktivity velké svalové skupiny z více než 50 % jejich svalové hmoty. Naopak lokální zátěž zapojuje malé svalové skupiny – například při práci horních končetin. [15]

Podle délky trvání fyzické aktivity bývá zátěž rozdělována na kontinuální a přerušovanou. Kontinuální zátěž může být krátkodobá – za tu je považována aktivita trvající přibližně do tří minut, po které nastává rovnovážný stav organismu. Přerušovaná zátěž může být intervalová, kdy dochází ke střídání intervalu zátěže s vyšší intenzitou a zátěže s nižší intenzitou. Intermitentní je taková zátěž, kdy jsou intervaly vysoké intenzity střídány s intervaly odpočinku (bez fyzické aktivity). [11]

Zátěž může být popisována i dle intenzity jako nízká, střední, submaximální a maximální zátěž. Jedná se o subjektivní pocit sportovce, který bývá hodnocen podle Borgovy škály vnímaného úsilí (RPE), případně může být intenzita nastavena cvičením na určitém procentu z maximální tepové frekvence (TF_{max}) nebo maximálního vyzužití kyslíku (VO₂ max). [14]

Dle typu prováděné svalové kontrakce je popisována spíše svalová práce, ta je rozdělována na statickou a dynamickou práci. Při statické práci dochází k izometrické kontrakci svalu, dynamická práce se sestává ze střídání kontrakce a relaxace. [15]

1.2.3 Metabolismus při zátěži

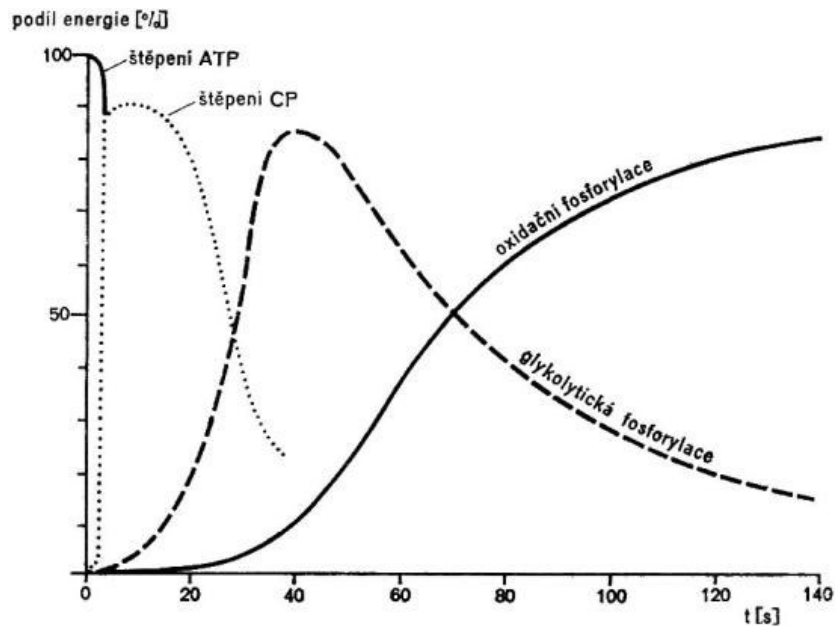
Metabolismus při zátěži reaguje na probíhající změny v organismu. Cílem je zajištění dostatku energetických substrátů a kyslíku pro pokrytí poptávky pracujících tkání. energii pro provádění fyzické aktivity organismus získává pálením ATP, které musí být v průběhu zátěže v dostatečné míře resyntetizováno. Doplnění molekul ATP při zátěži probíhá pomocí následujících tří energetických systémů: [14]

Fosfátový systém nastupuje bezprostředně po zahájení fyzické aktivity a využívá jako zdroj energie makroergní fosfáty – molekuly ATP a CP. ATP přítomné přímo ve svalových buňkách je využíváno pro hrazení energetických požadavků v prvních 10 sekundách zátěže. CP slouží také jako krátkodobý zdroj energie, ve svalu se využívá asi prvních 20 sekund. Po rozpadu CP na kreatin a fosfát (P) je následně spolu s adenosindifosfátem (ADP) využíván pro resyntézu ATP. [14; 16; 17]

Anaerobní glykolýza je druhým energetickým systémem pro resyntézu ATP. Nastupuje při zátěži trvající déle než 20 sekund a probíhá přibližně do dvou minut zátěže, hlavně v rychlých glykolytických svalových vláknech. Jako zdroj energie pro svaly využívá glu a gly, kdy při jejich metabolismu vzniká kyselina mléčná neboli laktát (La). Ta je následně přečerpávána ze svalového vlákna mimo svalovou buňku do krve – schopnost La odštěpit vodíkový kation totiž zhoršuje efektivitu svalové kontrakce. La je ihned spalován (v případě dostatečného množství kyslíku) jinými svaly, játry a myokardem – slouží tak jako zdroj energie. Později je také v játrech resyntetizován La na gly. V případě pasivního zotavení trvá tato resyntéza asi 1-2 hodiny, při aktivním zotavení se doba resyntézy může až 2x zkrátit. [14; 16; 17]

Oxidativní fosforylace je systém, který nastupuje při střední a mírné intenzitě zátěže přibližně po 30 minutách od počátku fyzické aktivity. Zdrojem energie jsou po uvolnění triacylglycerolu (TAG) volné mastné kyseliny (FFA), krevní glu, svalový gly a La. Spalování probíhá v mitochondriích pomalých svalových vláken I. typu za přítomnosti dostatku kyslíku. Tento systém je schopen produkovat nejvyšší množství ATP, ovšem při vyčerpání energetických zásob jejich obnova trvá dlouhou dobu (např. resyntéza svalového glykogenu trvá až 48 hodin). [14; 16; 17]

Při probíhající zátěži nedochází k aktivitě pouze jednoho systému, všechny tyto tři systémy jsou aktivní naráz, ovšem na zajištění energetických zdrojů se účastní různými podíly. [14]



Obrázek 4. Energetické systémy a jejich využití při zátěži [18]. ATP – adenosintrifosfát, CP – kreatinfosfát

1.2.4 Biochemické procesy ve svalu při a po zátěži

Biochemické procesy ve svalu při zátěži probíhají za cílem umožnění svalové kontrakce. Svalová kontrakce je umožněna díky energii získávané z ATP, který je v iniciální fázi fyzické aktivity uvolňován ze zásob gly ve svalových vláknech. Pro udržení dostatečného množství ATP pro vykonávání aktivity ve svalu probíhají metabolické pochody, které již byly popisovány v kapitole 1.2.3 Metabolismus při zátěži.

Svalová kontrakce příčně pruhovaného (kosterního svalstva) bývá rozdělována na několik fází: na samotný nervosvalový přenos, dále vazbu mezi excitací a kontrakcí, kontrakce svalového vlákna a poté jeho relaxaci. [19]

Při nervosvalovém přenosu nejprve vzniká akční potenciál (AP) na presynaptické membráně. Ze synaptických váčků je uvolňován acetylcholin (ACh), který se následně naváže na specifické receptory na postsynaptické membráně svalového vlákna. Tím dochází k otevření kanálů pro sodné ionty, které vytváří AP na membráně svalové buňky. Tento AP se postupně šíří po sarkolemě, skrz T-tubuly až do sarkoplazmatického retikula. Poté dochází k rozkladu ACh acetylcholinesterázou. [20]

Vazba mezi excitací a kontrakcí je následující – sarkoplazmatické retikulum jako odpověď na AP do sarkoplazmy uvolní vápenaté ionty, které se naváží na troponin C (umístěný na aktinovém vlákně), tím dojde ke změně prostorové konfigurace troponinu. Je tak umožněna svalová kontrakce, jelikož tropomyosin změní své postavení a uvolní vazebné místo pro myozin. [19]

Samotná kontrakce svalového vlákna probíhá tak, že dochází k vazbě ATP na hlavu myozinu. Dochází ke vzniku příčného můstku mezi aktinem a myosinem, ATP je rozštěpováno na ADP + P. Po uvolnění fosfátu nastává pohyb hlavy myosinu, ADP se také uvolňuje z hlavy myosinu. Na volné vazebné místo se naváže nová molekula ATP a dochází k úplnému odpojení myozinové hlavy od aktinu. ATP je rozštěpeno na ADP + P, nastává napřímení myozinové hlavy a celý cyklus se v případě dostatečné koncentrace vápenatých iontů v sarkoplazmě opakuje. [19]

Pro relaxaci svalového vlákna je potřebné odčerpání vápenatých iontů zpět do sarkoplazmatického retikula, uvolnění vápenatých iontů z vazebných míst na troponinu C, tím dochází k zakrytí vazebných míst tropomyosinem. Navrácení sarkomery do původní délky je zajišťováno bílkovinou titinu. [19]

Po ukončení fyzické aktivity nastávají mechanismy, které mají za cíl navrátit svalová vlákna a celý organismus do rovnovážného stavu (případně stavu superkompensace) stejného, jako byl před započítím zátěže. Dochází k již zmiňovanému návratu vápenatých iontů do sarkoplazmatického retikula, vyrovnávají se hladiny sodných a draselných iontů v rámci synaptického přenosu. Nastává resyntéza molekul ATP, CP, probíhá metabolismus La.

Následkem pohybové aktivity (PA) dochází fyziologicky ke změnám i v rámci struktury svalového vlákna a svalu. Tyto změny probíhají z důvodu poškození svalových vláken – aktivuje se tak zánětlivá odpověď organismu, vzniká lokální edém a případně i hematom. Pokud je poškození svalové tkáně velmi malé, dochází k dokonalé regeneraci svalových vláken. Při opakování fyzické zátěže se postupně snižuje negativní zánětlivá odpověď, což se nazývá tzv. repeated bout-effect. [21]

Morfologické změny nastupující ve svalovém vláknu jsou následující – dochází k hypertrofii svalových vláken. Jsou tvořeny nové myofibrily, což je umožněno díky satelitním buňkám. Dále nastává diferenciaci nových svalových vláken – pravděpodobně z nediferencovaných svalových vláken III. typu dochází ke vzniku typu svalového vlákna (dle typu prováděné zátěže). V neposlední řadě nastává adaptace sarkoplazmatického retikula (je schopno rychleji uvolňovat vápenaté ionty), adaptace mitochondrií (jsou schopny efektivněji extrahovat kyslík z krve) a adaptace proteinů k vyšším teplotám. [22; 23]

Svalové vlákno se adaptuje i z nervového a mechanického hlediska. Z nervového hlediska dochází k navýšení efektivity náboru neurosvalových jednotek – zlepšuje se tak koordinace a je efektivnější kontrakce svalu. Mechanická adaptace se projevuje zvýšením pasivní a dynamické elastické složky svalu. [21]

1.3 Únava a její typy

Únava bývá popisována jako stav, kdy dochází ke snížené výkonnosti na základě předchozí aktivity, přičemž se jedná o subjektivní pocit jedince. Dochází k poklesu výkonnosti jedince a organismus je neschopný pokračovat v dané aktivitě. [24]

Změřit míru únavy jako takové nelze, objektivně vyhodnotit je možné pouze některé ukazatele proběhlé předcházející aktivity – např. zvýšení hladiny laktátu, vyčerpání energetických zásob, snížení energetické účinnosti apod. [9]

1.3.1 Fyziologická únava

Jako fyziologická únava je brána taková únava, která nastává v okamžiku, kdy organismus překročí fyziologický práh tolerance (anaerobní práh). Po překročení anaerobního prahu nastává ochranná fyziologická únava, která nastupuje během několika sekund, případně minut. Pokud při fyzické zátěži nedojde k překročení anaerobního prahu, fyziologická únava se dostaví v řádu desítek minut či hodin. [25]

Fyziologická únava má typický průběh – dochází ke kulminaci v průběhu a po fyzické (i mentální) aktivitě, následně nastupuje proces zotavení, se kterým únava mizí. [24]

1.3.2 Patologická únava

Patologická únava nastává ve chvíli, pokud organismus stále setrvává v zátěži po dosažení fyziologické únavy. Fyziologická únava tedy může přejít v únavu patologickou, a to ve formu akutní (přetížení, přepětí nebo schvácení), nebo ve formu chronickou (přetrénování). Při nástupu patologické únavy dochází ke zvrácení dosavadní adaptace organismu, v některých případech může docházet ke strukturálnímu či funkčnímu poškození. [25]

Přetížení je dočasné, náhle vzniklé narušení normální činnosti organismu. Vzniká po více než maximálním výkonu bez přípravy. Projevuje se vyčerpáním, přetrvávající zvýšenou TF a TK v klidu, elevací hladiny močoviny a C-reaktivního proteinu (CRP) a snížením hodnot VO_2 max. [9]

Přepětí je bráno jako vyšší stupeň přetížení. V organismu dochází ke změnám svalového tonu, poklesu krevního tlaku, poruše termoregulace a známkám oběhového šoku. Může vyústit ve zvracení, kolaps a vyčerpání dřeně nadledvin. [9]

Přetrénování neboli syndrom nevysvětlitelného poklesu výkonnosti je chronickou formou patologické únavy. Jedná se o stav, kdy paradoxně nedochází ke zvyšování výkonnosti sportovce při navyšování tréninkové dávky, ale naopak dochází k poklesu výkonnosti. To je způsobeno mnoha faktory, jako například zvýšenou syntézou a vylučováním cytokinů v průběhu a po zotavení extrémních výkonech, což vyvolává stav v organismu podobný chronickému zánětu. Dále může být výkonnost snížena poklesem nervosvalové dráždivosti, redukcí aktivity sympatiku nebo snížením citlivosti kůry nadledvinek na ACTH. [24]

Syndrom nevysvětlitelného poklesu výkonnosti je rozdělován na dvě formy: sympatikotonickou a parasympatickou. Forma sympatikotonická je způsobena hyperaktivitou sympatiku a vyskytuje se u silově-rychlostních sportů. Jejimi typickými projevy jsou například narušený spánek, nechut' k jídlu, ztráta hmotnosti, klidová tachykardie, deprese nebo poruchy chování. [25]

Forma parasympatická neboli vagová je způsobena hypoaktivitou sympatiku a převládá spíše u vytrvalostních sportů. Typickými příznaky u této formy jsou: klidová bradykardie (způsobená převahou vagu), porucha koordinace, snížená nervosvalová excitace a pomalejší reakční doba. [24]

1.3.3 Mentální únava

Mentální únava je stav, který následuje dlouhodobější náročné kognitivní aktivity. Je charakterizována nedostatkem energie a obtížemi s udržením pozornosti. Psychická únava může být spojena, případně prohloubena, určitými neurologickými onemocněními – například roztroušenou sklerózou, meningitidou, encefalitidou, Parkinsonovou chorobou a prodělanými kraniotraumaty. [26]

Psychická únava je také důležitým faktorem ovlivňujícím fyzický výkon jedince. Je prokázáno, že mentální únava mění vnímání úsilí – během tréninku navyšuje vnímání úsilí, zhoršuje vytrvalostní schopnosti na úrovni submaximální zátěže jedince. Naopak na krátkodobou vysoce intenzivní zátěž má mentální únava minimální dopad, jelikož neovlivňuje neuromuskulární funkci. [27]

1.3.4 Fyzická únava

Fyzická únava je definována jako stav, kdy dochází ke snížení výkonnosti na základě předcházející tělesné aktivity. [24] Tělesná únava se projevuje subjektivními pocity, např.: pícháním v boku, nouzí o dech, tachypnoí, pocitem napětí a bolesti svalů, bolestí hlavy. Objektivně se únava vždy projeví poklesem výkonu sportovce, dále poklesem svalové síly, zhoršením koordinace a kvality provedení daného pohybu a poklesem reakčních schopností. [10]

1.3.4.1 Centrální únava

Centrální únava je taková, která vychází z centrální nervové soustavy (CNS). Má za následek pokles, případně úplné ukončení vykonávané PA. Vzniká v mozku ve chvíli, když dojde k ovlivnění přenosu nervového vzruchu biochemickými změnami v nervové tkáni. [28]

CNS a řízení motorických funkcí může být ovlivněno mnoha chemickými látkami. Procesy v mozkové tkáni jsou ovlivňovány například serotoninem, dopaminem, gama aminokyselinou máselnou, glutamátem a NA. Dalšími látkami, které se na vzniku centrální únavy podílí, jsou metabolity vznikající při svalové práci, zejména amoniak. Oxid dusnatý je také součástí příčiny pro vznik centrální únavy – jeho působením totiž dochází k ovlivňování monoaminergního systému v mozku. [28; 29]

1.3.4.2 Periferní únava

Periferní únava je taková únava, při které dochází k poklesu kontraktility svalových vláken. S déletrvajícím fyzickou zátěží tak dochází k poklesu svalové síly, což působí jako protektivní faktor organismu. V případě, že tento ochranný mechanismus nenastane či je opožděn jeho nástup, svalová vlákna a podpůrné buňky jsou náchylnější ke strukturálnímu poškození. [30] Tento typ únavy se však netýká pouze svalových vláken kosterního svalstva, ale zahrnuje do sebe i pozměněné vedení nervového vzruchu periferní nervovou soustavou (PNS), zejména zhoršené vedení nervového vzruchu na nervosvalové ploténce. [28]

Periferní únava je také spojena s metabolickými a biochemickými změnami ve svalu. Zejména při vysoké zátěži dochází k akumulaci metabolitů (derivátů reaktivních forem kyslíku (ROS), anorganického P, vápenatých iontů, La, ADP a hořčíku) v krevním řečišti, což má za následek inhibici tvorby aktin – myozinových můstků. Spolu s úbytkem gly zásob ve svalu a zároveň hromaděním metabolitů v krevním řečišti dochází k poklesu aktivity enzymu adenosintrifosfatázy (ATPázy). Vzniká tak prostředí, které je typické pro vznik periferní i centrální únavy – acidotické prostředí (s nízkým stupněm vodíkového exponentu (pH)), které se podílí na snížení schopnosti generovat sílu ze svalového vlákna. [28]

Další děj, který je při periferní únavě a cvičení obecně přítomen, je nástup zánětlivé odpovědi. Zdá se, že periferní únava je regulována hlavně pomocí interleukinu 6 (IL-6) produkovaného svalovou tkání. Hlavní funkcí IL-6 při fyzické aktivitě je tak vyvolání únavy, nikoliv vyvolání prozánětlivého stavu. IL-6 je také schopný působit jako hormon – při výrazném poklesu dostupnosti energetických substrátů navyšuje mobilizaci energetických substrátů dostupných z jiných zdrojů v organismu. [31]

1.4 Regenerace

Regenerace neboli zotavení je proces, který je zahájen po dosažení určité míry únavy dostatečné k vychýlení organismu z rovnovážného stavu. Cílem regenerace je následně navrátit organismus do homeostázy, tzn. navrátit organismus do původního psychického i fyzického stavu před proběhlou zátěží. Projevem tohoto navrácení funkčního stavu je schopnost organismu vykonávat zátěž na původní výkonnostní úrovni. Dalším efektem správně dávkované regenerace může být prevence poškození organismu, případně předejití přetížení sportovce. [10]

Regenerace ovšem nenastává pouze bezprostředně po ukončení PA. Podle toho, kde se v průběhu tréninkové jednotky nachází, může být regenerace zařazena před, v průběhu, nebo po tréninku sportovce. Před samotnou fyzickou zátěží je hlavním úkolem regenerace připravit sportovce na následující zátěž, dochází k dobíhání procesů probíhajících v organismu od předešlé zátěže. Regenerace v průběhu tréninku může být zajištěna například pomocí adekvátní hydratace a doplňování elektrolytů a energetických substrátů v průběhu tréninku, nebo střídáním vyšší intenzity s nižší intenzitou tréninku. Regenerace po zátěžové jednotce může být časná (do 1 h – 1,5 h od bezprostředního ukončení zátěže), nebo pozdní. Hlavním cílem pozátěžové regenerace je zajistit zkrácení doby potřebné pro dostatečný odpočinek organismu na minimální čas. Z tohoto důvodu je regenerace důležitou součástí tréninkového plánu každého sportovce, neboť umožňuje efektivní trénink s maximálními benefity pro sportovce. [10]

1.4.1 Pasivní regenerace

Pasivní regenerace zahrnuje veškeré biochemické procesy probíhající v organismu. Je to vůlí neovlivnitelná činnost, která má za cíl navrátit organismus do původního stavu, případně v ideálním případě může docházet k posunutí hranic schopností díky mechanismu superkompenzace. [10]

Během pasivní regenerace dochází k obnově energetických zásob, likvidaci odpadních produktů a jejich vyloučení z těla, úpravě metabolické acidózy. Dále dochází k vyrovnávání iontových dysbalancí, rehydrataci organismu a úpravě teploty celého těla. V neposlední řadě probíhá regenerace poškozených buněk a jiných tkání. [10]

Jako nezbytnou součást pasivní regenerace lze zařadit dostatečný spánek, správnou nutriční a hydratační podporu organismu.

Spánek je považován za jednu z nejdůležitějších komponent pasivní regenerace. Je nezbytný pro udržení optimálního zdraví jedince a umožňuje zotavení organismu po fyzické i psychické zátěži. V případě, že organismus nemá dostatek spánku, dochází ke zpomalení regeneračních schopností organismu, což se může projevat různými poruchami funkcí. Nedostatek spánku bývá spojován se zhoršením kognitivních funkcí jedince a zhoršením konsolidace paměti, oslabením imunitního systému. Dále se s nedostatkem spánku pojí zvýšené riziko úrazů způsobených únavou, organismus má také narušené hormonální a metabolické procesy. [32]

Obecně pro optimální regeneraci organismu bývá doporučováno zdravým dospělým jedincům spát 7–9 hodin denně. Pokud se jedná o trénující sportovce, tak se potřebná dávka spánku pro dostatečnou regeneraci navyšuje dle množství a intenzity zátěže. V případě, že se jedinec necítí v průběhu dne odpočatý a pociťuje únavu, se jako efektivní řešení nabízí absolvovat krátký odpočinek – spánek, který ovšem svým trváním nesmí přesáhnout dobu 30 minut. Tento krátký odpočinek je možno provádět v průběhu dne odpoledne, doporučuje se těm atletům, kteří např. z důvodu brzkého tréninku nemají dostatečně dlouhý čas spánku v noci. Efektem je zlepšení nálady, navýšení kognitivních funkcí a koncentrace, zlepšení motorických funkcí a zrychlení reakcí jedince. [33]

Nutrice je další z velmi důležitých komponent napomáhající optimální regeneraci organismu. Množství přijímané energie je nutné plánovat v souvislosti s tréninkovým plánem sportovce – v případě, že dochází k navýšení množství fyzické zátěže, je nutné navýšit příjem živin a naopak. V rámci výživových doporučení směřujících k urychlení regenerace je kladen důraz hlavně na dostatečný příjem sacharidů a proteinů.

Sacharidy jsou nezbytné zejména pro doplnění a obnovení glykogenových zásob. Dle intenzity fyzické zátěže je doporučeno množství sacharidů ve stravě následující:

Intenzita PA	Délka trvání PA	Četnost PA	Množství sacharidů
Nízká	2–3	5–6	5–8
Střední až vysoká	3–6	5–6	8–10
Extrémní	> 6	5–6	10–12

Tabulka 1. Doporučený denní příjem sacharidů u sportovců [34]. Délka trvání pohybové aktivity (PA) je uvedena v hodinách za den, četnost pohybové aktivity je uvedena v počtu absolvovaných tréninků za týden. Množství sacharidů je uvedeno v gramech na kilogram hmotnosti sportovce na den

Finální příjem sacharidů je však nutno upravovat dle specifických potřeb sportovce – například u silových a odporových sportů není potřeba tak vysokého příjmu sacharidů, jako je u vytrvalostních sportů. Důležité je také správné načasování příjmu potravy. Po fyzické zátěži trvá organismu zhruba 4 hodiny, než dojde k rozštěpení sacharidů a jejich inkorporaci do svalových a jaterních zásob gly. V případě požadované rychlejší obnovy těchto zásob se doporučuje jíst v časovém rozmezí od dvou do čtyř hodin od proběhlé PA jídlo s obsahem sacharidů alespoň 1,2 g/kg hmotnosti jedince. Zároveň je doporučováno jíst v průběhu dne jídla, která by měla obsahovat více než 8 g sacharidů na kilogram hmotnosti jedince. [34]

Proteiny jsou v rámci regenerace organismu po zátěži brány jako nezbytná část jídelníčku, která má za úkol poskytovat stavební kameny – aminokyseliny (AMK) umožňující opravu a růst svalové tkáně. Dostatečný příjem proteinů je esenciální pro uchování dostatečné svalové hmoty – v případě, že příjem proteinů není adekvátní, dochází k úbytku svalové hmoty, zvyšuje se riziko úrazů a dochází ke zhoršování výkonu jedince. [35] Sportujícím jedincům se doporučuje jíst 4 – 6x denně, každé z těchto jídel by mělo obsahovat alespoň 20 g kvalitních proteinů (tj. 20 g esenciálních AMK). [36]

Nutriční požadavky jedince je potřebné korelovat s jeho aktuálním tréninkovým plánem. V případě, že sportovec má dostatečný čas k odpočinku mezi jednotlivými tréninky, není třeba přidávat do jídelníčku potraviny s antioxidačními a protizánětlivými účinky. Pokud ovšem dochází k navýšení PA a není dostatek času k regeneraci organismu, je s výhodou tyto potraviny do stravy jedince zařadit – umožňují snížení zánětlivé reakce organismu na fyzickou zátěž a snížení oxidačního stresu. Je důležité však zvolit správné množství těchto potravin, neboť přílišné tlumení zánětlivé odpovědi a oxidačního stresu může zpomalovat fyziologické adaptační mechanismy na zátěž. [37]

Hydratace je důležitá z důvodu doplnění ztracených tekutin a elektrolytů. Průměrně při fyzické aktivitě dochází ke ztrátě 0,3 – 2,4 litrů za hodinu, přičemž veškeré ztráty jsou způsobeny pocením. Ztráty tekutin jsou ovlivněny intenzitou a délkou trvání aktivity, ale také vnějšími podmínkami – teplotou, vlhkostí vzduchu a nadmořskou výškou. V případě, že sportovec má k dispozici 24 h na regeneraci před dalším výkonem, doporučení pro dostatečnou rehydrataci jsou následující: doplnit přibližně 150% ztracené váhy v průběhu prvních 4 hodin od dokončení tréninku, nebo doplnit zhruba 1,5 litru tekutin na kg hmotnosti ztracené tekutiny. V případě kratší časové periody pro zotavení (12 h) se doporučuje použít rehydratační nápoje (glycerol) nebo čokoládové mléko. [38]

1.4.2 Aktivní regenerace

Aktivní regenerace je plánovaná činnost, která má za úkol umožnit maximální urychlení pasivního zotavení organismu. Bývá rozdělována na pasivní odpočinek a aktivní odpočinek.

1.4.2.1 Pasivní odpočinek

Pasivní odpočinek je taková forma aktivní regenerace, kdy dojde k vyloučení fyzické aktivity sportovce, ale proces regenerace je stále urychlován nějakými vnějšími podněty – například termoterapií, hydroterapií a mechanoterapií. Do této kategorie také spadají všechny formy relaxací. [10]

Termoterapie je fyzikální terapie, která využívá změnu teploty lidského těla pro navození požadovaných účinků. V případě, že je aplikováno teplo, dochází k prohřátí tkáně, a tak k navýšení její teploty. V zahřívané tkáni nastává vazodilatace a dochází k navýšení prokrvení dané oblasti. Do procedur využívajících navýšení tělesné teploty k dosažení pozitivních účinků na tkáň lze zařadit nahřívané sáčky a ručníky, voskové koupele, parní komory a saunu. Pro prohřátí hlubších tkání bývá využíván zejména ultrazvuk a infračervené záření. [39]

Saunování je v současnosti velmi oblíbený způsob relaxace po fyzické zátěži. Probíhá v uzavřené místnosti, která je vyhřátá v teplotním rozmezí přibližně 70–100 °C, s vlhkostí vzduchu mezi 15–30 %. Tato procedura je obvykle provozována v časovém rozmezí 5–20 minut. V současnosti je saunování využíváno jako relaxační metoda, může zlepšit prokrvení svalstva a usnadnit rehabilitaci úrazů. Momentálně ovšem není dostatečná evidence pro pozitivní ovlivnění regenerace po fyzické zátěži. Dokonce se v případě plavců ukazuje, že saunování navyšuje zátěž organismu (pomocí navýšení teploty těla, navýšení TF), a tím pádem dochází ke zpomalení pozátěžových reparačních mechanismů. V případě infračervených saun se ukazuje, že mohou mít efekt na zlepšení regenerace neuromuskulární funkce po maximální vytrvalostní zátěži a odporovém tréninku. [40]

V rámci termoterapie se využívá i aplikace chladu. Pokud dochází k ochlazení tkáně, v dané lokalitě nastupuje vazokonstrikce a tím se snižuje zásobení oblasti krví. Ochranná reakce na tento mechanismus nastává zhruba po 10 minutách, kdy dochází naopak k vazodilataci v chlazené oblasti, a to z toho důvodu, aby nedošlo k poškození tkáně hypoxií. Dalším efektem chlazení je snížení metabolismu, zánětlivé odpovědi a neurální dráždivosti dané oblasti. Pokud dojde k poklesu teploty kloubů pod 30 °C, tak nastává inhibice enzymů degradujících chrupavku – kolagenázy, proteázy, hyaluronidázy a elastázy. Mezi metody využívající chlad pro dosažení požadovaného terapeutického účinku se řadí kryoterapie, ledování, chladicí spreje a koupele ve studené vodě. [39]

Využití teplé a studené vody a jejich efekt na lidský organismus a regeneraci je detailněji popsán v odstavci zabývajícím se hydroterapií.

Hydroterapie je odvětví fyzikální terapie, které bývá často využíváno v rámci rehabilitace pacientů s ortopedickými a neurologickými obtížemi. Toto odvětví využívá vodu a její fyzikální vlastnosti pro navození požadovaných účinků. Výhodou hydroterapie je nadlehčení pacienta a tím snížení zatížení kloubů a kostí, a tím pádem zmírnění obtíží pacienta. Dalším benefitem fyzikálních vlastností vody je působení hydrostatického tlaku na ponořenou tkáň. Velikost hydrostatického tlaku je závislá na hloubce ponořeného tělesa, nikoliv na ploše ponořeného tělesa. Z tohoto vyplývá, že největší hydrostatický tlak (v případě, že pacient je v bazénu ve vertikální poloze) působí na dolní končetiny. Dochází tak ke kompresi ponořené tkáně a tím pádem usnadnění žilního návratu, zároveň na periférii dochází ke snížení TK. Naopak v centru těla TK stoupá, nevýhodou hydroterapie může být obtížnější dýchání (kvůli kompresi hrudníku). Voda také poskytuje pacientovi při provádění pohybu odpor, může tak být vhodným prostředím pro počátek odporového tréninku například u starších osob. [41; 42]

Různých účinků v rámci hydroterapie lze také dosáhnout pomocí použití rozdílné teploty vody. Teplá voda (v teplotním rozmezí 38–40 °C) umožňuje zpomalení TF, zlepšení prokrvení prohřívané oblasti, navýšení elasticity svalů a tím pádem zvýšení rozsahu pohybu, dále může mít analgetický efekt a dokáže redukovat svalové spazmy. Teplá koupel umožňuje relaxaci a zklidnění organismu, není ale doporučována jako regenerační technika, jelikož může mít škodlivý účinek na výkon sportovce. Pro projevení účinku teplé koupele na organismus by neměla trvat kratší dobu než 10 minut, účinek teplé vody je spíše povrchový – zasahuje přibližně do hloubky 2 cm. [43]

Studená voda (přibližná teplota 10 °C) se na rozdíl od vody teplé v rámci zotavovacích plánů sportovců využívá velmi často. Nejčastějšími procedurami, které jsou v rámci regenerace aplikovány, jsou ponory do studené vody (Cold Water Immersion – CWI) a kontrastní vodní terapie (Contrast Water Therapy – CWT). Tyto metody jsou doporučovány pro urychlení zotavení v krátkodobém časovém horizontu, přinášejí benefity sportovcům ve všech různých sportovních odvětvích. Dlouhodobé využívání těchto metod k regeneraci zejména po odporovém cvičení je však nutné provádět s větší opatrností, neboť by mohlo způsobovat narušení zánětlivé pozátěžové odpovědi a tlumit tak fyziologické adaptace a mechanismy. Naopak u vytrvalostních cvičení dlouhodobé využívání těchto metod není problémem, jelikož dochází k urychlení regenerace a tím pádem mohou sportovci navyšovat PA a dosahovat tak větší fyziologické adaptace. [44]

Cold Water Immersion (CWI) je metoda, kdy dochází k ponoru celého těla nebo jeho části do nádoby se studenou vodou. Pro tuto proceduru se obecně doporučuje provádět ponory do vody o teplotě 11–15 °C po dobu 10–15 minut. Působením studené vody dochází k vazokonstrikci periferního žilního systému a tím pádem dochází k navýšení žilního návratu. Dalším účinkem CWI je analgetický účinek – dochází ke snížení vnímané bolesti na základě zpomalení nervového přenosu a snížení excitability tkáně. CWI je schopno oddálit nástup bolesti svalů po fyzické zátěži oproti aktivnímu odpočinku a pasivní regeneraci, ovšem efektivita CWI oproti masáži není zatím jasná. [43; 44; 45]

Contrast Water Therapy (CWT) využívá střídavých ponorů do teplé a studené vody. Probíhá následujícím způsobem: střídavě dochází k ponoru končetiny nebo celého těla do vody o teplotě 10 °C po dobu jedné minuty a poté do vody o teplotě 38 °C po dobu jedné minuty. Celá tato procedura by měla trvat ideálně déle než 10 minut. Předpokládá se, že hlavním účinkem CWT je zmenšení edému – díky střídání teplé a studené teploty dochází ke střídání vazokonstrikce a vazodilatace cév v periférii, tím pádem nastává změna teploty dané tkáně a dochází k usnadnění žilního návratu. Jako další účinek CWT je uváděna schopnost zmírnit a zpomalit nástup bolesti svalů po fyzické zátěži, dále mírnění zánětu svalové tkáně a redukce svalových spazmů. [43] CWT je doporučováno pro snížení bolesti a pocitu ztuhlosti svalů dolních i horních končetin. [46]

Mechanoterapie je typ terapie, který využívá pro dosažení pozitivních účinků aplikaci mechanické energie. Do mechanoterapie spadají i různé manuální metody – mobilizace, manipulace a masáže. Dále do mechanoterapie lze zařadit masážní válce, masážní pistole a neuromuskulární elektrickou stimulaci (NMES).

Masáž je typ mechanoterapie, kdy dochází k mechanické stimulaci měkké tkáně. Tato stimulace může být prováděna rukou, pěnovým válcem nebo masážní pistolí. Z pohledu urychlení regenerace organismu po zátěži bývají masáže hojně využívanou metodou, ovšem jejich účinnost zatím není zcela jasná. Jedním z důvodů pro nejasný výsledek ohledně otázky účinnosti této metody je možná různorodost aplikace masáže – prozatím neexistuje žádný standardizovaný postup, který by zaručoval maximální účinnost. [47]

Z dosavadních výzkumů se zdá, že masáž přináší benefit hlavně z psychologického hlediska – sportovci se po masáži cítí uvolnění, ovšem ve většině případů nedochází ke zlepšení výkonnosti jedince po masáži. Pozitivním účinkem masáže může být navýšení flexibility a oddálení nástupu opožděné svalové bolesti. Dalším pozitivním účinkem je také zmírnění pozátěžové zánětlivé odpovědi, při 10minutové masáži po zátěži na cyklistickém ergometru došlo u sportovců ke snížení hladiny tumor nektróvizujícímu faktoru alfa (TNF- α) a IL-6 v testovaném svalu. [48; 49]

Účinek masáže z fyziologického hlediska je převážně zkoumán na zvířecích modelech. Z těchto výzkumů je patrné, že masáž pozitivně ovlivňuje a moduluje proliferaci satelitních buněk, imunitní odpověď, obrat proteinů a ribosomů. Dalším účinkem masáže je tzv. crossover effect – zdá se, že masáž určitého svalu na jedné končetině ovlivňuje homologní sval na kontralaterální končetině. V tomto homologním nemasírovaném svalu je možno pozorovat pozitivní změny, jako například zachování adekvátní trofiky a síly svalu, a to i v případě imobilizace končetiny. [49]

Masáže prováděné pomocí pěnového válce jsou v současnosti velmi oblíbenou regenerační metodou využívanou ve sportech, hlavně z důvodu snadné dostupnosti a proveditelnosti. Tato metoda využívá vlastní tělesnou hmotnost sportovce k vytvoření tlaku na danou svalovou skupinu. Efektem je myofasciální uvolnění a tím pádem navýšení rozsahu pohybu a flexibility v kloubu, pěnový válec také snižuje opožděný nástup svalové bolesti. Zdá se, že ideální aplikace je hned vzápětí po dokončení fyzické zátěže, doporučuje se provádět 90–120 sekund masáže na jednu svalovou skupinu. [50]

Další možností využití pěnového válce je v kombinaci s lokalizovanou vibrací. Tato kombinace se zdá být ještě účinnější v efektu na regeneraci organismu. V současnosti se jako optimální metoda pro zlepšení regenerace doporučuje pěnový válec v kombinaci s vibracemi trvajících po dobu 90 sekund (s frekvencí vibrací 30 Hz) na danou svalovou skupinu. [45]

Masážní pistole jsou přístroje, které umožňují aplikovat vibrace s různou frekvencí na danou oblast. Hlavním účelem je usnadnění regenerace, snížení vnímané bolesti svalů a zlepšení mobility dolních končetin. Při aplikaci v krátkých periodách – přibližně 2–5 minut na svalovou skupinu – dochází ke zmírnění svalové ztuhlosti. Dalším využitím může být i stimulace svalstva před výkonem, kdy se předpokládá změna flexibility a síly svalstva. Výraznou nevýhodou této metody je možný vznik vážných zdravotních komplikací – v případě špatného použití může dojít k rhabdomyolýze nebo hemothoraxu. Při aplikaci v oblasti dolních končetin trvajících déle než 5 minut může po velké fyzické zátěži dokonce dojít k navýšení bolestivosti. Z těchto důvodů se využití masážní pistole doporučuje pouze se zvýšenou opatrností. [51]

Neuromuskulární elektrická stimulace, jinak také elektromyostimulace je metoda, která využívá aplikaci elektrod na kůži nad příslušnou svalovou skupinou. Cílem této metody je indukce svalových kontrakcí, které následně způsobí navýšení průtoku krve a tím pádem dojde k usnadnění a urychlení odstranění metabolitů. Dále také pomocí NMES lze působit analgetickým účinkem. V současnosti však není efektivita této metody jednoznačná kvůli nedostatku provedených studií. Dosavadní studie žádné benefity NMES vůči aktivní regeneraci nepotvrdily. Zároveň není standardizovaný postup pro umístění elektrod, délku aplikace a intenzitu, tudíž se tato metoda pro urychlení regenerace nedoporučuje. [50; 52]

Relaxace zahrnují pasivní metody, kdy je kladen důraz hlavně na uklidnění organismu. Nejčastěji využívanými relaxačními technikami jsou například progresivní muskulární relaxace (PMR) nebo hluboké dýchání, a to z důvodu jednoduchosti provedení těchto technik. Tyto metody obě navozují pocit relaxace, snižují úroveň stresu jedince a umožňují uklidnění – PMR vykazuje snížení kožní vodivosti, hluboké dýchání i PMR jsou zodpovědné za zpomalení TF. [53]

1.4.2.2 Aktivní odpočinek

Aktivní odpočinek je naopak typem aktivní regenerace, u kterého je využívána fyzická aktivita samotného pacienta. Do nejčastěji využívaných metod se řadí například pomalý běh, kompenzační cvičení a různé typy protahování.

Mírná fyzická aktivita umožňuje urychlení regenerace organismu díky zachování, případně obnovení průtoku krve v zatížených svalech. Pro aktivní odpočinek v rámci tréninkových plánů sportovců bývá využívána fyzická aktivita mírné intenzity, tj. přibližně na úrovni 60 % TFmax. Preferovaná je taková aktivita, která je koordinačně nenáročná a zatěžuje jiné svalové skupiny, než byly při PA zatěžovány. [10; 14]

Protahování bývá rozdělováno na statické protahování, dynamické protahování a tzv. pre-contraction stretching. Všechny tyto metody jsou používány pro navýšení rozsahu pohybu v kloubu, navýšení flexibility a lepší aktivaci svalového vlákna. Načasování pro využití jednotlivých metod v rámci tréninku se různí. [54]

Statické protahování je popisováno jako metoda, při které dochází k postupnému protažení svalu. Provádí se následujícím způsobem – postupně je navyšován rozsah pohybu v požadovaném kloubu. Ve chvíli, kdy nastupuje pocit mírného diskomfortu, je optimální v této poloze vydržet 10–30 sekund. Doporučuje se provádět 2–4 opakování výdrží v krajní poloze s tím, že celková doba protahování jedné svalové skupiny by neměla přesáhnout 60 sekund. Statické protahování lze provádět aktivním způsobem, v takovém případě dochází k protažení části těla bez dopomoci jiné osoby, v případě pasivní formy statického protahování je využívána pomoc další osoby. [55]

Efekt statického protahování je hlavně v navýšení rozsahu pohybu a v navýšení flexibility. Předpokládá se, že protahováním dochází k ovlivnění tuhosti myotendinózní junkce – v případě dostatečně dlouhého setrvání v krajní poloze pohybu dochází ke snížení tuhosti a navyšuje se tolerance k protažení junkce. Tento efekt statického protahování má ovšem i negativní dopady – při využití této metody před fyzickou zátěží dochází akutně k poklesu maximální volní kontrakce a svalové síly. Z tohoto důvodu se nedoporučuje provádět statické protahování v průběhu rozcvičování před fyzickou aktivitou. [56]

Dynamické protahování může být rozděleno na dva typy – aktivní a tzv. balistické protahování. Dynamické protahování obecně spočívá v provedení požadovaného pohybu do maximálního možného rozsahu pohybu. Při provedení dochází k aktivnímu zapojení antagonistické svalové skupiny, tím pádem je umožněno protažení agonistické svalové skupiny. Aktivní dynamické protahování je prováděno pomalu a kontrolovaně, zatímco balistické protahování spočívá v rychlém střídání krajních poloh rozsahu. Proto se doporučení pro jednotlivé typy dynamického protahování různí – aktivní forma se doporučuje jako součást rozehrátí před fyzickou námahou. Při zařazení aktivní formy dynamického protahování do rozehrátí před zátěží se doporučuje provádět pohyby, které budou následně prováděny v průběhu PA. Účinek dynamického protažení před fyzickou aktivitou má spíše pozitivní účinky na následné cvičení – dochází k navýšení rozsahu pohybu v kloubu, navýšení teploty svalstva, dále dochází k navýšení flexibility a k akutnímu navýšení silových parametrů (vyšší síla, sprint a výskok). Balistické protahování se nedoporučuje z důvodu možného rizika zranění – při provedení dochází k navýšení napětí uvnitř svalu, zároveň také dochází ke vzniku velkých nekontrolovaných sil, které mohou přesáhnout kapacitu protažlivosti svalových vláken a tím způsobit trauma. [55]

Pre-contraction stretching je typ protahování, který využívá zapojení krátké kontrakce před provedením samotného protažení segmentu. Mezi metody, které tento manévr využívají, spadá například proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF), postizometrická relaxace (PIR) nebo postfacilitační protažení (PFS – postfacilitation stretching). [54]

PNF je metoda, která je velmi často využívána v rámci fyzioterapie pro navýšení rozsahu pohybu v požadovaném kloubu, ovšem může být využívána jak pro posílení, tak i relaxaci svalstva. Provádí se následujícím způsobem – pacient provádí pohyby určitými částmi těla v daných pohybových vzorcích, tzv. diagonálách. Tyto diagonály obsahují pohyby ve všech anatomických rovinách, tím pádem dochází k protažení a facilitaci svalstva ve všech rovinách zároveň. Při cvičení metody PNF bývá terapeutem přidáván zevní odpor, který je podle požadovaného účinku v průběhu cvičení upravován. Typicky je využíván výrazný odpor (přibližně 75-100% maximální síly pacienta), který zajišťuje aktivaci většího množství motorických jednotek. [54]

Navýšení rozsahu pohybu v kloubu je umožněno díky mechanismům, které jsou nejspíše zodpovědné za účinnost PNF – autogenní inhibici, reciproční inhibici, pasivním vlastnostem myotendinózní junkce a pravděpodobné modulaci vnímání bolesti. [57]

Autogenní inhibice je zajišťována pomocí navýšení množství signálů z Golgiho šlachových tělísek. V případě protažení myotendinózní junkce daného svalu dochází k podráždění Golgiho šlachových tělísek, která v reakci na protažení zvýší množství vysílaných nervových impulsů vedoucích do míchy. V předních míšních rozích následně dochází k inhibici α -motoneuronů homogenního svalu a nastává tak jeho protažení. [57]

Reciproční inhibice je mechanismus, který probíhá v případě kontrakce antagonistické skupiny svalstva. Při kontrakci antagonistického svalstva dochází nejen k excitaci α -motoneuronu antagonistického svalstva, ale díky dalším nervovým spojkám dochází k aktivaci inhibičního Ia interneuronu, který následně v předních rozích míšních zajistí inhibici α -motoneuronu protahovaného agonistického svalu. [57]

Pasivní vlastnosti myotendinózní junkce jsou podmíněné viskózními a elastickými vlastnostmi tkáně. Pokud je na sval aplikována déletrvající síla o stejné intenzitě (intenzita potřebná k protažení myotendinózní junkce je závislá na elastických vlastnostech tkáně), dochází k prodloužení myotendinózní junkce. [57]

Posledním předpokládaným mechanismem, který umožňuje efektivitu metody PNF je vrátková teorie. Podle této teorie dochází k modulaci či přerušení signálů kódujících informace o bolesti. Tato skutečnost by měla být zodpovědná za snížení vnímání bolestivosti při protažení dané svalové skupiny, tím pádem by mělo být umožněno větší protažení i z hlediska subjektivního komfortu. [57]

PIR je metoda, která bývá využívána předně pro protažení a normalizaci svalového tonu. Provádí se navedením subjektivně „tuhého“ nebo „zkráceného“ svalu do takového postavení, kdy lze cítit první odpor kladený svalovou tkání. V této pozici je následně aplikován zevní odpor a v cíleném svalu dochází ke krátké (zhruba 10 sekund) izometrické kontrakci, která je prováděna minimální silou (přibližně 20–30 % volní síly kontrakce). Poté je pacient vyzván k relaxaci a uvolnění svalu, přičemž dochází k samovolnému prodloužení svalových sarkomer, nejedná se o pasivní protažení terapeutem. [58; 59]

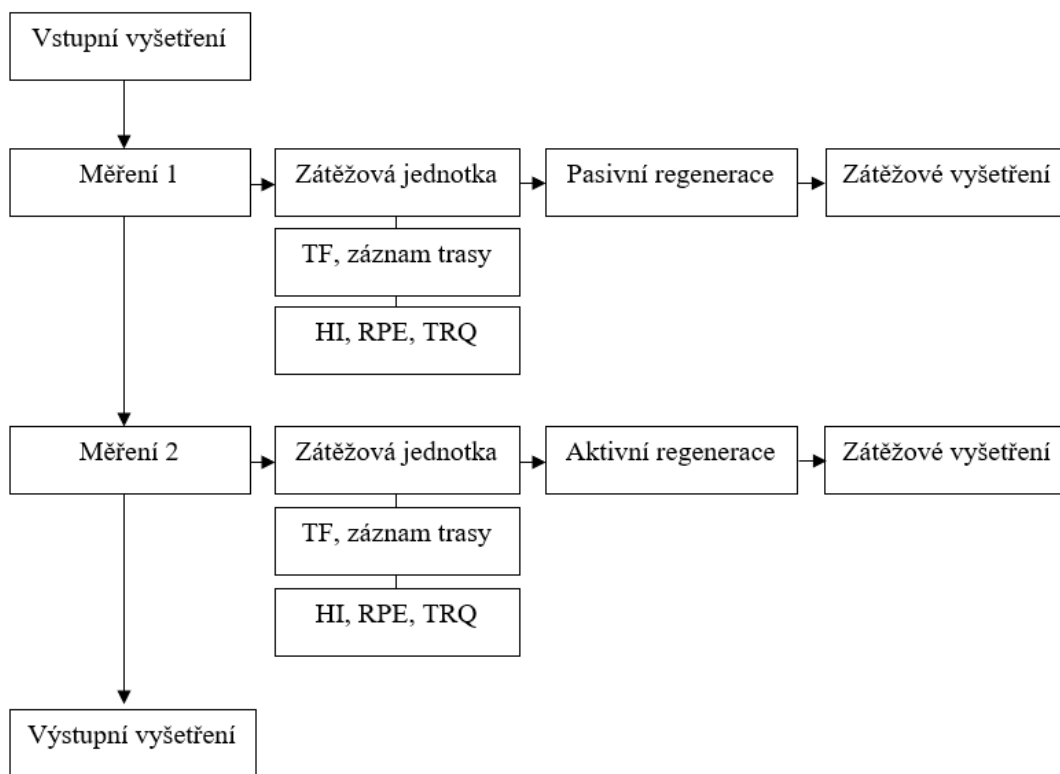
Postfacilitační protažení je terapeutická metoda vytvořena panem prof. Vladimírem Jandou. Provádí se následujícím způsobem – v polovině aktuálního rozsahu pohybu v daném kloubu je pacient požádán k provedení maximální izometrické kontrakce. Následně je provedeno rychlé protažení svalu do maximálního rozsahu pohybu a poté dochází k statickému protažení svalu (15 sekund držení krajní protažené pozice svalu). [54]

2 PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část této bakalářské práce byla koncipována následujícím způsobem: v rámci praktické části byla provedena případová studie na jednom probandovi. Nejprve byla provedena vstupní vyšetření – kineziologický rozbor, vyšetření rozsahu pohybu (ROM) kloubů dolních končetin a vstupní zátěžový test.

Dále proband absolvoval dvě kola zátěžových jednotek (den 0), přičemž po každé absolvované zátěži byl další den (den 1) proveden zátěžový test pro zhodnocení rychlosti regenerace. Po první zátěžové jednotce probíhala pouze pasivní regenerace, důraz byl kladen hlavně na dostatečnou hydrataci, adekvátní stravu a spánek. Po druhé zátěžové jednotce byla aplikována aktivní regenerace, a to pomocí metody PNF. Z objektivních parametrů byla měřena TF, zároveň při zátěžových jednotkách byla zaznamenávána trasa a její průběh. Byly hodnoceny také subjektivní pocity probanda, a to před zátěží pomocí Hooper indexu (HI), v průběhu zátěže pomocí RPE škály a po zátěži byla využívána škála Total quality of recovery (TQR).

Na závěr bylo provedeno výstupní vyšetření obsahující kineziologický rozbor a vyšetření ROM dolních končetin.



Obrázek 5. Schématické znázornění průběhu praktické části bakalářské práce

2.1 Zátěžová jednotka

Zátěžová jednotka byla vybírána pro jízdu na horském kole podle následujících kritérií:

1. Délka trvání jízdy by měla trvat déle než 30 minut.
2. Vzdálenost trasy by se měla pohybovat v rozmezí mezi 50-100 kilometry.

Tato kritéria byla zvolena z následujících důvodů:

Ad 1.: Cyklistika je zpravidla považována za vytrvalostní sport, při kterém je preferován aerobní typ metabolismu. Pro dostatečné zatížení organismu a dostatečné vyčerpání energetických zásob gly ve svalech bylo nezbytné zvolit délku trasy, která bude svým trváním přesahovat 30 minut. 30 minut bývá v rámci fyziologie zátěže považováno za milník, při kterém se do popředí v rámci využívaných typů metabolismu dostává oxidativní fosforylace. Tento typ metabolismu je velmi výhodný pro zisk ATP, ovšem po vyčerpání glykogenových zásob nastává déletrvající resyntéza, což pro organismus znamená déletrvající nutnost regenerace.

Ad 2.: Toto kritérium bylo zvoleno vzhledem k fyzické kondici probanda a jeho předpokládané fyzické zdatnosti. Vzhledem k pravidelné sportovní aktivitě byla předpokládána vyšší zdatnost, tudíž byla trasa plánována takovým způsobem, aby došlo k dostatečnému vyčerpání rezerv a projevení únavy ve fyzicky zdravém mladém jedinci.

Výsledkem těchto kritérií byla trasa pro horské kolo (viz. Obrázek 6), která měla předpokládanou délku trvání 2 hodiny 30 minut a vzdálenost přibližně 50 kilometrů.



Obrázek 6. Trasa zátěžové jednotky. Předpokládaná délka trvání: 2 h 30 min, předpokládaná vzdálenost: 50 km

2.2 Objektivní měřené ukazatele

V rámci jednotlivých měření probíhala monitorace a záznam TF pomocí hrudního pásu Suunto Smart Senzor a pomocí hodinek Suunto Ambit 3 Peak. Dále byl měřen záznam trajektorie z GPS, výškový profil trasy a teplota. TF byla také snímána 30 minut po dokončení zátěžové jednotky pro znázornění rychlosti snížení TF na klidovou hodnotu.

2.3 Hodnotící škály

Subjektivní hodnocení bylo prováděno pomocí několika škál, které byly využívány v různých časových obdobích. Před zátěží proběhlo subjektivní hodnocení pomocí škály HI, v průběhu zátěže probíhalo hodnocení subjektivně vnímaného úsilí pomocí škály RPE a po dokončení zátěže probíhalo hodnocení pomocí TQR škály.

Škály, které jsou v následujících kapitolách uvedeny v anglickém jazyce nemají standardizovaný překlad do českého jazyka.

2.3.1 HI škála

HI škála neboli Hooper Index je škála hodnotící čtyři aspekty – kvalitu spánku, úroveň stresu, míru únavy a opožděnou svalovou bolest (viz. Tabulka 2 a 3). V rámci praktické části bylo hodnocení prováděno vždy v časovém rozmezí 15-30 minut před zátěžovou jednotkou a druhý den po absolvování zátěžové jednotky.

Sleep		Fatigue	
1	Very, very good	1	Very, very low
2	Very good	2	Very low
3	Good	3	Low
4	Medium	4	Medium
5	Bad	5	High
6	Very bad	6	Very high
7	Very, very bad	7	Very, very high

Tabulka 2. Hooper Index 1 [60]

Stress		DOMS	
1	Very, very low	1	Very, very low
2	Very low	2	Very low
3	Low	3	low
4	Medium	4	Medium
5	High	5	High
6	Very high	6	Very high
7	Very, very high	7	Very, very high

Tabulka 3. Hooper Index 2 [60]. DOMS – delayed onset muscle soreness (opozděný nástup svalové bolesti)

2.3.1 RPE škála

RPE škála neboli Borgova škála vnímaného úsilí (rate of perceived exertion scale) je škála běžně využívaná pro hodnocení subjektivně vnímané intenzity zátěže. Tato škála byla využívána v průběhu zátěžového vyšetření – na každém zátěžovém stupni byla vyhodnocována po 3 minutách. V průběhu absolvování zátěžové jednotky probíhalo hodnocení dle RPE škály každých 30 minut.

Slovní popis	Bodové hodnocení
Žádné	6
Velmi, velmi lehké	7
	8
Velmi lehké	9
	10
Docela lehké	11
	12
Poněkud těžké	13
	14
Těžké	15
	16
Velmi těžké	17
	18
Velmi, velmi těžké	19
Maximální	20

Tabulka 4. Borgova škála vnímaného úsilí [18]

2.3.2 TQR škála

TQR škála neboli Total quality of recovery je škála, jenž umožňuje subjektivní hodnocení míry zotavení po zátěži, přičemž hodnota 13 je brána jako minimální hodnota pro dostatečné zotavení sportovce. V praktické části byla tato škála využívána okamžitě po dokončení zátěžové jednotky, kdy hodnocení probíhalo ihned po dojetí, dále 10 min a 30 min po dokončení PA, 1 h, 3 h, 6 h, 12 h a 24 h po dokončení PA.

	6
Very, very low recovery	7
	8
Very low recovery	9
	10
Low recovery	11
	12
Reasonable recovery	13
	14
Good recovery	15
	16
Very good recovery	17
	18
Very, very good recovery	19
	20

Tabulka 5. Total quality of recovery [60]

2.4 Vstupní vyšetření

V rámci vstupního vyšetření bylo provedeno poučení probanda o jeho účasti v případové studii v rámci bakalářské práce Regenerace organismu po zátěži. Byl vyplněn informovaný souhlas (viz Příloha č. 1 – informovaný souhlas). Dále byla odebrána anamnéza relevantní k tématu bakalářské práce, proběhl kineziologický rozbor stoje a vyšetření rozsahu pohybu v kloubech dolních končetin.

2.4.1 Anamnéza

Pacient: Š. H.

Ročník narození: 2001, věk 23 let

Pohlaví: muž

OA: 2020 – artroskopie (ASK) art.genu l.dx. – léze mediálního menisku

RA: pro účely bakalářské práce nevýznamná

AA: pyly trav

FA: 0

Abúzus: 0

SA: student VŠ

SpA: florbal – výkonnostní úroveň – trénink 3x týdně/2 h

Cyklistika, turistika, horolezectví rekreačně

2.4.2 Kineziologický rozbor

Vstupní kineziologický rozbor byl proveden pro zjištění případných výrazných posturálních odchylek, které by mohly probandovi znemožňovat provést zátěžovou jednotku. Kineziologický rozbor byl proveden ve stoje.



Obrázek 7. Kineziologický rozbor stoje při vstupním vyšetření. Pohled zepředu, z boku a zezadu

Z aspekčního vyšetření bylo patrné, že proband měl levé rameno více kraniálně, pravá horní končetina (PHK) se zdála být více ve vnitřní rotaci (VR) a semiflexi v lokti oproti levé horní končetině (LHK). Byla patrná protrakce ramen i hlavy. V rámci dolních končetin byl patrný náznak valgozity kolen, levé koleno se zdálo být více v zevní rotaci (ZR).

Z boku bylo viditelné „zavěšení“ do vazů – aspekčně patrná hyperextenze kolen, anteverze pánve, dále výraznější lordóza beder, vrchol hrudní kyfózy posunut kraniálně.

Zezadu byla markantní odlišnost v oblasti ramen a v postavení horních končetin, dále pravá dolní končetina (PDK) se zdála být více v ZR oproti levé dolní končetině (LDK). V oblasti nohy bylo patrné nerovnoměrné postavení Achillovy šlachy – na LDK se upínala více laterálně. Žádná z těchto posturálních odchylek ovšem nebyla vyhodnocena závažnou překážkou pro absolvování zátěžových jednotek.

2.4.2 Goniometrie

Goniometrie byla provedena na počátku praktické části v rámci vstupního vyšetření, kdy hlavním účelem bylo zjištění dostatečného ROM v kloubech pro absolvování praktické části – zejména flexe (FLX) a extenze (EXT) v kyčelním, kolenním a hlezenním kloubu. Měření bylo provedeno pomocí goniometru, FLX v kyčelním kloubu byla měřena s EXT v koleni, rotace byly měřeny v poloze na zádech s 90° FLX v kyčli i v koleni. V případě omezení ROM toto omezení nebylo z důvodu anatomické překážky, nižší rozsah byl způsoben stížnostmi probanda na subjektivní pocit tahu a bolesti v některých protahovaných svalech.

Další měření bylo prováděno po dokončení druhé zátěžové jednotky, a to po dokončení aktivní regenerace pomocí metody PNF.

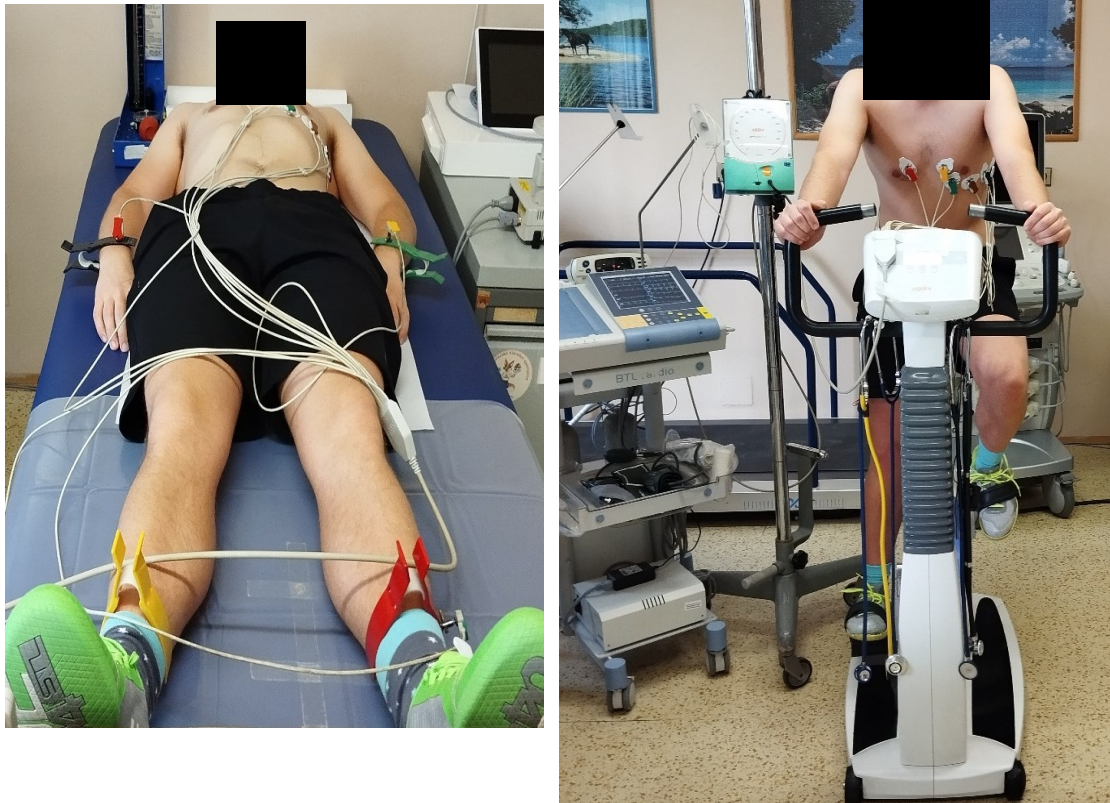
PDK	AROM	PROM
Kyčelní kloub	S: 40°-0°-30° F: 10°-0°-75° R: 40°-0-30°	S: 50°-0°-40° F: 20°-0°-80° R: 50°-0°-35°
Kolenní kloub	F: 10°-0°-120°	F: 10°-0°-125°
Hlezenní kloub	F: 45°-0°-25°	F: 45°-0°-25°
LDK		
Kyčelní kloub	S: 40°-0°-30° F: 10°-0°-70° R: 40°-0°-25°	S: 50°-0°-40° F: 20°-0°-75° R: 45°-0°-30°
Kolenní kloub	F: 10°-0°-115°	F: 10°-0°-120°
Hlezenní kloub	F: 45°-0°-25°	F: 45°-0°-25°

Tabulka 6. Aktivní a pasivní rozsah pohybu v kloubech pravé a levé dolní končetiny. Hodnoty jsou zapsány pomocí metody SFTR, kdy S – sagitální rovina, F – frontální rovina, T – transversální rovina, R – rovina rotací. PDK – pravá dolní končetina, LDK – levá dolní končetina. AROM – aktivní rozsah pohybu, PROM – pasivní rozsah pohybu. Flexe v kyčelním kloubu byla měřena s extendovaným kolenem, rotace byly měřeny s 90° flexí v kyčli i koleni

2.4.1 Vstupní zátěžové vyšetření

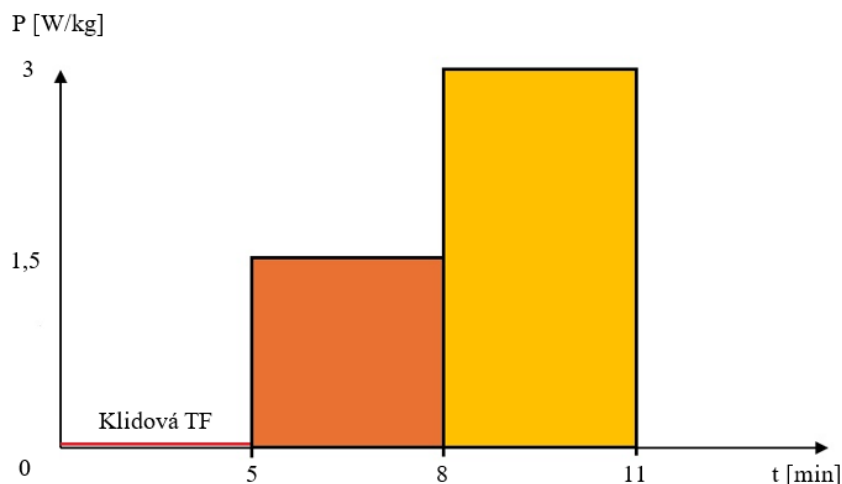
Vstupní zátěžové vyšetření bylo provedeno ve Fakultní nemocnici v Motole na Oddělení tělovýchovného lékařství. Měření bylo prováděno na bicyklovém ergometru, záznam a vyhodnocení elektrokardiogramu (EKG) bylo prováděno počítačovým programem. V průběhu zátěže byla pro zhodnocení subjektivní intenzity zátěže využívána škála RPE.

Nejprve byla změřena výška a váha probanda, následně proběhlo vysvětlení nadcházejícího vyšetření a škály RPE. Dále proběhlo měření klidové TF – proband byl po dobu 5 minut v klidu v poloze na zádech, přičemž bylo měřeno klidové EKG. Jako klidová hodnota TF byla považována hodnota z poslední minuty měření klidové TF.



Obrázek 8. Vyšetření klidové tepové frekvence a zátěžové vyšetření

Samotný zátěžový test probíhal následujícím způsobem – nejprve byla nastavena zátěž na 1,5 W/kg probanda. Tato hodnota byla nastavena po dobu 3 minut, přičemž proband byl instruován k udržení otáček v rozpětí 60–90 otáček za minutu. Po 3 minutách měření byl proband požádán o zhodnocení subjektivní námahy dle škály RPE. Následně byla zátěž navýšena na 3 W/kg, tento stav trval opět po dobu dalších 3 minut. Proband byl znovu požádán o zhodnocení subjektivní únavy dle škály RPE. Po šesti minutách byla zátěž snížena na minimální hodnotu a proband byl instruován k volnému vyšlapání pro uklidnění.



Obrázek 9. Znárodnění průběhu zátěžového testu

2.4.2 Nutriční plán

Nutriční plán byl vytvořen dle výživových doporučení pro sportovce. Cílem bylo zajistit poměr makroživin ve stravě 15 % bílkovin: 35 % tuků: 50 % sacharidů, což je poměr živin využívaný při tvorbě jídelníčku pro vytrvalostní sportovce. Množství přijímaných bílkovin bylo 1,5 g/kg/den (celkem 105 g/den), sacharidů 5 g/kg/den (celkem 350 g/den) a tuků přibližně 1,6 g/kg/den (celkem 108,9 g/den), výsledný energetický příjem byl tedy stanoven na 2800 kcal/den.

Snídaně	Ovesné vločky s mlékem, ovocem a ořechy
Svačina	Ovocné smoothie
Oběd	Kuřecí prso se zeleninou a rýží
Svačina	Celozrnný chléb s lučinou, sýrem a zeleninou
Večeře	Pečený losos s bramborem a špenátem
Druhá večeře	Tvaroh s malinami

Tabulka 7. Příklad jídelníčku pro dosažení plánovaných hodnot na jeden den

2.5 Měření 1

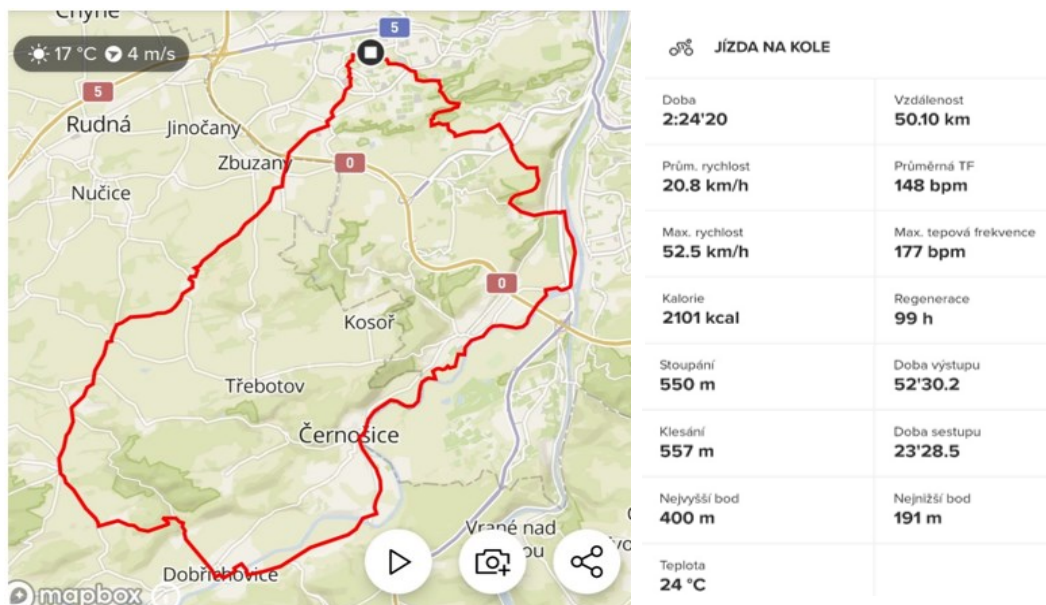
První měření probíhalo následujícím způsobem: proband nejprve absolvoval zátěžovou jednotku, po které následovala pasivní regenerace. Další den bylo provedeno zátěžové vyšetření.

2.5.1 Zátěžová jednotka

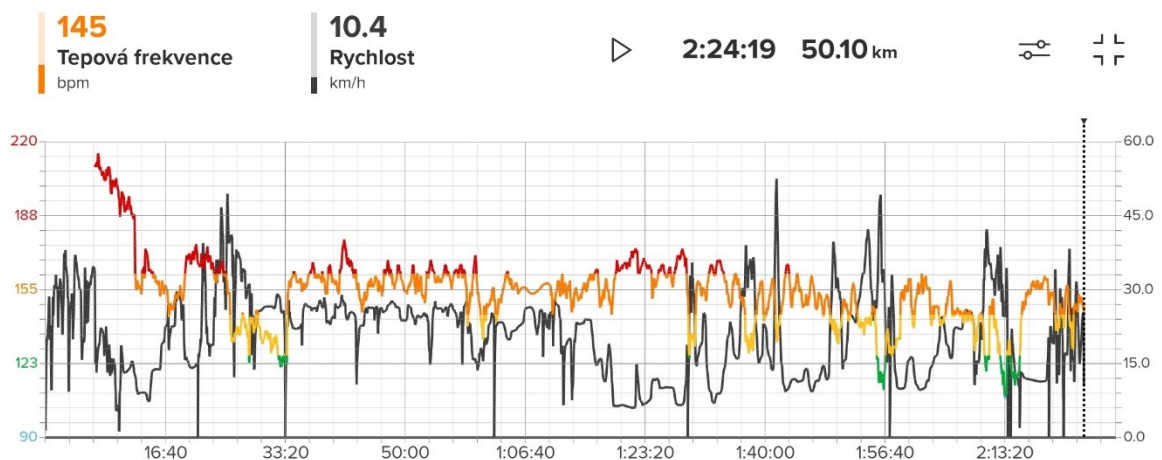
Zátěžová jednotka proběhla dle trasy popsané v kapitole 2.1 Zátěžová jednotka.

2.5.2 Objektivní měřené hodnoty

Naměřené záznamy z prvního zátěžového okruhu jsou následující:



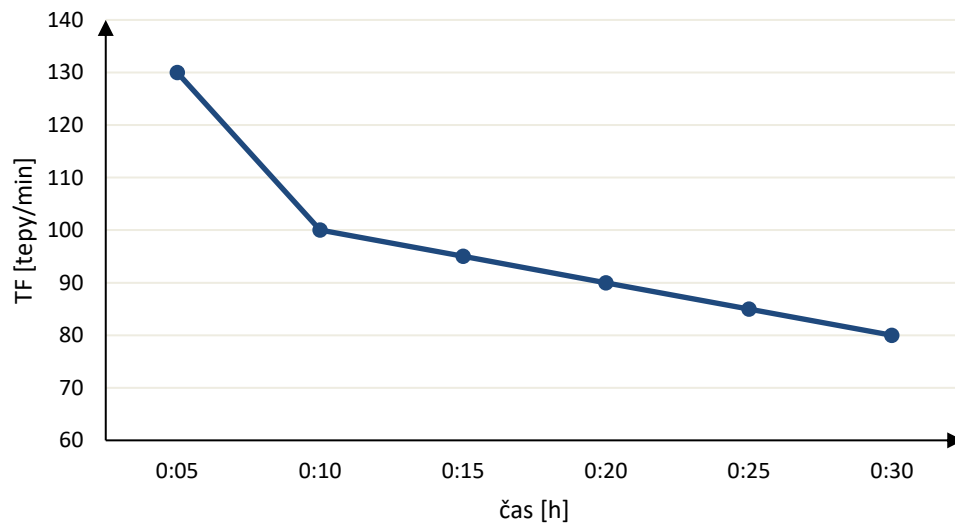
Obrázek 10. Záznam trajektorie a objektivních měřených hodnot z prvního měření



Obrázek 11. Grafický záznam tepové frekvence v porovnání s rychlostí probanda. Na vodorovné ose je zaznamenán čas v minutách, na svislých osách jsou hodnoty tepová frekvence v tepech/minutu a rychlost v km/h



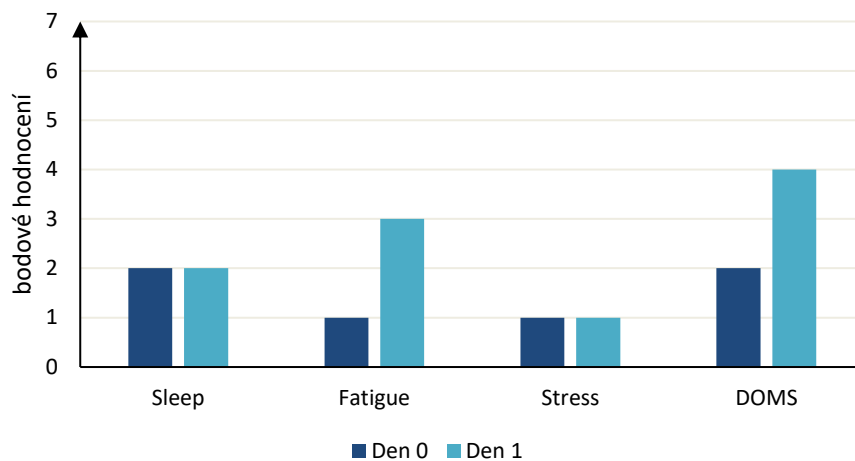
Obrázek 12. Grafický záznam tepové frekvence v porovnání s nadmořskou výškou. Na vodorovné ose je zaznamenán čas, na svislých osách jsou hodnoty tepové frekvence v tepech/minutu a nadmořská výška v metrech nad mořem



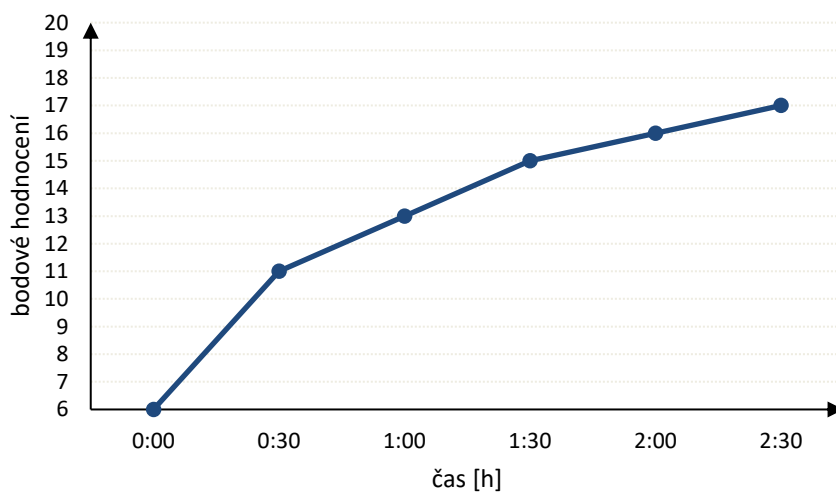
Graf 1. Průběh poklesu tepové frekvence po dokončení první zátěžové jednotky

2.5.3 Subjektivní hodnocení

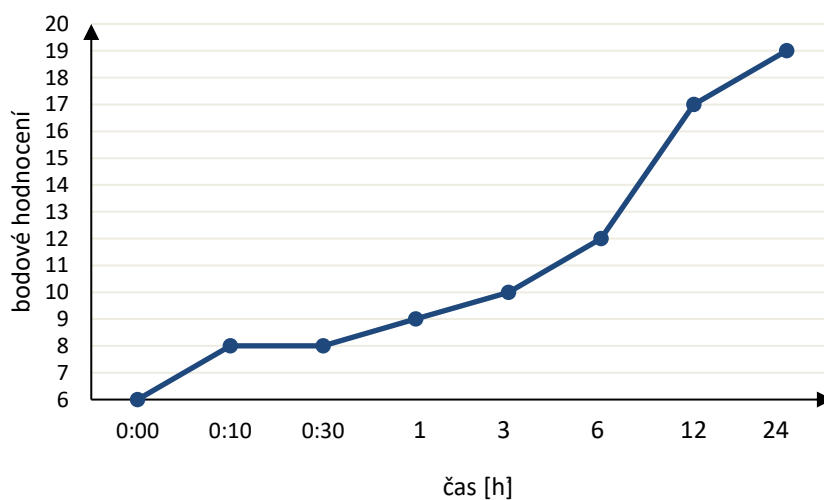
Subjektivní hodnocení pomocí škály HI probíhalo v den zátěžové jednotky (den 0) a další den před zátěžovým měřením (den 1). Měření pomocí škály RPE probíhalo v průběhu zátěžové jednotky a hodnocení pomocí škály TQR probíhalo po ukončení zátěžové jednotky až do dalšího dne.



Graf 2. Subjektivní hodnocení před první zátěžovou jednotkou dle škály HI. Sleep – spánek, Fatigue – únava, Stress – stres, DOMS – delayed onset muscle soreness (opožděná svalová bolest)



Graf 3. Subjektivní hodnocení v průběhu první zátěžové jednotky dle škály RPE



Graf 4. Subjektivní hodnocení po dokončení první zátěžové jednotky dle škály TQR

2.5.4 Pasivní regenerace

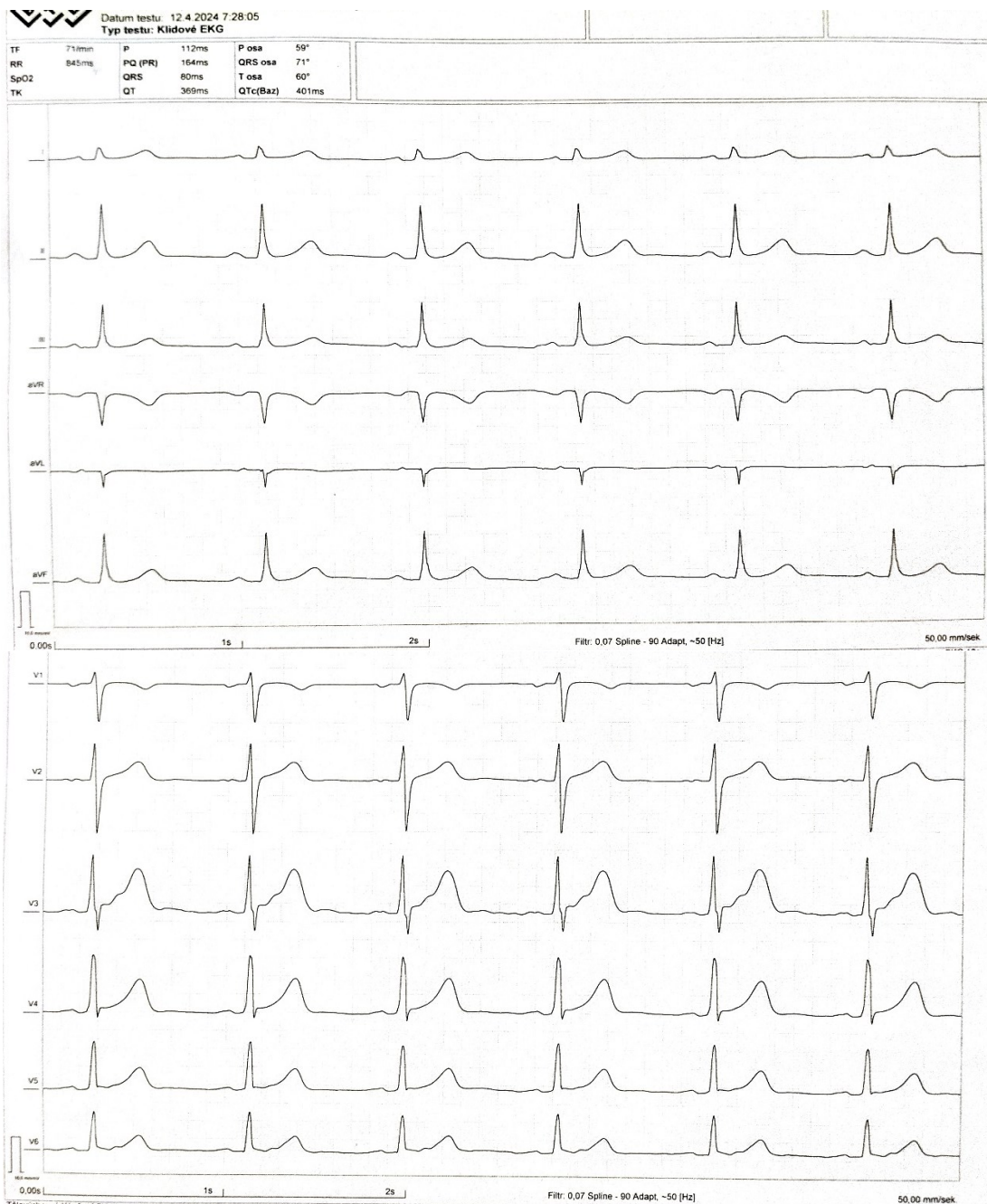
Pasivní regenerace byla využita po prvním absolvování zátěžové jednotky. V rámci pasivní regenerace byla probandovi doporučena dostatečná hydratace – zejména doplnění vypocených tekutin v rámci absolvované zátěže. Dále byla doporučena strava obsahující dostatek sacharidů a proteinů a dostatečně dlouhý spánek.

2.5.5 Zátěžový test

Zátěžový test byl proveden následující den po absolvování zátěžové jednotky v 7:30 ráno na Oddělení tělovýchovného lékařství ve Fakultní nemocnici v Motole. Testování probíhalo podle již popsaného protokolu – bylo provedeno měření klidové TF a následně dva zátěžové stupně (1,5 W/kg po dobu 3 minut a 3 W/kg po dobu 3 minut). V průběhu zátěže bylo hodnoceno subjektivně vnímané úsilí pomocí RPE škály.

Zátěž [W/kg]	TF [tepy/min]	RPE
0	71	-
1,5	131	11
3	169	18

Tabulka 8. Naměřené hodnoty v rámci prvního zátěžového měření. TF – tepová frekvence, RPE – Borgova škála vnímaného úsilí



Obrázek 13. Záznam klidové tepové frekvence; hodnota klidové tepové frekvence – 71 tepů/minutu

2.6 Měření 2

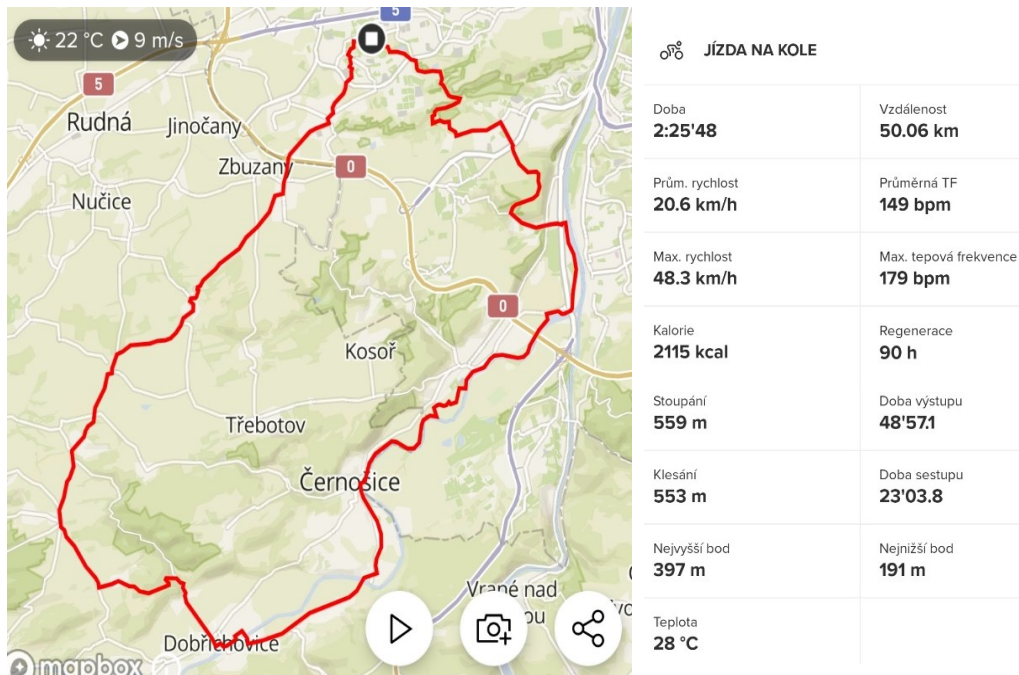
Druhé měření probíhalo následujícím způsobem: proband nejprve absolvoval zátěžovou jednotku, po které následovala aktivní regenerace pomocí metody PNF s využitím techniky výdrž-relaxace. Další den po absolvování zátěžové jednotky bylo provedeno zátěžové vyšetření.

2.6.1 Zátěžová jednotka

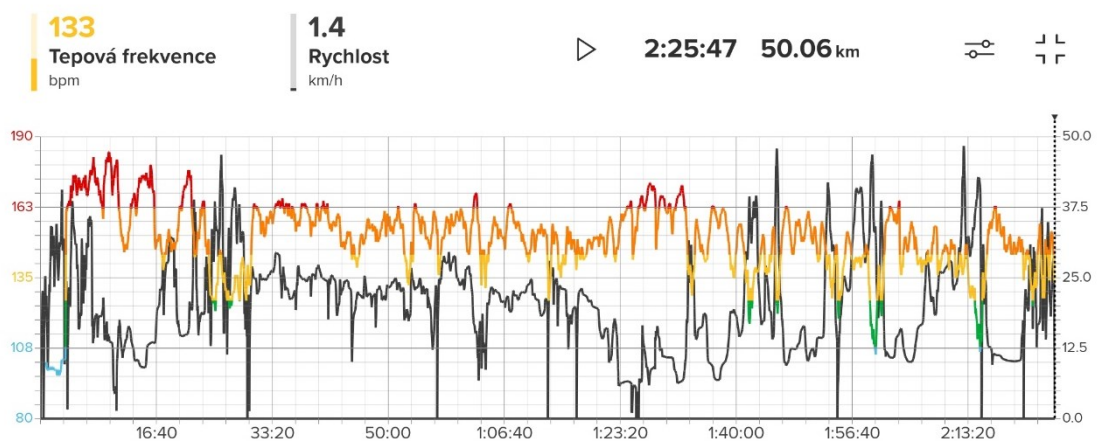
Druhá zátěžová jednotka byla absolvována s dostatečným časovým odstupem takovým způsobem, aby bylo zajištěno úplné zotavení probanda. Proband absolvoval shodnou trasu, jako při prvním měření.

2.6.2 Objektivní měřené ukazatele

Naměřené hodnoty z druhého zátěžového měření jsou následující:



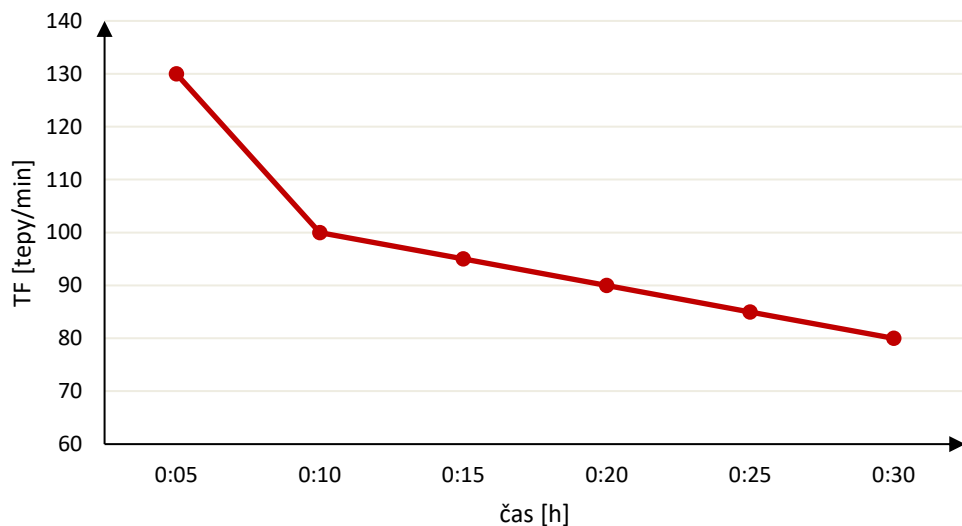
Obrázek 14. Záznam trasy a objektivních měřených hodnot z druhého měření



Obrázek 15. Grafický záznam tepové frekvence v porovnání s rychlostí probanda. Na vodorovné ose je zaznamenán čas v minutách, na svislých osách jsou hodnoty tepové frekvence v tepech/minutu a rychlost v km/h



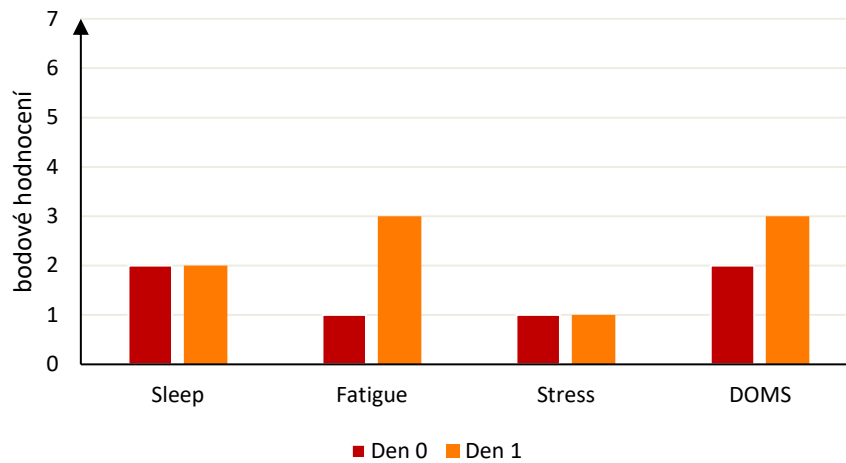
Obrázek 16. Grafický záznam tepové frekvence v porovnání s nadmořskou výškou. Na vodorovné ose je zaznamenán čas v minutách, na svislých osách jsou hodnoty tepové frekvence v tepech/minutu a nadmořská výška v metrech nad mořem



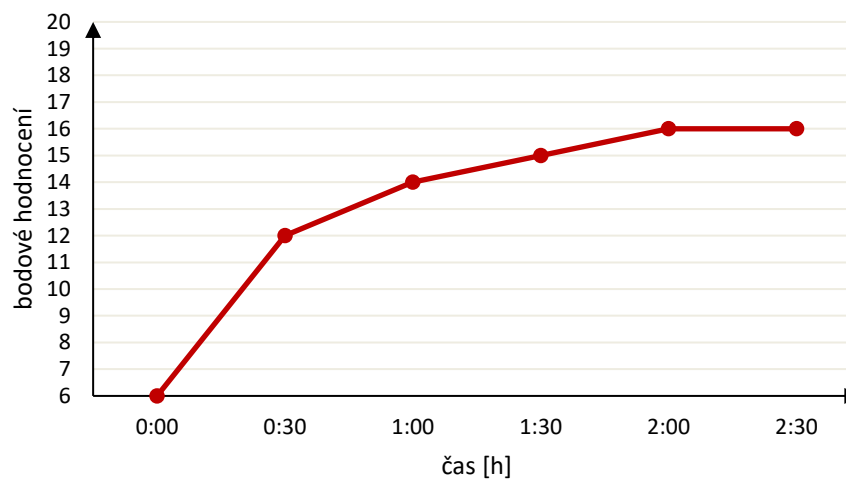
Graf 5. Průběh poklesu tepové frekvence po dokončení druhé zátěžové jednotky

2.6.1 Subjektivní hodnocení

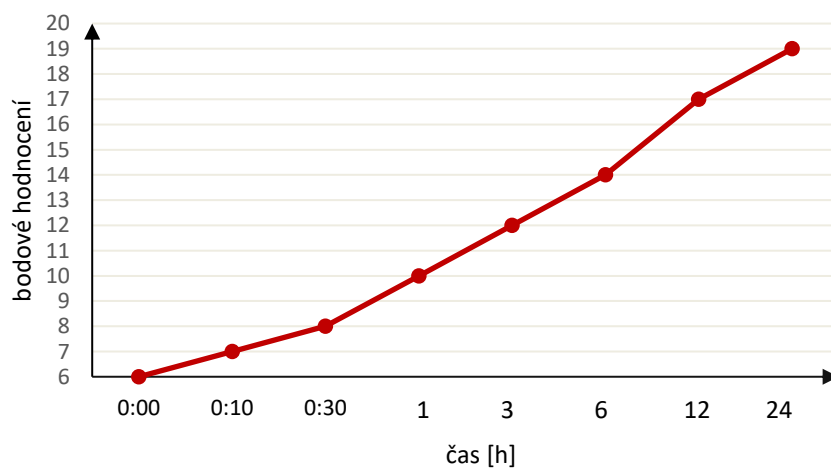
Subjektivní hodnocení probíhalo stejným způsobem, jako v průběhu prvního měření – proband zaznamenával hodnoty na škály HI, RPE a TQR. Zaznamenané hodnoty byly následující:



Graf 6. Subjektivní hodnocení před druhou zátěžovou jednotkou dle škály HI. Sleep – spánek, Fatigue – únava, Stress – stres, DOMS – delayed onset muscle soreness (opožděná svalová slabost)



Graf 7. Subjektivní hodnocení v průběhu druhé zátěžové jednotky dle škály RPE



Graf 8. Subjektivní hodnocení po dokončení druhé zátěžové jednotky dle škály TQR

2.6.2 Aktivní regenerace

Aktivní regenerace byla provedena po ukončení zátěžové jednotky, a to 30 minut po dojezdu. Pro aktivní regeneraci byla zvolena metoda PNF, jelikož v rámci teoretické části bakalářské práce byla tato metoda jednou z mála intervencí, kdy mohla být provedena za vedení fyzioterapeuta.

Pro urychlení regenerace byly zvoleny diagonály pro dolní končetinu:

1. první diagonála – flekční vzor s variantou extenze v kolenu
2. první diagonála – extenční vzor s variantou flexe v kolenu
3. druhá diagonála – flekční vzor s variantou extenze v kolenu
4. druhá diagonála – extenční vzor s variantou flexe v kolenu

Tyto pohyby byly zvoleny z toho důvodu, že cílí na skupiny svalů, které byly v rámci zátěžové jednotky nejvíce zatěžovány – flexory a extenzory kyčelního a kolenního kloubu. Výchozí postavení každé z diagonál bylo zvoleno tak, aby bylo zacíleno na protažení přední strany stehna, konečná pozice končetiny byla mířena naopak na protažení svalů na zadní straně stehna,

Všechny tyto pohyby byly prováděny na obou dolních končetinách za slovních instrukcí a manuálního navádění. Pro relaxační efekt byla využita relaxační technika výdrž-relaxace.

2.6.2.1 První diagonála pro dolní končetinu

První diagonála pro dolní končetinu byla použita ve flekčním vzorci s variantou extenze v kolenu a v extenčním vzorci s variantou flexe v kolenu. Provedení bylo v souladu s postupem v metodě PNF – proband byl nejprve naveden do výchozí polohy dané končetiny. Následně prováděl pohyby dle instrukcí: „vytočte špičku a udělejte fajfku, propněte koleno a přitahujte celou dolní končetinu k protilehlému rameni.“ pro flekční vzorec s variantou extenze v kolenu. Instrukce pro extenční vzorec s variantou flexe v kolenu byly následující: „propněte špičku a vytočte patu ven, pokrčte koleno a zanožujte celou dolní končetinu do strany a dolů, až pod úroveň lehátka.“

	Výchozí poloha	Konečná poloha
Kyčelní kloub	VR, ABD, EXT	ZR, ADD, FLX
Kolenní kloub	FLX	EXT
Noha	PF s everzí	DF s inverzí
Prsty	FLX a ADD prstů směrem peroneálním	EXT a ABD prstů směrem tibiálním

Tabulka 9. První diagonála pro dolní končetinu– flekční vzorec s variantou extenze v koleni. VR – vnitřní rotace, ZR – zevní rotace, FLX – flexe, EXT – extenze, ADD – addukce, ABD – abdukce, PF – plantární flexe, DF – dorsální flexe

	Výchozí poloha	Konečná poloha
Kyčelní kloub	ZR, ADD, FLX	VR, ABD, EXT
Kolenní kloub	EXT	FLX
Noha	DF s inverzí	PF s everzí
Prsty	EXT a ABD prstů směrem tibiálním	FLX a ADD prstů směrem peroneálním

Tabulka 10. První diagonála pro dolní končetinu – extenční vzorec s variantou flexe v koleni. VR – vnitřní rotace, ZR – zevní rotace, FLX – flexe, EXT – extenze, ADD – addukce, ABD – abdukce, PF – plantární flexe, DF – dorsální flexe

2.6.2.2 Druhá diagonála pro dolní končetinu

Druhá diagonála pro dolní končetinu byla provedena ve flekčním vzorci s variantou extenze v kolenní a extenčním vzorci s variantou flexe v kolenní. Proband byl instruován „vtočte špičku dovnitř a udělejte fajfku, patou směřujte ven. Natáhněte koleno a směřujte celou dolní končetinou nahoru a do strany, jako kdybyste se chtěl dostat špičkou ke stejnostrannému rameni.“ při provádění flekčního vzorce s extenzí kolene. Pro extenční vzorec byly použity tyto instrukce: „vytočte špičku ven a propněte ji, pokrčte koleno a dávejte celou dolní končetinu ke druhé dolní končetině.“.

	Výchozí poloha	Konečná poloha
Kyčelní kloub	ZR, ADD, EXT	VR, ABD, FLX
Kolenní kloub	FLX	EXT
Noha	PF s inverzí	DF s everzí
Prsty	FLX a ADD prstů směrem tibiálním	EXT a ABD prstů směrem peroneálním

Tabulka 11. Druhá diagonála pro dolní končetinu – flekční vzorec s variantou extenze v kolenní. VR – vnitřní rotace, ZR – zevní rotace, FLX – flexe, EXT – extenze, ADD – addukce, ABD – abdukce, PF – plantární flexe, DF – dorsální flexe

	Výchozí poloha	Konečná poloha
Kyčelní kloub	VR, ABD, FLX	ZR, ADD, EXT
Kolenní kloub	EXT	FLX
Noha	DF s everzí	PF s inverzí
Prsty	EXT a ABD prstů směrem peroneálním	FLX a ADD prstů směrem tibiálním

Tabulka 12. Druhá diagonála pro dolní končetinu – extenční vzorec s variantou flexe v kolenní. VR – vnitřní rotace, ZR – zevní rotace, FLX – flexe, EXT – extenze, ADD – addukce, ABD – abdukce, PF – plantární flexe, DF – dorsální flexe

2.6.2.1 Relaxační technika výdrž-relaxace

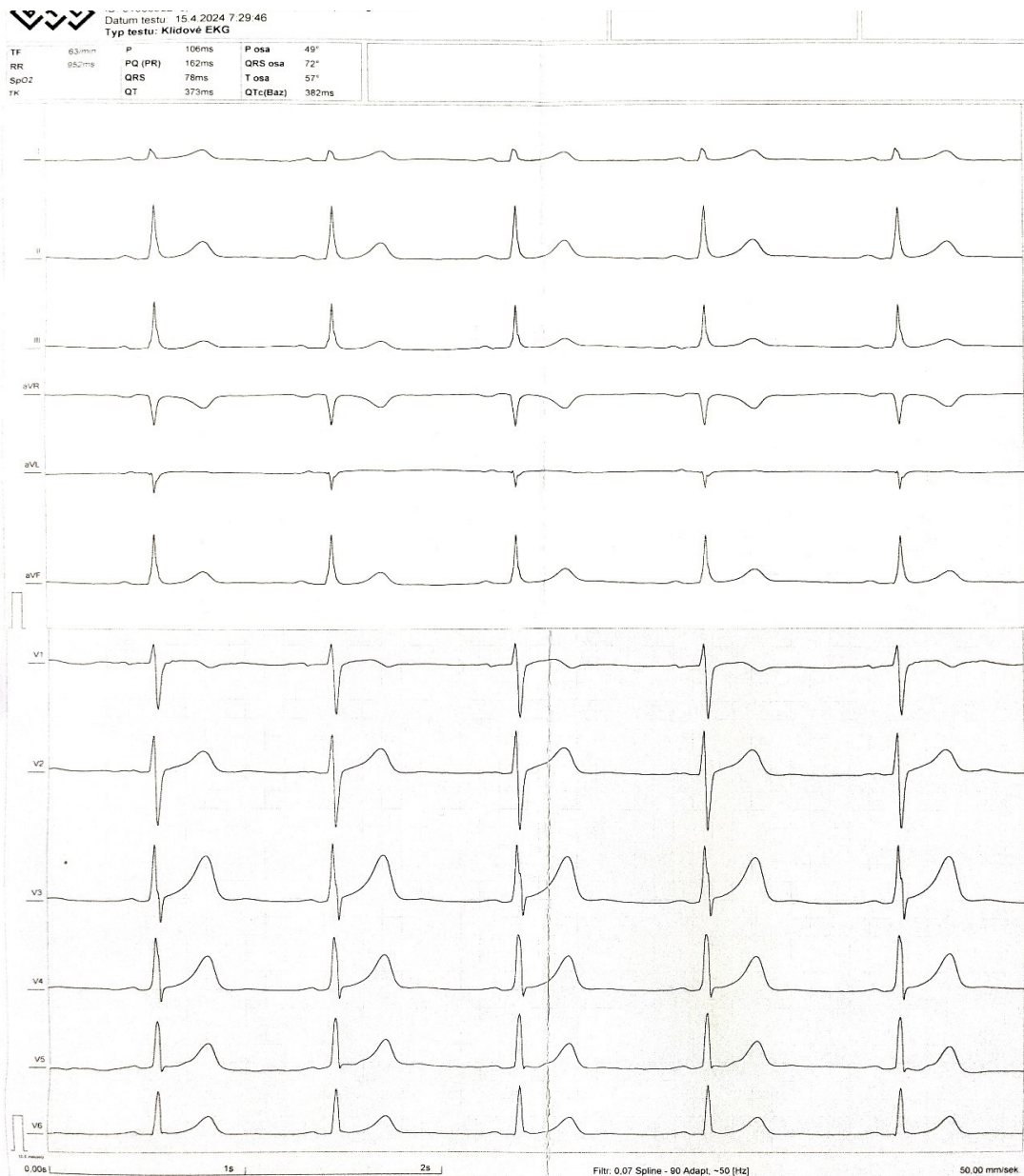
Pro vyšší relaxační efekt byla využita technika výdrž-relaxace. Proband byl naveden v průběhu pohybu (první nebo druhá diagonála pro dolní končetinu, extenční nebo flekční vzorec s flexí nebo extenzí kolene) do krajní pozice. V této pozici mu byl kladen odpor v opačném, antagonistickém směru pohybu (proband se snažil dostat zpět do počáteční polohy segmentu), následně byl pacient vyzván ke krátké relaxaci a aktivnímu navýšení rozsahu pohybu v původním, agonistickém směru. Pomocí této techniky byly ošetřeny obě dolní končetiny ve všech pohybových variantách.

2.6.3 Zátěžový test

Zátěžový test byl proveden následující den po absolvování zátěžové jednotky v 7:30 na Oddělení tělovýchovného lékařství ve Fakultní nemocnici v Motole, probíhal shodně jako v předcházejícím měření. Jako hodnota klidové TF bylo naměřeno 63 tepů/minutu.

Zátěž [W/kg]	TF [tepy/min]	RPE
0	63	-
1,5	125	11
3	162	17

Tabulka 13. Naměřené hodnoty v rámci druhého zátěžového měření. TF – tepová frekvence, RPE – Borgova škála vnímaného úsilí



Obrázek 17. Záznam klidové tepové frekvence; hodnota klidové tepové frekvence – 63 tepů/minutu

2.7 Výstupní vyšetření

Výstupní vyšetření bylo provedeno hned po ukončení aktivní regenerace. V rámci výstupního vyšetření byl opět proveden kineziologický rozbor a měření rozsahu pohybu v kloubech dolních končetin.

2.7.1 Kineziologický rozbor

V rámci výstupního kineziologického rozboru bylo provedeno aspekční vyšetření stoje. Ve stoji nebyly patrné žádné výrazné změny oproti vstupnímu vyšetření, proband stále setrval ve stejném postavení.



Obrázek 18. Kineziologický rozbor stoje při výstupním vyšetření. Pohled zepředu, z boku a zezadu

2.7.2 Goniometrie

Měření ROM proběhlo po dokončení aktivní regenerace. Rozsahy byly měřeny pomocí goniometru. Oproti prvnímu měření došlo k navýšení ROM v kloubech, v případě omezení ROM byla příčinou omezení bolestivost svalstva, nikoliv jiné anatomické bariéry.

PDK	AROM	PROM
Kyčelní kloub	S: 45°-0°-35° F: 15°-0°-85° R: 45°-0-35°	S: 50°-0°-40° F: 20°-0°-90° R: 50°-0°-40°
Kolenní kloub	F: 10°-0°-125°	F: 10°-0°-135°
Hlezenní kloub	F: 45°-0°-25°	F: 45°-0°-25°
LDK		
Kyčelní kloub	S: 45°-0°-35° F: 15°-0°-80° R: 45°-0°-35°	S: 50°-0°-40° F: 20°-0°-85° R: 50°-0°-40°
Kolenní kloub	F: 10°-0°-120°	F: 10°-0°-130°
Hlezenní kloub	F: 45°-0°-25°	F: 45°-0°-25°

Tabulka 14. Aktivní a pasivní rozsah pohybu v kloubech pravé a levé dolní končetiny. Hodnoty jsou zapsány způsobem SFTR, kdy S – sagitální rovina, F – frontální rovina, T – transversální rovina, R – rovina rotací.

PDK – pravá dolní končetina, LDK – levá dolní končetina. AROM – aktivní rozsah pohybu, PROM – pasivní rozsah pohybu. Flexe v kyčelním kloubu byla měřena s extendovaným kolenem, rotace byly měřeny s 90° flexí v kyčli i koleni

2.8 Výsledky

2.8.1 Kineziologický rozbor

V rámci kineziologického rozboru stoje nedošlo k žádným výrazným změnám. Při pohledu z boku byla v obou případech patrná protrakce hlavy i ramen, posun vrcholu hrudní kyfózy kraniálně, zvětšená lordóza v oblasti beder a anteverze pánve. Stále přetrvávalo povolené postavení v oblasti kolenních kloubů – proband byl „zavěšen“ do vazů a docházelo tak k hyperextenzi kolen. Při pohledu zepředu se zdálo levé rameno umístěno kraniálněji, pravá horní končetina byla více ve VR a bylo přítomno výraznější držení flektovaného postavení v lokti. Při pohledu zezadu byla patrná asymetrie tajlí, v oblasti dolních končetin byl patrný náznak valgozity kolen a levá patella se zdála být více v ZR.

2.8.2 Goniometrie

Po provedení metody PNF v rámci aktivní regenerace došlo k navýšení ROM v kyčelním i kolenním kloubu, rozsah pohybu zůstal stejný v hlezenním kloubu. V kloubech obou dolních končetin došlo k navýšení ROM, a to v aktivním i pasivním pohybu. Ve většině případů došlo k navýšení ROM o 5°. Zvětšení o 10° v AROM i PROM v LDK i PDK proběhlo při flexi v kyčelním kloubu (s extenzí v koleni), nicméně proband si také stěžoval na bolestivost v oblasti hamstringů. Dále došlo k navýšení o 10° v PROM flexe v koleni PDK i LDK. O 10° proběhlo také navýšení AROM i PROM ve VR v kyčelním kloubu LDK.

2.8.3 Zátěžové jednotky

Zátěžové jednotky byly absolvovány v obou případech měření v podobném času. Trasa při měření 1 trvala 2 hodiny 24 minut s průměrnou rychlostí 20,8 km/h, měření 2 trvalo 2 hodiny 25 minut s průměrnou rychlostí 20,6 km/h. Rozdíl při zátěžových jednotkách byl ovšem ve vnějších klimatických podmínkách, kdy při měření 1 byla naměřená teplota vzduchu 17 °C a rychlost větru 4 m/S, při měření 2 byla teplota vzduchu 22 °C a rychlost větru 9 m/s.

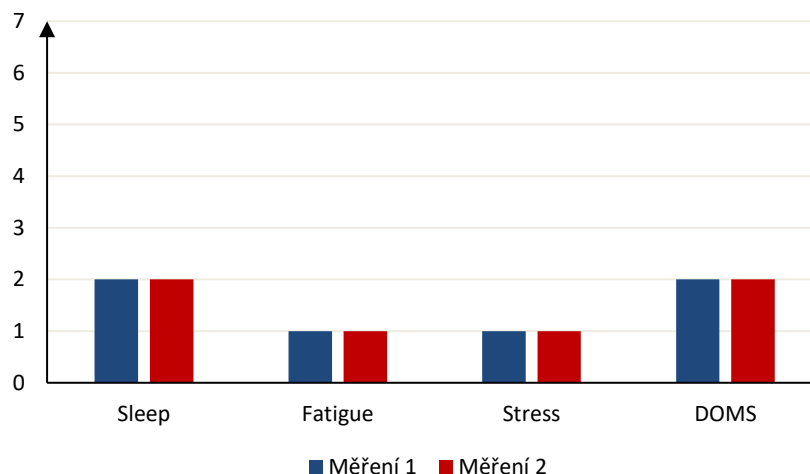
2.8.4 Objektivní měřené ukazatele

Průměrná TF při měření 1 byla 148 tepů za minutu, při měření 2 byla 149 tepů za minutu. Maximální TF při měření 1 byla 177 tepů za minutu, při měření 2 bylo naměřeno 179 tepů za minutu.

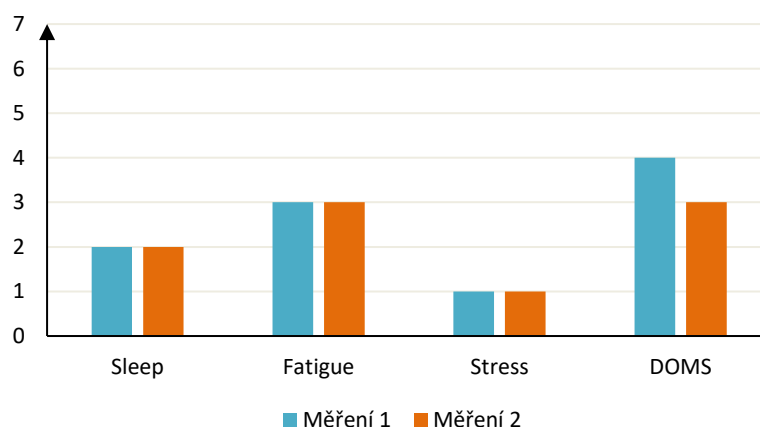
2.8.5 Subjektivní hodnocení

2.8.5.1 HI škála

Hodnocení pomocí HI škály je patrné na následujících grafech (Graf 9. a Graf 10.). Z grafů vyplývá, že subjektivní hodnocení probanda bylo shodné při obou měřeních v den 0 – tj. den, kdy byla absolvována zátěžová jednotka. Naopak den po absolvování zátěže (den 1) se podle subjektivního hodnocení ukazuje, že došlo po provedení aktivní regenerace k subjektivnímu zmírnění opožděné svalové bolesti.



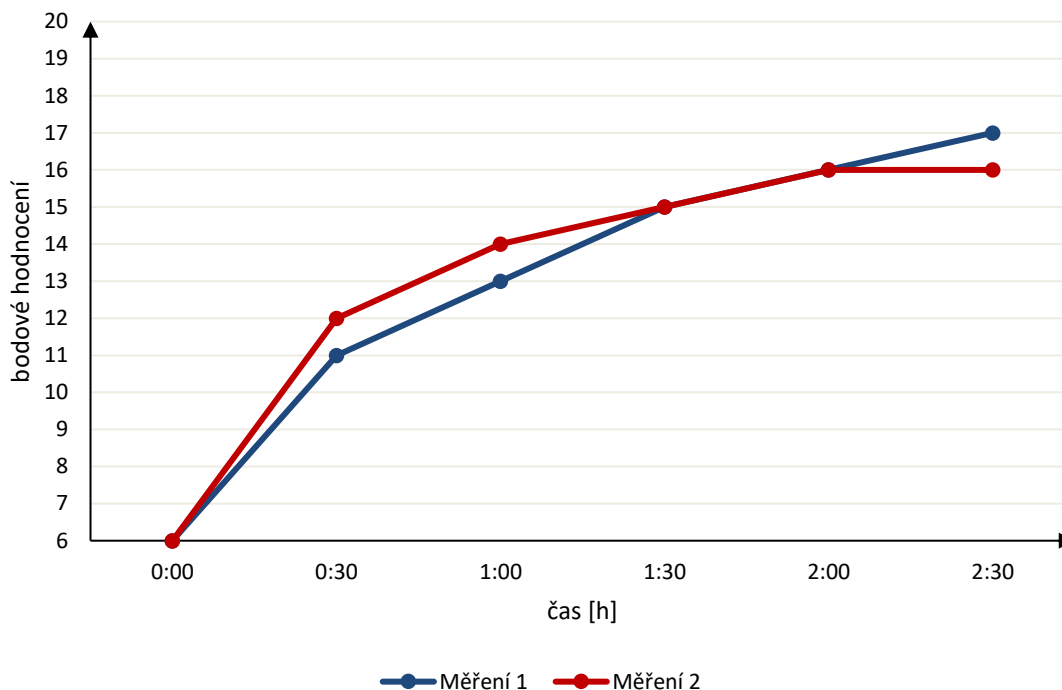
Graf 9. Porovnání hodnocení pomocí HI škály v den 0 (den absolvování zátěžové jednotky). Sleep – spánek, Fatigue – únava, Stress – stres, DOMS – delayed onset muscle soreness (opožděná svalová bolest)



Graf 10. Porovnání hodnocení pomocí škály HI den po absolvování zátěžové jednotky. Sleep – spánek, Fatigue – únava, Stress – stres, DOMS – delayed onset muscle soreness (opožděná svalová bolest)

2.8.5.2 RPE škála

Porovnání subjektivního hodnocení vnímaného úsilí pomocí škály RPE v průběhu absolvování zátěžových jednotek je znázorněno na Grafu 11. Z grafu je patrné, že proband vnímal první měření jako snazší v průběhu první hodiny zátěže, zatímco v průběhu druhé hodiny zátěže vnímal první měření jako náročnější.

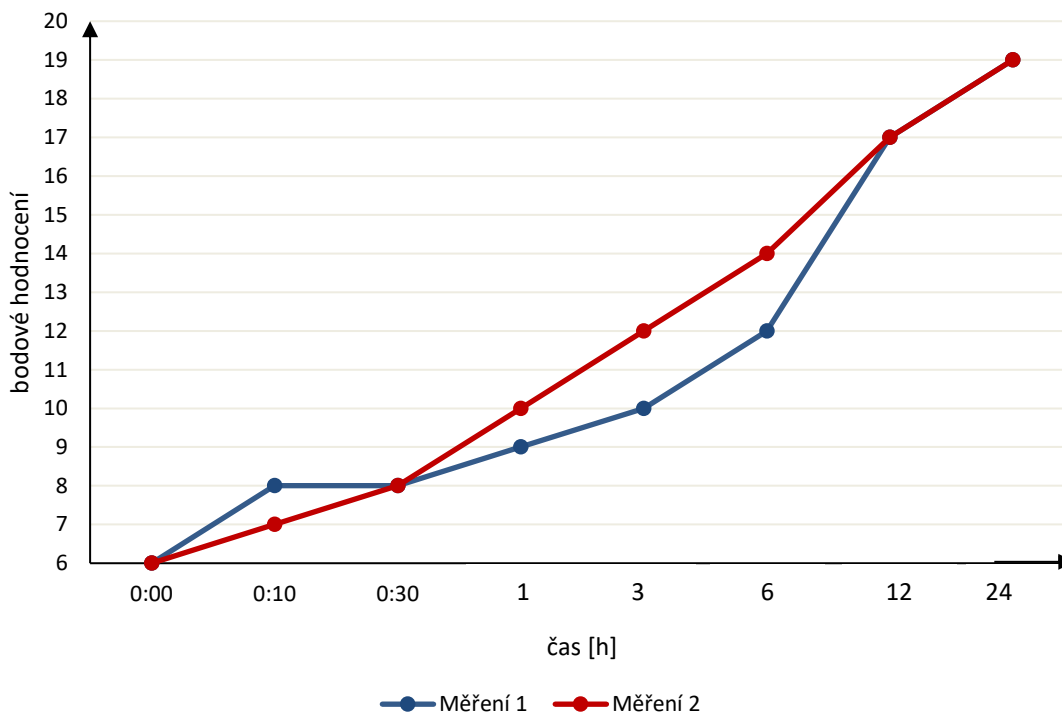


Graf 11. Porovnání hodnocení pomocí škály RPE v průběhu zátěžových jednotek

Hodnocení vnímaného úsilí v průběhu zátěžového vyšetření bylo na stupni zátěže 1,5 W/kg shodné v obou případech měření, na stupni zátěže 3 W/kg bylo hodnocení dle škály RPE nižší o jeden stupeň při prvním měření oproti druhému měření.

2.8.5.3 TQR škála

Porovnání hodnocení dle TQR škály je zaznamenáno na Grafu 12. Z křivek je patrné, že v případě druhého měření došlo ke zrychlení subjektivního pocitu zotavení po provedení aktivní regenerace, a to zejména v časovém rozmezí od 30 minut až do 6 hodin po provedení aktivní regenerace.



Graf 12. Porovnání hodnocení zotavení dle škály TQR

2.8.3 Zátěžové vyšetření

Klidová TF byla nižší v případě druhého zátěžového vyšetření, kdy oproti 71 tepů/minutu byla naměřena hodnota 63 tepů/minutu. Při prvním zátěžovém měření měl proband na stupni zátěže 1,5 W/kg TF 131 tepů/minutu, při druhém měření 125 tepů/minutu, došlo tedy k poklesu TF o 6 tepů/minutu. Na druhém stupni zátěže (3 W/kg) byla při prvním měření naměřena TF 169 tepů/minutu, při druhém měření byla naměřena TF 162 tepů/minutu, došlo opět k poklesu, a to o 7 tepů/minutu.

V obou případech měření proband dosáhl na stejnou úroveň zátěže (3 W/kg), přičemž při druhém měření tuto zátěž hodnotil jako snazší.

3 DISKUZE

Regenerace organismu po zátěži je důležité téma nejen ve sportující populaci, avšak se zvýšením sledovanosti a oblibou vrcholových sportů veřejností jsou zejména mladí sportovci nuceni trénovat v maximální možné intenzitě pro zajištění elitní úrovně v daném sportu. V případě, že v průběhu tréninku nastane úraz, po jeho ošetření často sportovci nejsou dostatečně dobře instruováni, jakým způsobem se mají dále pohybovat při provádění daného sportu, aby došlo k prevenci dalších podobných úrazů. [61] Nejen v oblasti vrcholového sportu však není dopřáván dostatečný čas k zotavení jedince. V současné společnosti, která je orientována předně na zisk a výkon, se stává stále důležitějším být co nejvýkonnějším a co nejlepším za co možná nejkratší čas. Z tohoto důvodu dochází k přetěžování nejen z fyzického, ale i psychického hlediska jedince. S tím ale také dochází k postupnému navyšování a kumulaci únavy a stoupá tak i riziko zranění způsobeného přetížením.

Právě z tohoto důvodu byl vytvořen přehled mechanismů únavy po zátěži, a také možností, jak pozátěžovou únavu zmírnit a urychlit regeneraci organismu tak, aby mohlo být předejito úrazům.

V rámci teoretické části byly představeny informace, které byly využity jako teoretický podklad pro praktickou část bakalářské práce. Celá práce byla koncipována se zaměřením zejména na pohybový aparát a jeho fungování při fyzické zátěži, tudíž informace uváděné v teoretické části byly zaměřené předně na stavbu kosterního svalstva a fyziologické procesy probíhající v průběhu a po zátěži. Teoretická východiska byla dále využita ke stanovení regeneračního programu po zátěži, jehož účinnost byla ilustrována na kazuistice mladého zdravého probanda.

V rámci vstupního vyšetření proband absolvoval kineziologický rozbor stoje. Ten byl vyhodnocen na počátku celé praktické části a na konci po provedení aktivní regenerace. V rámci druhého vyšetření nebyly patrné žádné výrazné změny v postavení jednotlivých segmentů. Tento výsledek byl ovšem očekávaný, jelikož v rámci praktické části nebyly pomocí metody PNF prováděny žádné intervence cílené na změnu postury probanda.

Goniometrické vyšetření bylo také prováděno na začátku celé praktické části v rámci vstupního vyšetření. Před provedením PNF ukázalo omezený rozsah pohybu v kyčelních kloubech obou dolních končetin, a to zejména do flexe a vnitřní rotace. Tato omezení však nebyla přítomna z důvodu anatomických anomálií, hlavním problémem byl pocit bolesti a subjektivní nepohody probanda. Proto nebylo dosaženo plných, fyziologických rozsahů pohybu. Naměřené rozsahy nicméně nebyly žádnou překážkou pro absolvování zátěžových jednotek, neboť byly dostatečné pro potřebné rozsahy pohybu v kloubech nezbytných pro cyklistiku.

Po provedení metody PNF s využitím techniky výdrž-relaxace goniometrické vyšetření prokázalo změny jak v pasivním, tak v aktivním rozsahu pohybu v kyčelních a kolenních kloubech. Přibližně o 5° došlo k navýšení ve většině kloubů dolních končetin, a to v pasivním i v aktivním pohybu. O 10° došlo k navýšení aktivní i pasivní hybnosti v kyčelním a kolenním kloubu na obou dolních končetinách, také došlo k navýšení rozsahu pohybu do vnitřní rotace o 10° v obou kyčelních kloubech. Navýšení rozsahu pohybu bylo očekávaným efektem PNF, tento efekt byl již v průběhu let zkoumán mnoha studii. [62; 63; 64; 65; 66] Všechny tyto studie vykazovaly pozitivní změny v měřených hodnotách rozsahu pohybu ošetřovaného segmentu, z tohoto důvodu byla metoda PNF uznána jako efektivní metoda pro protažení.

Navýšení aktivního rozsahu pohybu v kloubech bylo s největší pravděpodobností způsobeno díky již popisovaným mechanismům v rámci teoretické části (Kapitola 1.4.2.2 Aktivní odpočinek) – autogenní inhibici, reciproční inhibici a díky biomechanickým vlastnostem myotendinózní junkce. [57]

Rozsah pasivního pohybu byl navýšen zejména díky biomechanickým vlastnostem myotendinózní junkce – přesněji díky viskozitě a elasticitě tkáně [57]. Větší protažení umožnilo krátké setrvání v krajních pozicích při provádění metody výdrž – relaxace, což lze v podstatě považovat za typ statického protahování, jenž také cílí na větší protažení myotendinózní junkce [56].

Změny v objektivních měřených parametrech v rámci zátěžových jednotek, které proband absolvoval na horském kole, byly minimální. V obou případech trasa trvala přibližně 2 hodiny 30 minut, průměrná rychlost byla přibližně 20 km/h, průměrná tepová frekvence byla přibližně 148 tepů/minutu a maximální tepová frekvence byla zhruba 178 tepů/minutu. Na základě těchto naměřených hodnot proto byly zátěžové jednotky považovány za shodnou zátěž pro probanda v obou případech měření. Hlavním rozdílem mezi zátěžovými jednotkami byla odlišná teplota vzduchu a rychlost větru, kdy při druhém měření foukal větší vítr. Směr větru nicméně nemířil celou dobu v opačném směru jízdy proti probandovi, tudíž nedocházelo k navýšení zátěže.

Subjektivní hodnocení sloužily k zaznamenání vlastních pocitů probanda. V rámci hodnocení kvality spánku, hladiny únavy, výše stresu a výše opožděné svalové bolesti pomocí škály HI se ukázalo, že únava stoupla v obou případech po absolvování zátěže o stejné hodnoty. Nedošlo k ovlivnění hladiny stresu či kvality spánku. Naopak hodnota opožděné svalové bolesti byla hodnocena nižším stupněm po využití aktivní regenerace. Tento jev lze vysvětlit díky využití techniky výdrž – relaxace, což je technika, která bývá indikována pro zmírnění bolesti. Tlumící účinek proti bolesti pravděpodobně lze přisoudit mechanismu vrátkové teorie, který moduluje signály obsahující informace o bolesti [57].

Hodnocení subjektivně vnímaného úsilí pomocí škály RPE v průběhu zátěžových jednotek bylo v obou případech měření velmi podobné, k žádné výrazné změně nedošlo z toho důvodu, že proband absolvoval shodnou trasu a s dostatečnými rozestupy na regeneraci mezi jednotlivými měřeními.

Hodnocení pomocí škály RPE v průběhu zátěžových vyšetření bylo shodné na úrovni zátěže 1 W/kg, na úrovni zátěže 3 W/kg bylo vnímané úsilí při prvním měření o jeden stupeň vyšší než při druhém měření. Rozdíl jednoho stupně v subjektivně vnímaném úsilí (bodové hodnocení 16 oproti bodovému ohodnocení 17) mohl být způsoben mnoha faktory, kdy jedním z nich mohla být aktivní regenerace z předcházejícího dne. Změnu vnímání úsilí však mohlo vyvolat i například mentální nastavení probanda [27], proto nelze jednoznačně přisoudit přímý efekt aktivní regenerace na subjektivní vnímání úsilí.

Škála TQR byla využita pro zhodnocení průběhu zotavení ze subjektivního hlediska po ukončení zátěžové jednotky, a to ve více časových intervalech, aby byly zaznamenány průběžné změny týkající se únavy a zotavení. Průběh zotavení po první zátěžové jednotce byl v prvních 10 minutách rychlejší oproti zotavení po druhém měření, ovšem v časovém rozmezí od 30 minut do 12 hodin od ukončení zátěžové jednotky bylo patrné výrazné snížení subjektivního pocitu únavy naopak při druhém měření. Tento nárůst subjektivní rychlosti zotavení byl přisouzen provedení aktivní regenerace, která byla provedena v časovém intervalu 30 minut po ukončení zátěžové jednotky. Jako mechanismus zodpovědný za tyto pocity byl předpokládán opět analgetický efekt metody PNF pomocí využití vrátkové teorie [57].

Subjektivně měřené hodnoty nebylo možné porovnat s výsledky jiných studií, jelikož nebyly dohledány žádné studie využívající shodné škály pro měření efektu aktivní regenerace s využitím metody PNF na subjektivní vnímání regenerace organismu po zátěži.

V rámci zátěžových vyšetření došlo k následujícím změnám: došlo k poklesu naměřených hodnot klidové tepové frekvence – z naměřených 71 tepů/minutu před prvním měřením sklesala klidová tepová frekvence na 63 tepů/minutu. Dále došlo k poklesu tepové frekvence na stupni zátěže 1,5 W/kg z 131 tepů/minutu na 125 tepů/minutu. Na stupni zátěže 3 W/kg došlo k poklesu tepové frekvence z 169 tepů/minutu na 162 tepů/minutu.

Z těchto změn bylo patrné, že aktivní regenerace nějakým způsobem ovlivnila tepovou frekvenci při zátěži. Předpokládaným mechanismem ovlivňující tepovou frekvenci byla následující hypotéza: aplikací metody PNF po zátěži došlo k navýšení aktivního rozsahu pohybu, tím pádem nedošlo při protahování k uvolnění pouze myotendinózní junkce, ale i k elongaci aktivních struktur svalů. Tím, že byly protaženy svalové sarkomery, se odkrylo větší množství jednotek, které mohly při zátěži využívat kyslík, což následně umožnilo nižší tepovou frekvenci pro zajištění stejné dodávky kyslíku z krve.

Snížení TF při druhém zátěžovém měření bylo považováno jako známka rychlejší regenerace organismu s provedením aktivní regenerace po zátěži, a to z toho důvodu, že jako regenerovaný organismus byl brán organismus ve chvíli, kdy byl schopen absolvovat výkon na stejné úrovni, jako před zatížením. Vzhledem k tomu, že při druhém měření – po provedení aktivní regenerace – byly hodnoty nižší než při druhém měření, bylo předpokládáno, že se proband již nacházel ve fázi superkompenzace, která dle poznatků z teoretické části nastává až po dosažení původní úrovně výkonnosti organismu. Proto bylo vyhodnoceno, že aktivní regenerace v podobě metody PNF s využitím techniky výdrž-relaxace je schopna urychlit proces regenerace organismu po zátěži.

S možností využití metody PNF pro urychlení regenerace organismu (zejména svalstva) pracovala studie z roku 2017 [67]. Tato studie se zabývala efektem protahování pomocí metody PNF po dobu 6 týdnů na kmenové buňky a růstové faktory u fotbalistů. Z výsledků studie vyplynulo, že metoda PNF ovlivnila pozitivním způsobem nárůst kmenových buněk CD34+, růstové faktory a svalovou sílu. Právě růstové faktory byly zmíněny jako jedna z možných cest pro urychlení regenerace svalstva, s jejich nárůstem podmíněným metodou PNF tak bylo předpokládáno urychlení regenerace.

Oproti této bakalářské práci však trénink pomocí metody PNF probíhal v rámci zmiňované studie po dobu 6 týdnů, nejednalo se pouze o jednorázové využití. Také byly pozorovány jiné parametry – studie cílila spíše na změny svalové tkáně ze strukturálního hlediska, zatímco praktická část této bakalářské práce se zaměřovala na projev regenerace po zátěži z výkonnostního hlediska, a to v rámci celého organismu.

Porovnání výsledků zátěžových vyšetření s jinými studiemi nebylo možné, jelikož nebyly nalezeny žádné studie zabývající se rychlostí regenerace organismu po zátěži v závislosti na použití metody PNF.

3.1 Limitace bakalářské práce

Problémem týkajícím se teoretické části byl nedostatek zdrojů a informací pro zahrnutí i informací týkajících se fyziologických procesů probíhajících u žen. Při vyhledávání informací cílených na ženy a zátěž či regeneraci byly totiž nalezené informace orientované předně na informace ohledně fyziologie a regenerace v těhotenství, případně regenerace po porodu císařským řezem a zátěž a regenerace u seniorek v rámci výzkumů osteoporózy. Tyto informace ale nebyly v práci uvedeny, jelikož nebyly považovány za relevantní informace k regeneraci organismu po fyzické zátěži.

Hlavní limitací praktické části bylo provedení měření pouze u jednoho probanda. Tímto probandem byl navíc zdravý, mladý muž – tím pádem nedošlo k ovlivnění fyziologických procesů jinými interními onemocněními či komorbiditami. Z těchto důvodů – zkoumání bylo provedeno pouze na jedné zdravé osobě – bylo však nemožné výsledky této bakalářské práce zobecnit a aplikovat u osob s interními onemocněními a jinými zdravotními komplikacemi. Vzhledem k individualitě každé osoby a odlišnostem mezi reakcemi organismu každého člověka je proto nezbytné najít vhodnou metodu pro jednotlivé případy.

Další limitací praktické části bakalářské práce bylo nedostatečné množství studií prováděných na toto téma. Studií, které se zaměřovaly na efekt metody PNF na navýšení rozsahu pohybu v kloubu byl dohledán větší počet, ovšem studie hodnotící metodu PNF jako formu aktivní regenerace se zaměřením na snížení únavy nebyly nalezeny. Z tohoto důvodu nebylo možné porovnat získané výsledky s jinými daty.

ZÁVĚR

Teoretická část byla zaměřena na popis fyziologických mechanismů probíhajících v organismu v průběhu a po dokončení zátěže. Došlo k popsání průběhu únavy, hlavní částí bylo vytvoření přehledu možných intervenčních metod využitelných nejen v rámci fyzioterapeutické péče pro urychlení regenerace zejména pohybového aparátu.

Praktická část začínala nejprve vstupním vyšetřením, kdy bylo provedeno vstupní zátěžové vyšetření, kineziologický rozbor stoje a goniometrie. Dále proběhla dvě měření, přičemž při prvním měření byla využita forma pasivní regenerace a následně provedeno zátěžové vyšetření. Po absolvování druhé zátěžové jednotky byla provedena aktivní regenerace – metoda PNF s relaxační technikou výdrž-relaxace, po které následovalo druhé zátěžové vyšetření. Po dokončení obou měření bylo provedeno výstupní měření, které se sestávalo z kineziologického rozboru stoje a goniometrie. V průběhu celé praktické části probíhalo hodnocení subjektivních pocitů probanda pomocí škál.

Výsledky z praktické části byly následující: po provedení aktivní regenerace (první a druhá diagonála na dolní končetiny s využitím techniky výdrž-relaxace) byly patrné tyto změny:

1. V postuře probanda nedošlo k žádným výrazným změnám.
2. Došlo k navýšení rozsahu pohybu v kyčelních kloubech obou dolních končetin do flexe a vnitřní rotace. Rozsah pohybu do flexe byl také navýšen v obou kolenních kloubech.
3. Naměřené hodnoty při zátěžovém vyšetření byly nižší, a to jak klidová tepová frekvence, tak tepová frekvence v zátěži 1,5 W/kg a 3 W/kg. Zároveň došlo ke snížení subjektivní míry zátěže na submaximální úrovni zátěže.
4. Subjektivní hodnocení únavy a bolestivosti svalů bylo nižší, a to zejména v časovém rozmezí 30 minut – 6 hodin po zátěži.

V rámci této bakalářské práce bylo prokázáno, že metodu PNF lze využít jako součást fyzioterapeutické péče o sportovce například pro snížení subjektivně vnímaných jevů působících diskomfort a omezujících tak výkonnost jedince, konkrétně snížení svalové bolesti a celkové únavy organismu. Relaxační technika výdrž-relaxace se ukázala jako efektivní metoda i pro urychlení regenerace organismu po zátěži. V neposlední řadě byl ověřen efekt metody na navýšení rozsahu pohybu v kloubech – z výsledku bylo usouzeno, že metodu PNF lze využít i pro navýšení rozsahů a aktivní trénink zejména u sportů vyžadujících flexibilitu a mobilitu.

REFERENČNÍ SEZNAM

- [1] *Sval*. Online. WikiSkripta. B. r. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Sval>. [cit. 2024-04-01].
- [2] BETTS, J. Gordon; YOUNG, Kelly A.; WISE, James A.; JOHNSON, Eddie; POE, Brandon et al. Figure 10.3: The Three Connective Tissue Layers. Online. In: *Anatomy and Physiology: Skeletal Muscle*. OpenStax, 2013, kapitola 10.2. Dostupné z: <https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology/pages/10-2-skeletal-muscle>. [cit. 2024-04-07].
- [3] *Myosatelitní buňka*. Online. Wikipedie. B. r. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Myosatelitn%C3%AD_bu%C5%88ka. [cit. 2024-04-01].
- [4] HUDÁK, Radovan; KACHLÍK, David; BEŇOVÁ, Barbora; ČEPELÍK, Martin; DOUDA, Ladislav et al. *Svaly – Obecná část*. In: *Memorix anatomie*. 5. vydání. Praha: Triton, 2021, s. 98-99. ISBN 9788075538734.
- [5] *Obecná myologie: Sarkomera*. Online. In: Anatomický ústav 3. lékařské fakulty. 2015. Dostupné z: http://anatomie.lf3.cuni.cz/centralni_prezentace/Obecna_myologie.pdf. [cit. 2024-04-07].
- [6] JANČÍK, Jiří; ZÁVODNÁ, Eva a NOVOTNÁ, Martina. Typy svalových vláken. Online. In: *Fyziologie tělesné zátěže – vybrané kapitoly*. Brno: Fakulta sportovních studií Masarykova univerzita, 2006, 3. kapitola. Dostupné z: <https://is.muni.cz/elportal/estud/fsps/js07/fyziio/texty/index.html>. [cit. 2024-04-02].
- [7] *Stavba kosterního svalstva*. Online. WikiSkripta. B. r. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Stavba_kostern%C3%ADho_svalstva. [cit. 2024-04-02].
- [8] DYLEVSKÝ, Ivan a JEŽEK, Petr. Obecná kineziologie: Typy vláken kosterního svalu. Online. In: *Základy kineziologie*. Palestra, b. r., kapitola 1.3.2. Dostupné z: <https://vos.palestra.cz/skripta/kineziologie/1a3a2.htm>. [cit. 2024-04-02].
- [9] PASTUCHA, Dalibor, a kol. *Tělovýchovné lékařství*. Online. Grada, 2014. ISBN 978-80-247-9483-9. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/telovychovne-lekarstvi-1502670/>. [cit. 2023-11-11].
- [10] BERNACIKOVÁ, Martina; CACEK, Jan; DOVRTĚLOVÁ, Lenka; HRNČIŘÍKOVÁ, Iva; HLINSKÝ, Tomáš et al. *Regenerace a výživa ve sportu*. Online. 3. doplněné elektronické vydání. Masarykova univerzita, 2020. ISBN 978-80-210-9726-1. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/regenerace-a-vyziva-ve-sportu-1502673/>. [cit. 2023-11-22].
- [11] MÁČEK, Miloš; RADVANSKÝ, Jiří; SLABÝ, Kryštof a PROCHÁZKA, Michal. *Základy zátěžové fyziologie – poznámky*. Online, Recenze knihy autorů. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2012. Dostupné z: <http://tv1.lf2.cuni.cz/wordpress/wp-content/uploads/Zaklady-zatezove-fyziologie.pdf>. [cit. 2024-04-02].
- [12] *Stres*. Online. KAPOUNKOVÁ, Kateřina a POSPÍŠIL, Zdeněk. Obecná patofyziologie. 2013. Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/inovace-RVS/kurzy/patofyziologie/stres.html>. [cit. 2024-04-02].

- [13] *Humorální regulace při stresu*. Online. HAUER, Tomáš. SlidePlayer. B. r. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/1914954/>. [cit. 2024-04-02].
- [14] CHALOUPKOVÁ, Eva. *Využití kompenzačních cvičení a balančních pomůcek v atletice*. Diplomová práce, vedoucí PaedDr. Jarmila Seget'ová. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2010.
- [15] BÁRTÍKOVÁ, Michaela. *Nadměrná fyzická zátěž – významný faktor vzniku nemoci z povolání*. Bakalářská práce, vedoucí MUDr. Vendulka Machartová, Ph.D. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta zdravotnických studií, 2015.
- [16] HARGREAVES, Mark a SPRIET, Lawrence L. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. Online. *Nature Metabolism*. 2020, č. vol. 2, s. 817-822. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/s42255-020-0251-4>. [cit. 2024-03-28].
- [17] BAKER, Julien S.; MCCORMICK, Marie Clare a ROBERGS, Robert A. Interaction among Skeletal Muscle Metabolic Energy Systems during Intense Exercise. Online. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2010, roč. 2010, s. 1-13. ISSN 2090-0724. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2010/905612>. [cit. 2024-03-28].
- [18] *Borgova škála vnímaného úsilí: hodnocení intenzity pohybové aktivity*. Online. In: Národní zdravotnický informační portál. 2024. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/756-borgova-skala-hodnoceni-intenzity-pohybove-aktivity>. [cit. 2024-04-20].
- [19] *Spojení excitace a kontrakce*. Online. WikiSkripta. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Spojen%C3%AD_excitace_a_kontrakce. [cit. 2024-03-28].
- [20] SEIDL, Zdeněk. Svaly – nervosvalový systém. Online. In: *Neurologie pro nelékařské zdravotnické obory*. Grada Publishing, 2011, s. 22-24. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/neurologie-1765807/>. [cit. 2024-03-28].
- [21] GARNOL, Dominik. *Mechanismy a limity adaptace kosterní svaloviny na různé typy poškození*. Online, Bakalářská práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd, Ústav fyzioterapie, 2014. Dostupné z: <https://theses.cz/id/o034d1/11647911>. [cit. 2024-03-28].
- [22] BERNACIKOVÁ, Martina. Svaly při zátěži. Online. In: *Fyziologie*. Brno: Masarykova univerzita, 2012, kapitola 3. Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-3/03.html>. [cit. 2024-03-28].
- [23] UHROVÁ, Kateřina. *Adaptace kosterního svalu na odlišné typy pohybové zátěže v rámci programů pohybové rehabilitace, rekondičních cvičení a sportů*. Online, Bakalářská práce, vedoucí doc. MUDr. Alois Krobot, PhD. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd, Ústav fyzioterapie, 2014. Dostupné z: <https://theses.cz/id/x0iigq/BP1.pdf>. [cit. 2024-03-28].
- [24] LEHNERT, Michal; BOTEK, Michal; SIGMUND, Martin a SMÉKAL, David, et al. *Kondiční trénink*. Online. Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-4369-0. Dostupné z: <https://publi.cz/books/149/Lehnert.html>. [cit. 2023-11-11].
- [25] MÁČEK, Miloš; RADVANSKÝ, Jiří; BRŮNOVÁ, Blanka; DAŘOVÁ, Klára; FAJSTAVR, Jaroslav et al. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Online. Galén, 2011. ISBN 978-80-7762-784-4. Dostupné z:

- <https://www.bookport.cz/e-kniha/fyziologie-a-klinicke-aspekty-pohybove-aktivity-1502667/#>. [cit. 2023-11-11].
- [26] REVAJOVÁ, Tereza. *Vliv mentální únavy na posturální stabilitu*. Online, Diplomová práce (magisterská), vedoucí Mgr. Lucia Bizovská, Ph.D. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2020. Dostupné z: https://theses.cz/id/wj0zso/Diplomova_prace_Tereza_Revajova.pdf. [cit. 2023-11-11].
- [27] MARTIN, Kristy; THOMPSON, Kevin G; KEEGAN, Richard; BALL, Nick a RATTRAY, Ben. Mental fatigue does not affect maximal anerobic exercise performance. Online. *European Journal of Applied Physiology*. 2015, roč. 115, č. 4, s. 715-725. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00421-014-3052-1>. [cit. 2023-11-11].
- [28] TORNERO-AGUILERA, José Francisco; JIMENEZ-MORCILLO, Jorge; RUBIO-ZARAPUZ, Alejandro a CLEMENTE-SUÁREZ, Vicente J. Central and Peripheral Fatigue in Physical Exercise Explained: A Narrative Review. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022, roč. 19, č. 7, s. 1-12. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph19073909>. [cit. 2023-12-10].
- [29] ZAJĄC, Adam; CHALIMONIUK, Małgorzata; GOŁAŚ, Artur; LINGFORT, Józef a MASZCZYK, Adam. Central and Peripheral Fatigue During Resistance Exercise – A Critical Review. Online. *Journal of Human Kinetics*. 2015, roč. 49, č. 1, s. 159-164. ISSN 1899-7562. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0118>. [cit. 2023-12-11].
- [30] GARCÍA-FERNÁNDEZ, Pablo; CIMADEVILLA, Eduardo; GUODEMAR-PÉREZ, Jesús; CAÑUELO-MÁRQUEZ, Ana María; HEREDIA-ELVAR, Juan Ramón et al. Muscle Recovery after a Single Bout of Functional Fitness Training. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021, roč. 18, č. 12, s. 2. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph18126634>. [cit. 2023-12-10].
- [31] SEBASTIAN, Proschinger a JENS, Freese. Neuroimmunological and neuroenergetic aspects in exercise-induced fatigue. Online. *Exercise Immunology Review*. 2019, roč. 25, s. 8-14. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30753129/>. [cit. 2023-12-10].
- [32] SWINBOURNE, Richard; MILLER, Joanna; SMART, Daniel; DULSON, Deborah a GILL, Nicholas. The Effects of Sleep Extension on Sleep, Performance, Immunity and Physical Stress in Rugby Players. Online. *Sports*. 2018, roč. 6, č. 2, s. 1-8. ISSN 2075-4663. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/sports6020042>. [cit. 2024-01-30].
- [33] WALSH, Neil P; HALSON, Shona L; SARGENT, Charli; ROACH, Gregory D; NÉDÉLEC, Mathieu et al. Sleep and the athlete: narrative review and 2021 expert consensus recommendations. Online. *British Journal of Sports Medicine*. 2021, roč. 55, s. 356-368. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102025>. [cit. 2024-01-30].
- [34] BONILLA, Diego A.; PÉREZ-IDÁRRAGA, Alexandra; ODRIOZOLA-MARTÍNEZ, Adrián a KREIDER, Richard B. The 4R's Framework of Nutritional Strategies for Post-Exercise Recovery: A Review with Emphasis on New Generation of Carbohydrates. Online. *International Journal of Environmental*

- Research and Public Health*. 2021, roč. 18, č. 1, s. 4-5. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph18010103>. [cit. 2024-01-31].
- [35] BONILLA, Diego A.; PÉREZ-IDÁRRAGA, Alexandra; ODRIOZOLA-MARTÍNEZ, Adrián a KREIDER, Richard B. The 4R's Framework of Nutritional Strategies for Post-Exercise Recovery: A Review with Emphasis on New Generation of Carbohydrates. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021, roč. 18, č. 1, s. 9-10. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph18010103>. [cit. 2024-01-31].
- [36] PAPADOPOULOU, Sousana K. Rehabilitation Nutrition for Injury Recovery of Athletes: The Role of Macronutrient Intake. Online. *Nutrients*. 2020, roč. 12, č. 8, s. 4-5. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu12082449>. [cit. 2024-01-31].
- [37] BONGIOVANNI, Tindaro; GENOVESI, Federico; NEMMER, Monika; CARLING, Christopher; ALBERTI, Giampietro et al. Nutritional interventions for reducing the signs and symptoms of exercise-induced muscle damage and accelerate recovery in athletes: current knowledge, practical application and future perspectives. Online. *European Journal of Applied Physiology*. 2020, roč. 120, s. 1967-1968; 1983-1986. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00421-020-04432-3>. [cit. 2024-01-31].
- [38] BONILLA, Diego A.; PÉREZ-IDÁRRAGA, Alexandra; ODRIOZOLA-MARTÍNEZ, Adrián a KREIDER, Richard B. The 4R's Framework of Nutritional Strategies for Post-Exercise Recovery: A Review with Emphasis on New Generation of Carbohydrates. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021, roč. 18, č. 1, s. 3-4. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph18010103>. [cit. 2024-01-31].
- [39] *Thermotherapy*. Online. Physiopedia. B. r. Dostupné z: <https://www.physio-pedia.com/Thermotherapy>. [cit. 2024-02-01].
- [40] DRILLER, Matthew a LEABEATER, Alana. Fundamentals or Icing on Top of the Cake? A Narrative Review of Recovery Strategies and Devices for Athletes. Online. *Sports*. 2023, roč. 11, č. 11, s. 8. ISSN 2075-4663. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/sports11110213>. [cit. 2024-02-01].
- [41] *Aquatherapy*. Online. Physiopedia. B. r. Dostupné z: <https://www.physio-pedia.com/Aquatherapy>. [cit. 2024-01-31].
- [42] TORRES-RONDA, Lorena a SCHELLING I DEL ALCÁZAR, Xavi. The Properties of Water and their Applications for Training. Online. *Journal of Human Kinetics*. 2014, roč. 44, č. 1, s. 238-242. ISSN 1899-7562. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0129>. [cit. 2024-01-31].
- [43] TORRES-RONDA, Lorena a SCHELLING I DEL ALCÁZAR, Xavi. The Properties of Water and their Applications for Training. Online. *Journal of Human Kinetics*. 2014, roč. 44, č. 1, s. 244. ISSN 1899-7562. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0129>. [cit. 2024-01-31].
- [44] DRILLER, Matthew a LEABEATER, Alana. Fundamentals or Icing on Top of the Cake? A Narrative Review of Recovery Strategies and Devices for Athletes. Online. *Sports*. 2023, roč. 11, č. 11, s. 7. ISSN 2075-4663. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/sports11110213>. [cit. 2024-01-31].
- [45] LI, Fengping; SONG, Yang; CEN, Xuanzhen; SUN, Dong; LU, Zhenghui et al. Comparative Efficacy of Vibration foam Rolling and Cold Water Immersion in Amateur Basketball Players after a Simulated Load of Basketball Game. Online.

- Healthcare*. 2023, roč. 11, č. 15, s. 2. ISSN 2227-9032. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/healthcare11152178>. [cit. 2024-01-31].
- [46] MOOVENTHAN, A a NIVETHITHA, L. Scientific evidence-based effects of hydrotherapy on various systems of the body. Online. *North American Journal of Medical Sciences*. 2014, roč. 6, č. 5, s. 202. ISSN 1947-2714. Dostupné z: <https://doi.org/10.4103/1947-2714.132935>. [cit. 2024-01-31].
- [47] VAN PELT, Douglas W.; LAWRENCE, Marcus M.; MILLER, Benjamin F.; BUTTERFIELD, Timothy A. a DUPONT-VERSTEEGDEN, Esther E. Massage as a Mechanotherapy for Skeletal Muscle. Online. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2021, roč. 49, č. 2, s. 2. ISSN 1538-3008. Dostupné z: <https://doi.org/10.1249/JES.000000000000244>. [cit. 2024-02-09].
- [48] DAVIS, Holly Louisa; ALABED, Samer a CHICO, Timothy James Ainsley. Effect of sports massage on performance and recovery: a systematic review and meta-analysis. Online. *BMJ Open Sport a Exercise Medicine*. 2020, roč. 6, č. 1, s. 1-7. ISSN 2055-7647. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000614>. [cit. 2024-02-09].
- [49] VAN PELT, Douglas W.; LAWRENCE, Marcus M.; MILLER, Benjamin F.; BUTTERFIELD, Timothy A. a DUPONT-VERSTEEGDEN, Esther E. Massage as a Mechanotherapy for Skeletal Muscle. Online. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2021, roč. 49, č. 2, s. 3-7. ISSN 1538-3008. Dostupné z: <https://doi.org/10.1249/JES.000000000000244>. [cit. 2024-02-09].
- [50] DRILLER, Matthew a LEABEATER, Alana. Fundamentals or Icing on Top of the Cake? A Narrative Review of Recovery Strategies and Devices for Athletes. Online. *Sports*. 2023, roč. 11, č. 11, s. 6. ISSN 2075-4663. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/sports11110213>. [cit. 2024-02-09].
- [51] DRILLER, Matthew a LEABEATER, Alana. Fundamentals or Icing on Top of the Cake? A Narrative Review of Recovery Strategies and Devices for Athletes. Online. *Sports*. 2023, roč. 11, č. 11, s. 9. ISSN 2075-4663. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/sports11110213>. [cit. 2024-02-09].
- [52] RICHARD, Normand A a KOEHLE, Michael S. Optimizing recovery to support multi-evening cycling competition performance. Online. *European Journal of Sport Science*. 2019, roč. 19, č. 6, s. 819-820. ISSN 1746-1391. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1560506>. [cit. 2024-02-09].
- [53] TOUSSAINT, Loren; NGUYEN, Quang Anh; ROETTGER, Claire; DIXON, Kiara; OFFENBÄCHER, Martin et al. Effectiveness of Progressive Muscle Relaxation, Deep Breathing, and Guided Imagery in Promoting Psychological and Physiological States of Relaxation. Online. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2021, roč. 2021, s. 2-6. ISSN 1741-4288. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2021/5924040>. [cit. 2024-02-17].
- [54] Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. Online. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. 2012, roč. 7, č. number 1, s. 110-115. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3273886/>. [cit. 2024-03-18].
- [55] PARK, Hyoung-Kil; JUNG, Min-Kyung; PARK, Eunkyung; LEE, Chang-Young; JEE, Yong-Seok et al. The effect of warm-ups with stretching on the isokinetic moments of collegiate men. Online. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2018, roč. 14, č. 1, s. 78-79;81. ISSN 2288-176X. Dostupné z: <https://doi.org/10.12965/jer.1835210.605>. [cit. 2024-02-23].

- [56] OPPLERT, Jules a BABAULT, Nicolas. Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature. Online. *Sports Medicine*. 2018, roč. 48, s. 300-302; 315-320. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40279-017-0797-9>. [cit. 2024-02-22].
- [57] SHARMAN, Melanie J.; CRESSWELL, Andrew G. a RIEK, Stephan. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching. Online. *Sports Medicine*. 2006, roč. 36, s. 929-939. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.2165/00007256-200636110-00002>. [cit. 2024-04-22].
- [58] GIBBONS, John. Introduction to Muscle Energy Techniques. Online. In: *Muscle Energy Techniques: A Practical Guide for Physical Therapists*. Second edition. Lotus Publishing, 2022, s. 25-31. Dostupné z: https://www.google.cz/books/edition/Muscle_Energy_Techniques_Second_Edition/ZWpOEAAAQBAJ?hl=cs&gbpv=1&dq=muscle+energy+technique. [cit. 2024-03-18].
- [59] KOLÁŘ, Pavel. Postizometrická relaxace. In: *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009, s. 246-248. ISBN 9788072626571.
- [60] SELMI, Okba; OUEGUI, Ibrahim; MUSCELLA, Antonella; MY, Giulia; MARSIGLIANTE, Santo et al. Monitoring Psychometric States of Recovery to Improve Performance in Soccer Players: A Brief Review. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022, roč. 19, č. 15, s. 1-18. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph19159385>. [cit. 2024-04-20].
- [61] JAYANTHI, Neeru; PINKHAM, Courtney; DUGAS, Lara; PATRICK, Brittany a LABELLA, Cynthia. Sports Specialization in Young Athletes. Online. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*. 2013, roč. 5, č. 3, s. 251-252. ISSN 1941-7381. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/1941738112464626>. [cit. 2024-04-27].
- [62] SAJEDI, Heidar; BAYRAM, Metin a BILGIÇ, Murat. Effect of PNF, ballistic and static stretching on the range of motion after sports injury surgery in football athletes. Online. *African Educational Research Journal*. 2020, roč. 8, č. 1, s. 105-109. Dostupné z: <https://doi.org/10.30918/AERJ.81.20.023>. [cit. 2024-04-29].
- [63] MINAL BHARAT MASEKAR; DR. AMRUTKUVAR RAYJADE; DR. TRUPTI YADAV a DR. KHUSHBOO CHOTAI. Effectiveness of Muscle Energy Technique and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation in Knee Osteoarthritis. Online. *International Journal of Life Science and Pharma Research*. 2021, roč. 11, č. 1, s. L16-22. ISSN 2250-0480. Dostupné z: <https://doi.org/10.22376/ijpbs/lpr.2021.11.1.L16-22>. [cit. 2024-04-29].
- [64] NAFEES, Khadija; BAIG, Aftab Ahmed Mirza; ALI, Syed Shahzad a ISHAQUE, Farhan. Dynamic soft tissue mobilization versus proprioceptive neuromuscular facilitation in reducing hamstring muscle tightness in patients with knee osteoarthritis: a randomized control trial. Online. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2023, roč. 24, s. 1-9. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12891-023-06571-y>. [cit. 2024-04-29].
- [65] PUENTEDURA, Emilio J.; HUIJBREGTS, Peter A.; CELESTE, Shelley; EDWARDS, Dale; IN, Alastair et al. Immediate effects of quantified hamstring stretching: Hold-relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. Online. *Physical Therapy in Sport*. 2011, roč. 12, č. 3, s. 122-126.

- Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.02.006>. [cit. 2024-04-29].
- [66] LIM, Kyoung-II; NAM, Hyung-Chun a JUNG, Kyoung-Sim. Effects on Hamstring Muscle Extensibility, Muscle Activity, and Balance of Different Stretching Techniques. Online. *Journal of Physical Therapy Science*. 2014, roč. 26, č. 2, s. 209-213. ISSN 0915-5287. Dostupné z: <https://doi.org/10.1589/jpts.26.209>. [cit. 2024-04-29].
- [67] SHALABY, Mohammed Nader; SAKOURY, Mona Mostafa Abdo; MOHAMMED, Omar Ali Hussein a ELGAMAL, Shaimaa Elsaid Ebrahim. Effect of PNF Stretching Training on Stem Cells and Growth Factors in Performance Soccer Players. Online. *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research*. 2017, roč. 7, č. 2, s. 12-17. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/321747955_Effect_of_PNF_Stretching_Training_on_Stem_Cells_and_Growth_Factors_in_Performance_Soccer_Player_s. [cit. 2024-04-29].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Makroskopická stavba kosterního svalstva	12
Obrázek 2. Svalová sarkomera	13
Obrázek 3. Schéma průběhu zátěže, regenerace a superkompenzace	15
Obrázek 4. Energetické systémy a jejich využití při zátěži.	19
Obrázek 5. Schématické znázornění průběhu praktické části bakalářské práce	38
Obrázek 6. Trasa zátěžové jednotky	39
Obrázek 7. Kineziologický rozbor stoje při vstupním vyšetření	43
Obrázek 8. Vyšetření klidové tepové frekvence a zátěžové vyšetření	46
Obrázek 9. Znázornění průběhu zátěžového testu.....	47
Obrázek 10. Záznam trajektorie a objektivních hodnot z prvního měření.....	48
Obrázek 11. Grafický záznam tepové frekvence v porovnání s rychlostí probanda.	48
Obrázek 12. Grafický záznam tepové frekvence v porovnání s nadmořskou výškou	49
Obrázek 13. Záznam klidové tepové frekvence.....	52
Obrázek 14. Záznam trasy a objektivních měřených hodnot z druhého měření..	53
Obrázek 15. Grafický záznam tepové frekvence v porovnání s rychlostí probanda	53
Obrázek 16. Grafický záznam tepové frekvence v porovnání s nadmořskou výškou.	54
Obrázek 17. Záznam klidové tepové frekvence.....	60
Obrázek 18. Kineziologický rozbor stoje při výstupním vyšetření.....	61

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Doporučený denní příjem sacharidů u sportovců.....	26
Tabulka 2. Hooper Index 1	40
Tabulka 3. Hooper Index 2.....	41
Tabulka 4. Borgova škála vnímaného úsilí.....	41
Tabulka 5. Total quality of recovery	42
Tabulka 6. Aktivní a pasivní rozsah pohybu v kloubech pravé a levé dolní končetiny	45
Tabulka 7. Příklad jídelníčku pro dosažení plánovaných hodnot na jeden den.	47
Tabulka 8. Naměřené hodnoty v rámci prvního zátěžového měření.....	51
Tabulka 9. První diagonála pro dolní končetinu – flekční vzorec s variantou extenze v koleni.	57
Tabulka 10. První diagonála pro dolní končetinu – extenční vzorec s variantou flexe v koleni	57
Tabulka 11. Druhá diagonála pro dolní končetinu – flekční vzorec s variantou extenze v koleni	58
Tabulka 12. Druhá diagonála pro dolní končetinu – extenční vzorec s variantou flexe v koleni	58
Tabulka 13. Naměřené hodnoty v rámci druhého zátěžového měření.....	59
Tabulka 14. Aktivní a pasivní rozsah pohybu v kloubech pravé a levé dolní končetiny	62

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Průběh poklesu tepové frekvence po dokončení první zátěžové jednotky.....	49
Graf 2. Subjektivní hodnocení před první zátěžovou jednotkou dle škály HI	50
Graf 3. Subjektivní hodnocení v průběhu první zátěžové jednotky dle škály RPE.....	50
Graf 4. Subjektivní hodnocení po dokončení první zátěžové jednotky dle škály TQR.....	50
Graf 5. Průběh poklesu tepové frekvence po dokončení druhé zátěžové jednotky.....	54
Graf 6. Subjektivní hodnocení před druhou zátěžovou jednotkou dle škály HI.....	55
Graf 7. Subjektivní hodnocení v průběhu druhé zátěžové jednotky dle škály RPE.	55
Graf 8. Subjektivní hodnocení po dokončení druhé zátěžové jednotky dle škály TQR.	55
Graf 9. Porovnání hodnocení pomocí HI škály v den 0 (den absolvování zátěžové jednotky)	64
Graf 10. Porovnání hodnocení pomocí škály HI den po absolvování zátěžové jednotky ...	64
Graf 11. Porovnání hodnocení pomocí škály RPE v průběhu zátěžových jednotek.....	65
Graf 12. Porovnání hodnocení zotavení dle škály TQR.	66

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Informovaný souhlas

Informovaný souhlas s účastí ve výzkumu a se zpracováním osobních údajů

Studie je prováděna na Oddělení tělovýchovného lékařství ve Fakultní nemocnici v Motole v rámci praktické části bakalářské práce Regenerace organismu po zátěži. Řešitelkou je Hana Tvrdá, kontakt:
Studie je prováděna pod vedením MUDr. Michala Procházky.

Účel studie:

Účelem studie je hodnocení procesů probíhajících v organismu po zátěži.

Průběh studie:

Proband absolvuje vstupní vyšetření, které se sestává ze zátěžového testu, kineziologického rozboru stoje a goniometrie. Dále provede s rozstupem několika dní dvě zátěžové jednotky – trasy pro horské kolo se vzdáleností 50 km, přičemž budou měřeny pomocí hrudního pásu a hodinek SUUNTO objektivní ukazatele. Po každé zátěžové jednotce bude následovat zátěžový test, který bude prováděn druhý den po cyklistice v 7:30 na Oddělení tělovýchovného lékařství ve Fakultní nemocnici v Motole. Po dokončení druhé zátěžové jednotky bude provedena aktivní regenerace pomocí metody PNF, s využitím techniky výdrž-relaxace. Proband absolvuje výstupní vyšetření obsahující kineziologický rozbor a goniometrii.

Případná rizika:

V průběhu absolvování zátěžového testu se může proband cítit dušný a unavený. Může hrozit riziko závažného akutního stavu vyvolaného nepřiměřenou reakcí organismu na zátěž v případě dosud skrytých zdravotních komplikací. Při absolvování zátěžové jednotky na horském kole hrozí riziko pádu a s ním spojené zdravotní komplikace.

Kontraindikace:

Akutní stavy – infekce, zvýšená teplota organismu, stavy po operaci.

Obtíže při nebo bezprostředně po zátěži: bolest na hrudi vyvolaná zátěží, ztráta vědomí, nepřiměřená zátěžová dušnost nebo únava.

Pozitivní odpověď v rámci rodinné anamnézy na jednu z následujících zdravotních obtíží: předčasná smrt z kardiální příčiny (tj. před 50 let věku), hypertrofická nebo kardiodilatační kardiomyopatie, Marfanův syndrom, závažná arytmie, nejasná náhlá smrt v mladém věku.

Onemocnění nervové soustavy; postižení vestibulárního systému.

Informace o účastníkovi výzkumu:

Jméno a příjmení:

Datum narození:

Kontakt:

Prohlášení

Já níže podepsaný/-á potvrzuji, že

- a) jsem se seznámil/-a s informacemi o cílech a průběhu výše popsaného výzkumu (dále též jen „výzkum“);
- b) dobrovolně souhlasím s účastí své osoby v tomto výzkumu;
- c) rozumím tomu, že se mohu kdykoli rozhodnout ve své účasti na výzkumu nepokračovat a z výzkumu odstoupit bez vedení důvodu;
- d) jsem srozuměn s tím, že jakékoliv užití a zveřejnění dat a výstupů vzešlých z výzkumu nezakládá můj nárok na jakoukoliv odměnu či náhradu, tzn. že veškerá oprávnění k užití a zveřejnění dat a výstupů vzešlých z výzkumu poskytují bezúplatně;
- e) netrpím žádnou ze zdravotních komplikací uvedených v kontraindikacích k účasti ve výzkumu.

Zároveň prohlašuji, že

- a) souhlasím se zpracováním a publikováním anonymizovaných dat a výstupů vzešlých z výzkumu a s jejich dalším využitím;
- b) souhlasím se zpracováním a uchováním osobních a citlivých údajů v rozsahu v tomto informovaném souhlasu uvedených, a to pro účely zpracování dat vzešlých z výzkumu, pro účely případného kontaktování z důvodu zpracování dat vzešlých z výzkumu či z důvodu nabídky účasti na obdobných akcích a pro účely evidence a archivace; a s tím, že tyto osobní údaje mohou být poskytnuty subjektům oprávněným k výkonu kontroly projektu, v jehož rámci výzkum realizován;
- c) souhlasím s využitím videí a fotografií týkajících se mé osoby a s jejich zpracováním a publikováním pouze při zachování mé anonymity.

Výše uvedená svolení a souhlasy poskytují dobrovolně na dobu neurčitou až do odvolání a zavazují se je neodvolat bez závažného důvodu spočívajícího v podstatné změně okolností.

V Praze dne:

Podpis probanda: