

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

SLEDOVÁNÍ VYBRANÝCH FYZIOLOGICKÝCH UKAZATELŮ
BĚHEM SPECIFIKOVANÉ ZÁTĚŽE V PRŮBĚHU SEZÓNY U PLAVKYŇ
V PLAVECKÉM ODDÍLE SK UP OLOMOUC
Bakalářská práce

Autor: Dominika Dohnálková, Tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: Mgr. Dušan Viktorjeník, Ph.D.

Olomouc 2014

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Dominika Dohnálková

Název bakalářské práce: Sledování vybraných fyziologických ukazatelů během specifikované zátěže v průběhu sezóny u plavkyň v plaveckém oddíle SK UP Olomouc

Pracoviště: Katedra sportů

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Dušan Viktorjeník, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2014

Abstrakt: Srdeční frekvence a koncentrace krevního laktátu při standardizovaném zatížení jsou významnými fyziologickými ukazateli výkonnosti. Cílem bakalářské práce bylo sledovat jejich změny a na základě nich určit stav trénovanosti jedince. Testování proběhlo u dvou plavkyň z plaveckého oddílu SK UP Olomouc během specifikované zátěže na 8x100 m volný způsob (kraul) v průběhu sezony. Na základě získaných výsledků došlo u probanda 1 ke značnému zhoršení výkonnosti, naopak proband 2 se výkonnostně zlepšil.

Klíčová slova: plavání, laktát, srdeční frekvence, zátěž, výkonnost

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Dominika Dohnálková

Title of the bachelor thesis: Monitoring of selected physiological predictors while performing specific load during the season for female swimmers in swimming club SK UP Olomouc

Department: Department of Sports

Supervisor: Mgr. Dušan Viktorjeník, Ph.D.

The years of presentation: 2014

Abstract: Heart rate and concentration of blood lactate during standardized load are important physiological predictors of performance. The aim of this thesis was to observe changes of previously named physiological predictors. Further, based on these changes determine the state of swimming fitness. The testing was carried out with two female swimmers from swimming club SK UP Olomouc while performing specific load in form of 8x100m free style (crawl) during season training cycle. Based on obtained results we observed substantial deterioration in performance of participant number 1 on the other hand performance of participant number 2 was enhanced.

Keywords: swimming, lactate, heart rate, load, performance

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Bakalářská práce byla vypracována v souladu s dlouhodobým záměrem Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Dušana Viktorjenika, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržela zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 29. 4. 2014

.....

Děkuji Mgr. Dušanu Viktorjeníkovi, Ph.D. za konzultace, pomoc a cenné rady, které mi poskytl při zpracování bakalářské práce. Stejně tak bych chtěla poděkovat Mgr. Ludvíku Valtrovi.

Obsah

1 ÚVOD	9
2 PŘEHLED POZNATKŮ	10
2.1 Charakteristika plavání	10
2.2 Pohybová a fyziologická charakteristika plavání	10
2.3 Sportovní trénink	11
2.3.1 Roční tréninkový cyklus	11
2.3.1.1 Rozvíjející blok	12
2.3.1.2 Stabilizační blok	13
2.3.1.3 Relaxační blok	14
2.3.1.4 Vylad'ovací blok	14
2.3.1.5 Soutěžní blok	14
2.3.1.6 Regenerační blok	15
2.3.1.7 Kontrolní blok	15
2.3.2 Druhy tréninku	16
2.3.2.1 Aerobní trénink	16
2.3.2.2 Anaerobní trénink	16
2.3.2.3 Aerobní přetížení	16
2.3.2.4 Tolerance laktátu	17
2.3.2.5 Produkce laktátu	17
2.3.3 Zatížení v tréninku	17
2.3.3.1 Zatížení během tréninkových jednotek v plavání	19
2.3.4 Chyby v tréninku	20
2.4 Typy svalových vláken	21
2.4.1 Vlákná typu I	21
2.4.2 Vlákná typu IIA	22

2.4.3 Vlákna typu IIB.....	22
2.5 Srdeční frekvence	22
2.5.1 Klidová srdeční frekvence	22
2.5.2 Maximální srdeční frekvence.....	23
2.5.3 Faktory ovlivňující srdeční frekvenci	24
2.5.4 Měření srdeční frekvence.....	26
2.6 Spotřeba kyslíku	27
2.6.1 Maximální spotřeba kyslíku.....	28
2.7 Energetické krytí.....	28
2.7.1 Energetické systémy	29
2.7.1.1 ATP-CP systém	29
2.7.1.2 Systém anaerobní glykolýzy	30
2.7.1.3 Aerobní systém.....	30
2.8 Laktát a jeho analýza	31
2.8.1 Proces vzniku laktátu v těle	32
2.8.2 Laktátový práh	33
2.8.3 Laktátová křivka	33
2.8.4 Faktory ovlivňující hladinu laktátu v krvi.....	34
3 CÍLE A ÚKOLY	36
3.1 Hlavní cíl	36
3.2 Dílčí cíle	36
3.3 Úkoly práce.....	36
3.4 Výzkumná otázka	36
4 METODIKA.....	37
4.1 Charakteristika výzkumného souboru	37
4.2 Popis vlastního výzkumu.....	37
4.3 Metody výzkumu a vyhodnocení dat.....	38

5 VÝSLEDKY A DISKUZE	40
5.1 Reakce organismu na základě naměřených hodnot SF	40
5.2 Reakce organismu na základě naměřených časů jednotlivých úseků.....	42
5.3 Reakce organismu na základě naměřených hodnot koncentrace laktátu v krvi	44
5.4 Změna SF a koncentrace hladiny laktátu v krvi po aktivním odpočinku	46
6 ZÁVĚRY	50
7 SOUHRN	52
8 SUMMARY	53
9 REFERENČNÍ SEZNAM.....	54
11 PŘÍLOHY.....	56

1 ÚVOD

Plavání, jakožto pohybová činnost, je známa cyklickým (lokomočním) charakterem. Dokonale zvládnutá technika pohybu a specifická plavecká vytrvalost ve vodním prostředí jsou základními faktory výkonu (Neuls, Svozil, Viktorjeník, & Dub, 2013). Plavecký trénink se značně liší jak do obsahu, tak kvality, a to pro různé věkové skupiny, různé plavecké způsoby či disciplíny. Proto je pro každého plavce vytvořena specifická zátěž i obsah samotného tréninku.

Se vzdálenostmi a zatížením se liší celková spotřeba energie, hladina laktátu v krvi a srdeční frekvence. Tito vybraní specifictví ukazatelé jsou metabolickými údaji, potřebnými k určení výkonu. Měření koncentrace krevního laktátu (soli kyseliny mléčné) je vhodné také k určení kvality tréninku a stanovení intenzity fyzické námahy. Proto je vztah mezi koncentrací krevního laktátu společně s rychlostí plavání jednou z hlavních cest ke stanovení optimální zátěže a prevencí proti přetrénování. Odhad přesného zatížení, které je potřebné pro individualizovaný trénink, je jedním z nejčastějších problémů, s kterými se trenéři potýkají (Agaoglu, Tasmektepligil, Atan, Tutkun, & Hazar, 2010)

Záměrem bakalářské práce je sledovat vybrané fyziologické ukazatelé u plavkyň v plaveckém oddíle SK UP Olomouc během specifikované zátěže v průběhu sezóny. Testování je prováděno na vzdálenost 8x100 m volným způsobem v 50m bazéně. Vše je měřeno moderní a preferovanou tréninkovou metodou. Na základě měření je možné odvodit stav trénovanosti plavkyň, ať již šlo o zhoršení či zlepšení.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Charakteristika plavání

Plavání si své kořeny zabudovalo již během historického vývoje samotného lidstva, kdy hrálo hlavní roli při pohybu ve vodním prostředí v rámci tělesné kultury. Pro obyvatele mořských pobřeží, jezer a různých řek, bylo nedílnou součástí života nejen z důvodu obživy, ale také při hledání nových území. V době starověkého Řecka, za doby Platóna, byli lidé, kteří neuměli plavat nebo číst, označováni dokonce za „nevzdělance“. V dnešní době je plavání nevyhnutelnou a nutnou součástí pohybové vzdělanosti každého jedince (Neuls et al., 2013).

Plavání je pojem, který má mnoho různých definic od obecných až po specifické. V nejužším smyslu jde o pohyb člověka ve vodě, který je prováděn na základě pohybu končetin a trupu z určitého místa na danou vzdálenost. Takto je plavání definováno jako cyklický lokomoční pohyb (Čechovská, Novotná, & Milerová, 2003).

V širším pojetí jde o oblast různorodých pohybových aktivit, prováděných ve vodním prostředí. Zde patří vznášení na vodní hladině, plavání pod ní i na ní a v různých polohách (Čechovská, Jurák, & Pokorná, 2012). Jako sportovní odvětví patří plavání mezi nejpopulárnější sporty, čímž jsou důkazem především olympijské hry, kterých je součástí již od roku 1896 (Neuls et al., 2013). Z pohledu biologické stránky je jednou z nejúčinnějších forem pohybové aktivity. Má velký vliv na celkový rozvoj muskulatury jedince a činnost vnitřních orgánů či rychlost látkové přeměny.

2.2 Pohybová a fyziologická charakteristika plavání

Plavání je komplexní sport, jenž vyžaduje kvalitní zvládnutí plaveckých dovedností, a to v různých režimech energetického krytí. Vysoká regulace dýchání patří k dalším charakteristikám plavání, které jsou ojedinělé. Nezvládnutí této aktivity způsobí stres, který zvýší srdeční frekvenci (SF), i když je intenzita cvičení nízká. Plavání má unikátní fyziologii. Srdeční frekvence je během něj ovlivněna zaprvé tlakem vody a zadruhé horizontální polohou. Z tohoto důvodu má většina lidí, kromě velice dobře trénovaných jedinců, ve vodě nižší maximální SF než při činnostech prováděných na suchu. Tato hodnota je nižší o 10 až 20 tepů·min⁻¹ než při běhu či jízdě na kole (Benson & Connolly, 2012). Poslední zvláštností

na tomto sportu je vzdálenost, která se musí během tréninku uplatňovat pod určitým energetickým krytím. To je zpočátku aerobní z důvodu osvojení si techniky, která je nezbytná pro plavecké pohyby. Později se přechází na trénink způsobu energetického krytí výkonu, pro který plavec trénuje.

2.3 Sportovní trénink

Sportovní trénink je charakterizován jako proces rozvoje výkonnosti sportovce, který je zaměřen na dosahování nejvyšších sportovních výkonů ve vybraném druhu sportu. Vyznačuje se silnou výkonovou motivací, která se projevuje ve snaze dosáhnout co nejvyšších výkonů (Jansa et al., 2009).

2.3.1 Roční tréninkový cyklus

Dva hlavní rysy plaveckého tréninkového programu jsou periodizace tréninku a přechod z tréninku k závodění (vylad'ování). Periodizace je rozdělení ročního tréninkového plánu do menších a lépe zvládnutelných fází tréninku. Periodizovaný trénink a vylad'ování jsou založeny na principu přetížení, zotavení a postupném zvyšování zatížení. Tento princip tvoří základ při přípravě plaveckých tréninkových programů, které mají za cíl zvýšení závodní výkonnosti. Tréninková jednotka musí zajistit přetížení, které donutí tělo, aby se adaptovalo na určitou úroveň stresu, kterou do té doby nezaznamenalo. Pokud je proces přetížení a zotavení správně řízený, nastoupí období superkompenzace. Výkonnost se pro určité závody zvedne na vyšší úroveň (Lynn, 2008).

Trénink má určitou kontinuitu a při organizaci se uplatňují různě dlouhé tréninkové cykly.

„Cyklus ve sportu znamená relativně ukončený sled, celek opakujících se různě dlouhých časových úseků tréninkového procesu“ (Dovalil et al., 2012, 255). Tyto procesy mohou trvat 12 týdnů, 6 měsíců nebo 1 rok (Benson & Connolly, 2012). Cykly se v organizaci tréninku uplatňují jako rozhodující články stavby tréninku od tréninkové jednotky po cykly víceleté. Rozlišují se tři typy cyklů, kterými jsou mikrocykly, mezocykly a makrocykly (Dovalil et al., 2012).

Jako mikrocyklus je popisován nejkratší tréninkový cyklus, který je složen z více tréninkových jednotek a často se připravuje jako týdenní cyklus. Během tohoto cyklu dochází

například k rozvoji určitých dovedností, čímž může být technika záběru (Benson, & Connolly, 2012; Neumann, Pfützner, & Hottenrott, 2005). Benson a Connolly (2012) tvrdí, že mikrocykly jsou finální částí periodizačního procesu. Cílem je dosáhnout optimálním střídáním zatížení a zotavení dílčího adaptačního efektu jednotlivých tréninkových jednotek a jako celek vyvolat kumulativní tréninkový efekt (Lehnert, Novosad, & Neuls, 2001).

Mezocyklus je určitý sled několika mikrocyklů, který může trvat od 7 do 20 týdnů (Dovalil et al., 2012). Je typický střídáním rozvíjejících a relaxačních bloků. Stavba mezocyklu je ovlivněna zařazením závodů a soutěží. Mezocykly regulují zatížení, které bylo vyvoláno mikrocykly (Lehnert et al., 2001). Během mezocyklů se věnuje největší pozornost specifické složce sportovního výkonu (Benson & Connolly, 2012).

Makrocyklus, je sled mezocyklů, které se střídají a opakují podle principů stavby tréninku, a to v delším časovém intervalu. Může trvat měsíce až roky (Dovalil et al., 2012). V plavání makrocyklus většinou představuje sezónu příprav na hlavní soutěž celého roku. „Cílem makrocyklu je dosáhnout osobních maximálních sportovních výkonů“ (Lehnert et al., 2001, 60).

U trénování vyspělých sportovců jsou základními stavebními prvky bloky, které jsou sestavené z mikrocyklů. Bloky sestavuje trenér podle potřeb a především s ohledem na konání soutěží. Když se poté jednotlivé bloky střídají, nastává charakter mezocyklů, kdy dominuje vzájemné propojení rozvoje hlavních výkonnostních faktorů závodní disciplíny. Stavba tréninku u vyspělých sportovců je zaměřena na bloky rozvíjející, stabilizační, relaxační, vylad'ovací, soutěžní, regenerační a kontrolní (Lehnert et al., 2001).

2.3.1.1 Rozvíjející blok

U tohoto bloku dochází k vytváření kondice se zaměřením na specifiku soutěžní disciplíny. Dochází zde k zaměření na speciální technické a kondiční prvky, které ovlivňují sportovní výkon (Lehnert et al., 2001). Rozvíjející blok se nejčastěji uplatňuje v přípravném období a jeho hlavním úkolem je zvýšit sportovcovu trénovanost a to vše probíhá při velkém zatížení (Dovalil et al., 2012). V plavání je rozvíjející blok trojího typu a délka každého bloku je určena tím, kolik má sezóna týdnů, zpravidla jich je 15 za jeden půlrok.

Za prvé je to blok, který je zaměřen pouze na všeobecnou a speciální kondiční přípravu a odpovídá době 4–6 týdnů. Součástí této přípravy je 14denní soustředění, které je význačné tzv. suchou přípravou. Poté následuje dalších 14 dní všestranné přípravy prováděné ve vodě.

Důraz je kladený na techniku plavání a především rozplavání se a osvojení si „pocitu vody“. Plavec se věnuje všem plaveckým způsobům a především delším tratím (800-1000 m) s nízkým zatížením. Vše probíhá v aerobní zóně při nízké intenzitě zatížení. Roste především objem zatížení a v tréninkové jednotce se využívá tréninku „nadtratí“ (úseky v sérii jsou až dvakrát delší než závodnickova hlavní disciplína) či „fartleku“ (hra s rychlostí). Jde zde o vybudování tzv. základny, na kterou se poté váží další rozvíjející bloky (Neuls et al., 2013).

Druhý rozvíjející blok následuje po stabilizačním nebo kontrolním bloku a obecně trvá 3 týdny, ale může trvat i déle dle naplánování celé sezóny. Důraz je kladený na objem zatížení, který je v tomto období maximální za celou sezónu. Zařazují se „polohovková“ cvičení či cvičení volným způsobem. Série jsou dlouhé od 1500 do 3500 m. Trénuje se při vyšší intenzitě než v prvním rozvíjejícím bloku. Od „fartleku“ a tréninku „nadtratí“ se přechází k intervalovému tréninku. Interval odpočinku se zkracuje, a tak je zatížení na úrovni anaerobního prahu (Neuls et al., 2013). Kilometráž by měla být vyšší než při prvním rozvíjejícím bloku.

2.3.1.2 Stabilizační blok

Dochází zde k upevnění dosažené úrovně trénovanosti, vzniku formy a nastává její stabilizace (Lehnert et al., 2001).

Stabilizačního bloku se využívá ještě v přípravném a dále na začátku soutěžního období. Jeho hlavním úkolem je udržení již dosaženého výkonu a důraz je taktéž kladen na kvalitu prováděného cvičení. Vše se provádí při středním zatížení (Dovalil et al., 2012).

Stabilizační blok v plaveckém tréninku nastupuje po rozvíjejícím bloku a jeho smyslem je udržet stávající úroveň plavcovy kondice. Tento blok trvá po prvním rozvíjejícím bloku jeden týden a po druhém rozvíjejícím bloku 14 dní. Většinou se jedná o tréninky, které jsou nízké intenzity, ale objemová složka zatížení se nemění. Druhý stabilizační blok má úkol udržet nabytou úroveň vytrvalosti a je charakteristický naopak sníženým objemem zatížení a vyšší intenzitou zatížení. Trénuje se především v intervalovém typu tréninku, kdy se rozvíjí anaerobní systém. Na konci tohoto bloku se přechází k rozvoji rychlosti (Neuls et al., 2013). Někdy bývá místo stabilizačního bloku zařazen blok kontrolní.

Blok může představovat vynechání jedné tréninkové jednotky v týdnu nebo již zmíněnou nízkou intenzitu zatížení během trénování.

2.3.1.3 Relaxační blok

Během relaxačního bloku dochází k obnově energetických a psychických rezerv (Lehnert et al., 2001). Délka bloku je jeden týden a může následovat po kontrolním bloku. Tréninková jednotka je alespoň jedenkrát za den a je na plavci, jakou intenzitou bude plavat. Relaxační blok, který následuje po vrcholu sezóny, může být považován jako týden „bez vody“ (Neuls et al., 2013).

2.3.1.4 Vylad'ovací blok

U vylad'ovacího bloku dochází k přípravě na utkání a závody a zařazuje se zde modelový trénink (Lehnert et al., 2001). Tento blok je zařazen do předzávodního a závodního období, přičemž zatížení je zde malé nebo střední. Jeho hlavním úkolem je čistě ladění formy a zotavení se z různých forem únavy před soutěžním blokem (Dovalil et al., 2012). Lynn (2008) tvrdí, že obecná délka vylad'ování by měla trvat 2 až 4 týdny. Je to však individuální a každý plavec má svůj vylad'ovací blok různě dlouhý podle potřeby. Délka je úměrná délce období, ve kterém plavec trénoval vyšší intenzitou zatížení. Pokud je tréninková sezóna nepřerušovaná, doba vylad'ování bude delší. V případě, že je přerušena zraněním, nemocí či jinými důvody, ovlivní se i délka vylad'ování. Obecně je dáno, že čím bližší je přerušování k vrcholnému závodu, tím kratší je doba vyladění.

Tréninkové jednotky jsou vedeny převážně v aerobní zóně, kdy se plavou dechová cvičení a tempová cvičení. Součástí tréninku však mohou být také „sprinty“ apod.

2.3.1.5 Soutěžní blok

Je charakteristický průběhem vlastního utkání či závodu (Lehnert et al., 2001). Soutěžní blok probíhá v závodním období a zatížení bývá střední. Hlavním úkolem je nejen podání nejlepšího výsledku během závodu, ale také udržení sportovní formy (Dovalil et al., 2012). Objem zatížení klesá a nastupuje fáze odpočinku ve formě vyplavání (Neuls et al., 2013). V plavání je soutěžním blokem vrchol sezóny, na který se plavec celý půlrok připravuje, jelikož v plavání jsou za celý rok většinou vrcholy dva. Načasování však může být různé, protože lepší plavci se musí připravit na více vrcholů, než plavci, kteří tak úspěšní nejsou.

Takovými vrcholy jsou mistrovství České republiky, mistrovství Evropy, mistrovství světa či olympijské hry.

2.3.1.6 Regenerační blok

Regenerační blok je vhodný pro regeneraci a aktivní odpočinek po utkání či závodech (Lehnert et al., 2001).

Využívá se ho většinou po náročných soutěžních, nebo rozvíjejících blocích, tudíž je zařazen do přípravného, závodního i přechodného období. Zatížení je malé a to tedy z důvodu zotavení (Dovalil et al., 2012).

V plavání nastává regenerační blok po soutěžním bloku a neměl by být delší než 2 týdny. Plave se lehce, nízkou intenzitou a zatížení je malé. Převážně se plavou různá cvičení, cvičení zaměřená na nohy, paže, tedy téměř podobná cvičení jako ve stabilizačním bloku.

2.3.1.7 Kontrolní blok

V kontrolním bloku jde o veškerou kontrolu trénovanosti a výkonnosti sportovce (Lehnert et al., 2001).

Kontrolní blok je zařazen do přípravného období, kdy dochází k hodnocení aktuálního stavu jedince, který se zjišťuje díky testům výkonnosti, turnajům nebo utkáním. Zatížení je během tohoto bloku střední až velké (Dovalil et al., 2012). Mezi kontrolní cvičení může patřit test na 3 km volným způsobem, test na 45 min nebo přímo plavcovy disciplíny, které se v průběhu tréninkové jednotky měří a porovnávají s maximálními výsledky.

Jiným typem kontrolního cvičení mohou být závody, na které není brán tak velký ohled jako na vrcholné závody. Opět se zde bere zřetel na dosažené časy a porovnání s dřívějšími výsledky.

2.3.2 Druhy tréninku

2.3.2.1 Aerobní trénink

Je nejméně intenzivní trénink, který plavec může vykonávat. Slouží ke zlepšení kyslíkové kapacity a schopnosti využívat tuky jako energetický zdroj. Pokrývá nejvyšší objem tréninkové práce. V plaveckém tréninku se využívá jako udržovací a zotavovací trénink. Třemi základními účinky základního aerobního tréninku je zvýšení srdečního výkonu, objemu krve a redistribuce krve.

Pro série v této základní aerobní vytrvalosti je doporučováno plavat minimálně 20 minut. Odpočinky mezi opakovanými úseky (50 m a delší) by měly být od 5–30 s. Intenzita provádění je nízká až střední (Lynn, 2008)

2.3.2.2 Anaerobní trénink

Základním pojmem je zde anaerobní práh, též nazývaný jako začátek kumulace krevního laktátu. Jedná se o intenzivnější činnost, než je samotný základní aerobní trénink. Mají však velice podobné fyziologické účinky při vytváření kardiopulmonálních adaptací a také adaptací, které probíhají ve svalových buňkách. Tento trénink se využívá v průběhu celé sezóny. Třemi základními účinky tohoto tréninku je zvýšené využití $VO_2\text{max}$ (největší množství kyslíku, které je člověk schopen spotřebovat), zvýšené odbourávání laktátu a množství mitochondrií a myoglobinu (Lynn, 2008).

V tomto tréninku by měla série trvat 20–60 minut. Odpočinky mezi úseky (50–400 m) by měly být od 10 do 60 s se střední intenzitou zatížení.

2.3.2.3 Aerobní přetížení

Jedná se o velmi náročný trénink a zároveň nejvíce intenzivní. Během tohoto tréninku se trénuje $VO_2\text{max}$ díky maximální aerobní zátěži. V mezocyklu nelze tyto série opakovat často. Je potřeba dobrého zotavení, aby byl plavec schopen zopakování. U tohoto tréninku by měl plavec série plavat svým hlavním způsobem, aby z tréninku podle principu vytěžil

maximum. Hlavními účinky tréninku je zvýšení $VO_2\text{max}$, pufrovací kapacity a zvýšení počtu kapilár.

Je doporučováno plavat série od 20 do 45 minut s odpočinkem v poměru 1:1. Délka úseku by měla být od 50–300 metrů s vysokou intenzitou úsilí (Lynn, 2008).

2.3.2.4 Tolerance laktátu

Trénink tolerance laktátu zahrnuje plavání krátkých úseků s vysokou intenzitou a pasivním, nekompletním zotavením. Při sérii se tvoří a postupně narůstá laktát neboli sůl kyseliny mléčné, a proto je nejdůležitějším účinkem tohoto typu tréninku zlepšení pufrovací kapacity svalů. Jedná se o fyzicky i psychicky vyčerpávající formu tréninku a zařazuje se do plánu maximálně dvakrát až třikrát týdně z důvodu dlouhého zotavování. Účinkem tohoto tréninku je zvýšená tolerance na zakyselení, zlepšené odbourávání laktátu a zvýšení podílu anaerobního metabolismu.

Série by měly být dlouhé 400–1200 m s úseky v délce 20–150 m (Lynn, 2008).

2.3.2.5 Produkce laktátu

Trénink produkce laktátu se někdy může nazývat tréninkem „laktátového výkonu“ nebo „anaerobní kapacity“. Rozdíl mezi tréninkem tolerance laktátu je v aktivním zotavení mezi úseky plavanými s maximálním úsilím. Tento typ tréninku je možné provádět každý den.

Hlavním účinkem je zvýšení úrovně anaerobního metabolismu, sprinterské rychlosti a svalového výkonu (Lynn, 2008).

2.3.3 Zatížení v tréninku

Zatížení je základním podnětem vyvolání mechanismů adaptace (Lehnert et al., 2001). Zatížením ve sportu se rozumí pohybová činnost, která vyvolá trvalejší funkční, strukturální a psycho-sociální změny. Cílem zatížení je pozitivní ovlivnění trénovanosti a zlepšení tak sportovní výkonnosti (Jansa et al., 2009). Optimální velikost tréninkového zatížení by měla odpovídat úrovni trénovanosti plavce. Rozlišuje se vnější a vnitřní zatížení. Vnější zatížení je

určeno velikostí tréninkové dávky, čili objemem a má formu kvantitativní. Vnitřní zatížení je dáno velikostí reakce organismu na danou aktivitu a má charakter kvalitativní. Zabývá se intenzitou zatížení. Objem a intenzita zatížení jsou v tzv. protikladu. To z toho důvodu, neboť když se zvýší objem zatížení, nastane snížení intenzity. Zase naopak je to při zvýšení intenzity zatížení, které je možné jen s menším objemem cvičení (Lehnert et al., 2001).

Objem zatížení představuje kvantitativní stránku pohybové činnosti. Lze ho měřit časem, neboli dobou trvání cvičení nebo počtem opakování určitého cvičení (Jansa et al., 2009). Specifickým ukazatelem objemu tréninkového zatížení v plavání může být uplavaný počet km. Mezi obecné ukazatele patří počet tréninkových jednotek, dnů. Ukazatelem je také objem tréninku z hlediska zóny energetického krytí. To se děje tak, že se stanoví celková doba probíhajícího cvičení podle zóny, ve které se činnost prováděla. Taktéž je ukazatelem objem tréninku z hlediska organizace cvičení (zatížení v minutách rozdělené podle typu organizace), (Pavliš et al., 2003). Objem soutěžního zatížení je daný počtem soutěží, mezi které patří počet startů na závodech v plavání (Dovalil et al., 2012).

Intenzita zatížení odpovídá množství vykonané práce v čase. Jedná se o kvalitativní stránku zatížení a jde o stupeň úsilí v dané činnosti. Intenzita zatížení je dána rychlostí pohybu, frekvencí pohybu a velikostí překonávaného odporu (Jansa et al., 2009). Dle Pavliše et al. (2003) se míra intenzity udává pomocí fyziologických charakteristik. Mezi ně patří srdeční frekvence, $VO_2\max$, hladina laktátu v krvi a podobně. S rostoucí intenzitou zatížení roste i SF. Intenzita cvičení je závislá na energetických systémech a kvantitativně se dá rozdělit na nízkou až maximální intenzitu cvičení. Nízká intenzita odpovídá aerobnímu krytí a maximální anaerobně alaktátovému krytí (ATP-CP). Bompa (1999) a Dovalil et al. (2012) dělí intenzitu zatížení podle SF_{\max} následujícím způsobem (Tabulka 1).

Tabulka 1. Intenzita zatížení podle maximální srdeční frekvence (upraveno dle Bompy, 1999; Dovalila et al., 2012)

Intenzita zatížení	% SF_{\max}
Nízká	30–50
Středně nízká	50–70
Středně vysoká	70–80
Submaximální	80–90
Maximální	90–100
Supramaximální	100 a více

2.3.3.1 Zatížení během tréninkových jednotek v plavání

Při tvorbě tréninkové jednotky je nutné stanovit si cíl pohybové aktivity a tréninkové zóny, ve kterých bude jedinec aktivitu provádět. Tréninková zóna se stanovuje podle druhu činnosti, kterou charakterizuje intenzita a doba trvání. Právě intenzitu dané pohybové činnosti je možné rozdělit na zóny podle SF. Olšák (1997) tyto zóny rozdělil do 5 skupin (Tabulka 2).

Tabulka 2. Zóny zatížení podle maximální srdeční frekvence (upraveno dle Olšáka, 1997)

Zóna zatížení	% SF _{max}
Rekreační pohybová aktivita	50–60
Zóna k úpravě tělesné hmotnosti	60–70
Aerobní	70–80
Aerobně-anaerobní	80–90
Nad anaerobním prahem	90–100

Podle Sweetenhama a Atkinsona (2003) jsou tréninkové zóny rozděleny na aerobní zónu, anaerobní práh, VO_{2max} , tolerance laktátu, maximálně laktátově-anaerobní a maximálně alaktátově-anaerobní zónu (Tabulka 3). Každá je podle nich charakterizována % z SF_{max} . Zároveň je ke každé zóně zatížení uveden typ tréninku, jeho délka a čas odpočinku mezi plavanými úseky. Při sestavování tréninkových jednotek by se měly v mikrocyklu opakovat všechny tyto typy zatížení. Procentuální zastoupení jednotlivých typů je však různé a závisí na mikrocyklu, ve kterém se plavec právě nachází (Neuls et al., 2013).

Tabulka 3. Tréninkové zóny zatížení a charakteristiky tréninkové jednotky (upraveno dle Sweetenhama & Atkinsona, 2003)

Zóna zatížení	% SF _{max}	Typická série	Čas série (min)	Čas odpočinku mezi plavanými úseky
Aerobní 1	60–70	rozplavání, technická cvičení		
Aerobní 2	70–80	400–3000m úseky	10–30	
Anaerobní práh	→80	10x400 m, 10x200 m, 20x100 m	40–60	10–20 s
Maximální aerobní výkon, VO₂max	→90	15x100 m, 8x200 m	20	30–90 s
Laktátová tolerance	80–90	2x400 m, 5x200 m, 6x100 m, 12x50 m	10–15	1:1; 1:1,5; 1:2
Maximální laktátově–anaerobní	90 a více	2x200 m, 5x100 m, 10x50 m	5–10	2–4 min
Maximální alaktátově–anaerobní	100	4x50 m, 8x25 m		1:2; 1:3; 1:4

Vysvětlivky: → - plavání v zóně přibližující se k daným % z SF_{max}

1:1 apod. - čas odpočinku je ovlivněn délkou trvání plavaného úseku

SF_{max} - maximální srdeční frekvence

VO_{2max} - maximální spotřeba kyslíku

2.3.4 Chyby v tréninku

Plavcovu připravenost na závody může ovlivnit řada různých činitelů, které souvisí s tréninkovými metodami a sestavením tréninkových cyklů.

Jde o nesprávné sestavení mikrocyklů, mezocyklů a s tím spojená špatná vyváženost a důraz tréninku. Je tedy možné, že může nastat špatná nebo dokonce maladaptace vlivem nesprávného naplánování.

Dalším problémem je nedostatečné zotavení, které vede k přetrénování. S tím souvisí zranění nebo přetížení z příliš rychlého kladení požadavků na plavce. Při vysokém objemu v submaximální nebo maximální intenzitě zatížení je stejné riziko, které povede k úplnému vyčerpání.

Jedním z činitelů může být i častá změna v denní rutině. Adaptace nastane pouze tehdy, pokud měl trénink šanci přinést výsledek. Opačně ale nadměrné používání jedné tréninkové metody nebo zdůrazňování jakéhokoliv jediného typu tréninku nepřispívá ke zlepšování.

Selhání se nevylučuje ani v případě, že se jedná o kombinaci fyzických i psychických chyb. To lze chápat kvůli náročnému tréninku nebo výkonnostním cílům. Plavec potřebuje pro rozvoj svého potenciálu zažít jak úspěch, tak selhání (Lynn, 2008).

2.4 Typy svalových vláken

Kterákoliv pohybová aktivita je založena na uvolňování určitého množství energie, která se obnovuje v průběhu nebo po skončení činnosti. Energetické krytí je určeno objemem a intenzitou pohybové činnosti a jsou determinovány úrovní kondice a techniky. Dále individuálními specifiky organismu jako jsou svalová vlákna a typ jejich zastoupení. Posledním faktorem je aktuální stav sportovce a vliv vnějšího prostředí, kde patří teplota vody či vzduchu.

Typ svalových vláken je jednou z rozhodujících složek, která mu řekne, kterému typu sportovní činnosti by se měl věnovat. Zdali je vhodný k vytrvalostním nebo rychlostně silovým výkonům (Lehnert et al., 2001). Dovalil et al. (2012) tvrdí, že zastoupení jednotlivých typů vláken je podmíněno do jisté míry geneticky. Díky tréninku je však možné způsobit určité změny. Nevhodným tréninkem a stárnutím se však vlákna zpomalují.

Existují tři základní typy svalových vláken. Každý typ má svou strukturu, funkci a biochemické vlastnosti. Rozdíl je tvořen v tom, že se liší aktivita enzymatických systému a jejich kapacita pro rychlost štěpení ATP (adenosintrifosfátu). Ten je jediným zdrojem energie pro svalovou práci (Lehnert et al., 2001).

2.4.1 Vlákna typu I

Vlákna typu I jsou charakteristické tmavou barvou, červenou. Mají vysoký obsah myoglobinu i mitochondrií. Jejich kontrakce trvá delší dobu, ale výhodou je, že jsou odolná vůči únavě (Silverthorn, 2007). Jsou velice účinná při produkci ATP z oxidace sacharidů a tuků. Tato vlákna se zapojují především při činnostech, které probíhají za přístupu kyslíku (Wilmore & Costill, 2004). Tudíž zde patří pomalé běžné pohyby, či déletrvající práce. I vlákna jsou známa pod zkratkou SO (slow oxidative).

2.4.2 Vlákna typu IIA

Jedná se o rychlá, červená a oxidativně glykolytická vlákna. Díky zastoupení enzymů oxidativního i neoxidativního metabolismu, jsou poměrně vysoce odolná proti únavě. FOG (fast oxidative - glycolytic) vlákna jsou schopná vykonávat práci a přitom mít malou míru únavy. Tento typ vláken je nejvíce využíván během kratších a vysoce intenzivních cvičení, jako je 400 m volný způsob (Wilmore & Costill, 2004).

2.4.3 Vlákna typu IIB

Vlákna typu IIB jsou bílé barvy a jedná se o rychlá glykolytická vlákna. Mají velice rychlou a silnou kontrakci, avšak jsou rychle unavitelná. Důvodem je velké množství enzymů neoxidativního metabolismu (Lehnert et al., 2001; Silverthorn, 2007). Mají vysokou aktivitu myozinové ATPázy a enzymů anaerobní glykolýzy. Jsou taktéž nazývána jako FG (fast glycolytic) vlákna. K jejich adaptaci dochází při vysoce explozivní práci. Zde se mohou řadit sprinterské disciplíny 50 m a 100 m (Wilmore & Costill, 2004).

2.5 Srdeční frekvence

SF je nejjednodušším ukazatelem intenzity plavání a díky jejímu monitoringu je možné zvolit například vhodné tréninkové pásmo. Ve srovnání dvou jedinců, kteří plavou na úrovni stejné SF, může mít každý odlišný subjektivní pocit ze stupně námahy. Je to z toho důvodu, jelikož je SF ovlivněna mnoha faktory. Jedná se o genetické rozdíly (zastoupení rychlých a pomalých svalových vláken), samotnou anatomii a velikost srdce. Tyto faktory mohou způsobovat rozdíly v SF od 35 do 70 tepů·min⁻¹ u jedinců, kteří plavou stejným tempem. Více zásadním faktorem je však úroveň trénovanosti (Benson & Connolly, 2012).

2.5.1 Klidová srdeční frekvence

Klidová SF je taková frekvence, kterou srdce tepe při odpočinku. Frekvence, která se měří ihned po probuzení, se nazývá klidová (Benson & Connolly, 2012).

Výborně trénovaní sportovci mají svou SF klidovou zpravidla nižší než jedinci, kteří netrénují. U netréovaných jedinců je to hodnota okolo 70 až 80 tepů·min⁻¹ (Janssen, 2001).

Klidová SF může být ovlivněna adaptací na vytrvalostní trénink, zdravotním stavem nebo stavem únavy plavce. Pomocí klidové SF a jejího sledování je možné zjistit funkčnost stavu organismu (Viktorjeník, Neuls, & Svozil, 2002). Pokud stoupne klidová SF o 6 až 8 tepů·min⁻¹, je potřeba začít hledat příčinu (Neumann et al., 2005).

S lepší vytrvalostní kapacitou jedince se naopak může SF klidová snížit a podobně je tomu s poklesem SF během srovnatelného tréninkového zatížení. Pokud dojde k poklesu, jedná se o známku zlepšené výkonnosti. Je nutné počítat ale také se zvýšením nebo stejným průběhem SF, což může značit například únavu po závodech nebo těžkém tréninku, či nečekané funkční poruchy. Aby bylo možné kontrolovat rozvoj výkonnosti, je nutné opakované měření SF (Neumann et al., 2005).

Záleží také na prostředí, ve kterém člověk je a měří svou SF. Vodní prostředí má vliv na hodnoty frekvence, které snižuje. Děje se tak vzhledem zadržení dechu a ponoření těla pod vodu (Viktorjeník et al., 2002).

2.5.2 Maximální srdeční frekvence

Maximální srdeční frekvence (SF_{max}) udává informaci o tom, jak rychle a kolikrát do minuty je srdce schopné tepat (Benson & Connolly, 2012).

Dítě má SF_{max} 210 až 220 tepů·min⁻¹ a jelikož s věkem SF_{max} klesá, v dospělosti je hodnota od 180 do 200 tepů·min⁻¹. Ve stáří se pohybuje okolo 180 tepů·min⁻¹ (Jurák, Hubička, Zahálková, & Chrzanovská, 2012). S tréninkem se maximální SF nemění, tudíž nesouvisí se sportovcovou kondicí. Pouze u velice dobře trénovaných sportovců může s tréninkem lehce klesnout. Je tedy ovlivněna věkem, pohlavím nebo genetickým profilem plavce. Existuje však několik dalších faktorů, které ovlivní hodnotu maximální SF při plavání. Jednou z těchto příčin může být voda, která tělo rychle ochlazuje, což způsobuje zpomalení metabolismu. Horizontální poloha má vliv na SF (Viktorjeník et al., 2002). Podle výzkumu Juráka a Suchomelové (2010) se SF ve vodním prostředí v poloze na břicho a bez zapojení záběrových pohybů překvapivě nijak nezmění. Jurák et al. (2012) uvádějí, že je SF_{max} během zatížení ve vodním prostředí o 6 až 15 tepů·min⁻¹ nižší než na suchu. Laughlin (1994) však ve své studii zjistil, že se hodnota SF_{max} ve vodě u závodních plavců rovná SF_{max} dosažené na bicyklovém ergometru i na „běhátku“. Tvrzení je vysvětleno diametrální odlišností

zvládnutí techniky plaveckých způsobů u závodních plavců a osob s nižší úrovní plaveckých dovedností. Tyto osoby jsou „zpomaleny“ lokální svalovou únavou před dosažením SF_{max} (Laughlin, 1994).

Maximální SF dává podnět pro odhad tréninkových pásem, která jsou na tomto čísle závislá (Benson & Connolly, 2012). SF_{max} lze odhadnout na základě věku, dle následujícího vzorce:

$$SF_{max} = 220 - \text{věk.}$$

Tento vzorec je pouze odhadující a není vždy úplně přesný. Proto existují další rovnice, pomocí kterých se SF_{max} může odhadnout.

$$SF_{max} = 210 - [0,5 \times \text{věk (roky)}]$$

Dalším způsobem je Karvonenův vzorec, který využívá k výpočtu SF_{max} základní vzorec s dalším doplněním:

$$SF_{max} = 220 - \text{věk}$$

$$\text{rezervní SF (SF}_{rez}) = SF_{max} - \text{klidová SF (SF}_{klid})$$

$$\text{Intenzita} = \% \times SF_{rez} + SF_{klid.}$$

Existují také vzorce, které jsou vytvořeny podle typu pohlaví. Pro muže platí:

$$202 - [0,55 \times \text{věk (roky)}]$$

a pro ženy je vzorec následující:

$$216 - [1,09 \times \text{věk (roky)}].$$

Pomocí těchto vzorců je možné odhadnout SF_{max} , ale doporučováno je si ji nechat odborně změřit v laboratoři pomocí speciálního zátěžového testu. V průměru se rozdíl mezi skutečnou hodnotou SF_{max} a naměřenou při testu do „vita maxima“ odlišuje asi o ± 10 až 12 tepů·min⁻¹ (Benson & Connolly, 2012).

2.5.3 Faktory ovlivňující srdeční frekvenci

Jak už bylo zmíněno, SF může ovlivnit mnoho faktorů. Sportovci a jejich trenéři proto musí s těmito faktory počítat při plánování tréninku a závodů. Ze všeobecného hlediska jde o zdatnost, míru zotavení nebo pohlaví (Benson & Connolly, 2012).

Zdatnější člověk má obvykle nižší SF než obyčejný průměrný člověk. Nízké hodnoty jsou způsobeny tím, že kvalitní a správně zvolený trénink posiluje, ale také zvětšuje srdeční sval. Ten poté dodává s každým stahem do oběhu více krve, tzv. tepový objem a díky tomu je

schopen zvládnout stejnou práci s menším počtem tepů·min⁻¹. Tudiž se klidová SF díky tréninkům a zátěži postupně snižuje (Benson & Connolly, 2012).

Další faktor, který klidovou SF z velké části ovlivňuje, je úroveň zotavení. Jelikož jsou po náročném cvičení z těla vyčerpány zásobní látky, svaly jsou unavené a teplota těla se zvýší, tělo je nuceno více pracovat k brzkému zotavení a to zapříčiňuje vyšší SF. Díky zaznamenávání SF je možné okamžitě přizpůsobit denní režim či míru zatížení. Nedostatečné zotavení hraje roli u SF při zatížení, která se během tréninkové jednotky může zvýšit o 5 až 10 tepů·min⁻¹. Za adekvátní zotavení se považuje 65 % SF_{max}, to ale není pravidlem. Platí pravidlo, že čím je úsek prováděn rychleji nebo větší intenzitou, pak je potřeba delšího zotavení (Benson & Connolly, 2012). Běžně se během cvičení zvýší SF rapidně k maximálním hodnotám, ale v případě přetížení se může zpozdit s vysoko intenzivním cvičením. A tak je dosažení maximální SF během přetrénování těžko dosažitelné. Měření klidové SF a zaznamenání její zvýšené hodnoty může být ukazatelem, že je něco v nepořádku a více odpočinku je prospěšnější než další těžké cvičení (Janssen, 2011).

Jedním z faktorů je také pohlaví, podle kterého se SF_{max} liší (Lynn, 2008). Ženy dosahují vyšší SF_{max} než muži, kteří jsou stejného věku. To je způsobeno tím, že ženy mají menší srdce a méně svalstva. Muži mají SF_{max} o 5 až 10 tepů·min⁻¹ nižší než ženy (Lynn, 2008). Benson a Connolly (2012) tvrdí, že vliv pohlaví však ještě není úplně stoprocentně vyřešen.

Mezi faktory ovlivňující SF_{max} je i věk. Průměrná SF_{max} u narozeného dítěte, které má srdce velikosti vlašského ořechu, odpovídá hodnotě 220 tepů·min⁻¹. S vyšším věkem roste i velikost srdce, které je velké asi jako zatnutá pěst a dutiny srdce mají větší kapacitu k příjmu krve. Z tohoto důvodu srdce dospělého člověka s každým stahem pumpuje do těla více krve, a tak je zapotřebí méně tepů (Benson & Connolly, 2012). SF_{max} tedy s věkem klesá. Tento sestup však nekoreluje se stavem kondice. U dvacetiletého člověka je v souvislosti s větším srdcem SF_{max} nižší oproti dítěti a SF_{max} odpovídá asi 195 tepů·min⁻¹. Po 20. roku života se tato hodnota snižuje průměrně o jeden tep za rok. Stárnutí organismu zapříčiňuje právě tento pokles. Zajímavostí je, že na hodnotu klidové SF věk žádný vliv nemá (Benson & Connolly, 2012).

Mnoho různých léků může ovlivnit SF. Nejvíce známé jsou beta-blokátory, které jsou speciálně užívány na léčbu vysokého tlaku nebo anginy pectoris. Beta-blokátory jsou nejvíce využívané pro snížení SF klidové i maximální a mohou zároveň snížit vytrvalostní kapacitu až o 10 % (Janssen, 2011). V některých sportech jsou využívány ke zlepšení výkonu, avšak zde se jedná o doping.

Všechny tělesné reakce jsou založeny na složitých chemických reakcích ve svalech a nervech. Jsou velmi citlivé na teplotu, a tak změny tělesné teploty mají vliv na samotný výkon. Ačkoliv má tělo mechanismy na regulaci tepla, tělesná teplota může být ovlivněna svalovou aktivitou nebo vysokou či nízkou teplotou v okolí. Když je tělní teplota vyšší, fyzické procesy probíhají rychleji, při nižší teplotě pomaleji. Vyrovnaná intenzita cvičení s tělní teplotou 37 nebo 38 °C poukazuje na změny SF od 10 do 15 tepů·min⁻¹. S tělesnou teplotou 41°C nebo více, může dojít k tzv. úžehu. Důležité faktory pro výskyt úpalu během fyzické aktivity jsou vysoké teploty okolí, vysoká vlhkost, nedostatečná ventilace těla a velká ztráta tekutin ještě před zátěží (Janssen, 2011).

Jak už bylo zmíněno, SF je ovlivněna teplotou vzduchu. Při vyšší teplotě okolí bije srdce rychleji a to proto, jelikož musí dodávat krev nejen svalům, ale i do kůže, jejímž úkolem je regulace zvýšené teploty. Tudíž SF stoupá až o 20–40 tepů·min⁻¹ a je doporučeno pravidelně přijímat tekutiny, aby se tělo dokázalo aklimatizovat na vysokou okolní teplotu i SF (Benson & Connolly, 2012).

Velký vliv na změnu SF má onemocnění. Pokud je klidová SF vyšší o více než 8 tepů·min⁻¹ a plavec má pocit, že je vyčerpaný a nemá chuť do dalšího tréninku, jde o známku blížícího se onemocnění. Únava z tréninku má obdobné projevy s tím rozdílem, že následující den odeznívá. Nejen klidová SF, ale také SF během zatížení stoupá, když je člověk nemocný. Zároveň má pocit, že musí vykonat tu „nejtěžší práci“ a i při nižší rychlosti plavání je SF vysoká. Zvýšení SF může být až o 20 tepů·min⁻¹ (Neumann et al., 2005). S tímto názorem se ztotožňuje také Lynn (2008), který uvádí, že rýma či obyčejné nachlazení mohou zvýšit klidovou SF o 10 až 20 tepů·min⁻¹.

2.5.4 Měření srdeční frekvence

Měření a monitorování SF má svou výhodu v tom, že je závislé pouze na kapacitě srdce (Benson & Connolly, 2012). Nejjednodušší variantou pro měření SF je palpační metoda a to pomocí počítání tepů za minutu. Zde se jedná ale o měření tepové frekvence, jelikož jde o měření na periférii. Nejlepší místa pro změření jsou na zápěstních tepnách, krční karotidě a levé straně hrudníku. Ranní SF je vždy měřena ihned po probuzení. Hodnoty tohoto změření jsou většinou u všech lidí o 10 tepů nižší, než večer (Janssen, 2001). Nevýhodou ručního měření, především během zatížení, je 5–10% chybné měření. Jedná se o údaje o 8–12 tepů·min⁻¹ nižší, než ve skutečnosti jsou (Neumann et al., 2005).

Přesnější metodou je použití monitorů srdeční frekvence (sporttesterů). Jedná se o měřiče, které umožňují sledovat a zaznamenávat hladinu SF v průběhu zatížení. Dle Bensona a Connollyho (2012) jde o stroj na okamžitou zpětnou vazbu. Informuje o tom, jak moc člověk trénuje, jestli je dostatečná míra zotavení a nejedná se o přetrénování nebo zda tělo reaguje dobře na daný tréninkový program. Sporttester se skládá ze dvou částí, a to z přijímače (hodinky) a vysílače. Hodinky jsou nošeny běžně na zápěstí, kdy se údaje v nich ukládají. Vysílač je umístěn v malém pouzdře a ten je upevněn na hrudníku v blízkosti srdce. Sport-testery fungují vhodně například pro řízení zátěže (při nedodržení určitého pásma zazní zvuková signalizace), následovného převodu informací a samotném zpracování v PC. Výhodou sport-testerů je to, že pracují s velkou přesností a že dokážou sledovat SF během zatížení. Hodnoty se tedy nemusí zjišťovat pohmatem (Čechovská et al., 2012). Prostřednictvím sledování SF, avšak s vhodným sporttesterem a kvalitním softwarem na zpracování všech dat, je možné získat mnoho informací. Může se jednat o správné zvolení intenzity cvičení pro rozvoj aerobního i anaerobního systému a správné určení množství času stráveného v jednotlivých tréninkových pásmech. Také zde patří potřebný čas odpočinku při intervalovém tréninku nebo mezi jednotlivými tréninkovými jednotkami. SF napoví, pokud se objeví známky hrozícího přetrénování, přehřátí či vyčerpání zásobních látek. Závodní strategii na delších tratích je možné pomocí naměřené SF předem naplánovat (Benson & Connolly, 2012).

2.6 Spotřeba kyslíku

Spotřeba kyslíku je charakterizována jako souhrn úrovně zevního a vnitřního (tkáňového) dýchání, včetně transportu (Pavliš et al., 2009). VO_2 představuje součin minutové ventilace a procentuálního využití kyslíku (rozdíl mezi vdechem a výdechem) s ohledem na faktory prostředí a výdej CO_2 .

V klidovém stavu je spotřeba kyslíku okolo $0,3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ a v maximu od 3 do $6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Často se spotřeba kyslíku, především maximální uvádí v přepočtu na kilogram tělesné hmotnosti ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), (Jansa et al., 2009). Populační hodnoty maxima u spotřeby kyslíku jsou u žen okolo $35 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ a u mužů až $45 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Když je jedinec trénovaný, jeho nejvyšší hodnotou je až $80 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (Dovalil et al, 2012). Při aerobním cvičení se VO_2 a také SF zvyšují podle intenzity zatížení (Benson & Connolly, 2012).

2.6.1 Maximální spotřeba kyslíku

Maximální spotřeba kyslíku ($VO_2\text{max}$) udává obecnou zdatnost. Benson a Connolly (2012) ji charakterizují jako největší množství kyslíku, které je jedinec schopný spotřebovat. Představuje jeden z hlavních ukazatelů úrovně trénovanosti, předpoklad zvládnutí náročného a objemného tréninkového zatížení a schopnost rychlého zotavení. Nejvyšších hodnot dosahují děti a s věkem hodnoty klesají.

Rozlišuje se maximální aerobní výkon, který determinuje aktuální hodnota $VO_2\text{max}$ a aerobní kapacita. Ta je označována jako čas, po který je plavec schopen udržet nejvyšší hodnotu VO_2 (Pavliš et al., 2009). Jansa et al. (2009) poukazují na anaerobní práh, jakožto nepřímý ukazatel aerobní kapacity. „Anaerobní práh je charakterizován jako úroveň nejvyššího setrvalého stavu, ve kterém ještě nedochází k narušení rovnováhy mezi tvorbou a odbouráváním laktátu nebo nedochází k nelineárnímu vzestupu ventilace v závislosti na intenzitě zatížení“ (Jansa et al., 2009, 116).

2.7 Energetické krytí

V plavání existují tři hlavní oblasti tréninku, které souvisí s energetickými systémy. Těmi jsou aerobní, anaerobní a alaktátový systém. Tréninkové zóny jsou založeny na existenci několika cest k obnovení energie ve svalových buňkách. Hlavní obnovování energie je díky využití kreatinfosfátu - anaerobní metabolismus. Poté metabolismus s anaerobním využitím glykolýzy a aerobní metabolismus. Jde o proces skladování a uvolňování energie, kterou tělo potřebuje a je skladována v různých formách. Metabolismus zajistí jejich přeměnu na energii využitelnou k práci.

V každém okamžiku se na tvorbě energie podílí několik pochodů, ale podle doby trvání a intenzity zatížení určitý převažuje. Dle těchto dvou kritérií je zátěž rozdělena do různých pásem a energie vzniká z několika zdrojů (adenosintrifosfát, kreatinfosfát, glykogen, tuky, bílkoviny). Například během dlouhotrvajícího plavání s nízkou intenzitou je energie obnovována aerobně pomocí kyslíku. Tento způsob je pomalejší, ale účinnější, než anaerobní (bez využití kyslíku). Rozdílné plavecké disciplíny vyžadují trénink odlišných energetických systémů.

Příprava plavců na závod vyžaduje vyhodnocení individuálních intenzit plavání v každém energetickém systému. Adapte na stejnou intenzitu plavání závisí na plavcově

okamžité fyzické kondici, typu svalových vláken či tréninkové historii. Z tohoto důvodu je vhodné plavce během sezóny testovat a zvolit tak vhodnou intenzitu plavání (Lynn, 2008).

2.7.1 Energetické systémy

Adenosintrifosfát (ATP) je jediným zdrojem chemické energie v těle. Výkon plavce je závislý na rychlosti obnovy ATP pomocí kreatinfosfátu (CP), glykogenu, tuků a bílkovin. Svalové buňky obsahují volný ATP, který se přemění na adenosindifosfát (ADP) a uvolní energii během prvních pár sekund práce. Přeměna ATP na ADP uvolní energii a kyselinu fosforečnou (zvyšuje kyselé prostředí ve svalech). Díky různým reakcím jsou využity další zásoby energie k recyklaci ADP zpět na ATP. U plavců závisí na rychlosti obnovy ATP.

Existují tři hlavní energetické systémy, kterými jsou ATP-CP systém, systém anaerobní glykolýzy a aerobní systém (Lynn, 2008). Během určité intenzity cvičení vždy převažuje jeden ze systémů, přičemž další dva pracují, avšak podstatně méně. Každý ze systémů je spjat se základními živinami - sacharidy, tuky a bílkoviny. ATP-CP systém je založen na ATP uloženém ve svaly, jehož zásoby se musí okamžitě po výkonu doplnit díky aerobnímu metabolismu. Aerobní systém využívá tuky, sacharidy a bílkoviny jako energetický zdroj. Anaerobní glykolýza sacharidy (Benson & Connolly, 2012).

2.7.1.1 ATP-CP systém

ATP-CP systém, tedy systém adenosintrifosfát-kreatinfosfátový, alaktátový. Jde o vysokoenergetický systém, který je velice výkonný, jelikož dokáže dodat velké množství energie v krátkém čase (Benson & Connolly, 2012). Metabolismus CP je proces obnovy ATP z CP, který je skladován ve svalových buňkách a rychle obnovuje ATP z ADP. Po 10 až 15 s vysoce intenzivní činnosti se rychlost obnovy ATP z CP zpomalí. CP má vysoký výkon, ale nízkou kapacitu a efektivitu. Proto tréninkové série vytvořené k podpoře CP metabolismu představují krátké sprinty (do 25 m) s maximální nebo téměř maximální intenzitou (Lynn, 2008). ATP-CP systém je ale však hlavním energetickým systémem, který se používá v prvních sekundách fyzické zátěže, ať jde o jakoukoliv intenzitu (Benson & Connolly, 2012). Pavliš et al. (2009) poukazuje na dostatečnou délku odpočinku, která je potřebná k obnově CP. Když není odpočinek dostatečný, nejsou ani zásoby CP při dalším zatížení v této zóně k dispozici. Odpočinek mezi výkony by měl být až 80 s. Během výkonu

v tomto energetickém pásmu je docela bezvýznamné měřit SF, jelikož je výkon poměrně krátký a odpověď tepové frekvence je zpožděna (Benson & Connolly, 2012).

2.7.1.2 Systém anaerobní glykolýzy

Anaerobní metabolismus, též nazývaný glykolytický nebo laktátový, je způsob obnovy ATP z glykogenu bez přítomnosti kyslíku. Glykogen je uložen ve svalových buňkách a i když pomaleji než CP, obnovuje ATP. Tento metabolismus je hlavní energetický systém pro zátěž trvající 30 s až 2 min (Lynn, 2008). Benson a Connolly (2012) však tvrdí, že se systém aktivuje při zátěži s maximálním úsilím již od 15 do 90 s práce. Tento proces je složený ze dvou fází - anaerobní a aerobní. První fáze anaerobní uvolňuje energii rychle, avšak druhá fáze recykluje ATP pomaleji. Když se systém anaerobní glykolýzy stává hlavním zdrojem energie, najednou začne jak rychlost pohybu, tak svalová síla klesat. Rozdíl je asi 35 % oproti prvním pěti sekundám výkonu (Maglischo, 2003). Ke štěpení, jak už bylo zmíněno, jsou zapotřebí sacharidy, což má však za následek tvorbu laktátu. K té dochází vždy při nedostatečném přísunu kyslíku, nebo pokud je energie produkovaná rychle (Benson & Connolly, 2012). Během anaerobní glykolýzy se vždy uvolňují vodíkové ionty a formuje se pyruvát. Tyto substance jsou za dostatečného přísunu kyslíku metabolizovány v aerobní fázi glykolýzy. Pokud není dostatek kyslíku, část těchto substancí formuje kyselinu mléčnou. Ta způsobí, že se ve svalech sníží pH a zvýší se acidita neboli kyselost svalové buňky. Při nahromadění laktátu vznikne ve svalu tzv. acidóza, která je příčinou únavy u výkonu delšího než 20–30 s. Snížení pH ve svalech má za následek ztrátu rychlosti z důvodu stimulace receptorů bolesti a pohybové diskoordinace. Dalším důvodem je pokles pH na hodnotu 6,4 až 6,8, což způsobí menší tvorbu ATP a nižší aktivitu ATPázy, která může být nižší až o 25 %. Když je pH nižší než 6,4, anaerobní metabolismus přestává pracovat a zastavuje se jeho aktivita (Maglischo, 2003). Anaerobní metabolismus má vysoký výkon, avšak střední kapacitu s nízkou efektivitou.

2.7.1.3 Aerobní systém

Pokud jsou úseky delší, převažuje aerobní metabolismus. Ten funguje jako zásobitel energie u výkonů, které trvají nad 10 minut. Primárním zdrojem energie je svalový glykogen, který je po zahájení svalové práce konvertován na glukózu. Glukóza je v případě potřeby

vyplavována k pracující svalové tkáni (Neuls et al., 2013). Dalším zdrojem je tuk, který se začíná štěpit kolem 12. minuty výkonu. Jedná se o aerobní glykolýzu a lipolýzu (Pavliš et al., 2009). Pokud je dostatek kyslíku, pyruvát a vodíkové ionty, které byly hlavními substancemi při anaerobní glykolýze, vstupují do aerobní fáze pro vznik další energie k obnově ATP. Tento systém neprodukuje žádné konečné metabolity, které způsobují unavenost. Jediným produktem je oxid uhličitý a voda. Čím více je kyslíku, tím je větší množství pyruvátu a vodíkových iontů oxidováno. To má za následek pokles koncentrace kyseliny mléčné (Maglischo, 2003). Aerobní metabolismus má nízký výkon, vysokou kapacitu a především vysokou efektivitu (Lynn, 2008). Spaluje především tuky, což vyžaduje více času (Benson & Connolly, 2012).

2.8 Laktát a jeho analýza

Laktát má v dnešní době a především v oblasti sportovního života velký význam. Díky množství laktátu v krvi se může stanovit způsob energetického krytí během zatížení. Prostřednictvím SF a výkonné či rychlostní zátěže sportovce se dá určit vhodné tréninkové pásmo. Koncentrace laktátu v krvi společně se srdeční frekvencí přesně informují o kvalitě tréninku v určitých pásmech (Soumar, Soulek, & Kučera, 2000).

Laktát neboli sůl kyseliny mléčné je výborný zdroj energie pro méně zatížené svaly, srdce, ledviny či játra. Samotná tvorba laktátu je ovlivněna intenzitou zatížení, trénovaností, typem zapojených svalových vláken a distribucí svalového výkonu mezi jednotlivé svalové skupiny (Pozdíšek, 2007). Laktát není pouze produktem kosterních svalů, ale představuje metabolit, který vzniká vždy při tvorbě energie anaerobní glykolýzou (Bielik, Aneščík, Pelikánová, & Petrovič, 2006). Konečným produktem anaerobní glykolýzy je kyselina mléčná, která je výrazně nestabilní a ihned se z 99 % štěpí na vodíkový kationt $[H^+]$ a sůl kyseliny mléčné neboli laktát. Již v klidném stavu ale svaly uvolňují laktát, který se v základním množství udržuje v krvi. Svaly ho zpětně v malém množství spotřebovávají (Bielik, 2006).

Obsah laktátu v krvi je velmi důležitým parametrem. Je měřen v milimolech laktátu na litr krve ($mmol \cdot l^{-1}$). Každý sportovec dosahuje individuálních hodnot, které činí u klidové hladiny laktátu v krvi 0,9 až 2,9 $mmol \cdot l^{-1}$ (Benson & Connolly, 2012). Janssen (2001) je podobného názoru a říká, že bazální hladina laktátu je asi 1 až 2 $mmol \cdot l^{-1}$. Maximální hladina se nachází v rozmezí od 11 do 12 $mmol \cdot l^{-1}$, ale také může dosáhnout hodnoty až 16 až 17

$\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Benson & Connolly, 2012). Rozi, Thanopoulos, & Dopsaj (2010) zjistili, že se hladina laktátu v krvi může zvýšit při maximálním úsilí na 10 - 20 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. S tímto tvrzením se ztotožňuje také Maglischo (2003). Sprinteři mají obsah kyseliny mléčné spíše u horních hranic a vytrvalostní plavci naopak u nižších hranic (Neuls et al., 2013). Pravidelné vysoké hodnoty laktátu mohou zhoršit aerobní vytrvalostní schopnosti. Z tohoto důvodu by měli být sportovci opatrní s počty intenzivních zátěží, které podstoupí v určitém časovém období.

2.8.1 Proces vzniku laktátu v těle

Při mírné zátěži pracuje tělo aerobně, tedy za přístupu kyslíku. Na reakci se podílí svalový glykogen (při práci je konvertován na glukózu) a zároveň i tuky. Pokud je intenzita zatížení již ve stavu, že neaktivnější svaly rozkládají glukózu v takové míře, že procesy, které pracují za přístupu kyslíku, již nemají dostatečnou kapacitu pro zpracování pyruvátu (produkt rozkladu glukózy), pak dojde k tomu, že se část pyruvátu přemění v laktát. Laktát je poté uvolněn z aktivních svalů do krve, či okolní tkáňové tekutiny a je metabolizován méně aktivními svaly (Pozdíšek, 2007).

Mezi orgány, které odbourávají laktát, patří játra (50 %), již zmíněné nezatěžované svalstvo (30 %) a také srdce s ledvinami (10 %). Čím rychleji je laktát odbouráván, tím vyšší je sportovní výkonnost. Zpravidla trénovaný jedinec odbourá po minutovém odpočinku 0,5 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a netrénovaný jedinec 0,3 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Neumann et al., 2005). Čím více laktátu se vytvoří ve svalu a čím méně laktátu je v krvi, potom je přesun ze svalu do krve rychlejší. Jedná se o první mírný nárůst hladiny laktátu v krvi a tomuto ději se říká aerobní práh. Při déle trvajícím, především aerobním zatížení, se laktát vytváří průběžně v rychlých svalových vláknech a přechází do sousedních pomalých vláken, případně se vyplavuje do krve. Laktát se nenachází pouze v krevní plazmě, avšak i v červených krvinkách. Když přejde do červených krvinek, sníží se množství v plazmě, což umožní další uvolnění molekul laktátu ze svalu do krve (Bielik et al., 2006).

2.8.2 Laktátový práh

Benson a Connolly (2012) říká, že je však potřeba znát laktátový práh (dále LP), který je u každého jedince jiný. LP je podle něj definován jako intenzita cvičení, při které začíná rapidně narůstat koncentrace laktátu v krvi. Tudíž hodnoty, které jsou považovány za standardizované ($LP = 4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) nejsou úplně tak přesné. Wilmore a Costill (2004) laktátový práh definují jako bod, ve kterém se začíná hromadit krevní laktát nad klidové hodnoty během zvyšující se intenzity cvičení. Hodnota laktátového prahu by měla být stanovena společně pomocí dalších fyziologických ukazatelů, kterými jsou ventilace a objem vydechovaného oxidu uhličitého (Benson & Connolly 2012).

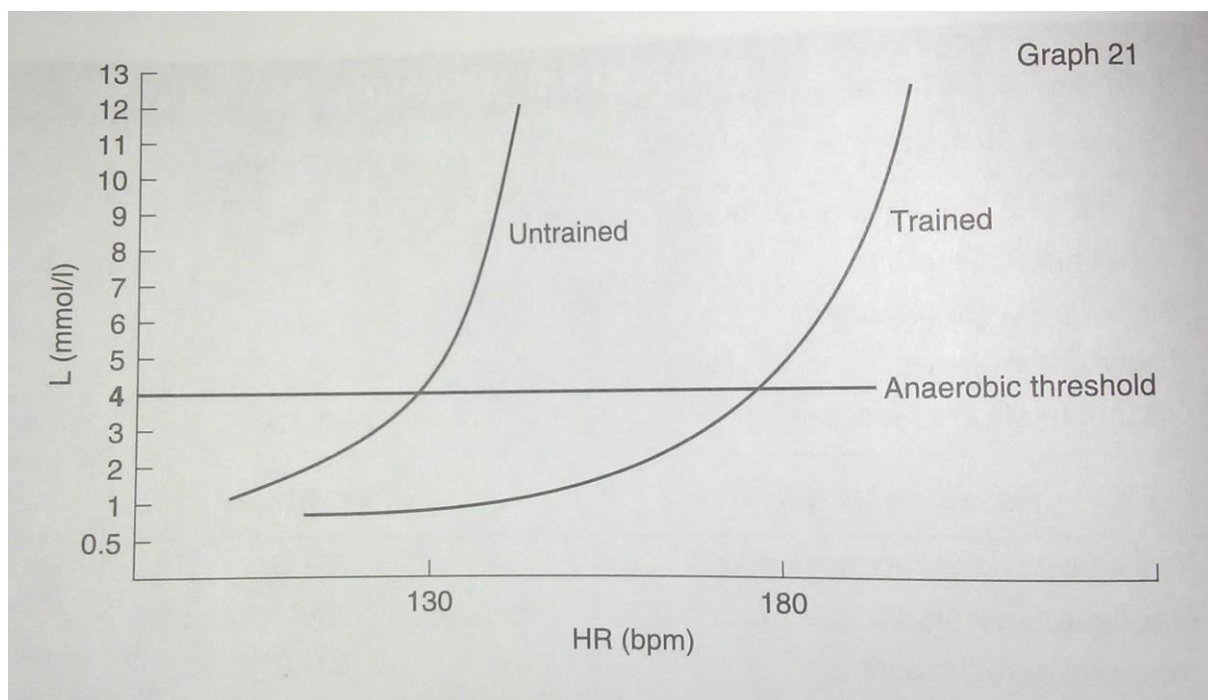
2.8.3 Laktátová křivka

Pracovní zátěž intenzity potřebné pro různá cvičení může být určena pomocí laktátové křivky. Jedná se o graf, který zaznamenává na svislé ose hladinu laktátu ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) a na vodorovné ose rychlost pohybu, velikost zátěže nebo tepovou frekvenci (Soumar et al., 2000).

Obrázek 1 zobrazuje vztah mezi hladinou krevního laktátu a srdeční frekvencí. Levá křivka znázorňuje netrénovaného jedince, který již při SF $130 \text{ tepů}\cdot\text{min}^{-1}$ dosahuje hladiny krevního laktátu $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Pravá křivka poukazuje na zlepšení trénovanosti jedince po určité době tréninku. Neboť poté se jedinec dostane na tutéž hodnotu laktátu, avšak při vyšší SF, která dosahuje až $180 \text{ tepů}\cdot\text{min}^{-1}$. Intenzita zatížení, korespondující s hladinou laktátu $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, je nazývána anaerobním prahem (Janssen, 2001). Křivka mění tvar v závislosti na stavu trénovanosti jedince. Vyšší úroveň trénovanosti posune křivku vpravo a níž. Pomocí laktátové křivky se mohou posoudit dvě hodnoty, kterými jsou aerobní a anaerobní práh (Soumar et al., 2000).

Obyčejně je uvedena pro aerobní práh hodnota $1\text{--}2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a u anaerobního prahu jsou to hodnoty $3\text{--}7 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Pozdíšek, 2007). Pro mnoho sportovců je to hodnota okolo $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, ale mohou to být hodnoty nižší od 2 do 3 nebo vyšší od 6 do $8 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Janssen, 2001). Kovářová (2010) je toho názoru, že se hodnota prahu převážně anaerobního krytí pohybuje mezi $7\text{--}12 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Hodnoty jsou však individuální, jelikož u kvalitních vytrvalců jsou hodnoty podstatně nižší, kdežto sprinteři mají naměřené hodnoty naopak vyšší (Pozdíšek, 2007).

Při vyhodnocování laktátové křivky se musí brát ohled na věk, aktuální stav trénovanosti, ale také sportovní historii. Na základě koncentrace laktátu v krvi v poměru k výši zatížení nebo tepové frekvenci je možné ovlivnit stav trénovanosti sportovce (Soumar et al., 2000).



Vysvětlivky: Untrained - netrénovaný jedinec

Trained - trénovaný jedinec

Anaerobic threshold - anaerobní práh

HR - srdeční frekvence ($\text{tepy} \cdot \text{min}^{-1}$)

L - množství laktátu v krvi

Obrázek 1. Vztah mezi srdeční frekvencí (HR) a hladinou krevního laktátu (L), (Janssen, 2001)

2.8.4 Faktory ovlivňující hladinu laktátu v krvi

Laktát a jeho hodnota je ovlivněna mnoha faktory. Mezi nejvýznamnější patří stav únavy, tréninkový stav, psychický stav, efektivní či neefektivní pohyb, výživa, okolní prostředí (teplota vody) a vnímání samotného úkolu. V neposlední řadě hladinu laktátu ovlivňuje typ zapojeného svalového vlákna (Lynn, 2008). Rychlost plavání neboli intenzita

plavání a kyslíková spotřeba má na produkci laktátu obrovský podíl (Neuls et al, 2013). Tsalis, Fuller a Ross (2009) ve svém výzkumu přišli na to, že hladina krevního laktátu není ovlivněna záměrně sníženou dechovou frekvencí během zátěže v plavání.

3 CÍLE A ÚKOLY

3.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem bakalářské práce bylo sledovat vybrané fyziologické ukazatele u plavkyň z plaveckého oddílu SK UP Olomouc během specifikované zátěže v průběhu sezóny.

3.2 Dílčí cíle

- Zjistit reakce organismu na tréninkové zatěžování na základě naměřených hodnot SF.
- Zjistit reakce organismu na tréninkové zatěžování na základě naměřených hodnot koncentrace laktátu v krvi.
- Zjistit reakce organismu na tréninkové zatěžování pomocí zaplavaných časů u jednotlivých úseků.

3.3 Úkoly práce

- Zpracovat literární rešerši k danému tématu.
- Získat souhlas s měřením od probandů (zákonného zástupce u nezletilé) a zajistit jejich proškolení, týkající se měření.
- Zajistit sporttestery Polar S610i a laktátoměr Lactate scout.
- Realizovat samotné měření.
- Zpracovat a vyhodnotit získaná data.

3.4 Výzkumná otázka

- Jak bude reagovat organismus plavkyň z plaveckého oddílu SK UP Olomouc na specifickou zátěž v průběhu sezóny prostřednictvím naměřených hodnot srdeční frekvence, koncentrace krevního laktátu a zaplavaných časů?

4 METODIKA

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Testovanými osobami byly dvě ženy z plaveckého oddílu SK UP Olomouc. Jejich věk byl 16 a 18 let. Obě plavkyně jsou úspěšnými závodnicemi, které zdárně absolvují nejvyšší možnou soutěž v Česku, a tou je mistrovství České republiky. Proband 1 závodí v kategorii mladšího dorostu a mezi její hlavní disciplíny patří 50, 100 a 200 m prsa. Druhý proband je v kategorii staršího dorostu a její nejúspěšnější disciplíny jsou 50, 100 a 200 m volný způsob. Proband 2 se na mistrovstvích České republiky umísťoval vždy mezi třemi nejlepšími. Je členem SCM výběru 1. stupně plavání.

Tréninkový objem byl u plavkyň složen z 10 tréninkových jednotek týdně, které trvaly 90 minut. Kilometráž a typy tréninkových jednotek jsou popsány v příloze 1–5.

4.2 Popis vlastního výzkumu

Několik měsíců před začátkem výzkumu, jsme s vedoucím práce Mgr. Dušanem Viktorjenikem, Ph.D., zároveň současným trenérem plaveckého oddílu SK UP Olomouc, oslovili dívky a u nezletilých také rodiče. Bylo jim vysvětleno, v čem bude výzkum spočívat a také popsán celý průběh měření a organizace. Abychom mohli výzkum zahájit, byl nutný písemný souhlas zákonného zástupce (u nezletilých) a obou probandů (viz příloha 6).

Měření proběhla v průběhu tréninkové jednotky na Plaveckém stadionu v Olomouci, kde dívky každý den trénují. Krytý bazén má rozměry 50x20 metrů s maximální hloubkou na jedné ze stran 5 metrů. Teplota vody i vzduchu byla při obou měření stejná, a to 27,1 °C teplota vody a teplota vzduchu 27,4 °C.

První fáze měření byla uskutečněna 17. září 2013, což ze stránky sportovního tréninku odpovídalo prvnímu rozvíjecímu bloku v přípravném období. Druhá fáze měření byla provedena o pět týdnů později, 22. října 2013, kdy již měli oba probandi po přípravném tréninkovém období. Obě testování proběhla v úterý, tudíž v pondělí ani o víkendu nebyly zařazeny žádné fyzicky náročné aktivity, ani těžký trénink.

Výzkumnou část předcházelo v tréninkové jednotce důkladné rozehřátí a rozplavání. Před oběma měřeními se děvčata rozplavala specifikovanými úseky, které byly následující: 600 m libovolné rozplavání, 200 m polohový závod, 200 m volný způsob - nohy, 200 m

volný způsob - paže, 8x50 m volný způsob se stupňovanou intenzitou zatížení a 200 m vyplavat. Dále už se plavala série volným způsobem, na které se výzkum prováděl. Měřená série byla následující: 8x100 m volný způsob na maximum (start v 1 min 40 s). Jelikož se jedná o volný způsob, zvoleným způsobem byl „kraul“. Po dokončení všech osmi měřených úseků a změření hodnot laktátu v krvi společně se srdeční frekvencí následovalo 100m vyplavání. Vzorek laktátu byl děvčatům odebrán před samotným měřením, ihned po skončení série a poté po 3 a 6 minutách od ukončení výzkumného šetření. Mezi těmito časovými intervaly bylo opět 100 m k vyplavání. K analýze laktátového vzorku jsme použili přenosný laktátový analyzátor Lactate scout. SF byla měřena po každém dílčím úseku pomocí sporttesteru Polar S610i.

4.3 Metody výzkumu a vyhodnocení dat

SF a hladina laktátu v krvi byla měřena u dvou probandů během specifikované zátěže. K záznamu SF byl použit sporttester Polar S610i. Sporttester je složen z přijímače (hodinek) a vysílače (malé pouzdro uložené v elastickém pásu). Pás byl probandům připevněn kolem hrudníku v blízkosti srdce (Čechovská et al., 2012). U dívek se jednalo o oblast pod prsy, kdy byl sporttester schován zároveň pod plavkami, aby nedocházelo k jeho posunu.

Při vyhodnocování byla použita pouze ta data, která byla naměřena během odpočinku, tudíž hodnoty SF po zátěži. Měřily se na konci každého testovaného úseku a také po 3 a 6 min od ukončení výkonu. Všechny hodnoty, které se zobrazily na přijímači (hodinkách), byly ihned zapsány do zápisového listu a později zpracovány v programu Microsoft Excel 2007 do přehledného grafického znázornění. Jeho prostřednictvím byl přesně zobrazen průběh SF a reakce organismu na specifikovanou zátěž.

Důležitým parametrem, který byl pomocí sporttesteru sledován, byla SF. V bakalářské práci se však také pracuje se SF_{max} , na jejímž základě je odvozeno mnoho výsledků týkajících se právě SF. Hodnoty SF_{max} jsme u obou probandů získali pomocí výsledků ze zátěžového testu, který dívky podstoupily na začátku sezóny u sportovního lékaře ve Fakultní nemocnici Olomouc na klinice tělovýchovného lékařství a kardiovaskulární rehabilitace. Test, který byl vykonán, byl do „vita maxima“. Jelikož však není prováděn ve vodním prostředí, rozhodli jsme se dle studie Juráka et al. (2012) odečíst od skutečné SF_{max} průměrných $10 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ (6 až $15 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$). Výpočtem jsme získali orientační SF_{max} obou probandů ve vodním prostředí. Je však třeba zmínit studii Laughlina (1994). Autor tvrdí, že u závodních plavců

nedochází z hlediska výborného zvládnutí techniky plaveckých způsobů ke změně SF_{max} ve vodním prostředí v porovnání s měřením „na suchu“.

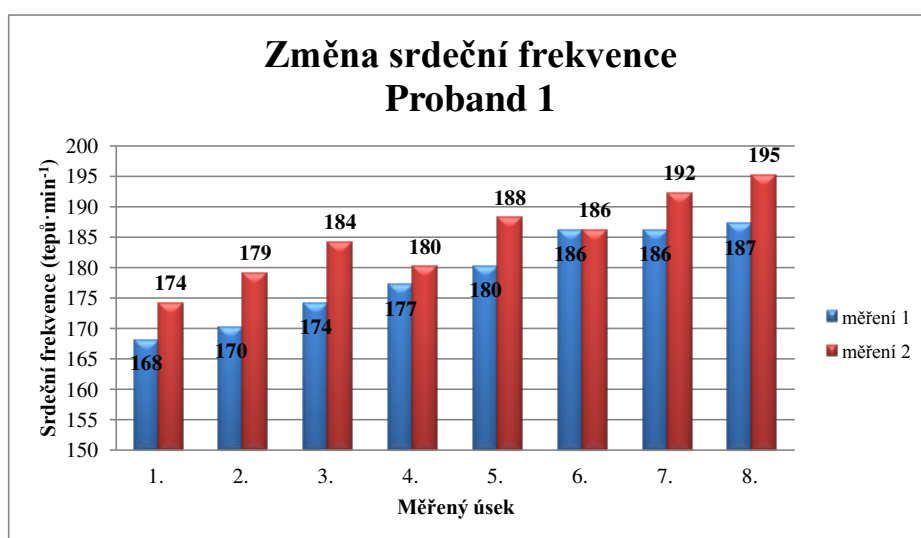
Dalším fyziologickým parametrem, který byl zkoumán, je hladina laktátu v krvi. Laktát byl odebrán před zátěží, ihned po zátěži a v intervalu 3 a 6 min od dokončení vlastního měření. To vše za přítomnosti lékaře. K analýze laktátu byl použit přenosný laktátoměr Lactate Scout. Ten funguje na principu enzymaticko-amperometrické metody, pomocí které dochází k detekci laktátu v kapilární krvi. Poté je vzorek laktátu oxidován enzymem, tzv. laktát oxidázou a během reakce, která je redoxní, jsou elektrony přenášeny mediátorem k pracovní elektrodě. Koncentrace laktátu ve vzorku je shodná s výsledným proudem. Lactate Scout vyžaduje vzorek krve 5 μ L a analýza vzorku je na displeji laktátoměru zobrazena do 15 s (Tanner, Fuller, & Ross, 2010). Vzorek se odebíral na špičce ukazováku, který byl předem důkladně vyčištěn vatovým tampónem. Při vymačkávání krve z již „poraněného místa“, dochází k mísení s tekutinou z mezibuněčného prostoru, což může ovlivnit hladinu laktátu v krvi. Proto se při opakovaném měření koncentrace laktátu v krvi odebírá vzorek pomocí nového vpichu (Bielik et al., 2006).

Naměřené hodnoty laktátu byly zaznamenány do formuláře a následně graficky vyhodnoceny.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Reakce organismu na základě naměřených hodnot SF

Během výzkumu byla jedním z hlavních ukazatelů reakce organismu na specifikovanou zátěž SF. Abychom mohli porovnávat probandovu trénovanost, bylo potřeba znát SF_{max} . Proband 1 měl orientační SF_{max} 195 $\text{tepů}\cdot\text{min}^{-1}$ (190–199 $\text{tepů}\cdot\text{min}^{-1}$). Proband 2 byl schopen dosáhnout vyšší SF_{max} , která přibližně odpovídala 200 $\text{tepů}\cdot\text{min}^{-1}$ (195–204 $\text{tepů}\cdot\text{min}^{-1}$).

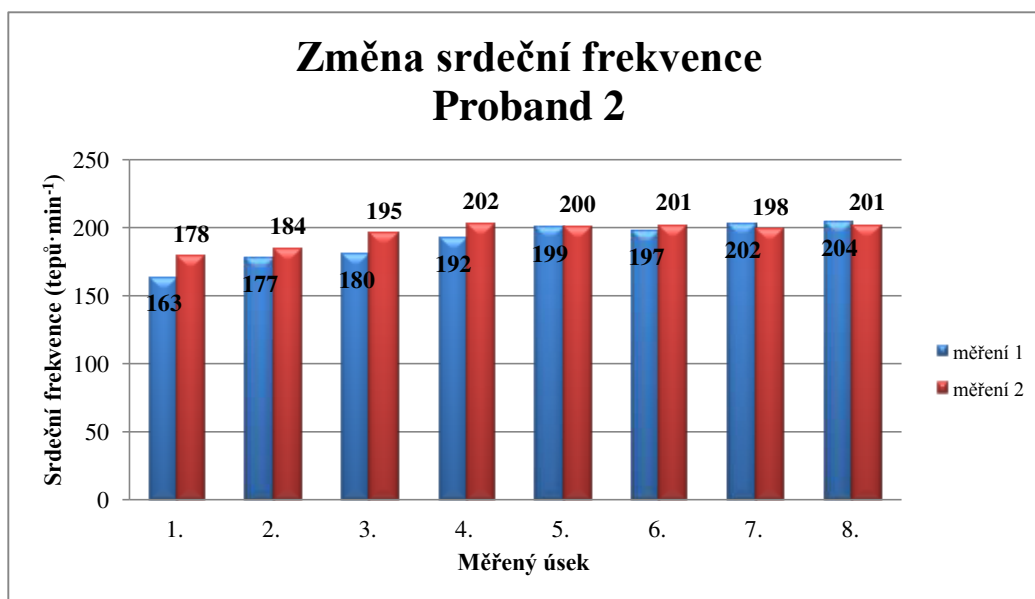


Obrázek 2. Změna SF při obou měřeních u probanda 1

Z grafu (Obrázek 2) lze vyčíst, že měl proband 1 značný nárůst SF při druhém měření ve srovnání s prvním. Jeho hodnoty při prvním měření dosahovaly 86 až 96 % (168–187 $\text{tepů}\cdot\text{min}^{-1}$) z SF_{max} . V průměru šlo o 91,6 %, čemuž odpovídala SF 178,5 ± 7 $\text{tepů}\cdot\text{min}^{-1}$. Při druhém testování stoupla SF dokonce na hranici maxima a v průměru se jednalo o hodnoty 94,8 % z SF_{max} . Tato hranice odpovídá 184,8 ± 6,53 $\text{tepy}\cdot\text{min}^{-1}$.

Podle Bompý (1999) a Dovalila et al. (2012) šlo v obou případech o provedení výkonů v submaximální až maximální intenzitě zatížení, jelikož se proband pohyboval v zóně od 80–90 a 90–100 % z SF_{max} . Olšák (1997) tyto zóny definuje jako aerobně-anaerobní (80–90 % z SF_{max}) a zónu nad anaerobním prahem (90–100 % z SF_{max}).

Na základě výpočtů z Karvonenova vzorce má proband pro jednotlivý typ zatížení stanovenou předběžnou SF. U probanda 1 jsou vypočtené hodnoty následující: 60 % z $SF_{max} = 141 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$, 70 % z $SF_{max} = 154 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$, 80 % z $SF_{max} = 168 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$, 90 % z $SF_{max} = 181 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$. Pomocí těchto předem zjištěných individuálních hodnot bylo tedy možné sledovat, v jakých zónách se plavec nacházel.



Obrázek 3. Změna SF při obou měřeních u probanda 2

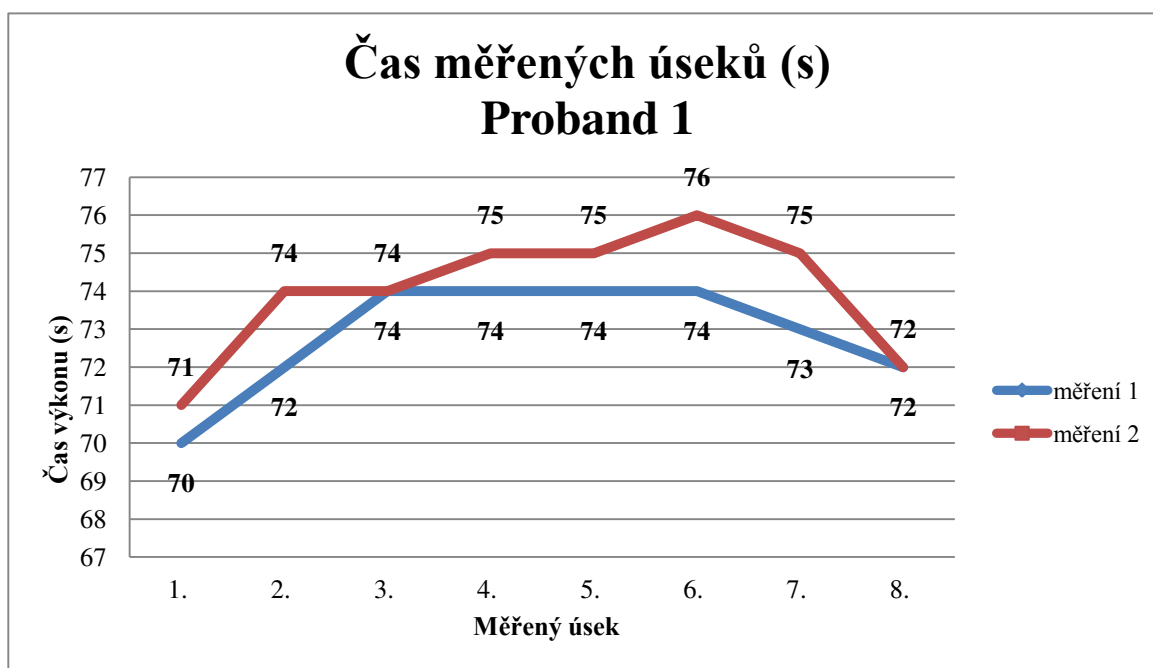
Proband 2 má svou SF_{max} obecně vyšší, pohybuje se okolo $200 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$. Z tohoto důvodu již jeho výsledky při prvním měření dosahovaly vysokých hodnot, které se dokonce rovnaly maximální hodnotě SF (Obrázek 3). Při prvním testování se jednalo o 82 až 100 % ($163\text{--}204 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$) ze SF_{max} , přičemž v průměru šlo o 94,2 % SF_{max} , tedy $189,2 \pm 13,54 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$. Během druhého měření se SF zvýšila, podobně jako u probanda 1. V průběhu druhého měření dosahovaly hodnoty SF téměř maximálních hodnot. V rozmezí šlo o 89 až 100 % ($178\text{--}201 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$) z SF_{max} . Průměrná hodnota byla $194,9 \pm 8,40 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$, která se rovnala 97,2 % SF_{max} .

Proband 2 také dosáhl svých maximálních hodnot, co se týče intenzity zatížení, neboť průměrná hodnota dosažené SF byla vyšší jak 90 % ze SF_{max} (Bompa, 1999; Dovalil et al., 2012). Dle Olšáka (1997) se opět nacházel v zóně zatížení nad anaerobním prahem.

Dle Karvonena vzorce měl proband 2 pro jednotlivý typ zatížení předběžně vypočtenou SF, která měla následující hodnoty: 60 % z $SF_{max} = 145 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$, 70 % z $SF_{max} = 159 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$, 80 % z $SF_{max} = 172 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ a 90 % z $SF_{max} = 186 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$. Tudiž bylo opět možné sledovat, v jakém tréninkovém zatížení se proband dle své SF nacházel.

5.2 Reakce organismu na základě naměřených časů jednotlivých úseků

Dalším významným faktorem, podle kterého jsme se ve výsledcích orientovali, byly časy jednotlivých měřených úseků. Test se plaval jako série 8x100 m kral v intervalu 1 min 40 s.

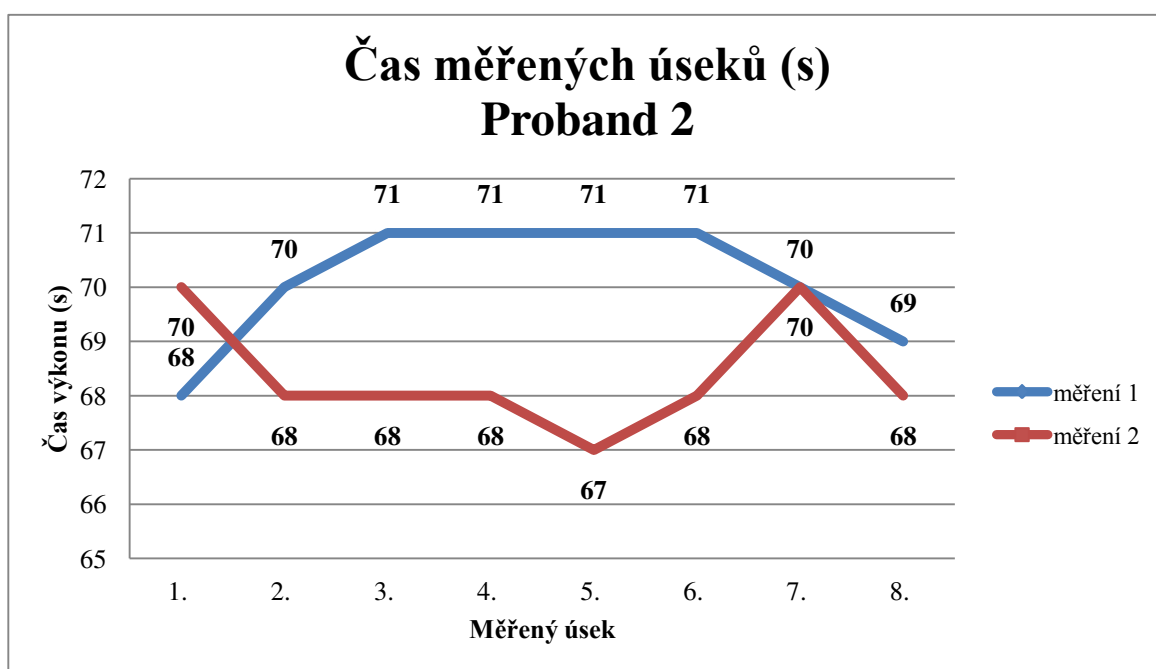


Obrázek 4. Časy jednotlivých úseků při prvním a druhém měření u probanda 1

Proband 1 měl výrazně lepší časy při prvním testování. Průměrný čas, za který zaplavoval 100 m během prvního měření, byl $72,88 \pm 1,36$ s. Druhé měření dopadlo hůře, což se projevilo na časech jednotlivých výkonů. Průměrně proband plaval 100 m za $74 \pm 1,58$ s. V porovnání s prvním měřením je zde zhoršení o 1,13 s. Časy jednotlivých úseků jsou graficky znázorněny (Obrázek 4).

Podle jednotlivých výkonů a změn SF je možné říci, že trénovanost u probanda 1 klesla. Při prvním měření dosahoval časů $72,88 \pm 1,36$ s, přičemž jeho SF odpovídala průměrné

hodnotě $178,5 \pm 7 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$. Ve srovnání s prvním testováním se probandův průměrný čas u druhého testování zhoršil na $74 \pm 1,58 \text{ s}$ a průměrná SF se zvýšila na $184,8 \pm 6,53 \text{ tepy} \cdot \text{min}^{-1}$. Tudíž je zjevné, že se proband u druhého testování výkonnostně (časově) zhoršil, ale přitom vykonal mnohem větší úsilí, co se týče SF. Důvodem může být blížící se onemocnění, které má za příčinu zvýšenou SF i při nižší rychlosti plavání (Neumann et al., 2005). Mezi další důvody může patřit nedostatečné zotavení, způsobující opět vyšší SF (Janssen, 2001), ale také vynechání tréninkových jednotek během 5týdenního specifického zatížení (Příloha 1–5). Proband 1 se účastnil 78 % tréninků, kdy uplavával pouze 156 km z předem plánovaných 215,7 km. To odpovídá hodnotě 72,4 % z celku.



Obrázek 5. Časy jednotlivých úseků během prvního a druhého měření u probanda 2

Proband 2 měl výrazně lepší časy při druhém testování. Průměrný čas během prvního měření byl na 100 m volným způsobem $70,13 \pm 1,05 \text{ s}$. Druhé testování zaznamenalo značné zlepšení fyzické kondice. Průměrný čas na 100 m byl $68,38 \pm 0,99 \text{ s}$. V porovnání s prvním měřením jde o zlepšení o 1,75 s. Časy jednotlivých úseků jsou graficky znázorněny (Obrázek 5).

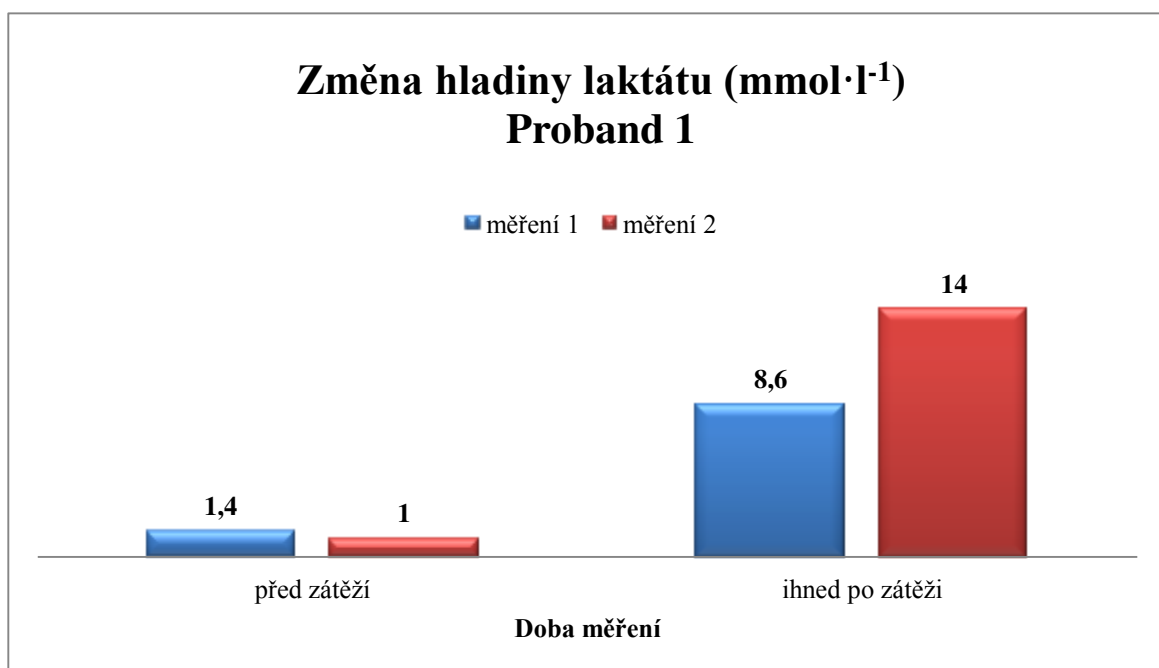
Podle naměřených časů jednotlivých úseků a změřené SF je možné říci, že se trénovanost u probanda 2 značně zlepšila. Během prvního testování dosáhl průměrného času $70,13 \pm 1,05 \text{ s}$ se SF $189,2 \pm 13,54 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$. Při druhém testování se průměrný čas zlepšil na $68,38 \pm 0,99 \text{ s}$ a s ním se SF zvýšila na $194,9 \pm 8,40 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$. Zde je tedy vidět

zlepšení, jak co se týče časů zaplavaných úseků, tak SF, která se pohybovala u téměř maximální hranice SF_{max} . Výsledek odpovídá tomu, že proband 2 musel sice vykonat větší úsilí, ale zároveň dosáhl lepších výsledků. Velkou roli na jeho zlepšení výkonů hrála docházka na tréninkových jednotkách. Ta byla 90% a proband 2 uplaval celkových 199,4 km z 215,7 km během 5týdenního specifického zatížení. Hodnota odpovídá 92,6 % z maximálního množství km.

5.3 Reakce organismu na základě naměřených hodnot koncentrace laktátu v krvi

Dalším a zároveň posledním ukazatelem výkonnosti probandů byla koncentrace laktátu v krvi. Ten byl měřen celkem čtyřikrát. Před zátěží, ihned po zátěži a poté po 3 a 6 minutách od ukončení testování.

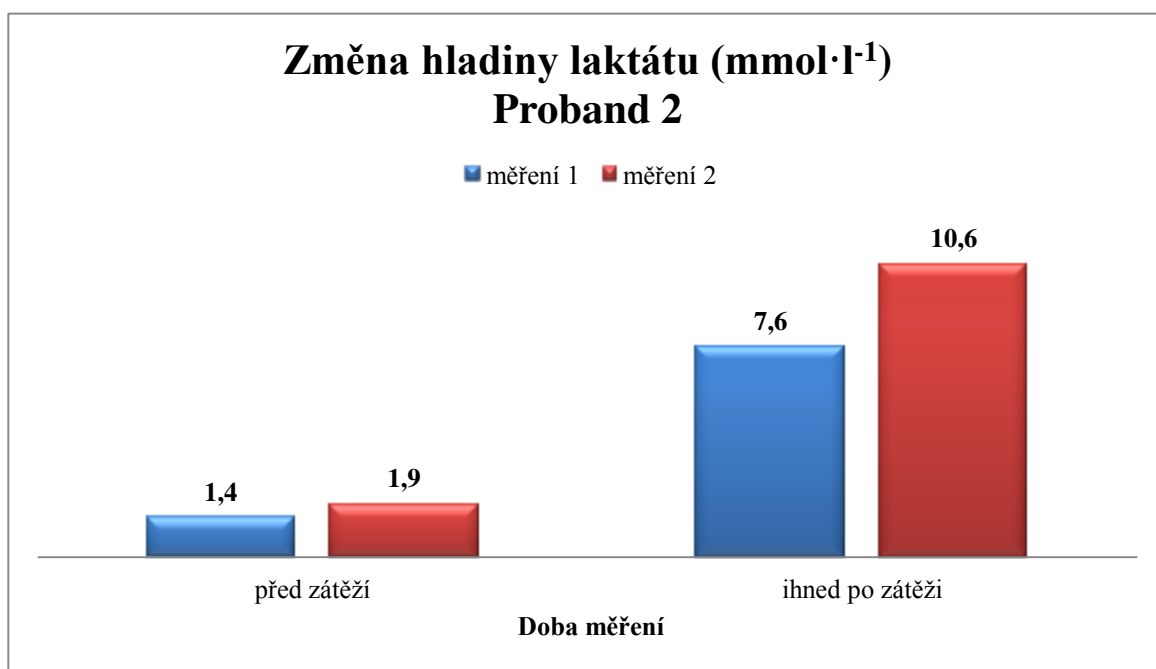
Před zátěží byla hladina laktátu v krvi měřena pouze z orientačních důvodů. Jelikož by měla být tato hodnota v rozmezí 1 až 2 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, jak uvádí literatura (Benson & Connolly, 2012; Janssen, 2001), oba probandi se s těmito hodnotami ztotožňují.



Obrázek 6. Změna hladiny koncentrace laktátu v krvi před zátěží a ihned po zátěži u probanda 1 během prvního a druhého měření

Proband 1 měl naměřenou koncentraci hladiny laktátu v krvi před prvním měřením $1,4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a před druhým měřením dokonce nižší $1 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Obrázek 6). Důležitějším údajem byla však koncentrace laktátu v krvi po zátěži. Naměřená hladina byla $8,6 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Při této hodnotě dosahovala SF $187 \text{ tepů}\cdot\text{min}^{-1}$ (95,9 % ze SF_{max}). U druhého měření stoupla koncentrace laktátu až na $14 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Přičemž během tohoto měření byla zaznamenaná hodnota SF $195 \text{ tepů}\cdot\text{min}^{-1}$ (100 % ze SF_{max}).

Z naměřených hodnot krevního laktátu a dle nastudované literatury (Janssen, 2001; Kovářová, 2010) je možné vyčíst, že proband plaval již na úrovni anaerobního krytí. Pokud by se jako důvod zhoršení výsledků bralo onemocnění, potom by se zvýšenou SF stoupla také koncentrace krevního laktátu (Neumann et al., 2005), čemuž výsledky odpovídají. Je to však jen domněnka a hlavní příčinu zhoršení je možné hledat také úplně jinde.



Obrázek 7. Změna hladiny koncentrace laktátu v krvi před zátěží a ihned po zátěží u probanda 2 během prvního a druhého měření

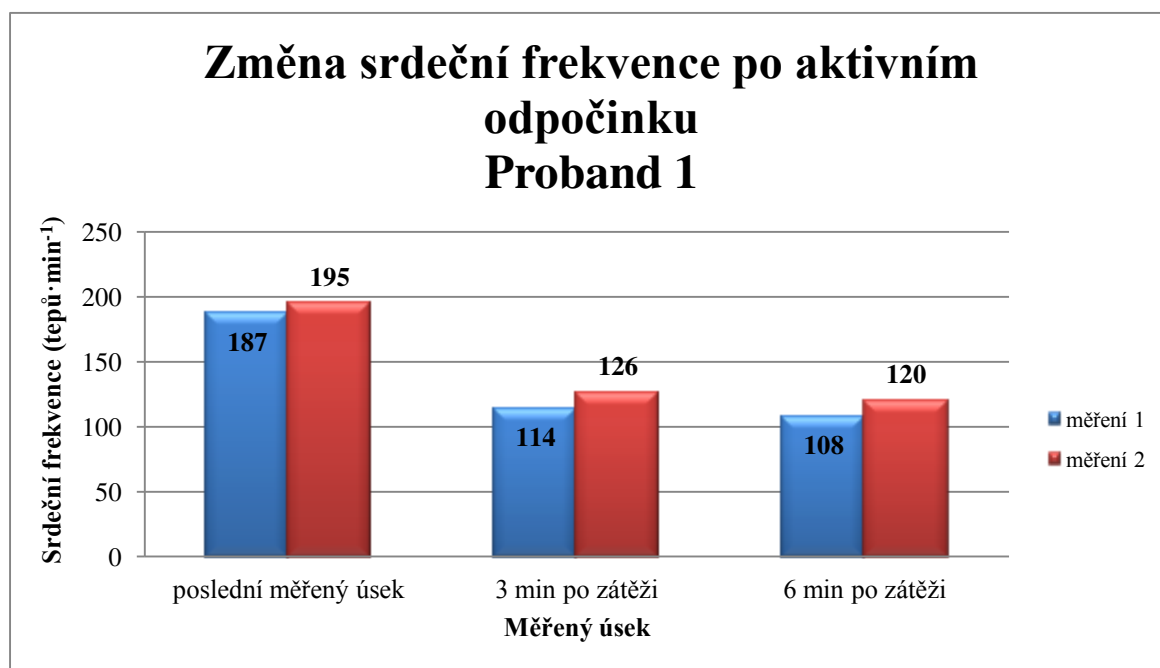
Proband 2 měl během prvního měření před zátěží koncentraci krevního laktátu $1,4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Před druhým měřením měl klidovou hladinu laktátu mírně vyšší, čemuž odpovídala hodnota $1,9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Oba naměřené parametry však odpovídají doporučeným hodnotám. Laktát naměřený ihned po zátěží během prvního testování měl hodnotu $7,6 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. SF, která byla naměřena současně s tímto údajem, byla $204 \text{ tepů}\cdot\text{min}^{-1}$ (100 % ze

SF_{max}). U druhého měření se laktát zvýšil na $10,6 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a s ním naměřená SF dosáhla $201 \text{ tepů}\cdot\text{min}^{-1}$ (100 % ze SF_{max}).

Hodnoty koncentrace krevního laktátu po zatížení u probanda 2 odpovídají taktéž anaerobnímu zatížení (Janssen, 2001; Kovářová, 2010).

5.4 Změna SF a koncentrace hladiny laktátu v krvi po aktivním odpočinku

Aktivní odpočinek byl zařazen do testovaného měření ihned po druhém měření koncentrace laktátu v krvi a SF. Tedy po celé sérii. Odpočinek byl zvolen formou volného vyplavání úseku 100 m. Doba tohoto odpočinku byla 3 minuty, kdy vzápětí následovalo další měření laktátu v krvi a SF. Poté se probandi opět 100 m volně vyplavali, čili následoval druhý aktivní odpočinek, trvající 3 minuty. Po něm se naposledy změřil pokles koncentrace laktátu v krvi i SF.

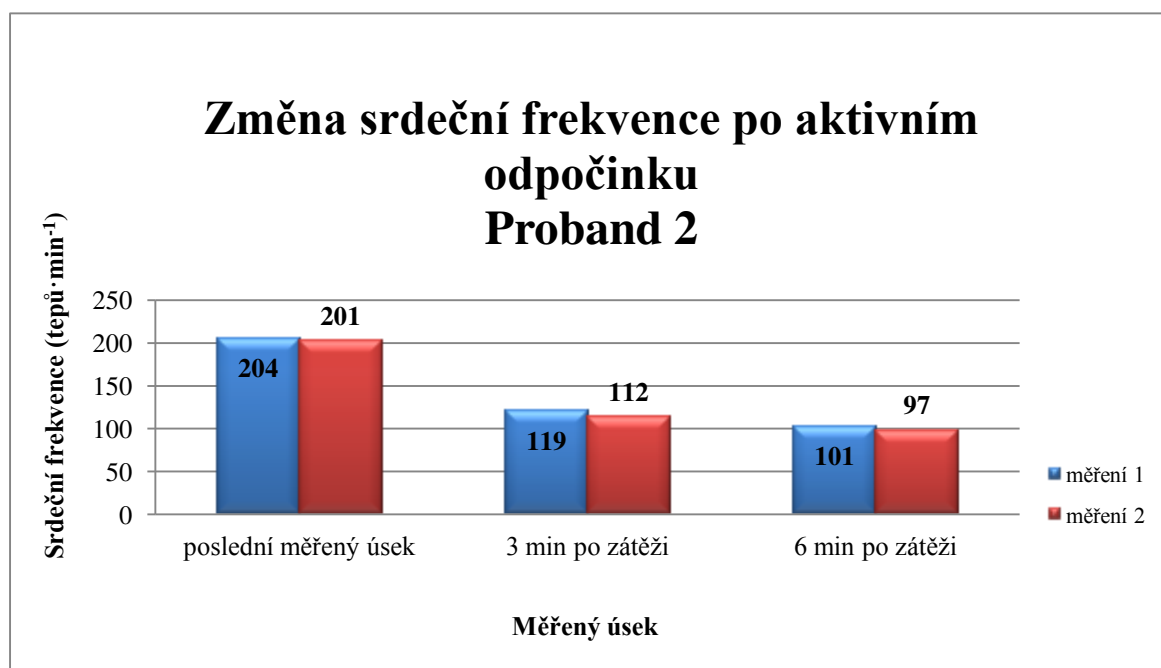


Obrázek 8. Pokles SF po aktivním odpočinku (3 a 6 min po zátěži) u probanda 1 během prvního i druhého měření

Po 3 minutách od ukončení testu klesla SF u probanda 1 při prvním testování o 39 % ($114 \text{ tepů}\cdot\text{min}^{-1}$) od posledního měřeného úseku. Po 6 minutách o 42 % ($108 \text{ tepů}\cdot\text{min}^{-1}$). Konečná hodnota SF, která byla měřena po 6minutovém odpočinku, se rovná 55 % SF_{max} .

Během druhého testování klesly hodnoty SF o 35 % ($126 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$) po 3 minutách a o 40 % ($120 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$) po 6 minutách. Poslední zaznamenaná hodnota SF odpovídá 62 % z SF_{max} . To naznačuje, že SF klesala pomaleji než při předchozím testování (Obrázek 8).

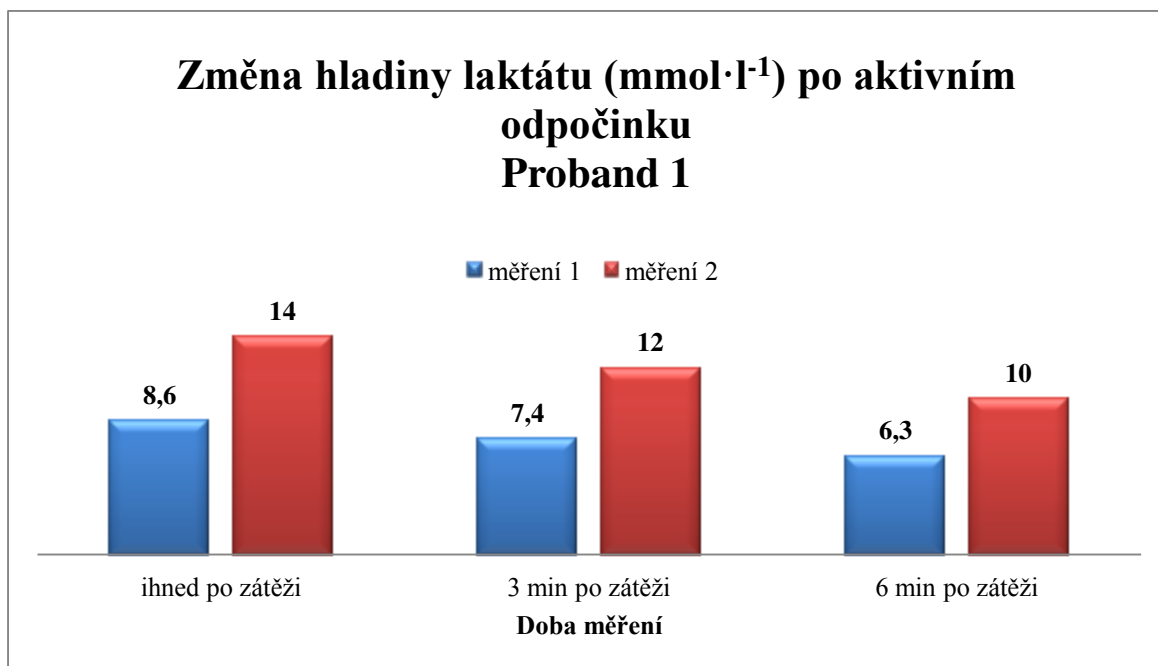
Pokles srdeční frekvence při obdobném tréninkovém zatížení značí zlepšení výkonnosti (Neumann et al., 2005). U probanda 1 klesla SF více u prvního testování až na 55 % SF_{max} . Při druhém testování pouze na 62 % SF_{max} . Zde lze zpozorovat, že výkonnost probanda 1 s největší pravděpodobností nestoupala.



Obrázek 9. Pokles SF po aktivním odpočinku (3 a 6 min po zátěži) u probanda 2 během prvního i druhého měření

U probanda 2 po 3 minutách od ukončení prvního testování klesla SF o 42 % ($119 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$) od SF, měřené po posledním úseku. Po 6 minutách odpočinku se snížila dokonce o 51 % ($101 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$). Poslední naměřená hodnota SF se rovná 51 % ze SF_{max} . Během druhého testování byly hodnoty SF po 3 a 6minutovém odpočinku ještě nižší než při prvním testování. Po 3 minutách klesla SF o 44 % ($112 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$) a po 6 minutách dokonce o 52 % ($97 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$). Poslední hodnota SF, která byla změřena při druhém testování, klesla na úroveň 49 % ze SF_{max} (Obrázek 9).

Na základě velkého poklesu SF při druhém měření je možné říci, že se výkonnostní stránka probanda 2 zlepšila (Neumann et al., 2005).

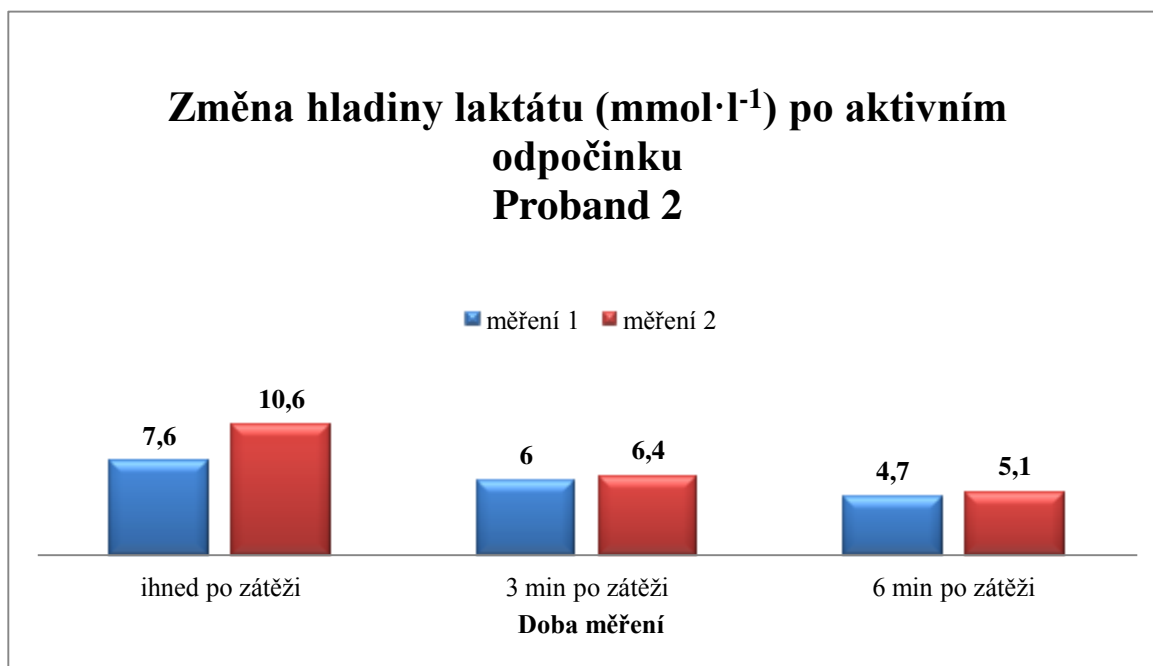


Obrázek 10. Pokles hodnoty koncentrace laktátu v krvi po aktivním odpočinku (3 a 6 min po zátěži) u probanda 1 během prvního i druhého měření

U probanda 1 klesla koncentrace laktátu v krvi při prvním měření z $8,6 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ po 3 minutách na $7,4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Konečná hodnota koncentrace laktátu v krvi po 6 minutách od ukončení měření a po aktivním odpočinku byla $6,3 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Během druhého měření z hladiny laktátu $14 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, byl po 3 minutách pokles na $12 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Po 6 minutách klesla koncentrace laktátu na $10 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Obrázek 10).

Literatura uvádí, že tělo trénovaného jedince dokáže odbourat během 1 minuty $0,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ laktátu (Neumann et al., 2005). U probanda 1 během prvního testování klesla koncentrace laktátu v krvi po 3 minutách o $1,3 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a po 6 minutách o $2,3 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Tudíž jsou zde známky toho, že jedinec ještě nebyl dostatečně trénovaný, jelikož šlo o měření na začátku plavecké sezóny.

Při druhém měření klesla koncentrace laktátu v krvi více, než je v literatuře uvedeno. Po 3 minutách klesl o $2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a po 6 minutách až o $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Z toho vyplývá, že je na tom proband 1 po výkonnostní stránce lépe (Neumann et al., 2005). Existují však další ukazatelé, jako SF či zaplavané časy jednotlivých úseků, které poukazují na pravý opak.



Obrázek 11. Pokles hodnoty koncentrace laktátu v krvi po aktivním odpočinku (3 a 6 min po zátěži) u probanda 2 během prvního i druhého měření

Proband 2 měl během prvního měření pokles laktátu v krvi po 3 minutách na $6 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ z původních $7,6 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Po celkových 6 minutách aktivního odpočinku jeho hodnota laktátu v krvi klesla na $4,7 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Při druhém měření klesla hodnota z původních $10,6 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ po 3 minutách na $6,4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. A konečná hodnota koncentrace laktátu v krvi po testování a následném aktivním odpočinku, byla $5,1 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Obrázek 11).

Zde lze vidět pokles koncentrace hladiny laktátu v krvi během prvního měření o $1,6 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a po 6minutovém aktivním odpočinku klesl o $2,9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Při druhém měření klesl laktát o $4,2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a po 6 minutách celkově o $5,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Na základě naměřených hodnot krevního laktátu je možné říci, že probandova trénovanost výrazně stoupla (Neumann et al., 2005). Je to z toho důvodu, jelikož bylo tělo probanda 2 po aktivním odpočinku u druhého měření schopno odbourat mnohem větší množství laktátu oproti prvnímu měření.

6 ZÁVĚRY

Na základě cíle bakalářské práce jsme sledovali vybrané fyziologické ukazatele v průběhu plavecké sezóny. Všechny výsledky byly zjišťovány prostřednictvím série na 8x100 m kraul u dvou plavkyň z plaveckého oddílu SK UP Olomouc.

Srdeční frekvence se po závěrečném vyhodnocení stala jednou z nejpřesnějších metod, která poukazovala na změny trénovanosti obou probandů. Průměrná SF s tréninkem vzrostla u obou probandů o cca 3 tepy·min⁻¹. Velkou roli hrál také pokles SF po aktivním odpočinku. Očekávalo se, že po 5 týdnech tréninku klesne SF na nižší hodnotu z SF_{max} než na počátku testování, což by odpovídalo zlepšení výkonnosti. Pokles byl zaznamenán pouze u probanda 2.

Se SF byl hodnocen zároveň výkon každého úseku. Proband 1 se zhoršil v průměru o 1,13 s na 100 m. Jak už bylo řečeno, jeho SF se ale zvýšila. Příčinou zde může být onemocnění nebo nedostatečné zotavení (Neumann et al., 2005). U probanda 2 bylo naopak zaznamenáno zlepšení o 1,75 s na 100 m.

Hodnota koncentrace krevního laktátu ihned po zatížení vzrostla u probanda 1 až o 5,4 mmol·l⁻¹. Příčinou velkého nárůstu může být opět onemocnění (Neumann et al., 2005). Proband 2 měl koncentraci laktátu vyšší o 3 mmol·l⁻¹. Pokles koncentrace laktátu po aktivním odpočinku u obou probandů poukazuje na lepší trénovanost (Neumann et al., 2005).

Proband 1 se po 5 týdnech specifického zatížení nezlepšil. Roli zde mohlo hrát blížící se onemocnění, nedostatečné zotavení či menší množství odplavaných tréninkových jednotek a tím nesplnění předem daného tréninkového plánu. Proband 1 měl 78% docházku na trénincích a z celkového počtu km uplaval pouze 72,4 %. Proband 2 na základě testování vykazoval výrazné zlepšení.

Díky výzkumu se ukázalo, že mají tyto fyziologické ukazatele pro trenéry velký význam a jejich prostřednictvím bylo možné sledovat reakce organismu na specifickou zátěž v průběhu sezóny. Pro důslednější hodnocení trénovanosti jedince je dobré znát vztah mezi SF a hladinou laktátu. Proto by bylo do dalšího výzkumu vhodné změřit množství krevního laktátu po každém dílčím úseku. Tato metoda je však cenově náročná. Proto je mnohem dostupnější metodou pozorování změn SF pomocí sporttesterů. Zde jsem postrádala dlouhodobě zaznamenávané hodnoty klidové SF. Díky ní by bylo možné případně zjistit další příčiny zhoršené výkonnosti u probanda 1. Tudíž bych do dalšího výzkumu zařadila také měření klidové SF.

V bakalářské práci byla položena tato výzkumná otázka:

Jak bude reagovat organismus plavkyň z plaveckého oddílu SK UP Olomouc na specifickou zátěž v průběhu sezóny prostřednictvím srdeční frekvence, koncentrace krevního laktátu a zaplavaných časů?

Odpověď: Reakce organismu probanda 1 vykazovala zhoršení výkonu, což mohlo mít za následek nedostatečné zotavení, blížící se nemoc či snížená docházka na tréninkových jednotkách. Organismus probanda 2 poukazoval na základě sledovaných parametrů na výrazné zlepšení výkonnosti.

7 SOUHRN

Bakalářská práce se zabývá vybranými fyziologickými ukazateli, na jejichž základě je možné sledovat reakce organismu během specifické zátěže. Reakce organismu byly zjišťovány na základě změn naměřených hodnot SF, hodnot koncentrace laktátu v krvi a pomocí zaplavaných časů u jednotlivých úseků. Zaznamenáván byl také pokles SF a koncentrace laktátu v krvi po aktivním odpočinku. Jako testovaný úsek byla zvolena série 8x100 m volným způsobem (kraulem). Pro zhodnocení a porovnání reakcí organismu byl test plaván na začátku sezóny a poté po 5 týdnech zatížení. Výzkumným souborem byly dvě plavkyně z plaveckého oddílu SK UP Olomouc. Ke zjištění srdeční frekvence byl použit sporttester Polar S610i a pro zjištění koncentrace laktátu laktátový analyzátor Lactate scout.

Na základě výsledků a tedy zaznamenaných změn během měření jsme zjistili, jaké jsou reakce organismu na specifické zatížení. Lepších výsledků dosáhl proband 2. Odpovídaly tomu především časy testovaných úseků, které se u něj průměrně zlepšily o 1,75 s. Na zlepšení trénovanosti probanda 2 poukazoval také větší pokles SF po 6 minutách aktivního odpočinku. Proband 1 se naopak výkonnostně zhoršil. Jeho čas se zvýšil v průměru o 1,13 s. Srdeční frekvence dosahovala průměrně vždy vyšších hodnot, než 90 % z SF_{max} , což odpovídá maximální intenzitě zatížení. Koncentrace hladiny laktátu v krvi se ihned po zátěži rovnala hodnotám na úrovni anaerobního zatížení. Zhoršení výsledků probanda 1 mohlo ovlivnit blížící se onemocnění, nedostatečné zotavení, ale také pouhá 78% docházka na tréninkových jednotkách a tím uplavaný nižší objem km.

Výsledky výzkumné práce naznačily významnost monitorování fyziologických ukazatelů ve vztahu k trenérské profesi. Důslednější hodnocení trénovanosti jedince by bylo možno provádět sledováním klidové SF v průběhu celého výzkumu. Možností je také zaznamenání vztahu mezi SF a hladinou laktátu v krvi po každém měřeném úseku. Časté měření koncentrace laktátu je však finančně nákladné.

8 SUMMARY

The thesis deals with physiological predictors based on which we can observe responses of organism during specific load. Based on changes of measured heart rate, values of lactate concentration in blood and time of performance an organism's response was determined. Decrease of heart rate and lactate concentration in blood after active relaxation was recorded as well. Eight times 100m freestyle (crawl) was chosen as a test task. For evaluation and comparison of organism's response the testing was carried out in form of pretest and posttest after 5 weeks of training. Participants were two female swimmers from swimming club SK UP Olomouc. For heart rate monitoring the Polar S610i sport tester was used and for monitoring of lactate concentration the Lactate scout was used.

Based on differences during measurement we have found out how organism's responses on specific load are. Better results of participant number 2 have been observed. Times of particular test parts were better on the average by 1,75 s. Another factor underlining an improvement of swimming fitness was greater decrease of the heart rate after 6min of active relaxation. On the other hand performance of the participant number 1 has decreased. Average time of particular test parts was worse by 1,13 s. The heart rate reached on the average 90 % of maximum heart rate which corresponds to maximum intensity of performance. Level of lactate concentration immediately after performance was equal to the level of lactate concentration during anaerobic performance. Performance deterioration can be explained by upcoming sickness, insufficient recovery or by absence on training sessions (just 78% of swimming sessions absolved) thus lower volume of swum kilometers.

Results of the thesis have indicated importance of observing and monitoring of physiological signs as an important tool for trainers profession. Consistent assessment of swimming fitness can be done by monitoring of heart rate during whole experiment. Another possibility is record relation between heart rate and blood lactates contend after every single measured part. Nevertheless this method is more expensive due to more frequent gauging of lactate concentration in blood.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Agaoglu, S. A., Tasmektepligil, M. Y., Atan, T., Tutkun, E., & Hazar, F. (2010). Effects of two months training on blood lactate levels in adolescent swimmers. *Biology of Sport*, 27(2), 135–141.
- Benson, R., & Connoly, D. (2012). *Trénink podle srdeční frekvence*. Praha: Grada.
- Bielik, V., Aneščík, M., Pelikánová, J., & Petrovič, J. (2006). Analýza laktátu v športovej praxi. *Telesná výchova a šport*, 16(3), 17–20.
- Bielik, V. (2006). Laktát - významný medziprodukt látkovej premeny. *Telesná výchova a šport*, 16 (1), 29–31.
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization: Theory and Methodology of Training* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Čechovská, I., Jurák, D., & Pokorná, J. (2012). *Plavání: pohybový trénink ve vodě*. Praha: Karolinum.
- Čechovská, I., Novotná, V., & Milerová, H. (2003). *Aqua-fitness*. Praha: Grada.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2012). *Výkon a trénink ve sportu* (4th ed.). Praha: Olympia.
- Jansa, P., Dovalil, J., Bunc, V., Čáslavská, E., Heller, J., Kocourek, J., Kašpar, L., Kovář, K., Pavlů, D., Perič, T., Potměšil, J., & Tomešová, E. (2009). *Sportovní příprava*. Praha: Q-art.
- Janssen, P. (2001). *Lactate Threshold Training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Jurák, D., Hubička, T., Zahálková, L., & Chrzanovská, B. (2012). Testování maximální srdeční frekvence v plaveckém trenažéru (flumu). *Studia Kinanthropologica*, 13(3), 226–233.
- Jurák, D., & Suchomelová, H. (2010). Vliv vodního prostředí na změny srdeční frekvence. In L. Benčuriková, & Y. Macejková (Eds.), *Štúdium motoriky človeka vo vodnom prostredí* (pp. 186–195). Bratislava: Univerzita Komenského.
- Kovářová, L. (2010). Ověření validity přenosného měřiče laktátu Lactate Scout. *Česká kinantropologie*, 14(2), 75–85.
- Laughlin, T. (1994). Which Way to the Training Zone. *Swim Magazine*, 10(5), 13–14.
- Lehnert, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku I*. Olomouc: Hanex.
- Lynn, A. (2008). *High Performance Swimming*. Ramsbury: The Crowood Press.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming Fastest*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Neuls, F., Svozil, Z., Viktorjeník, D., & Dub, J. (2013). *Plavání (příručka pro studující tělovýchovné obory)*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Neumann, G., Pfützner, A., & Hottenrott, K. (2005). *Trénink pod kontrolou*. Havlíčkův Brod: Grada.
- Olšák, S. (1997). *Srdce - zdravie - šport*. Moravany nad Váhom: RAVAL.
- Pavliš, Z., Perič, T., Heller, J., Janák, V., Jansa, P., & Čáslavská, E. (2009). *Školení trenérů ledního hokeje*. Praha: Český svaz ledního hokeje.
- Pozdíšek, Z. (2007). Laktát a sportovní výkon. *Sportovní testy*. Retrieved 7. 2. 2014 from the World Wide Web: http://www.sportovnitesty.cz/cely-clanek.php?soubor=2007-05-09_14-54-42
- Pozdíšek, Z. (2007). Laktátová křivka - k čemu to je? *Sportovní testy*. Retrieved 7. 2. 2014 from the World Wide Web: http://www.sportovnitesty.cz/cely-clanek.php?soubor=2007-05-09_14-54-24
- Rozi, G, Thanopoulos, V., & Dopsaj, M. (2010). Maximum Blood Lactate Concentration after two Different Specific Tests in Freestyle Swimming. *XIth International Symposium for Biomechanics & Medicine in Swimming, 11*, 222-223.
- Silverthorn, D. U. (2007). *HUMAN PHYSIOLOGY: AN INTEGRATED APPROACH* (4th ed.). San Francisco, CA: Pearson Benjamin Cummings.
- Soumar, L., Soulek, I., & Kučera, V. (2000). *Laktát a tepová frekvence jako významní pomocníci při řízení tréninku*. Praha: CASRI.
- Sweetenham, W., & Atkinson, J. (2003). *Championship Swim Training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Tanner, R. K., Fuller, K. L., & Ross M. L. (2010). Evaluation of three portable blood lactate analyser: Lactate Pro, Lactate Scout and Lactate Plus. *European Journal of Applied Physiology*. 109(3), 551–559.
- Tsalis, G., Poularinos, G., Loupos, D., & Mougios, V. (2009). The Effect of Swimming with Reduced Breathing Frequency on Blood Lactate Concentration. *Inquiries in Sport & Physical Education*, 7(2), 210–215.
- Viktorjeník, D., Neuls, F., & Svozil, Z. (2002). Individuální monitoring srdeční frekvence plavců. In D. Tomajko (Ed.), *Efekty pohybového zatížení v edukačním prostředí tělesné výchovy a sportu* (pp. 391–397). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *PHYSIOLOGY OF SPORT AND EXERCISE* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

11 PŘÍLOHY

Příloha 1. Přehled tréninkových jednotek během prvního týdne specifické zátěže

1. TÝDEN		
datum	ráno	odpoledne
16.9.2013	600 vše, 800 (100 K; P; Z; PZ + 100 NK; NP, NZ, NPZ); 800 (100 K; Z; P; PZ + 100 RK; RP; RZ; RPZ); 16 x 100 (2 x K lehce + 2 x PZ ↑TF 150; 1:45); 200 Δ	600 vše; 400 vlnění ploutve; 100 Δ; 3 x 400 K (TF 150; 20"); 100 Δ; 6 x 200 PZ + ploutve (TF 150; 15"); 100 Δ; 3 x 400 (80 PZ + 240 K + 80 PZ; 20"); 200 Δ; PROBAND 1 NE
17.9.2013	600 vše; 200 PZ - 200 N - 200 R; 8 x 50 ↑; 200 Δ; 8 x 100 K max (1:40); 200 Δ	600 vše; 800 (60 K lehce + 20 M ↑); 10 x 80 PZ (TF 150); 800 N (40 K + 40 S); 10 x 80 PZ (10", TF 150); 800 (600 K lehce + 20 S ↑, ploutve); 400 RK; 100 Δ
18.9.2013	600 vše; 800 N - ploutve; 800 R; 200 Δ; 23 x 50 K [(1+1) + (1+2) + (1+3) + (1+4) + (1+3) + (1+2) + (1+1)]; 200 Δ	600 vše; 5 x 80 technika, 10"; 400 (20 pod vodou + 20 Δ); 400 K (40 na 5, 40 na 7); 10 x 40 pod vodou - ploutve, 1:00; 400 Z - ploutve; 400 K (60 na 7, 20 na 3); 200 Δ
19.9.2013	600 vše; 1500 ploutve (100 K + 50 NPZ); 100 Δ; 4 x [300 K, TF 150 + (4x50 K, TF 170, 0:50)]; 200 Δ	800 vše; 400 N; 400 R; 200 S technika; 4 x [(100 K lehce, 1:30 + 200 K, TF 150, 3:00 + 300 K, TF 170) + (3x80 PZ max, 1:30)]; 400 K lehce; PROBAND 1 NE
20.9.2013	600 vše; 400 akvabely; 2 x [(2x100 PZ) + (3x100 RPZ) + (4x100 NPZ)]; 1000 ploutve N - Z/M; 200 Δ	600 vše; 10 x 200 (100 K lehce na 5 + 100 K, TF 150), 3:00; 30 x 20 PZ - ploutve; 600 RPZ; 200 Δ; PROBAND 1 NE
celkem - 43,0 km, TJ - 10		
		absence / účast (%)
	PROBAND 1	3 / 70
	PROBAND 2	0 / 100
		km / km (%)
	PROBAND 1	29 / 67
	PROBAND 2	43 / 100

Vysvětlivky: vše - libovolné rozplavání

K - kraul; Z - znak; M - motýlek; P - prsa; PZ - polohový závod; S - vlastní způsob

N - plavání pouze nohama; R - plavání pouze pažemi

↑ - stupňovaná rychlost; Δ - libovolné vyplavání

ploutve - plavání s ploutvemi; packy - plavání s packami

X na 3/5/7 - nádechy na každý 3., 5., 7. záběr pažemi

TF 150 - aerobní zatížení; TF 170 - aerobně-anaerobní zatížení; max - maximální zatížení

0:50/1:45 apod. - start v určitém intervalu

15", 20" apod. - daný interval odpočinku

aquabely - technická cvičení (plavání nohama napřed, záběr pažemi ve vzpažení atd.); technika - technická cvičení k danému plaveckému způsobu

PROBAND 1/2 NE - nepřítomnost probanda 1/2 na tréninkové jednotce

Příloha 2. Přehled tréninkových jednotek během druhého týdne specifické zátěže

2. TÝDEN		
datum	ráno	odpoledne
23.9.2013	600 vše; 10 x 100 PZ, TF 150, 1:45; 100 Δ; 1000 K (50 na 3 + 50 na 7); 100 Δ; 10 x 100 PZ - ploutve, TF150, 1:30; 200 Δ	600 vše; 400 N (40 K + 40 P); 400 M vlnění; 100 Δ; 3 x [(8 x 100 K), TF 150/170/max, 1:40/1:30/1:25 + 200 Δ], 400 R; 100 Δ; 2 x [(5 x 80 PZ), TF 170/max, 1:20 + 200Δ]; PROBAND 1 NE
24.9.2013	600 vše; 900 (100 K/Z/P + 200 NS); 6 x 100 K na 5, 1:35; 900 (200 K/Z/P + 100 NS); 6 x 100 K na 7, 1:35; 600 N ploutve; 200 Δ	600 vše; 100 RPZ + 200 RP + 300 ZR + 400 RK; 1500 K ploutve, TF 150; 100 Δ; 12 x 60 PZ (40 M + 20 Z; 40 Z + 20 P; 40 P + 20 K; 40 K + 20 M); 100 Δ; 4 x 400 K, TF 150, 20"
25.9.2013	800 vše; 400 RK; 300 NP; 200 RZ; 100 NPZ; 200 technika S; 30 x 50 K (2 x max + 1 x lehce, 1:00); 500 Δ	400 vše; 400 (20 vlnění na zádech; 20 vlnění na břiše); 400 technika S; 20 x 20 pod vodou ploutve, 30"; 400 K na 5; 6 x 100 PZ, TF 150, 10"; 400 technika S; 20 x 20 PZ ploutve, TF 150; 200 Δ
26.9.2013	600 vše; 10 x 50 N ploutve, TF 170, 1:00; 500 RK/Z; 500 vlnění ploutve; 500 K na 3 a 7; 100 Δ; 5 x 300 (100 K lehce + 50 technika S), 10"; 200 Δ	400 vše; 3 x 300 K/ NK/ RK; 8 x 500 (200 K + 100 S + 200 K), TF 170, 1"; 200 Δ; PROBAND 1 NE
27.9.2013	400 K - 300 P - 200 Z - 100 PZ - 200 P - 300 Z - 400 K; 5 x 400 K / K packy / K ploutve, TF 150, 20"; 200 Δ	600 vše; 100 PZ - 200 PZ - 400 NPZ - 200 PZ - 100 PZ - 200 PZ - 400 RPZ - 200 PZ - 100 PZ; 10 x 100 (20 aquabely + 60 K + 20 aquabely), 10"; 10 x 40 Z ploutve (vyvlnění min. 10 m); 200 Δ
celkem - 46 km, TJ - 10		
		absence / účast (%)
	PROBAND 1	2 / 80
	PROBAND 2	0 / 100
		km / km (%)
		35,1 / 76
		46 / 100

Vysvětlivky: vše - libovolné rozplavání

K - kraul; Z - znak; M - motýlek; P - prsa; PZ - polohový závod; S - vlastní způsob

N - plavání pouze nohama; R - plavání pouze pažemi

↑ - stupňovaná rychlost; Δ - libovolné vyplavání

ploutve - plavání s ploutvemi; packy - plavání s packami

X na 3/5/7 - nádechy na každý 3., 5., 7. záběr pažemi

TF 150 - aerobní zatížení; TF 170 - aerobně-anaerobní zatížení; max - maximální zatížení

0:50/1:45 apod. - start v určitém intervalu

15", 20" apod. - daný interval odpočinku

aquabely - technická cvičení (plavání nohama napřed, záběr pažemi ve vzpažení atd.); technika - technická cvičení k danému plaveckému způsobu

PROBAND 1/2 NE - nepřítomnost probanda 1/2 na tréninkové jednotce

Příloha 3. Přehled tréninkových jednotek během třetího týdne specifické zátěže

3. TÝDEN		
datum	ráno	odpoledne
30.9.2013	600 vše; 800 RK s packama na 3 a 5; 1000 (25 M + 50 Z + 75 P + 100 K) ploutve; 800 NK/NZ s ploutvema; 10 x 100 K, 1:30; 100 Δ; PROBAND 2 NE	600 vše; 1200 (60 S + 40 N/R); 200 technika; 100 Δ; 6 x 100 K, TF 170, 1:30; 100 Δ; 800 K, TF 150; 100 Δ; 6 x 100 K, TF 150, 1:30; 200 Δ; PROBAND 1 NE
1.10.2013	800 vše; 200 aquabely; 400 S technika - pocit vody; 10 x 200 (75 K lehce + 75 S, TF170 + 50 K lehce); 800 vlnění ploutve; 200 Δ; PROBAND 2 NE	600 vše; 5 x 300 K, TF 150, 15" ; 800 (technika, R, N); 3 x 500 K (260 lehce + 240 ↑), 15"; 20 x 40 (20 M/Z/P + 20 K); 200 Δ
2.10.2013	800 vše; 3 x 300 (100 PZ, 100 NPZ, 100 RPZ); 900 (400 K na 3, 300 K na 5, 200 K na 7); 2 x [(8 x 50 K lehce/ S max), 1:00 + 300 K/Z lehce]; PROBAND 2 NE	600 vše; 400 technika S; 12 x 80 (40 PZ + 40 K lehce, 10"); 10 x 40 ploutve pod vodou, 1:00; 400 technika S; 12 x 80 PZ, TF 150, 10" ; 200 Δ
3.10.2013	600 vše; 200 aquabely; 2 x 400 (200 PZ, 100 Z, 100 N); 16 x 50 (25 PZ ↑, 25 Δ), 1:00; 2 x 400 (200 PZ, 100 P, 100 N); 16 x 50 PZ ploutve, TF170, 1:00; 200 Δ	600 vše; 400 N - 300 R - 300 N - 400 R; 100 Δ; 8 x 100 K, TF 150, 1:45; 10 x 40 S max, 1:00; 7 x 100 K, TF 150, 1:40; 10 x 40 S max, 1:00; 6 x 100 K, TF 150, 1:30; 10 x 40 S max ploutve; 5 x 100 K, TF 150; 10 x 40 S packy max; 4 x 100 K lehce, 1:40; 100 Δ; PROBAND 1 NE
4.10.2013	600 vše; 800 (50 K lehce, 50 aquabely); 900 (25 Z, 50 P, 75 K); 8 x 100 (50 vlnění ploutve + 50 Z, 1:45); 800 N (25 P, 50 Z, 25 K); 100 Δ	600 vše; 4 x [(5 x 80 PZ) + 400 K lehce], TF 150, 1 x ploutve/1 x N; 200 Δ
celkem - 45,6 km, TJ - 10		
		absence / účast (%)
	PROBAND 1	2 / 80
	PROBAND 2	3 / 70
		km / km (%)
		34,1 / 75
		33,3 / 73

Vysvětlivky: vše - libovolné rozplavání

K - kraul; Z - znak; M - motýlek; P - prsa; PZ - polohový závod; S - vlastní způsob

N - plavání pouze nohama; R - plavání pouze pažemi

↑ - stupňovaná rychlost; Δ - libovolné vyplavání

ploutve - plavání s ploutvemi; packy - plavání s packami

X na 3/5/7 - nádechy na každý 3., 5., 7. záběr pažemi

TF 150 - aerobní zatížení; TF 170 - aerobně-anaerobní zatížení; max - maximální zatížení

0:50/1:45 apod. - start v určitém intervalu

15", 20" apod. - daný interval odpočinku

aquabely - technická cvičení (plavání nohama napřed, záběr pažemi ve vzpažení atd.); technika - technická cvičení k danému plaveckému způsobu

PROBAND 1/2 NE - nepřítomnost probanda 1/2 na tréninkové jednotce

Příloha 4. Přehled tréninkových jednotek během čtvrtého týdne specifické zátěže

4. TÝDEN		
datum	ráno	odpoledne
7.10.2013	600 vše; 200 aquabely; 16 x 50 RK/RZ s packama, TF 150, 1:00; 100 Δ; 1200 (300 K, 100 P); 400 NS; 16 x 50 K/Z ploutve, TF 150, 0:55; 100 Δ	600 vše; 12 x 40 PZ, 10"; 200 technika; 400 vlnění ploutve; 400 K (20 bez nádechu, 20 lehce); 100 Δ; 5 x [(100 S, 2:00; 200 S, 3:00; 100 Δ)]; 10 x 100 K lehce; 10 x 20 max ploutve; 200 Δ; PROBAND 1 NE
8.10.2013	800 vše; 600 (50 K + 50 aquabely); 10 x 150 (25 S, TF 170; 50 K lehce; 50 S, TF 170; 25 K lehce), 2:30; 100 Δ; 10 x 50 N, TF 170, 1:30; 800 (50 K na 7; 50 Z lehce) packy; 200 Δ	600 vše; 5 x 200 PZ, TF 150, 20"; 5 x 40 S max, 0:50; 200 Δ; 5 x 200 K, TF 150, 15"; 5 x 40 S max, 0:45; 200 Δ; 5 x 200 PZ, 10"; 5 x 40 S max, 0:40; 200 Δ; 800 (20 Z vlnění; 40 vlnění na boku; 20 Z vlnění) ploutve; 200 Δ
9.10.2013	400 vše; 400 Z - 100 P - 300 Z - 100 PZ - 300 Z - 100 P - 400 Z; 8 x 50 S max, 2:00; 400 K lehce; 6 x 50 S max, 1:30; 500 K/Z lehce	600 vše; 200 PZ - 100 NPZ - 200 PZ - 100 RPZ; 200 S - 100 NS - 200 S - 100 RS; 1200 (200 K, 100 N, 200 S, 100 NS); 10 x 20 vlnění pod vodou - ploutve, 30"; 100 Δ
10.10.2013	600 vše; 12 x 50 PZ (25 ↑ + 25 Δ); 600 (50 K na 5 + 50 K na 3) packy; 12 x 50 PZ ploutve (25 ↑ + 25 Δ); 600 (50 S technika + 50 K lehce); 100 Δ	600 vše; 10 x 40 PZ (20 M + 20 Z, ...); 400 technika ploutve; 3 x [(4 x 100 PZ), TF 150, 1:40/1:35 + 200 N lehce]; 400 technika; 400 R packy; 100 Δ; PROBAND 1 NE
11.10.2013	3 x (400 K, 100 S technika); 800 vlnění ploutve; 100 Δ; 200 starty; 600 K na 5 a 7; 100 Δ	400 vše; 4 x 400 (60 lehce + 20 ↑) K/Z/P/K, 10"; 100 Δ; 4 x 200 (60 lehce + 20 ↑) K/Z/P/PZ, 10"; 100 Δ; 200 sprinty
celkem - 41,3 km, TJ - 10		
		absence / účast (%) km / km (%)
	PROBAND 1	2 / 80 31,0 / 75
	PROBAND 2	0 / 100 41,3 / 100

Vysvětlivky: vše - libovolné rozplavání

K - kraul; Z - znak; M - motýlek; P - prsa; PZ - polohový závod; S - vlastní způsob

N - plavání pouze nohama; R - plavání pouze pažemi

↑ - stupňovaná rychlost; Δ - libovolné vyplavání

ploutve - plavání s ploutvemi; packy - plavání s packami

X na 3/5/7 - nádechy na každý 3., 5., 7. záběr pažemi

TF 150 - aerobní zatížení; TF 170 - aerobně-anaerobní zatížení; max - maximální zatížení

0:50/1:45 apod. - start v určitém intervalu

15", 20" apod. - daný interval odpočinku

aquabely - technická cvičení (plavání nohama napřed, záběr pažemi ve vzpažení atd.); technika - technická cvičení k danému plaveckému způsobu

PROBAND 1/2 NE - nepřítomnost probanda 1/2 na tréninkové jednotce

Příloha 5. Přehled tréninkových jednotek během pátého týdne specifické zátěže

5. TÝDEN		
datum	ráno	odpoledne
14.10.2013	volno	600 vše; 900 (200 K + 100 PZ) ploutve; 21 x 40 K/Z/P (20 ↑ + 20 Δ); 600 K technika ploutve; 400 N (20 NM + 20 K); 6 x 100 K na 3/5/7/5/3; 100 Δ; PROBAND 1, 2 NE
15.10.2013	600 vše; 10 x 100 K, TF 150, 1:30; 100 Δ; 10 x 50 N, TF 150, 1:15; 100 Δ; 10 x 100 PZ, TF 150, 1:40; 100 Δ; 10 x 50 N ploutve, TF 150, 1:00; 200 Δ	800 vše; 10 x 60 R packy, 10"; 100 Δ; 3 x [(5 x 120 K, TF 170, 20") + 200 Δ + (10 x 40 N), TF max, 1:00 + 200 Δ]
16.10.2013	600 vše; 16 x 50 K, TF 150, 0:50; 200 Δ; 8 x 50 Z ploutve, TF 150, 0:50; 200 Δ; 4 x 50 P, TF 150; 1:00; 200 Δ; 2 x 50 M max, 1:00; 200 Δ; 1000 K technika; 100 Δ	400 vše; 100 K - 100 PZ - 200 Z - 100 PZ - 300 P - 100 PZ - 200 Z - 100 PZ - 100 K; 10 x (60 S + 20 Δ) max; 200 Δ; 10 x (40 S + 20 Δ) max; 200 Δ
17.10.2013	600 vše; 1000 (50 aquabely, 50 K lehce); 6 x (100 PZ, TF 170, 1:45 + 200 K, TF 150, 3:00); 600 RK packy (25 bez nádechu + 50 K lehce); 100 Δ	600 vše; 600 NPZ; 400 technika S; 100 Δ; 8 x 200 K, TF 150, 20"; 400 Z lehce; 4 x 200 K, TF 170, 20"; 400 Z lehce; 2 x 200 S max, 5"; 600 Δ; PROBAND 1 NE
18.10.2013	800 vše; 10 x 100 K na 3/5/7, 1:30; 600 (50 NZ, 50 Z) ploutve; 1000 K (50 na 3 + 50 na 7) packy; 600 (50 NP + 50 P); 100 Δ	600 vše; 600 RK packy; 400 technika; 8 x 100 K, TF 150, 1:40; 400 Z lehce; 6 x 100 K, TF 170, 1:40; 400 Z/ZS; 4 x 100 S max, 3:00; 400 Δ
celkem - 39,8 km, TJ - 9		
		absence / účast (%)
	PROBAND 1	2 / 80
	PROBAND 2	1 / 90
		km / km (%)
		26,8 / 67
		35,8 / 90

Vysvětlivky: vše - libovolné rozplavání

K - kraul; Z - znak; M - motýlek; P - prsa; PZ - polohový závod; S - vlastní způsob

N - plavání pouze nohama; R - plavání pouze pažemi

↑ - stupňovaná rychlost; Δ - libovolné vyplavání

ploutve - plavání s ploutvemi; packy - plavání s packami

X na 3/5/7 - nádechy na každý 3., 5., 7. záběr pažemi

TF 150 - aerobní zatížení; TF 170 - aerobně-anaerobní zatížení; max - maximální zatížení

0:50/1:45 apod. - start v určitém intervalu

15", 20" apod. - daný interval odpočinku

aquabely - technická cvičení (plavání nohama napřed, záběr pažemi ve vzpažení atd.); technika - technická cvičení k danému plaveckému způsobu

PROBAND 1/2 NE - nepřítomnost probanda 1/2 na tréninkové jednotce

Příloha 6. Informovaný souhlas probanda 1,2 a zákonného zástupce (u nezletilé osoby)

Informovaný souhlas

Název výzkumu:

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen jako proband:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let (u nezletilé osoby také souhlas zákonného zástupce).
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Podpis zákonného zástupce:

Datum:

Datum:

Podpis autorky práce:

Datum: