

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2023

Bc. Natálie Nováková

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Klidová a zátěžová diagnostika pro stanovení limitací
výkonu v triatlonu**
Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:
Ph.D. Pavel Hráský, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Natálie Nováková

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala všem, kteří se podíleli na mé diplomové práci.

Děkuji především vedoucímu mé práce Ph.D. Pavel Hráský, Ph.D. za poskytnuté rady a podporu při zpracování této diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat trenérům Radkovi Holinkovi a Janu Kovalovskému, bez kterých by tato práce nevznikla a všem probandů za účast na výzkumném šetření.

V neposlední řadě také děkuji své rodině a přátelům, kteří mě podporovali v průběhu mého studia na fakultě UK FTVS.

Abstrakt

Název: Klidová a zátěžová diagnostika pro stanovení limitací výkonu v triatlonu

Cíle: Hlavním cílem této diplomové práce je analyzovat výsledky z klidového a zátěžového testu, kdy jsem pomocí rozborové analýzy definovala stav organismu zkoumaného sportovce ze sportovního klubu Betri. Dalším cílem je navržení intervenčního programu na 8 týdnů ve spolupráci se zkušeným trenérem Radkem Holinkou. Na základě vyhodnocení vstupních a kontrolních parametrů definuji limitace výkonu a procentuálně jej porovnám mezi sebou. Tímto typem výzkumu jsem prozkoumám změny biochemických ukazatelů organismu a intervenčním programem zvýším potenciál pro lepší sportovní výkon do nadcházející závodní sezóny na amatérské úrovni.

Metody: Výzkum byl proveden kvantitativní metodou postavenou na expertní rozborové analýze aktuálního stavu organismu za využití klidové a zátěžové diagnostiky v pohybovém centru Betri Lab. Nejprve se změřil kalorický výdej v klidu pomocí moderního přístroje PNOÉ (metabolického analyzátoru) a poté se u sportovců aplikoval zátěžový test na bicyklovém ergometru pro stanovení energetického výdeje k určení prahových hodnot a definování případných limitací výkonu. Během zátěžové diagnostiky sportovci absolvovali testy s využitím přístrojů na Moxymonitoru, laktátového analyzátoru, PNOÉ metabolického analyzátoru, hemoglobinového analyzátoru, Core Body Temperature, MIR Spirobank OXI a hrudního pásu Polar.

Výsledky: Výsledky kontrolního testu charakterizovaly limitace výkonu na základě interpretace vybraných biochemických parametrů. U klidového měření hodnoty (Hb) a (Hct) byly téměř u všech na normálních hodnotách, ale u probandů M2, M4, M6 a M11 hodnota Hb byla nad 16 g/dL. U klidové spirometrie nastalo významné procentuální zlepšení u probandů M6 (FVC +11,5 %, FVE1 +4,5 %) a M12 (FVC +5,0 %, FVE1 +14,4 %). U většiny testovaných triatlonistů se pohybovaly hodnoty FVC od 4-7 L a FEV1 od 3-5 L. Závěr je takový, že u 14 triatlonistů se prokázaly nadprůměrné hodnoty FVC (L) než je tak u běžné populace. U zátěžové diagnostiky došlo k významnému navýšení u probanda M4 (15,8 %), jehož výkon FTP se rovnal

330 W. Dále se prokázalo, že vlivem intervenčního programu došlo k viditelným změnám v trendu křivek SmO_2 a THb. U 11 triatlonistů (Ž1, M1, M2, M4, M6, M7, M9, M10, M11, M12, M13) došlo ke zlepšení v počáteční saturaci SmO_2 ve svalech. Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO) byly z hlediska progresu vysoce významné, u 12 triatlonistů došlo k výraznému zlepšení. Kdy došlo k výraznému zapojení práce metabolismu tuků, který je pro dlouhý triatlon klíčový.

Klíčová slova: triatlon, metabolická analýza, fyziologie zátěže, anaerobní a aerobní prah

Abstract

Title: Rest and stress diagnostics to determine performance limitation in triathlon

Objectives: The main objective of this thesis is to analyze the results from the rest and stress test, where I used the analysis to define the state of the organism of the examined athlete from the Betri sports club. Another aim is to design an intervention program for 8 weeks in collaboration with an experienced coach Radek Holinka. Based on the evaluation of the input and control parameters I will define the limitations of the performance and compare it percentage wise. Through this type of research I will investigate the changes in the biochemical parameters of the body and the intervention program will increase the potential for better sports performance for the upcoming competition season at amateur level.

Methods: The research was carried out using a quantitative method based on expert analysis of the current state of the organism using rest and stress diagnostics in the Betri Lab movement centre. First, resting caloric expenditure was measured using a modern PNOÉ (metabolic analyzer) device, and then a bicycle ergometer stress test was applied to the athletes to determine energy expenditure to determine thresholds and define any performance limitations. During the exercise stress test, the athletes completed tests using instruments on a Moxymonitor, lactate analyzer, PNOÉ metabolic analyzer, hemoglobin analyzer, Core Body Temperature, MIR Spirobank OXI, and Polar chest belt.

Results: The results of the control test characterized the performance limitations based on the interpretation of selected biochemical parameters. For resting measurements, (Hb) and (Hct) values were almost all at normal values, but in probands M2, M4, M6 and M11 the Hb value was above 16 g/dL. For resting spirometry, there was a significant percentage improvement in probands M6 (FVC +11.5 %, FVE1 +4.5 %) and M12 (FVC +5 %, FVE1 +14.4 %). The majority of the triathletes tested had FVC values ranging from 4-7 L and FEV1 values ranging from 3-5 L. In conclusion, 14 triathletes demonstrated above average FVC (L) values than the general population. For the stress diagnosis, there was a significant increase in proband M4 (15.8 %), whose FTP power was equal to 330 W. Furthermore, there were visible changes in the

trend of SmO₂ and THb curves due to the intervention program. In 11 triathletes (Ž1, M1, M2, M4, M6, M7, M9, M10, M11, M12, M13) there was an improvement in the initial muscle SmO₂ saturation. Fat (FAT) and sugar (CHO) metabolism assessments were highly significant in terms of progression, with 12 triathletes showing significant improvement. When there was a significant involvement of the work of fat metabolism, which is crucial for long distance triathlon.

Keywords: triathlon, metabolic analysis, exercise physiology, anaerobic and aerobic threshold

Obsah

1. ÚVOD	12
TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	14
1. CHARAKTERISTIKA TRIATLONU	14
2. FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VÝKON V TRIATLONU	16
2.1 SPORTOVNÍ TRÉNINK	17
2.2 ETAPY SPORTOVNÍHO TRÉNINKU	18
2.3 INTERAKCE POHLAVÍ A VĚKU V TRIATLONOVÉM VÝKONU.....	22
3. VYTRVALOST V TRIATLONU	23
3.1 SENZITIVNÍ OBDOBÍ PRO ROZVOJ VYTRVALOSTI	23
3.2 ROZVOJ VYTRVALOSTNÍCH SCHOPNOSTÍ U DĚTÍ VS. U DOSPĚLÝCH Z POHLEDU FYZIOLOGIE POHYBOVÉ ZÁTĚŽE	24
3.3 INTENZITA A DOBA ZATÍŽENÍ.....	25
3.4 TRÉNINKOVÉ ZÓNY V TRIATLONU.....	26
3.5 PLÁNOVÁNÍ	30
4. DIAGNOSTIKA VÝKONNOSTI TRIATLONISTY	32
4.1 ZÁTĚŽOVÁ DIAGNOSTIKA V LABORATOŘI	32
4.2 LIMITUJÍCÍ FAKTORY VYTRVALOSTNÍHO VÝKONU.....	33
4.3 ZABEZPEČENÍ POHYBU ENERGIÍ	33
4.3.1 <i>Aerobní práh (AP)</i>	35
4.3.2 <i>Anaerobní práh (ANP)</i>	36
5. FYZIOLOGIE ZÁTĚŽE V TRIATLONU	38
5.1 KARDIOVASKULÁRNÍ SYSTÉM	38
5.1.1 <i>Krevní oběh</i>	40
5.1.2 <i>Reakce a adaptace na zátěž</i>	41
5.1.3 <i>Transportní systém pro kyslík</i>	43
5.1.4 <i>Krevní obraz</i>	44
5.2 SVALOVÝ SYSTÉM	47
5.2.1 <i>Přínosy silového tréninku do triatlonu</i>	48

5.2.2	<i>Vliv silového tréninku na fyziologii</i>	49
5.3	DÝCHACÍ SYSTÉM	51
5.3.1	<i>Respirační ukazatele a jejich limitující faktory</i>	52
5.3.2	<i>Změny dechových parametrů během výkonu</i>	55
6.	LIMITAČNÍ SYSTÉMY VÝKONU	59
6.1.	VYUŽITÍ KYSLÍKU V TĚLE	61
6.2.	MOŽNOSTI ZLEPŠENÍ LIMITAČNÍCH SYSTÉMŮ	61
	PRAKTICKÁ ČÁST	63
7.	CÍLE, ÚKOLY A HYPOTÉZY	63
7.1	CÍL VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ	63
7.2	ÚKOLY VÝZKUMNÉ PRÁCE	63
7.3	VÝZKUMNÉ HYPOTÉZY	63
8.	METODOLOGIE ZÁVĚREČNÉ PRÁCE.....	64
8.1	POPIS A METODOLOGIE STUDIE	64
8.2	VÝZKUMNÝ SOUBOR	64
8.3	SBĚR DAT	65
8.4	CHARAKTERISTIKA TESTOVACÍCH PŘÍSTROJŮ	65
8.5	CHARAKTERISTIKA INTERVENČNÍHO PROGRAMU	66
9	VÝSLEDKY PRÁCE	68
9.1	VSTUPNÍ ANALÝZA BIOCHEMICKÝCH PARAMETRŮ - VSTUPNÍ DATA	68
9.2	HODNOCENÍ VSTUPNÍHO MĚŘENÍ	70
9.3	VYHODNOCENÍ KONTROLNÍHO MĚŘENÍ	125
9.4	KOMPARACE VÝSLEDKŮ VSTUPNÍHO A KONTROLNÍHO MĚŘENÍ	147
10.	DISKUSE	150
11.	ZÁVĚR	155
12.	LITERATURA.....	157
15.	SEZNAM TABULEK	165
16.	SEZNAM GRAFŮ	167

17.	PŘÍLOHA Č.1- INFORMOVANÝ SOUHLAS.....	171
-----	---------------------------------------	-----

Seznam použitých zkratek a symbolů

např.- například

obr.- obrázek

aj.- a jiné

tzn.- to znamená

atd.- a tak dále

IM – triatlonový závod Iron Man

CHO- cukry

FAT- tuky

FTP- Functional Treshold Power

Hb- hemoglobin

Hct- hematokrit

1. Úvod

...Vše, co jsi chtěl o sobě vědět, můžeš poznat během triatlonu...

...Triatlon? To je droga pod kontrolou... (Kovářová, 2015)

Dlouhý triatlon je za mě především o poznávání sama sebe a svého těla, když ho člověk jednou absolvuje a zvládne ho úspěšně dokončit, je sám pro sebe vítězem. Aby byl takový vítěz schopný absolvovat další závody, je zapotřebí umět přistupovat ke svému tělu a správně nastavit celý tréninkový proces. Důvodem výběru takového tématu je osobní touha porozumět fyziologii zátěže více do hloubky a být schopna jej aplikovat do své trenérské praxe. Individualizace triatlonisty je jednou z těch nejdůležitějších, jelikož nastavení vnitřního prostředí a reakce na tréninkovou zátěž je u každého sportovce odlišná. Z pohledu fyziologických limitací mě nejvíce oslovil kyslík, který se váže na všechny biochemické parametry v lidském těle a celý jeho proces od příjmu do těla, průběhu v oběhovém systému a výdeje oxidu uhličitého z těla ven přináší spoustu informací. Myslím si, že tímto typem výzkumu se mi alespoň částečně podaří odkrýt ty nejslabší místa probandů a dokážu jej správně identifikovat.

Diplomová práce je složena ze dvou částí. V první části jsou teoretická východiska práce a ve druhé části vlastní výzkumná část.

V teoretické části práce se budu zabývat charakteristikou triatlonu ve všech možných spektrech, od výkonu přes etapy sportovního tréninku, rozvoje vytrvalosti u dětí a dospělých, tréninkem. Obsáhlejší část teoretické práce bude věnována fyziologii zátěže v triatlonu, která je klíčová pro pochopení výzkumné části práce.

Druhá část práce bude zaměřena na expertní rozborovou analýzu zahrnující interpretaci naměřených dat z klidové a zátěžové diagnostiky pro stanovení aktuálního stavu pohybového aparátu, a to ve dvou opakovaných zátěžových testech na bicyklovém ergometru v období triatlonové jarní přípravy. V mezidobí testů bude zapojeným triatlonistům doporučen intervenční program s cílem zlepšit jejich biochemické ukazatele.

Věřím, že tato práce přinese užitečnou zpětnou vazbu nejen osloveným a zúčastněným triatlonistům, ale případně i dalším trenérům. Pravidelné zátěžové testy a správnost jejich interpretace vynakládá určité množství vědomostí a zkušeností, které

mi u některých profesionálních trenéru v oblasti triatlonu chybí. Pevně věřím, že se tento přístup v budoucnu změní.

Teoretická východiska práce

1. Charakteristika triatlonu

Triatlon je vytrvalostní sport, který zahrnuje tři disciplíny: plavání, cyklistiku a běh. Tyto disciplíny jsou absolvovány bezprostředně za sebou ve stejném pořadí a výsledný čas je měřen na celkovou dobu trvání závodu. Triatlon se liší délkou tratě a existují různé kategorie, jako je sprint triatlon, krátký triatlon, dlouhý triatlon a terénní triatlon (viz obrázek 1). Vytrvalostní schopnosti jsou v triatlonu klíčové, protože sportovec musí zvládnout náročné fyzické výkony po dlouhou dobu. Důležitým faktorem je také schopnost správně kombinovat technické a taktické dovednosti v jednotlivých disciplínách. Plavání vyžaduje správnou techniku a orientaci ve vodě, cyklistika se soustředí na efektivní pohyb na kole a strategii závodu, zatímco běh je spojen s vytrvalostí a správným tempem. Úspěch v triatlonu vyžaduje vysoce rozvinutou vytrvalostní kondici, schopnost efektivně přecházet mezi disciplínami a dobrou regeneraci. Trénink triatlonu se zaměřuje na zlepšování aerobních kapacit všech tří disciplín, posilování svalového aparátu, trénink techniky a zvládnání přechodů mezi disciplínami. Zvládnutí triatlonu vyžaduje vyvážený trénink a pevnou vůli překonat fyzické i psychické výzvy. Je to náročný sport, který vyžaduje od sportovce schopnost pracovat na vysoké intenzitě a udržovat vytrvalostní výkon po celou dobu závodu (Formánek & Horčic, 2003).

Trénink triatlonu je zaměřen na celkovou přípravu organismu a umožňuje zlepšování různých systémů a procesů v těle. Vrcholový trénink se zaměřuje na specifické fyziologické a biochemické změny, které vedou ke zlepšení výkonnosti. Energeticko-metabolické systémy, jako je aerobní a anaerobní metabolismus, jsou cílem tréninku. Zlepšení těchto systémů umožňuje efektivnější využití energie při zátěži a prodlužuje vytrvalostní výkon (Friel, 2014).

Každá disciplína triatlonu vyžaduje odlišnou intenzitu aerobních procesů a vytrvalostní síly, což znamená, že sportovci musí být schopni optimálně využívat zdroje energie po celou dobu závodu. Dlouhodobé zatížení triatlonu klade vysoké nároky na regulační funkce organismu, včetně srdečního rytmu, krevního tlaku, termoregulace a hydratace. Nervosvalová koordinace je také klíčová pro technické zvládnutí plavání, cyklistiky a běhu, protože správná technika je důležitá pro efektivitu a prevenci únavy. Morfologicky se triatlonisté obvykle řadí do kategorie ektomorfní

mezomorf. Tito sportovci mají obvykle malé procento podkožního tuku a vyšší svalovou hmotnost. U žen se obvykle uvádí podkožní tuk kolem 6-10 % s výškou 165-175 cm a hmotností 55-65 kg. U mužů je podkožní tuk kolem 3-5 % s výškou 175-185 cm a hmotností 70-80 kg (Formánek & Horčic, 2003).

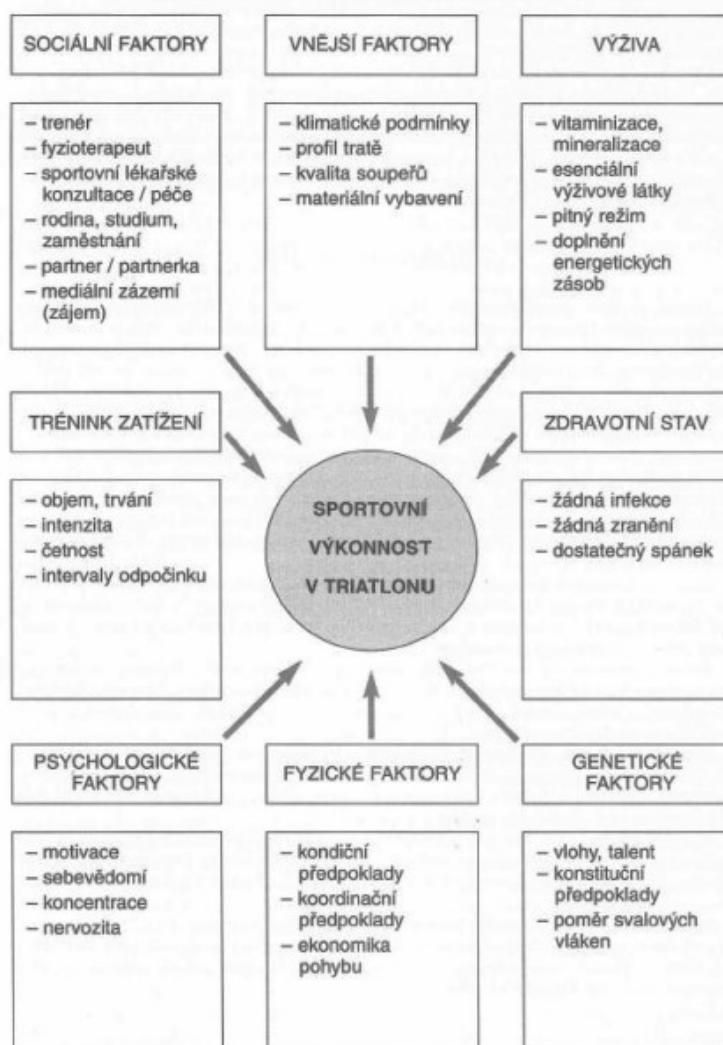
Triatlon	Plavání (km)	Cyklistika (km)	Běh (km)
Sprint triatlon (STT)	0,75	20	5
Krátký triatlon (KTT)	1,5	40	10
Dlouhý triatlon (DTT)	1,9–3,8	90–180	21–42,5
Terénní triatlon (TRTT)	0,75–1,9	20–90	5–21

Obrázek 1: Základní modifikace triatlonu-délka jednotlivých částí (Kovářová, 2015)

2. Faktory ovlivňující výkon v triatlonu

Mezi hlavní faktory, které ovlivňují schopnost pohybu člověka patří exogenní (zevní prostředí) a endogenní (vnitřní prostředí = tělo) faktory. Faktory exogenní jsou ovlivnění technickým vývojem (např. používáním novodobých technologií můžeme výrazně ovlivnit celkový výkon v triatlonu). Faktory endogenní ovlivníme zejména tréninkem (např. zdravotní stav, fyziologické faktory, motorické schopnosti, regenerace sil) (Novotný, 2004).

Přehlednou tabulku ovlivňujících faktorů podílejících se na výsledném výkonu v triatlonu ukazuje obrázek 2.



Obrázek 2: Vliv faktorů na sportovní výkonnost v triatlonu (Formánek, Horčic, 2003)

2.1 Sportovní trénink

Trénink triatlonu je dlouhodobý a komplexní proces, který zahrnuje systematickou přípravu na všechny tři disciplíny: plavání, cyklistiku a běh. Cílem tréninku je dosáhnout všestranného sportovního rozvoje jedince a zlepšit jeho výkonnost ve všech třech disciplínách triatlonu. (Kovářová, 2015).

Dle Formánka a Horčice (2008) zatěžováním organismu při tréninku triatlonu dochází k tělesnému a funkčnímu rozvoji. Tento rozvoj je založen na fyziologických a biochemických adaptacích, které se dějí v organismu v reakci na tréninkové stimuly. Tyto adaptace zahrnují zvýšení kardiovaskulární výkonnosti, zlepšení energetických metabolických procesů, zvýšení svalové síly a vytrvalosti, zvětšení objemu červených krvinek, zvýšení kapilarizace svalů a další fyziologické změny. Kromě tělesného rozvoje je trénink triatlonu také zaměřen na osvojování a zdokonalování nových dovedností, což se týká zejména techniky plavání, cyklistiky a běhu. Lehnert (2014) hovoří o adaptaci jako hlavní nástroj a předpoklad k efektivnímu navyšování sportovní výkonnosti. Součástí adaptace na zátěž je také rozvoj sociální a psychologický, který formuje a utváří osobnost jedince (psychologická složka). Všechny tyto složky utváří sportovní výkon a v tréninkovém procesu se navzájem propojují. Hlavním cílem sportovního tréninku je dosažení co nejvyšší úrovně individuální sportovní výkonnosti. Pro takové dosažení potřebujeme poznat strukturu výkonu a charakteristiku sportovce, nastavit smysluplný a systematický trénink a následně si určit úkoly, obsah, cíle, prostředky a metody tréninku (Formánek & Horčic, 2003).

Vedle adaptace na trénink musíme charakterizovat i motorické učení, díky kterému se sportovec učí specializovaným dovednostem, které jsou klíčové pro dosažení maximálního výkonu (Perič, 2004).

Ve sportovním výkonu se odráží:

- **Vrozené dispozice** (dědičnost), které mají povahu vloh a nadání (či talentu), které jsou však latentní. Aktivní činností se umožní jejich projev a odhalí jejich míru.
- **Vliv prostředí**, ve kterém člověk žije. Rozvoj vrozených dispozic je dán podmínkami, ve kterých se jedinec vyvíjí.

- **Vliv tréninkového procesu** (postupná adaptace na dlouhodobý a cílevědomě působící soubor záměrných procesů) (Dovalil a kolektiv, 2008).

2.2 Etapy sportovního tréninku

Podle Formánka a Horčice (2003) dlouhodobý vývoj sportovce má své zákonitosti vycházející ze vzájemného respektování psychologického a biologického vývoje jedince. Jednotlivé etapy vývoje jedince mají svá specifika, která by se měla zohledňovat. Podle Periče (2004) bychom měli s ohledem na věk přizpůsobovat charakter tréninku, intenzitu a objem zatížení. Pokud nedodržíme tyto kritéria či nějakou z etap vynecháme, může to jedince negativně ovlivnit v budoucím vývoji. V triatlonu se příprava rozděluje na rozvoj tří rozdílných sportovních disciplín-plavání, kolo a běh. Etapy sportovního tréninku se mezi jednotlivými disciplínami liší jak časově, tak obsahově (Formánek & Horčic, 2003).

➤ Etapa sportovní předpřípravy ve věku 7-12 let

Předpříprava v tréninku triatlonu skutečně zahrnuje emocionální, soutěživou a pestrou formu přípravy. Je to období, ve kterém se klade důraz na rozvoj různých pohybových dovedností a schopností. Cílem je posílit zdraví a zvýšit odolnost jedince a zároveň zabezpečit jeho všestranný pohybový rozvoj. Tréninkový proces by měl být postavený na zásadách všestrannosti, což znamená, že by měl zahrnovat různé druhy pohybových aktivit a disciplín triatlonu. Důležitá je také přiměřenost, což znamená respektovat individuální schopnosti a možnosti jedince a postupně je rozvíjet. Systematičnost je další klíčovou zásadou, která znamená, že trénink by měl být plánovitý, pravidelný a postupně se zvyšující. Toto věkové období je senzitivním pro rozvoj obratnosti, učení se jemné motorice pohybů a získávání citu pro pohyb (to se nejvíce projevuje v plavecké přípravě, kdy by dítě nemělo přemeškat 4-5 hod./týdně cílevědomému pohybu ve vodě pro získání "citu pro vodu"). Plavání je na prvním místě, zařazujeme ale i prvky atletické průpravy a kolem 12 roku jedince průpravu cyklistiky. V tréninku stále převažuje všestrannost, technika a rozvoj rychlosti a obratnosti (Formánek & Horčic, 2003). Podle Periče (2004) si děti v tomto věku budují návyk k pravidelnému pohybu a kladný vztah ke sportu.

Na konci této etapy by dítě mělo umět:

- Plavání: kvalitní dýchání do vody, splývání, měnit polohy těla, technicky zvládnout kraulové a znakové nohy, mít naučené základy znaku/prsou/obrátky, správné dýchání u kraulu
- Kolo: zatáčet na obě strany na malém prostoru, přehazovat, jízda jednou rukou, jízda ve smyku
- Běh: zkoordinovat ruce a nohy (Kovářová, 2013)

➤ **Etapa základního tréninku ve věku 13-16 let**

V této žákovské kategorii narůstá s postupujícím věkem tréninkové zatížení hlavně v plavecké přípravě. Plavání se postupně prolíná s etapou specializovaného tréninku, jelikož hlavním cílem této etapy je dosažení všestranného pohybové a kondičně připraveného výborného plavce. V dalším pořadí po plavání je běh a poté stále doplňkově cyklistika. Pořád platí růst všeobecné přípravy, a ne specializované. Jde o postupné a přiměřené zvyšování objemu zatížení, prodlužování tréninkové doby a frekvence tréninků. V tomto období dbáme na rozvoj co největšího množství pohybových dovedností, základů techniky atletických a cyklistických disciplín a rozvoj teoretických znalostí a taktiky triatlonu. Problémový nácvik a zvládnání techniky může nastat v období puberty, kdy se vlivem růstu přeměňují tělesné parametry (Formánek & Horčic, 2003). Perič (2004) tento pubertální problémový nácvik vnímá především kvůli rychlému růstu dospívajícího sportovce.

1. 10-11 let

Na konci této etapy by dítě mělo umět:

- Plavání: umět plavat všechny plavecké způsoby, umět se nadechovat na obě nádechové strany u kraulu, kotoulovou obrátku, startovní skok a zvládnout základy orientace na otevřené vodě, zkusit všechny technická cvičení.
- Kolo: ovládat stejně dobrou techniku jízdy na kole silničním a MTB, umět brzdít, řadit, projíždět zatáčky.
- Běh: umět základy běžecké abecedy (Kovářová, 2013).

2. 12-13 let

- Plavání: upevnit si správnou techniku všech plaveckých způsobů, zvládnout atletický startovní skok, kotoulovou obrátku s kvalitním vyvlněním, orietovat se na otevřené vodě.
- Kolo: zvládat správnou techniku šlapání (tzn. do kruhu) a jízdu do kopce/z kopce, opravit se defekt, dosáhnout okamžité frekvence šlapání bez odporu.
- Běh: zvládat běžeckou abecedu a techniku běhu v různých terénech a rychlostech, zvládnout techniku běhu po předešlé cyklistice (Kovářová, 2013).

3. 14-15 let

Na konci této etapy by dítě mělo umět:

- Plavání: vysoká plavecká výkonnost, zdokonalování veškerých získaných plaveckých dovedností.
- Kolo: ovládat správnou techniku šlapání i při vyšší zátěži, zvládnout servisovat kolo, osvojit si jízdu v “balíku” tzn. ve skupině.
- Běh: zvládnout běžeckou a speciální abecedu v různých variantách (Kovářová, 2013).

➤ Etapa specializovaného tréninku ve věku 17-21 let

V plavecké disciplíně se dostáváme do etapy maximálního rozvoje plavecké výkonnosti. Sportovec by měl být vybaven technicky a rychlostně dobrými základy pro běh a cyklistiku. Hlavním rysem této etapy je postupné zvyšování zátěže a začátek individualizace tréninkového procesu. Důraz je na rozvoj specifických pohybových schopností a dovedností, upevňování životního stylu daného trojúhelníku škola/rodina/sport. Během tréninkového procesu platí zásady postupného nárůstu zatížení a zásada komplexnosti. Postupně se zařazují přechodové tréninky z jedné části triatlonu do druhé. Účastí na větších závodech sportovec také rozvíjí psychické vlastnosti potřebné pro zvládnutí atmosféry soutěží, využívá rady svého trenéra a postupně s novými zkušenostmi na závodech roste do maximální sportovní výkonnosti. Ambiciózní závodníci v 19-20 letech by měli být triatlonově hotovými plavci s uplavanou patnáctistovkou (na 25 m bazénu) hluboko pod 17 minut (chlapci) a pod 18:30 minut (dívky). První juniorské období přípravy je charakterizováno nárůstem

tréninkových objemů v běhu a cyklistice, ale s větším důrazem na běh. Druhé juniorské období přípravy v nárůstu pokračuje, ale na běh a cyklistiku již klademe stejný důraz.

➤ **Etapa tréninku maximální sportovní přípravy ve věku 21 a více let**

Poslední etapa tréninku triatlonu, nazývaná také vrcholová příprava, je skutečně vrcholem dlouhodobého tréninkového procesu. V této fázi se intenzita tréninkového úsilí stupňuje a používají se intenzivnější a progresivnější tréninkové metody, které jsou přizpůsobeny individuálním potřebám a schopnostem jedince. Cílem vrcholové přípravy je dosáhnout nejvyšší úrovně funkční, kondiční a psychické připravenosti, která umožní jedinci dosáhnout hraničních úrovní jeho individuálních schopností. Zároveň se v této fázi klade důraz na stabilizaci techniky a rozvoj dokonalé taktiky prostřednictvím získávání závodních zkušeností. Triatlonisté v této fázi tréninku dosahují komplexního přístupu k tréninku a všestranné přípravě. Kromě intenzivního tréninku se také věnují aktivní regeneraci a odpočinku, které jsou klíčové pro dosažení vrcholové výkonnosti. Správná životospráva, včetně vyvážené stravy a odpovídajícího hydratačního režimu, je také nedílnou součástí této fáze tréninku. Ve 23 letech mohou závodníci s dobrými cyklistickými a běžeckými vytrvalostními předpoklady absolvovat dlouhé triatlony. Špičkový triatlonista je vystaven neustálému zatěžování, a proto by jejich trenéři měli neustále dohlížet na efektivitu a účelnost tréninkového procesu. Řídit se zásady sportovního tréninku jimiž jsou: zásada jednoty všestrannosti a specializace, zásada postupného zvyšování zatížení, zásada střídání zatížení a odpočinku, zásada systematičnosti (Formánek & Horčic, 2003).

Rubáš (1996) specifikuje toto období jako vysoce náročné na intenzitu a objem zatížení. Celý sportovní proces musí stát na vědeckých základech a praktických zkušenostech trenéra.

Trenér musí být schopen umět posoudit schopnosti sportovce a připravit na tréninkové zatížení odpovídající věku a fyzické zralosti s ohledem na správné nastavení tréninkového programu (Sharkey a Gaskill, 2006).

2.3 Interakce pohlaví a věku v triatlonovém výkonu

S vědomím, že se s postupným vývojem mění fyziologické (např. svalová síla, respirační systémy) morfologické (např. procento tělesného tuku, svalová hmota) a funkční charakteristiky, může se s postupujícím věkem měnit i rozdíl mezi pohlavími v ohledu na triatlonovou výkonnost. Po 55 roce života se pokles sportovní výkonnosti exponenciálně zvyšuje u obou pohlaví, ale u žen je tento pokles výraznější než u mužů. Pokles vytrvalostního výkonu se projevuje věkem podmíněným úbytkem svalové hmoty (rychlá svalová vlákna ubývají rychleji než pomalá), poklesem $VO_2\max$, maximální tepové frekvence, tepového objemu, laktátového prahu, ekonomikou pohybu atd. Zajímavostí může být obrázek 3 vyobrazující nejlepší výkony mužů a žen napříč věkovými kategoriemi ze světového triatlonového závodu Ironman na Hawaii (Friel, Vance, 2013).

Table 3.3 Best Total Performance Times for Male and Female Age Groups With Corresponding Split Times at the Hawaii Ironman Triathlon

MALE										
Year	2011 ^a	1996 ^b	2009	2006	2005	2010	2011	2011	2005	2012
Age group (years)	18–39	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	65–69	70–74	75–79	>80
3.8 km swim (h:min:s)	51:56	53:16	56:55	1:03:32	1:07:09	1:16:20	1:14:11	1:47:46	1:37:47	1:49:34
180 km cycle (h:min:s)	4:24:05	4:49:55	5:04:47	4:51:44	5:00:17	5:19:17	5:42:08	5:47:33	6:39:35	7:42:08
42 km run (h:min:s)	2:44:02	2:45:20	3:04:21	3:24:51	3:34:03	3:25:28	4:14:52	3:52:47	4:55:43	5:41:51
Total (h:min:s)	8:03:56	8:28:31	9:11:24	9:26:23	9:47:29	10:08:15	11:19:07	11:45:05	13:27:50	15:38:25
FEMALE										
Year	2009 ^c	2010	2012 ^d	2005	2010	2010	2010	2000	2005	NA
Age group (years)	18–39	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	65–69	70–74	75–79	NA
3.8 km swim (h:min:s)	54:31	1:13:52	1:06:21	1:08:08	1:06:18	1:32:16	1:21:02	1:37:54	1:45:05	NA
180 km cycle (h:min:s)	4:52:06	5:25:00	5:06:07	5:31:56	5:35:36	6:27:46	6:47:28	7:24:33	7:25:17	NA
42 km run (h:min:s)	3:03:05	3:17:48	3:09:18	3:47:23	4:00:08	4:05:22	4:59:01	6:07:02	6:19:43	NA
Total (h:min:s)	8:54:02	10:02:35	9:26:25	10:35:59	10:51:43	12:17:24	13:16:32	15:19:19	15:54:16	NA

^aCraig Alexander, 38 years old; ^bDave Scott, 42 years old; ^cChrissie Wellington, 32 years old; ^dNatascha Badmann, 45 years old.

Obrázek 3: Nejlepší výsledky mužů a žen ze světového závodu Hawaii (Friel, Vance, 2013)

3. Vytrvalost v triatlonu

Vytrvalost je pohybová schopnost dána vysokou ekonomizací práce nervosvalového systému a je ze 70 % geneticky determinována (Bartůňková a kol., 2013).

Je charakterizována délkou zátěže a pro posouzení této schopnosti je určujícím významem nástup její únavy. Výhodnou vlastností vytrvalosti je do jisté míry její přenositelnost (např. běžecký trénink se může odrazit lepší vytrvalostí v cyklistice). Pro cílené zlepšování výkonnosti v triatlonu je však zapotřebí specifického tréninku vytrvalosti pro plavání, kolo a běh včetně rozvoje všeobecné vytrvalosti. Vytrvalost můžeme rozdělit na jednotlivé druhy, které vidíme v tabulce obrázku 4.

Druh vytrvalosti	Doba konání pohybové činnosti	Převažující aktivizace energetických systémů
Rychlostní	do 20 – 40 s	ATP – CP
Krátkodobá	2 – 3 minuty	ATP – laktát
Střednědobá	kolem 8 – 10 minut	ATP – laktát/O ₂
Dlouhodobá	přes 10 minut	O ₂

Obrázek 4: Základní dělení vytrvalosti dle doby trvání a intenzity pohybové činnosti (Formánek & Horčic, 2003)

V tabulce je patrné, že intenzita je charakterizována zapojením energetických systémů, které se mezi sebou liší možnostmi v rychlosti uvolňované energie a čase, kam se dostává potřebné množství energie do pracujících svalů (Formánek & Horčic, 2003).

3.1 Senzitivní období pro rozvoj vytrvalosti

Vhodné období pro rozvoj specifické vytrvalosti v rámci ontogeneze bývá na přechodu z mladšího žactva do staršího školního věku. Jako trenéři musíme respektovat sníženou schopnost dětí zvládnout monotónní zátěž. Vrcholné výsledky se objevují v dospělosti ve věku 25-30 let i výše (Bartůňková a kol., 2013).

Na obrázku 5 jsou vidět jednotlivé pohybové schopnosti a senzitivní období (věk), ve kterém je nejvhodnější jedince rozvíjet. Jednotlivá senzitivní období se odvíjí od tělesného vývoje jedince, kdy se nejprve musí vyvinout vestibulární aparát, který zaznamenává polohu a je důležitý pro samotnou koordinaci a následuje mozeček jako řídicí centrum rovnováhy. Senzitivní období pro rozvoj rychlosti (především

frekvence pohybu v triatlonu důležité pro cyklistiku) je ovlivněno dokončeným vývojem pyramidálních drah. Všechny pohybové schopnosti a jejich rozvoj souvisí s řízením pohybu, nedostatek podnětů v období vývoje v dospělosti již nelze dohnat. Další pohybové schopnosti jsou rozvíjeny na základě kapacit organismu, které jsou nám geneticky determinovány a lze je rozvíjet i v pozdějším věku. Vytrvalostní schopnosti a jejich rozvoj souvisí s maximálními kapacitami kardiorespiračního aparátu (Kovářová, 2013).

Věk	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16+
Koordinace	■										
Rovnováha	■	■	■	■	■	■	■				
Rychlost				■	■	■	■				
Pohyblivost				■	■	■	■	■	■	■	
Vytrvalost aerobní								■	■	■	■
Vytrvalost anaerobní											■
Vytrvalostní síla											■

Dodržujte didaktické zásady. Trénink je vlastně učení, a pokud alespoň základní zásady nejsou dodrženy, učení probíhá pomalu a neefektivně. Může dojít i k zapomínání (odborně jej nazýváme vyhasínáním).

Obrázek 5: Senzitivní období pro rozvoj pohybových schopností (Kovářová, 2013)

3.2 Rozvoj vytrvalostních schopností u dětí vs. u dospělých z pohledu fyziologie pohybové zátěže

K rozvoji vytrvalostních schopností u dětí před pubertou dochází v souvislosti s rozvojem rychlostních a silových schopností. Adaptační změny zvyšují enzymatickou kapacitu a nitrobuněčné energetické zásoby. Je nutné podotknout, že reakční změny na pohybovou zátěž jsou v tomto věku velmi odlišné od dospělých jedinců. Děti dokáží uvolnit více energie aerobně, což souvisí s nižší hladinou laktátu (LA) v krvi. Pravděpodobně je to způsobeno větší rychlostí krevního proudu, což způsobuje rychlejší vzestup spotřeby kyslíku a tím i menší kyslíkový deficit, který je hlavní příčinou vzestupu laktátu (LA) u dospělých. Vznikající metabolická acidóza během zátěže je u dětí menší a kompenzační odpověď daleko větší, než je tomu u dospělých (např. během rychlejší zvýšené srdeční frekvenci dochází během zatížení

k rychlejšímu zvýšení minutového oběhu, což může při dané úrovni metabolismu dítěte způsobovat hyperventilaci ve srovnání s dospělým).

Během tělesné zátěže u dětí dochází k větší produkci tepla, méně se potí a odevzdávají teplo hlavně vedením a sáláním (to způsobuje nižší pokles objemu plazmy). Odezva kardiovaskulárního systému na dynamickou zátěž (také i na izometrickou kontrakci) je u dospělých a dětí velmi podobná. Co se ale liší, je klidová srdeční frekvence, která dětem během dětství klesá (u novorozenců je průměrná srdeční frekvence 120, v 5 letech je 80 a v 15 letech 62). Avšak platí, že s rostoucí intenzitou zátěže se srdeční frekvence jako u dospělých zvyšuje. Trenéři mládeže musí brát na vědomí vývoj jedinců v pubertálním věku, kdy dochází k mnoha změnám, které souvisejí se zvýšenou produkcí pohlavních hormonů. Vývojem sekundárních pohlavních znaků narůstá ukládání tukových zásob i změna jejich distribuce, rychlejší růst dlouhých kostí (což způsobuje změnu těžiště, a tím tak ovlivnění již osvojených dovedností). Častým důvodem ukončení sportovní kariéry je v tomto období pubertální citová labilita a propad výkonnosti (Bartůňková a kol., 2013).

Co se týká svalového systému, tak podle Bursové (2005) si děti musí před zahájením své kariéry projít speciální přípravou, která je zaměřena na svalové skupiny od nejhlubších svalů po nejsvrchnější vrstvy. Tato příprava může zabránit problémům s pohybovým aparátem a také pomůže snáze se učí novým pohybovým dovednostem.

Avšak rozvoj vytrvalosti u dětí se vzhledem k dynamickému tělesnému vývoji jeví jako málo efektivní, silový trénink zase není vhodný během období růstu a neukončené osifikace kostí (až do konce puberty) a nejsou optimální ani zátěže v laktátové zóně. I přesto že je výkon v triatlonu vytrvalostní, tělesné předpoklady dítěte jsou ideální především pro rozvoj koordinace, pohyblivosti, rychlosti a pak pro všechny základní sportovní dovednosti a techniky triatlonových disciplín (Kovářová, 2013).

3.3 Intenzita a doba zatížení

Z pohledu sportovního tréninku u rozvoje vytrvalostních schopností je zřejmé, že při rozvoji vytrvalostních schopností je hlavním cílem rozvoj aerobního systému získávání energie, což umožňuje dosažení maximálního výkonu. Intenzita a doba zatížení jsou proto zásadními sledovanými parametry v sportovním tréninku. Podle

Dovalila (2009) je systematické a opakované zatížení klíčovým faktorem pro adaptaci organismu a dosažení požadovaných změn funkčního stavu organismu. Zatížení může být sledováno z hlediska intenzity (kvalitativní stránky) a objemu (kvantitativní stránky) pohybové aktivity. Je důležité porozumět vztahům mezi zatížením, adaptací a růstem výkonnosti pro úspěšnou praxi ve sportovním tréninku. To znamená, že správná kombinace intenzity a objemu zatížení je klíčová pro podněcování adaptace těla a postupné zlepšování výkonnosti. Příliš malé zatížení může vést k nedostatečnému stimulu pro růst výkonnosti, zatímco příliš vysoké zatížení může způsobit přetížení a riziko přetrenování. V praxi je proto důležité správně plánovat a monitorovat zátěž, aby se dosáhlo optimálních adaptací a posílilo vytrvalostní schopnosti. To může zahrnovat postupné zvyšování intenzity a objemu zátěže v souladu s individuálními schopnostmi a cíli sportovce.

Sportovní výkon je dán svalovou prací na úrovni získávání a přenosu energie (McArdle et al., 2011), proto je intenzita a doba zatížení závislá na tréninkových zónách energetického krytí.

3.4 Tréninkové zóny v triatlonu

Triatlon se řadí z pohledu energetického krytí sportovního tréninku do dlouhodobé vytrvalosti. Abychom efektivně stimulovali vytrvalostní schopnosti na dané úrovni intenzity zatížení, měli bychom si umět stanovit tréninková pásma. Avšak existuje mnoho publikací, kde se touto problematikou zabývají.

Fitzgerald (2003) uvádí, že každá úroveň intenzity se zaměřuje na jiný systém získávání. Představuje tak pět odlišných úrovní zatížení: zotavení (recovery), vytrvalost (endurance), anaerobní práh (threshold), maximální spotřebu kyslíku (max Oxygen), rychlost (speed).

Formánek a Horčic (2003) uvádí, že každý vytrvalostní trénink vyvolá určitý stupeň zatížení, který lze vyjádřit pomocí hodnot např. srdeční frekvence, hladiny laktátu a skrze tyto hodnoty tak posoudit vnitřní zatížení organismu (vnitřní výkon). Tréninkové zatížení můžeme také charakterizovat podle rychlosti (plavání, cyklistika a běh), kde se jedná o vnější zatížení (vnější výkon). Tréninkové zóny v triatlonu rozdělujeme s ohledem vztahu k vnějšímu (rychlost aktivity) a vnitřnímu (hodnota srdeční frekvence) zatížení popsané na obrázku 6.

<i>Tréninkové pásmo</i>	<i>Hladina SF</i>	<i>Hladina rychlosti</i>
Intenzita I – Podprahové pásmo	75 – 95 % SF_{ANP}	75 – 95 % V _{ANP}
Intenzita II – Prahové pásmo	95 – 102 % SF_{ANP}	95 – 102 % V _{ANP}
Intenzita III – Nadprahové pásmo	93 – 100 % SF _{max}	97 – 102 % z rychlosti pohybu na danou trať

Obrázek 6: Charakteristika základních tréninkových zón v triatlonu (Formánek & Horčič, 2003)

Jednotlivá tréninkové pásma Formánek a Horčič (2003) dále upřesňují, kdy nazývaná *Intenzita I* pohybující se v hodnotě SF na 75 až 95 % SF_{ANP} vypovídá o zatížení nižším, než je úroveň anaerobního prahu, proto také označení jako podprahové. Jelikož závodní zatížení v triatlonu je dle jednotlivých disciplín (sprint, střední a dlouhý triatlon) časově jinak náročné, je zapotřebí tuto zónu dále rozdělit na další tři úrovně intenzity:

- ***Dlouhodobá vytrvalost III***

Tato intenzita pohybu má vliv především na získávání energie z tukových energetických zásob a v přípravě na dlouhý triatlon je velmi důležitá. Intenzita se pohybuje okolo 75 až 85 % SF_{ANP}.

- ***Dlouhodobá vytrvalost II***

U této vytrvalosti se rozvíjí především výkonnost systém, která zajišťuje vysoký energetický výkon ze zdrojů rychle uvolnitelných tuků a v přípravě na střední triatlon je velmi důležitá. Intenzita se pohybuje okolo 80 až 90 % SF_{ANP}.

- ***Dlouhodobá vytrvalost I***

U této vytrvalosti se rozvíjí především kapacita a výkonnost systémů, která zajišťuje vysoký energetický výkon ze směsi tuků-cukrů. Rozvoj této základní aerobní vytrvalosti je důležitý pro všechny disciplíny triatlonu. Intenzita se pohybuje okolo 85 až 95 % SF_{ANP}.

Intenzita II pohybující se v hodnotě SF na 95 až 102 % SF_{ANP} vypovídá o zatížení na úrovni anaerobního prahu (označujeme jako prahové). Intenzita na úrovni anaerobního

prahu (ANP) je klíčová pro rozvoj vytrvalosti v triatlonu. Pohyb s rychlostí odpovídající SFANP (speed at the anaerobic threshold) umožňuje prodloužit dobu udržení rychlosti pohybu na úrovni anaerobního prahu. Při této intenzitě tělo získává energii ze směsi cukrů a tuků při maximální možné spotřebě kyslíku, aniž by se zvyšovala hladina laktátu v krvi. Rychlost pohybu mírně převyšující úroveň ANP (například 102 %) má vliv na zvyšování rychlosti pohybu na úrovni anaerobního prahu. Tímto způsobem triatlonista posiluje svou schopnost udržet vyšší rychlost pohybu při intenzivním tréninku. To je důležité pro zlepšení výkonnosti v triatlonu, protože tato disciplína vyžaduje kombinaci vytrvalosti a schopnosti udržet vysokou rychlost pohybu po delší dobu. Je proto důležité, aby triatlonista zahrnul toto tréninkové prahové pásmo do své přípravy. Pravidelný trénink ve sféře ANP pomáhá zlepšovat vytrvalostní schopnosti a umožňuje přizpůsobení těla na delší výkony při vyšších intenzitách.

Intenzita III se řídí vyššími intenzitami, než je anaerobní práh (ANP) a je určena rychlostí pohybu v rozmezí 97-102 % z rychlosti na anaerobním prahu (VANP). Trénink v nadprahovém pásmu je zaměřen speciálně na rozvoj výkonnosti v krátkých a sprint triatlonových disciplínách. Tato vyšší intenzita pohybu přesahuje úroveň ANP a slouží k získání rychlostní rezervy. To znamená, že se triatlonista trénuje na ještě vyšší rychlosti, než kterou by vyžadovala samotná závodní intenzita. Tímto způsobem se tělo přizpůsobuje vyšším rychlostem a posiluje svou schopnost udržet vysokou rychlost pohybu v krátkých a intenzivních disciplínách triatlonu (Formánek & Horčic, 2003).

→ **Individuální stanovení tréninkových pásem:** pro individuální stanovení tréninkových zón je zapotřebí stanovit *Intenzitu II* (úroveň anaerobního prahu-ANP), k tomu je zapotřebí buď vyhodnocení laktátové křivky či teoretické výpočty. Příkladem takového individuálního sestavení u vysoce trénovaného triatlonisty můžeme vidět v tabulce u obrázku 7 (Formánek & Horčic, 2003).

Tréninkové pásmo		Hladina SF _{ANP} (%)	Individuální hladina SF			Hladina laktátu (mmol.L ⁻¹)
			Plavání	Kolo	Běh	
Intenzita I	Dlouhodobá vytrvalost III	75 – 85 % SF _{ANP}	120 – 135	116 – 131	128 – 145	1 – 2
	Dlouhodobá vytrvalost II	85,1 – 90 % SF _{ANP}	136 – 143 (AEP 140)	132 – 139 (AEP 133)	146 – 153 (AEP 150)	1 – 2
	Dlouhodobá vytrvalost I	90,1 – 95 % SF _{ANP}	152 – 146	140 – 146	154 – 162	1 – 3
Inten. II	Prahová vytrvalost	95,1 – 98 % SF _{ANP}	152 – 156	147 – 152	163 – 166	2 – 3
		98,1 – 102 % SF _{ANP}	157 – 163 (ANP 160)	153 – 158 (ANP 155)	167 – 173 (ANP 170)	3 – 4
<i>Individuální hladina rychlosti</i>						
Intenzita III	Speciální závodní vytrvalost – krátký TT	93,1 – 97 % SF _{max}	97 – 102 % z rychlosti: plavání – 1500 m / kolo – 40 km / běh – 10 km			5 – 9
	Speciální závodní vytrvalost – krátký TT	97,1 – 100 % SF _{max}	97 – 102 % z rychlosti: plavání – 800 m / kolo – 20 km / běh – 5 km			5 – 9
	Rychlostní vytrvalost	100 % SF _{max}	97 – 102 % z rychlosti: plav – 100–400 m / kolo – 2–10 km / běh 400 m–3 km			5 – 9 > 12
Rychlost			Relativně maximální			

Poznámka: individuální hladiny SF v tabulce vychází z hodnot stanovených v testech – individuálně pro plavání, kolo a běh:

plavání: SF_{AEP} = 140, SF_{ANP} = 160, SF_{max} = 182

kolo: SF_{AEP} = 133, SF_{ANP} = 155, SF_{max} = 180

běh: SF_{AEP} = 150, SF_{ANP} = 170, SF_{max} = 190

Obrázek 7: Individuální stanovení tréninkových pásem intenzity zatížení u vysoce trénovaného triatlonisty (Formánek & Horčic, 2003)

Podle výzkumných přístupů Seilera a Tonnessena (2009) určili tréninkové zóny na základě ventilačních prahů (viz obrázek 8), které se používají ve všech vytrvalostních sportech v Norsku. Kritikou této stupnice však je, že nezohledňuje individuální rozdíly ve vztahu mezi srdeční frekvencí a krevním laktátem ani rozdíly, které jsou specifické pro danou činnost.

Intensity zone	VO ₂ (%max)	Heart rate (%max)	Lactate (mmol.L ⁻¹)	Duration within zone
1	45-65	55-75	0.8-1.5	1-6 h
2	66-80	75-85	1.5-2.5	1-3 h
3	81-87	85-90	2.5-4	50-90 min
4	88-93	90-95	4-6	30-60 min
5	94-100	95-100	6-10	15-30 min

The heart rate scale is slightly simplified compared to the actual scale used by the Norwegian Olympic Federation, which is based primarily on decades of testing of cross-country skiers, biathletes, and rowers.

Obrázek 8: Tréninkové zóny u vytrvalostních sportovců podle Norů (Seiler a Tonnessen, 2009)

➤ Pravidlo 80/20

Začátkem roku 2000 známý norský fyziolog Seiler objevil pravidlo 80/20 (Fitzgerald, Warden, 2018). Přibližně 80% tréninků je realizováno v intenzitě pod prvním ventilačním bodem obratu či při koncentraci laktátu v krvi $\leq 2 \text{ mmol.L}^{-1}$. Zbývajících 20% tréninků je rozděleno mezi tréninky při laktátové prahové hodnotě nebo blízko ní (v zóně 2) a tréninků při intenzitách v rozmezí 90-100 % VO_2max , zpravidla jako intervalový trénink (v zóně 3). Toto pravidlo má signifikantní vztah s tréninkovými studiemi, které prokazují účinnost v zařazení 2 intervalových tréninků týdně do tréninkového plánu (Seiler a Tonnessen, 2009).

3.5 Plánování

Dovalil a kol. (2009) považují roční tréninkový cyklus jako základní rámec pro dlouhodobě organizovanou sportovní činnost. Je navržen na základě kalendářní časové struktury roku a reálné dynamiky sportovní výkonnosti. Jeho účelem je dosáhnout maximální sportovní výkonnosti v přesně stanoveném čase, například v době soutěže nebo vrcholného závodu. Tréninkový cyklus je členěn do různých úrovní a období, které se nazývají makrocyklus, mezocyklus a mikrocyklus.

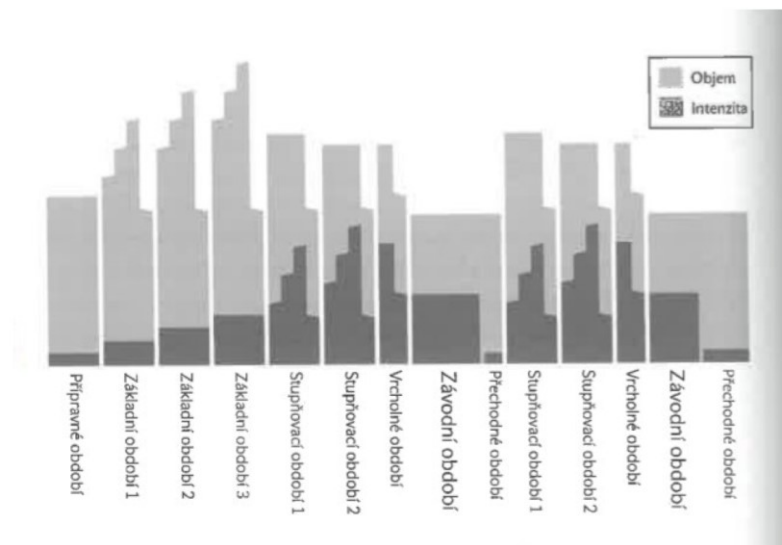
Plánování tréninku s ohledem na vrcholy sezóny, tedy nejdůležitější závody, je klíčovým faktorem pro dosažení optimální sportovní výkonnosti (Kely a Coutts, 2007).

1. Tréninkový cyklus víceletý-čtyřletý tréninkový cyklus využívám pro sportovce připravující se na olympijské hry.
2. Roční tréninkový cyklus (RTC)-roční tréninkový plán, který je klíčovým nástrojem určujícím termíny hlavních závodů v sezóně, soustředění a stanovuje cíle pro jednotlivá tréninková období. Definuje rozvržení tréninkové zátěže a regeneračních období na základě sportovcových cílů a potřeb.
3. Tréninkové období-základní dělení těchto období je na přechodné (PřO), přípravné (PO) a závodní (ZO). Přípravné období se dělí na rozvíjející (I) a stabilizační (II). Tato struktura tréninkových období je také zmíněna ve studii Haffa a Tripleta (2016), může se měnit v závislosti na počtu vrcholů sezóny a struktury tréninkových období.
4. Makrocyklus-doba trvání 6-12 týdnů, tvoří základ pro jednotlivá tréninková období.

5. Mezocyklus-rozdělení tréninku na období trvající 4 týdny, dohromady utváří jeden makrocyklus.
6. Mikrocyklus-rozdělení tréninků do 7 dnů, kdy se tréninkové zatížení rozepisuje na každý den.
7. Tréninková jednotka-konkrétní tréninková aktivita trvající od 40 min až po hodiny (Formánek, Horčic, 2003).

➤ **Roční tréninkové období podle Friela (2014)**

- Přípravné období
- Základní období 1
- Základní období 2
- Základní období 3
- Stupňovací období 1 a 2
- Vrcholné období
- Závodní období
- Přechodné období



Obrázek 9: Roční tréninkové období podle Friela (Friel, 2014)

4. Diagnostika výkonnosti triatlonisty

Nezbytnou součástí řízeného tréninkového procesu v triatlonu je pravidelné testování. Důvodem je aktuální zpětná vazba pro závodníka a trenéra podávající informaci o účinnosti a efektu realizovaného tréninku. Testováním lze ověřit komplexní a dílčí parametry pohybové činnosti nezbytné pro efektivní přípravu na triatlon. Testy lze provádět v laboratoři či v terénu. Laboratorní měření zjišťuje funkční stav vnitřního prostředí organismu (tzn. stav trénovanosti). Terénní měření zjišťuje úroveň vnějšího výkonu (tzn. stav výkonnosti) (Formánek & Horčic, 2003).

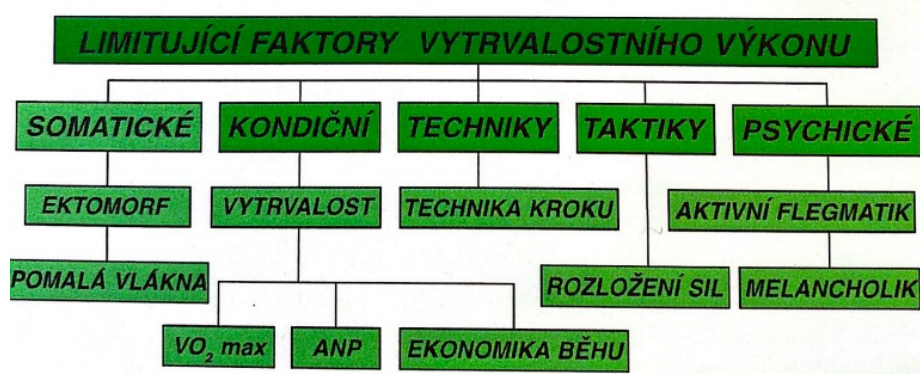
4.1 Zátěžová diagnostika v laboratoři

Pro přesnější stanovení individuálního tréninkového plánu u triatlonistů využíváme pravidelného funkčního testování v laboratorních podmínkách. Přínosem je podrobná analýza vnitřního prostředí organismu reagující na aplikovaný sportovní trénink. Jako trenéři můžeme posoudit silné a slabé stránky jedince a upravit tak tréninkové zatížení. Důležité zmínit, že sportovec může trpět skrytými zdravotními problémy, které zátěžovou diagnostikou lze odhalit dříve než běžná lékařská vyšetření. U sportovce funkční zátěžovou diagnostiku provádíme ve vhodném období, ve stejné podobě (tzn. nemodifikovat testy v průběhu přípravy) a nejlépe využívat stále stejné pracoviště a přístrojové vybavení. U výborných triatlonistů zařazujeme testování 2-4 x ročně, v závěru a v průběhu přípravného období (listopad-prosinec, březen–duben). Součástí zátěžové diagnostiky se také zjišťují základní antropometrické parametry (např. tělesná výška, tělesná hmotnost, procento tuku, poměr ECM/BCM).

Pro triatlon jako vytrvalostní sport je především důležité testovat aerobní schopnosti, které vypovídají o výkonnosti oběhového a dýchacího systému, a také o oxidativní kapacitě kosterního svalstva. Parametry, které nás nejvíce zajímají jsou: maximální spotřeba kyslíku VO_{2max} a úroveň ventilačního anaerobního prahu. Pro určení maximálních aerobních schopností využíváme stupňovaného testu do maxima prostřednictvím specifického zatížení. V laboratorním zařízení se při jednorázovém testování využívá zátěž na bicyklovém ergometru či běhacím koberci. Avšak musíme brát v potaz, že naměřené hodnoty VO_{2max} na bicyklovém ergometru jsou obvykle o 5-10% nižší (Formánek & Horčic, 2003).

4.2 Limitující faktory vytrvalostního výkonu

Úroveň sportovní výkonnosti je limitována řadou činitelů, mezi ty nejdůležitější řadíme somatické, funkční a motorické předpoklady, tempo růstu taktické a technické vyspělosti, trénovatelnost sportovce, psychickou stabilitu a motivaci. Kvalita těchto vlastností je podmíněna nejen genetickou výbavou, ale i vnějšími vlivy a přesné stanovení stupně jejich působení na jednotlivé činitele je velmi obtížné. Na schématu obrázku 10 jsou přehledně rozvětvené struktury vytrvalostního výkonu s limitujícími faktory. Nejdůležitější roli pro samotný výkon mají faktory somatické a kondiční, které ve své práci rozeberu podrobněji.



Obrázek 10: Limitující faktory vytrvalostního výkonu (Novotná a Novotný, 2007)

→ Determinanty vytrvalostního výkonu

Mezi determinanty vytrvalostního výkonu řadíme dle autorů Willmora a Costilla (2004) tyto:

- vysoké hodnoty VO₂max
- vysoké hodnoty LA prahu
- vysokou ekonomiku pohybu (běhu)
- vysoké procento pomalých svalových vláken

(Novotná a Novotný, 2007)

4.3 Zabezpečení pohybu energií

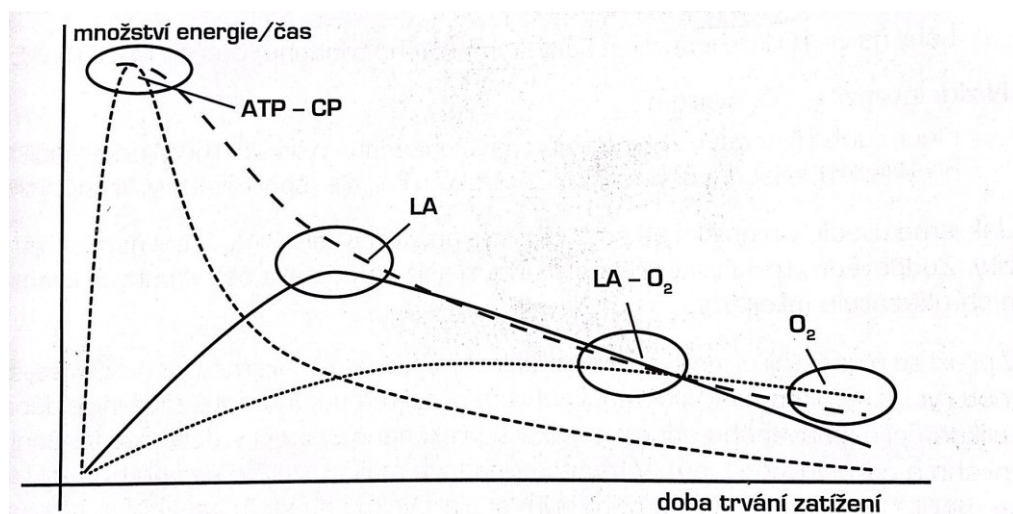
Základním a také jediným zdrojem energie pro svalovou kontrakci je adenosin trifosfát (ATP). Rozpadem ATP na ADP (adenosin trifosfát) se chemicky uvolní energie, která vyvolá svalovou kontrakci i následné uvolnění (relaxaci) svalu.

Tento princip patří mezi základní mechanismy svalové činnosti pohybu. K obnovení uvolněné energie dochází chemickou cestou přímo ve svalové buňce, a to z několika zdrojů energie, které umožní obnovu ATP.

Čím více kyslíku využije svalová buňka k obnově ATP, tím déle může organismus zvládat vyšší intenzitu pohybu trvající minuty až hodiny. Pro obnovu ATP využívá svalová buňka všechny zdroje energie současně s ohledem na charakter a intenzitu pohybu se poměr mění (Formánek & Horčic, 2003).

Pro účely tréninku se rozlišují 3 způsoby energetického krytí pohybové činnosti, jsou to: ATP-CP systém, LA systém a O₂ systém. Jedná se o komplexy biochemických reakcí na buněčné úrovni. V závislosti na době trvání pohybové činnosti, která také určuje její možnou intenzitu výdeje na jednotku času, se průběžně aktivuje ten či onen energetický systém viz obrázek 11. Aktivace příslušného způsobu energetického krytí je dána intenzitou zatížení:

- **Maximální intenzita** (aktivace ATP-CP systému, doba zapojení 15 s, hlavní zdroj energie kreatinfosfát (CP)). Zařazujeme do jednorázové pohybové činnosti: výskoky, odrazy aj.
- **Submaximální intenzita** (aktivace LA systému, doba zapojení 2-3 min, hlavním zdrojem energie je glykogen). Zařazujeme sem cvičení vysoké intenzity: běhy na střední tratě aj.
- **Střední intenzita** (aktivace LA a O₂ systému, doba zapojení 5-10 min, hlavním zdrojem energie je glykogen). Zařazujeme sem: běhy na 3-10 km, jednotlivé části olympijského triatlonu a běh na lyžích 5-15 km.
- **Nízká intenzita** (aktivace O₂ systému, doba zapojení je v řádu hodin, hlavním zdrojem energie je glykogen a tuky). Zařazujeme sem dlouhodobé vytrvalostní výkony: silniční cyklistika, triatlon, cross country horských kol aj. (Perič a Dovalil, 2010).



Obrázek 11: Energetické systémy podle doby trvání pohybové zátěže (Perič a Dovalil, 2010)

Pro vytrvalostní trénink v triatlonu je vhodné najít hraniční intenzity pohybu jako jsou:

- **Aerobní práh (AP)**, kde převažuje aerobní obnova ATP a hlavním zdrojem energie je převážně tuk.
- **Anaerobní práh (ANP)**, kde převažuje aerobní obnova ATP s menší mírou anaerobní obnovy ATP (zpracování a tvorba laktátu je v rovnováze) a hlavním zdrojem energie je převážně cukr.

V triatlonu využíváme takových tréninkových metod, abychom rozvíjeli intenzivní přeměnu cukrů s využitím kyslíku a u delších triatlonů využití energie z tuků (Formánek & Horčic, 2003).

4.3.1 Aerobní práh (AP)

Aerobní práh je hraniční přechod mezi aerobním pásmem metabolického krytí a smíšeným aerobně-anaerobním pásmem, jehož hodnota je na 2 mmol.l^{-1} . Je dáno, že pokud hladina laktátu nepřesáhne 2 mmol.l^{-1} jedná se o aerobní pásmo (na kterém je postaven rozvoj základní vytrvalosti). Intenzita pohybové činnosti u netrénovaných jedinců odpovídá 40 % VO_2max a 65 % SF max, u trénovaných jedinců až 70 % VO_2max a 75 % SF max. (Bartůňková a kol, 2013).

Aerobní energetický systém je uložený v mitochondriích svalových vláken a štěpí sacharidy a tuky k produkci energie ve formě ATP (Sharkey a Gaskill, 2006).

4.3.2 Anaerobní práh (ANP)

Pan Dovalil definuje anaerobní práh (ANP) jako bod, ve kterém za konstantního zatížení dochází k přechodu od převážně aerobního metabolismu (využívání kyslíku) k anaerobnímu metabolismu (bez využití kyslíku) pro získávání energie. Při dosažení anaerobního prahu už aerobní procesy nedokáží poskytnout dostatečné množství energie pro požadovanou intenzitu zátěže, a proto se začínají uplatňovat anaerobní procesy. Začínají se tak uplatňovat anaerobní procesy, nicméně veškerá látková výměna zůstává v dynamické rovnováze tvorby a utilizaci laktátu (Dovalil, 2002).

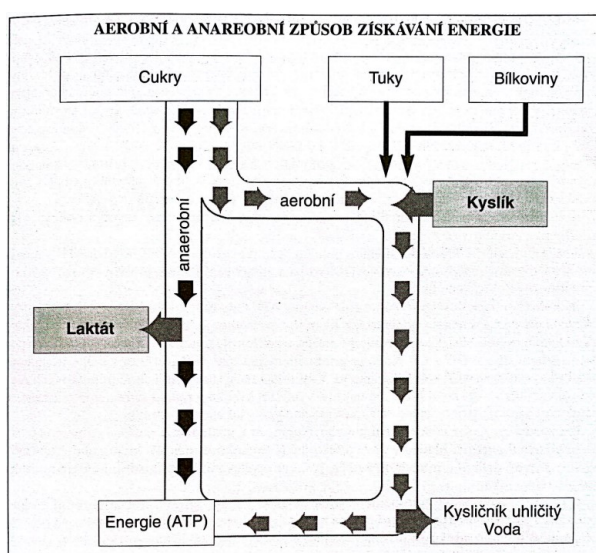
Pro oblast ANP má zcela velký význam trénink aerobního systému. Takové tréninky jsou mezi sportovci méně oblíbené a do určité míry i obtížné. Pro triatlon je úroveň anaerobního prahu základním předpokladem pro definování tréninkových zón. Dlouhodobé využití maximálních aerobních předpokladů patří mezi rozhodující schopnosti potřebné pro výkon v triatlonu. (Formánek & Horčic, 2003).

Anaerobní práh (ANP) se skutečně obvykle vyjadřuje jako procento maximálního objemu kyslíku (VO_{2max}) nebo jako procento maximální srdeční frekvence (SF). U netrénovaných jedinců se hodnoty ANP obvykle pohybují mezi 50-70 % VO_{2max} nebo 85-90 % maximální SF. U trénovaných jedinců, kteří mají vyšší úroveň vytrvalosti a lepší anaerobní schopnosti, se hodnoty ANP mohou pohybovat kolem 80-90 % VO_{2max} nebo dokonce přes 90 % maximální SF. (Dovalil, 2002).

ANP hodnotu lze stanovit neinvazivně v laboratoři (souvislým stupňovitým zatížením ventilačně-respiračních ukazatelů) nebo invazivně (opakovaným stupňovitým zatížením, kdy pozorujeme změny koncentrace laktátu v krvi) či také, méně spolehlivou metodou pomocí srdeční frekvence (Conconiho test) (Formánek & Horčic, 2003). Koncentrace laktátu v krvi je při 4 mmol.l^{-1} , kdy tělo začíná akumulovat větší množství laktátu. Velikost zakyselení, kterou tělo dokáže zvládat, je značně individuální. Jedinci na vysoké úrovni aerobní vytrvalosti (např. maratonci) dosahují dynamické rovnováhy při hodnotě laktátu kolem $2,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ zatímco u jedinců s vysokou úrovní rychlostně silových schopností (např. sprinteři) jejich rovnováha je na hodnotě laktátu kolem $5-6 \text{ mmol.l}^{-1}$ (Bartůňková a kol, 2013).

Metody stanovení hodnoty ANP

- Conconiho test
- Metoda využívá vztahu kinetiky SF a rychlosti pohybu bez nutnosti odběru krve.
- Vyhodnocení laktátové křivky
- Uplatňujeme metodu opakovaných stupňovaných zátěží, kdy jedince zatěžujeme nejméně 4 a více stupni zatížení. Každý stupeň zatížení je charakterizován dobou trvání (nejméně 3 min) či vzdáleností. Hladina laktátu, hodnoty srdeční frekvence a rychlost dané aktivity (plavání, kolo či běh) se počítačově zpracují a poté vyhodnotí.
- Vzestup laktátu v krvi měříme při stupňovaném zatížení, pokud uděláme odběr krve. Analýza laktátové křivky (tzv. exponenciální nárůst koncentrace v závislosti na zatížení) slouží ke stanovení „bodu zlomu“ či začátku strmého nárůstu laktátu, který se rovná tzv. individuálnímu laktátovému prahu.
- Hodnota laktátového prahu na úrovni ANP se individuálně může pohybovat v rozmezí 2,5-7 mmol/l (Novotná a Novotný, 2007).
- Stanovení ANP pomocí laktátové křivky je poměrně složité, proto je vhodné spolupracovat s renomovanou laboratoří funkční diagnostiky, která snadno vyhodnotí individuální určení ANP ve formě tabulek, grafických výstupů a písemného hodnocení (Formánek & Horčic, 2003).



Obrázek 12: Aerobní a anaerobní způsob získání energie ((Formánek & Horčic, 2003)

5. Fyziologie zátěže v triatlonu

Sportovní výkony kladou vysoké nároky na lidské orgány a jejich funkce. Z fyziologického hlediska reakce organismu na výkon většinou znamená, že řada funkcí dosahuje hraničních hodnot. Vlivem tréninku dochází k adaptačním změnám, schopnost systémů se adaptovat v tréninku triatlonu je větší než u ostatních sportovních disciplín. První adaptační změny ve vytrvalostním tréninku lze očekávat už během několika týdnů. Avšak důležité je, aby zatížení bylo cílené (Dovalil a kol., 2009).

O úroveň vytrvalostních schopností v triatlonu rozhodují dva faktory. Prvním faktorem je schopnost dlouhodobě produkovat v pracujících svalech co nejvyšší množství energie a druhým faktorem je schopnost co nejefektivněji přeměňovat tuto energii na výsledný pohyb v horizontální směru (Formánek & Horčic, 2003). Největší zatížení působí na kardiovaskulární a dýchací systém, vlivem tréninku dochází k velké ekonomizaci funkcí. Příčinou je vagotonie, která představuje zvýšený parasympatický tonus v klidových podmínkách (u trénovaných je klidová srdeční frekvence nižší než u trénovaných) (Bartůňková a kol., 2013).

Byly pozorovány extrémně nízké klidové srdeční frekvence pohybující se mezi 30-35 tepy (Jančík a kol., 2006).

Během přípravy na triatlon jsou typické i třífázové tréninky, a proto bychom neměli pohlížet na trénink pouze z fyziologického hlediska, ale brát v potaz i psychologické aspekty, ohledy na vůli a motivaci trénovat, překonávat během tréninku nepříjemné pocity. Rick Niles (triatlonový trenér) říká, že nezáleží na tom, kolik trénujeme, ale jak trénujeme (Friel, 2014).

5.1 Kardiovaskulární systém

Kardiovaskulární systém je úzce spjat s dýchacím systémem a jejich propojení nazýváme jako kardiorespiračním systémem. Takový systém zajišťuje přísun živin a minerálů do pracujících svalů, poté z nich odvádí metabolity a zajišťuje termoregulaci a udržuje homeostázu. Aplikovaným tréninkem dochází ke změnám v organismu: reaktivním (přímá odpověď organismu na zatížení) a adaptivním (změna dlouhodobým tréninkovým procesem) změnám (Bartůňková a kol., 2006).

Během pohybové aktivity dochází ke značným změnám ukazatelů krevního oběhu, které mohou sloužit jako diagnostické faktory pro kontrolu tréninkového efektu a intenzity zatížení. Nejčastěji používaným ukazatelem je srdeční frekvence (SF), kterou měříme během tréninku pomocí sporttestrů. Klidová srdeční frekvence u dospělého člověka se obvykle pohybuje kolem 70 tepů za minutu. U dětí jsou tyto hodnoty vyšší a postupně se snižují s věkem. Během vytrvalostního tréninku se srdeční frekvence klidově snižuje na hodnoty mezi 35-60 tepů za minutu, což je nazýváno vagotonií. Pokud naměříme u sportovce vyšší klidovou srdeční frekvenci, než je obvyklé, může to být indikace přetrénování nebo počáteční nemoci. Maximální srdeční frekvence (SFmax) může během fyzické aktivity dosahovat až přes 200 tepů za minutu. S věkem tyto hodnoty obvykle klesají. Pro přesné stanovení SFmax se doporučuje provést test v laboratoři nebo v terénu, který poskytne individuální hodnotu maximální srdeční frekvence. Měření srdeční frekvence během tréninku je užitečné pro monitorování intenzity zatížení a tréninkového efektu. Pomocí těchto hodnot můžeme přizpůsobit tréninkový plán, kontrolovat fyziologické adaptace a předejít přetížení a přetrénování (Novotná a Novotný, 2007).

Srdeční frekvence v souvislosti s fyzickým zatížením vykazuje 3 fáze změn:

1. **Úvodní fáze** srdeční frekvence (SF) se může zvyšovat pod vlivem emocí a podmíněných reflexů, zejména ve spojitosti se startovními stavy. Tyto reakce jsou komplexní a zahrnují interakci mezi kardiorespiračním a neuroendokrinním systémem, metabolickou aktivací a zvýšeným svalovým napětím. U trénovaných jedinců může dojít k významnému zvýšení srdeční frekvence až na hodnoty mezi 150-170 tepů za minutu. Hlavními mediátory tohoto zvýšení jsou noradrenalin, který je mediátorem sympatických vegetativních vláken, a adrenalin uvolňovaný z dřeně nadledvin.
2. **Průvodní fáze** = srdeční frekvence (SF) se zpočátku rychle zvyšuje v reakci na zátěž, ale postupně se zpomaluje a ustaluje na rovnovážných hodnotách, které odpovídají podávanému výkonu. Tento proces je ovlivněn jak podmíněnými reflexy souvisejícími s pracujícími svaly, tak nepodmíněnými reflexy, které vycházejí ze svalových proprioreceptorů v extracelulární tekutině (ETC) a z cévních baroreceptorů. Podmíněné reflexy jsou reflexy, které jsou naučené a vznikají v důsledku opakovaného tréninku. Tyto reflexy jsou spouštěny

svalovými signály a mohou ovlivnit srdeční frekvenci během fyzické aktivity. Nepodmíněné reflexy vycházejí ze svalových proprioreceptorů v ETC (extracelulární tekutině) a z cévních baroreceptorů, které reagují na změny napětí a tlaku v cévách. Tyto reflexy také přispívají ke kontrole srdeční frekvence.

3. **Následná fáze** = srdeční frekvence (SF) začne postupně vracet k výchozím hodnotám. Křivka návratu srdeční frekvence je obvykle strmější na začátku a postupně se stává pozvolnější. Ve fázi návratu po fyzické aktivitě pozorujeme rozdílné reakce mezi jedinci s převažujícím sympatikotonickým nebo vagotonickým tónem. Sympatikotonik je charakterizován vyššími hodnotami klidové, zátěžové a pozátěžové srdeční frekvence. Vagotonik naopak projevuje nižší klidové, zátěžové a pozátěžové hodnoty srdeční frekvence. Rozdíly v srdeční frekvenci můžeme také pozorovat mezi netrénovanými a vytrvalostně trénovanými jedinci. Vytrvalostně trénovaní jedinci mají obvykle nižší klidovou srdeční frekvenci než netrénovaní jedinci. To naznačuje, že pravidelný aerobní trénink může vést ke snížení srdeční frekvence v klidu, což je znak efektivnějšího fungování srdce. (Bartůňková a kol., 2006).

5.1.1 Krevní oběh

Krev je prostředníkem mezi vnějším a vnitřním prostředím těla. Hlavní funkcí krevního oběhu je přenášet živiny, kyslík, hormony a další látky, které jsou potřebné pro správné fungování těla, ke všem tkáním a orgánům. Krevní oběh probíhá v uzavřené soustavě cév, které zahrnují tepny, žíly a kapiláry. Tepny přivádějí kyslíkem bohatou krev ze srdce do tkání, zatímco žíly odvádějí krev zpět do srdce. Kapiláry jsou malé a tenké cévy, které umožňují výměnu látek mezi krví a tkáněmi. (Bartůňková, 2006).

Prokrvení srdce v klidu představuje přibližně 5 % z celkového minutového objemu krve. To znamená, že z celkového objemu krve, který srdeční sval přijímá za minutu, se 5 % dostává právě do srdce. Spotřeba kyslíku myokardem (srdečním svalem) se pohybuje v rozmezí 10-15 % celkové spotřeby kyslíku tělem. To znamená, že srdeční sval vyžaduje relativně vysoké množství kyslíku k provádění své práce. Minutový srdeční objem (množství krve, které srdeční sval vypumpuje za minutu) lineárně roste se zátěží. Při zátěži se srdeční objem zvyšuje, čímž se zajišťuje dostatečné prokrvení tkání a zvýšená dodávka kyslíku. Srdeční sval pracuje převážně

v oxidativním metabolismu, což znamená, že využívá kyslík ke generování energie. To je důležité z hlediska toho, že srdeční sval není schopen pracovat na kyslíkový dluh. To znamená, že srdeční sval vyžaduje neustálý přísun kyslíku pro udržení své činnosti. Pokud jde o energetický substrát, který srdce využívá, glukóza (cukr) je jedním z hlavních zdrojů energie pro srdeční sval. Kromě glukózy může srdce také využívat kyselinu mléčnou jako palivo. Vyvážený poměr iontů vápníku a draslíku je také důležitý pro bezproblémovou funkci srdce, protože tyto ionty jsou zásadní pro srdeční (Seliger, 1983).

	v klidu	při pohybové činnosti
Glukóza	31%	16%
Mastné kyseliny	35%	21%
Kyselina mléčná	28%	61%
Aminokyseliny	7%	2%

Obrázek 13: Energetické zdroje pro myokard (Bartůňková, 2006)

5.1.2 Reakce a adaptace na zátěž

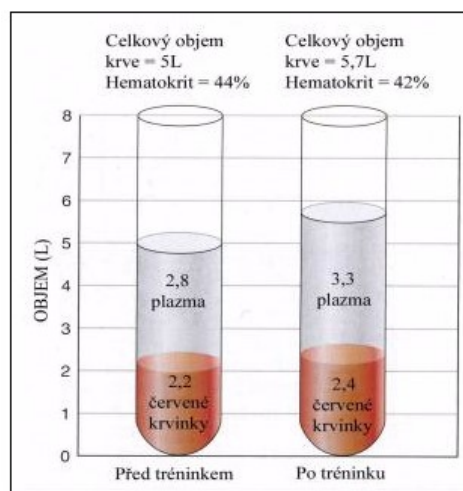
krv je tvořena přibližně z 8 % hmotnosti těla. Tekutá složka krve, nazývaná plazma, představuje přibližně 55-60 % celkového objemu krve. V plazmě jsou obsaženy důležité látky, jako jsou proteiny (např. albumin, globuliny), minerály (např. sodík, draslík, vápník), produkty trávení a metabolismu (např. glukóza, aminokyseliny) a také řada dalších látek, které jsou nezbytné pro správnou funkci organismu. Reakce organismu na pohybovou zátěž zahrnuje zvýšení počtu červených krvinek. Červené krvinky neboli erytrocyty, jsou zodpovědné za přenos kyslíku z plic do tkání a odvádění oxidu uhličitého z tkání zpět do plic. Zvýšený počet červených krvinek umožňuje efektivnější přenos kyslíku a lepší využití energie při fyzické aktivitě. U vytrvalostních sportovců, jako jsou vytrvalostní běžci nebo cyklisté, se v průběhu závodu může zvýšit hodnota hematokritu, což je poměr objemu červených krvinek v krvi k celkovému objemu krve. Hodnoty hematokritu se mohou pohybovat v rozmezí 50-55 % u vytrvalců. Tímto zvýšením se zvyšuje schopnost krve přenášet kyslík a zlepšuje se výkon při dlouhodobém výkonu (Komandel, 1997).

Při zátěži a fyzickém cvičení dochází ke změnám v krevním složení, včetně změn ve srážlivosti krve a počtu bílých krvinek. Zvýšená srážlivost krve je reakcí na zátěž, a slouží jako mechanismus pro zajištění správného hojení případných poranění. Nicméně, při příliš vysoké srážlivosti se může zhoršit proudění krve a potenciálně zvýšit riziko trombózy. Bílé krvinky neboli leukocyty, jsou součástí imunitního systému a jsou zodpovědné za ochranu těla proti infekcím a patogenům. Během zátěže se jejich počet v krvi může zvýšit, což je reakce na potřebu zvýšené obranyschopnosti těla v důsledku fyzické aktivity.

Dlouhodobý vytrvalostní aerobní trénink má pozitivní vliv na krevní složení a krevní oběh. Během tréninku dochází k adaptacím, které zahrnují zvýšení objemu plazmy (tekutá složka krve) a zvýšení počtu červených krvinek a množství hemoglobinu a to po 2 až 3 týdnech. Zvýšení objemu plazmy umožňuje lepší transport živin a kyslíku do svalů a odstraňování odpadních produktů. Zvýšení počtu červených krvinek a množství hemoglobinu zvyšuje krevní schopnost přenášet kyslík z plic do svalů. Hematokrit, který udává poměr objemu červených krvinek k objemu celé krve, se snižuje, což zlepšuje průchodnost krve a snižuje její viskozitu. Tím je zajištěn lepší přísun kyslíku k aktivním svalům (Wilmore, 2004).

Avšak každé tělo reaguje na zatížení vlastním tempem. Podle Friela (2009) po jednom týdnu vysoké zátěže se může objem krevní plazmy zvýšit. Tento jev je známý jako "plazmatická adaptace" a je důsledkem rozšíření cév, které se podílejí na transportu krve. Zvýšený objem plazmy umožňuje efektivnější transport živin a kyslíku, a také usnadňuje odstraňování odpadních produktů z těla. Na druhou stranu, růst svalových vlásečnic (kapilár) vyžaduje delší dobu. Kapiláry jsou mikroskopické cévy, které zásobují svaly krví. Jejich rozvoj je důležitý pro zvýšení kapacitního toku krve do svalů a zlepšení dodávky kyslíku. Rozvoj svalových vlásečnic je postupný proces, který se odehrává v průběhu několika let tréninku.

Pobyt ve vysokohorském prostředí může mít pozitivní vliv na zvýšení množství červených krvinek a hemoglobinu v krvi. Vysokohorské prostředí je charakterizováno nižším atmosférickým tlakem a nižším obsahem kyslíku ve vzduchu. Tělo se na tuto situaci adaptuje tím, že reaguje na nedostatek kyslíku zvýšenou tvorbou červených krvinek (Jančík a kol., 2006).



Obrázek 14: Změny objemu krve po dlouhodobém vytrvalostního typu (upraveno dle: Wilmore J.H., 2004)

5.1.3 Transportní systém pro kyslík

Schopnost využití kyslíku a jeho transportu do pracujících svalů je klíčovým faktorem pro úspěch ve vytrvalostních disciplínách. Tato schopnost je obecně měřena a vyjádřena jako hodnota VO_2 (objem kyslíku) nebo VO_2 max (maximální objem kyslíku). VO_2 max představuje maximální množství kyslíku, které tělo dokáže spotřebovat za jednu minutu při maximální fyzické námaze. Vyjadřuje tak schopnost dýchacího a oběhového systému dodávat kyslík do svalů. Vyšší hodnota VO_2 max je spojena s lepší fyziologickou kondicí a vytrvalostním výkonem. Tréninkem a zlepšováním fyziologických adaptací je možné zvýšit hodnotu VO_2 max. Pravidelný aerobní trénink, který zahrnuje aktivitu s dostatečnou intenzitou a trváním, stimuluje adaptace v dýchacím a oběhovém systému.

Hodnota VO_2 max je vyjádřením maximální spotřeby kyslíku za jednu minutu během maximální fyzické zátěže. Hodnoty VO_2 max se liší v závislosti na pohlaví, věku, genetických faktorech a trénovanosti jednotlivce (u trénovaných žen se hodnoty pohybují kolem 65 až 75 ml/kg a u trénovaných mužů kolem 75 až 85 ml/kg). Spotřeba kyslíku se rovná výsledku interakce centrálních a periferních faktorů.

Periferní faktory ovlivňují schopnost pracujících svalů přijímat a využívat kyslík. Patří sem například kapilární hustota (množství kapilár v svalové tkáni), mitochondriální hustota (množství mitochondrií, které jsou odpovědné za oxidativní metabolismus), enzymová aktivita a obsah myoglobinu (proteiny, které vážou kyslík v svalové tkáni). Tyto faktory ovlivňují rychlost přenosu kyslíku z krve do pracujících

svalů. Centrální faktory se týkají dodávky kyslíku ze srdce do pracujících svalů. Zahrnují srdeční frekvenci, srdeční výdej, objem krve a schopnost srdce efektivně pumpovat krev do těla. Výkonnostně trénované osoby mají často vyšší VO₂max kvůli lepší koordinaci a efektivitě centrálních faktorů centrálních a periferních faktorů (Wilber, 2004).

5.1.4 Krevní obraz

Jak už bylo zmíněno klíčovým faktorem pro úspěšnost ve vytrvalostních disciplínách je transportní systém pro kyslík. Transport kyslíku k pracujícím svalům zajišťují červené krvinky (erytrocyty) pomocí hemoglobinu.

→ Erytrocyty

Erytrocyty jsou červené krvinky, které zodpovídají za transport O₂ a CO₂. Pobyt ve vyšší nadmořské výšce může ovlivnit tvorbu a množství erytrocytů v těle, což může zvýšit transportní kapacitu krve pro kyslík (Suchý, 2014).

Dle autora Bolka (2008) maximální retikulocytóza nastane po 8 až 10 dnech a další navyšování počtu erytrocytů pokračuje až 6 týdnů. Mezi důležité stavební látky pro tvorbu červených krvinek a syntézu hemoglobinu patří:

- **Aminokyseliny** (alanin, valin, leucin, isoleucin a threonin)
- **Železo**
- **Vitamíny a minerály** (vitamín B12, kyselina listová, vitamín B6 a B2, vitamín C)

→ Hemoglobin

Hemoglobin je červené krevní barvivo a je hlavním transportním metaloproteinem obsaženým v červených krvinkách (erytrocytech). Jeho hlavní funkcí je vázat kyslík v plicích a transportovat ho do tkání, kde se uvolňuje, zatímco zpětně váže a odvádí oxid uhličitý z tkání zpět do plic, kde se vylučuje. (URL1).

Množství kyslíku navázaného na hemoglobin je určeno parciálním tlakem kyslíku. Parciální tlak kyslíku se mění v závislosti na koncentraci kyslíku ve vzduchu a na výšce nadmořské výšky. Hodnota nasycení hemoglobinu udává procentuální míru

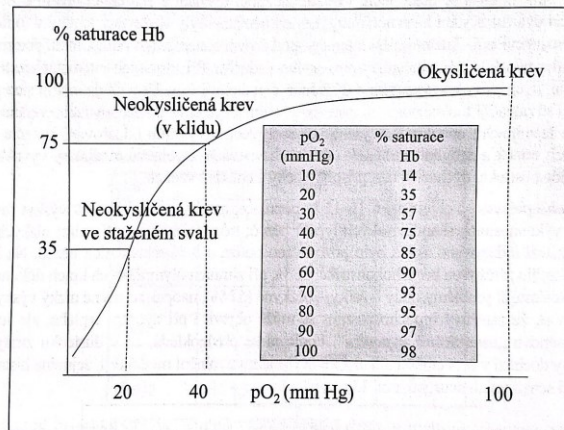
obsazenosti hemoglobinových vázacích míst kyslíkem. Normálně se pohybuje kolem 97 % (Seliger, 1983) a maximálně až na 98,5 % (Bartůnková, 2006).

Dostatečná saturace hemoglobinu je dosažena při parciálním tlaku kyslíku nad určitou hodnotou. Obvykle se považuje za adekvátní saturaci hodnoty nad 60-90 torrů (torr je jednotka tlaku). Při těchto hodnotách hemoglobin účinně váže kyslík v plicích a uvolňuje ho ve tkáních. Pokud klesne parciální tlak kyslíku pod tuto hodnotu, hemoglobin začne uvolňovat větší množství kyslíku. To může nastat například při náročné fyzické aktivitě, kdy svaly vyžadují větší dodávku kyslíku. Pokud je pohybová intenzita vysoce intenzivní a parciální tlak kyslíku je extrémně nízký, může dojít k úplnému vyčerpání nasycení hemoglobinu kyslíkem až na 5 %. Tento jev se nazývá "průlomová hypoxémie" a může se vyskytnout v extrémně náročných podmínkách, jako jsou například vrcholové sportovní výkony (Seliger, 1983).

→ Saturace hemoglobinu kyslíkem O₂

Mezi důležité procesy řadíme transport kyslíku z plic do tkání, kde poté hraje důležitou roli procentuální saturace hemoglobinu kyslíkem (% SO₂). Tato hodnota má význam především pro monitorování úrovně nasycení kyslíkem v krvi. Hodnota % SO₂ má význam především pro individuální rozdíly v koncentraci hemoglobinu (např. v porovnání mezi ženami a muži) během zátěžové hemokoncentraci či pobytu ve vyšší nadmořské výšce. Existuje několik faktorů, které ovlivňují saturaci hemoglobinu kyslíkem. Mezi ně patří teplota krve, parciální tlak kyslíku, pH krve a množství oxidu uhličitého v krvi (Fibinger a Novák, 1986).

Vazba kyslíku na hemoglobin není lineárně závislá na koncentraci kyslíku, ale je popsána disociační křivkou, která má tvar sigmoidní křivky. Disociační křivka na obrázku 15 představuje závislost mezi saturací hemoglobinu kyslíkem (% SO₂) a parciálním tlakem kyslíku. Na začátku disociační křivky, kdy je parciální tlak kyslíku relativně nízký, je vazba kyslíku na hemoglobin slabá. Jak se parciální tlak kyslíku zvyšuje, vazba kyslíku na hemoglobin se zesiluje. V oblasti středu disociační křivky, kde se nachází klidová hodnota saturace hemoglobinu (okolo 75 %), je schopnost hemoglobinu vázat kyslík optimální. V této oblasti je uvolňování kyslíku z hemoglobinu do tkání efektivní. Na vrcholu disociační křivky, který odpovídá maximální saturaci hemoglobinu kyslíkem (okolo 98,5 %), je vazba kyslíku na hemoglobin vysoce nasycená. Při těchto hodnotách je hemoglobin schopen efektivně vázat a transportovat kyslík (Bartůnková a kol., 2013).



Obrázek 15: Disociační křivka pro saturaci hemoglobinu (Bartůňková a kol., 2013)

→ Hematokrit

Hematokrit udává poměr mezi objemem plné krve a červených krvinek. Fyziologické hodnoty objemu krvinek jsou u mužů 44 % \pm 5 % a u žen 39 % \pm 4 (Trojan, 1994).

Autor Janessen (2001) tvrdí, že hematokrit může pod vlivem stresu značně kolísat nahoru/dolů. Příkladem může být vyvinutý stres během závodu, kdy plazma může klesnout a hematokrit stoupnout. Lze zaznamenat osobní variace na 10-12 % během 2 dnů (tzn. jeden jeden může být Hct 48 % a druhý den 44 %). Dalšími ovlivňující faktory hodnoty Hct, které Janessen (2001) zmiňuje jsou:

- **Navýšení Hct:** ztráta tekutin, vliv vyšší nadmořské výšky, alkohol, léky (diuretika), hormonální regulace, EPO (uměle podané), různé nemoci, stres či fyzická zátěž.
- **Pokles Hct:** hormonální regulace, anémie, léky (minrin), příjem tekutin, infuze s náhradní plazmou, infuze s roztokem sodíku.

→ Erythropoetin (EPO)

EPO je glykoproteinový hormon, který hraje klíčovou roli v regulaci tvorby červených krvinek (erytrocytů) v kostní dřeni. Jeho hlavní funkcí je stimulovat produkci erytrocytů a zvyšovat jejich počet v krvi. Produkce EPO je převážně lokalizována v ledvinách (90 %) a také v menší míře v játrech (10 %). Ledviny mají specifické receptory, které reagují na sníženou hladinu kyslíku v krvi (hypoxii). Tímto

signálem jsou aktivovány a začnou produkovat EPO. EPO pak putuje do kostní dřeně, kde stimuluje tvorbu erytrocytů. Je zajímavé, že tvorba EPO může začít již v první hodině po vystavení se hypoxii, například při pobytu ve vyšší nadmořské výšce, kde je nižší obsah kyslíku v atmosféře.

Množství produkovaného EPO se zvyšuje s rostoucí mírou hypoxie. Čím je jedinec vystaven vyššímu a delšímu stavu hypoxie, například při pobytu ve vyšší nadmořské výšce, tím více se zvyšuje produkce EPO. Podle Bolka (2008a) maximální produkce EPO nastává mezi 10. až 30. hodinou od přesunu, například podle autara Cedaro (1999) do 72 hodin.

→ Krevní doping

Za krevní doping se považuje infuze krve či krevních derivátů metodou odběru krve sportovce v množství 400 až 900 ml a to až 8 týdnů před závodem. Cílem je oddělení červených krvinek od plazmy a ve chvíli, co se vrátí krevní obraz sportovce do normálních hodnot, erytrocyty se vrací zpět do krevního řečiště sportovce. Následkem je okamžité navýšení hodnot hematokritu a tím tak zvýšení transportu kyslíku v krvi (Nekota, 2000).

Jelikož jsou s transfuzí krve spojena velká rizika (např. alergická reakce, zvýšená viskozita krve a systolického tlaku, vznik ischemických chorob atd.) (Pyšný, 1999), byl vytvořen umělý hormon erythropoetin (zkratka EPO) (Pyšný, 2006).

5.2 Svalový systém

Triatlon jako silově vytrvalostní sport vyžadující rovnováhu mezi horními a dolními končetinami (Klion a Jacobson, 2015). Lidské tělo zaujímá více než 660 svalů, přičemž svalovou hmotu tvoří 35 až 40 % celkové hmotnosti těla. Pro výkon v triatlonu jsou zásadní ty svaly, které řídí pohyby v plavání, cyklistice a běhu, kdy záleží, jak dobře se uvolňují a stahují. Posílené svaly dokáží generovat velkou sílu a zároveň udržet široký rozsah pohybu, který vede ke zlepšení rychlosti a snížení rizika zranění (Friel, 2014). V plavání je zapotřebí dostatečná úroveň speciální síly horních končetin, aby jedinec zvládnul překonat zvýšený odpor vodního prostředí. V cyklistice a běhu se vyžaduje dostatečná úroveň speciální síly dolních končetin, aby jedinec dokázal

překonávat odpor vzduchu při vyšší rychlosti, jízdě či běhu do kopce atd. (Formánek & Horčic, 2003).

Avšak podle Horčice a Formánka (2003) si musíme dát pozor na přílišný rozvoj maximální síly v tréninku (= nepřiměřeného zvětšení svalového průřezu), který by mohl značně omezit pohyblivost, snížit finální svalový výkon, zhoršit koordinaci, a dokonce narušit vztah mezi silou a frekvencí pohybu (= to by vedlo ke snížení vytrvalostního výkonu). Vedle svalové práce horních a dolních končetin je kladen velký důraz i na zpevněný svalový korzet.

Faktory, které ovlivňují svalovou sílu:

1. **Fyziologický průřez svalu** = to znamená, že čím je větší svalová hmota (hypertrofie svalu), tím se zvětšuje projev síly.
2. **Vnitrosvalová koordinace** = současné působení jednotlivých svalových vláken uvnitř svalu (trénování jedinci dokáží zapojit při max volním úsilí 85 % svalových vláken, netrénovaní pouze 50-60 %).
3. **Mezisvalová koordinace** = souhra v zapojení více svalových skupin najednou.

Pohybová soustava zajišťuje statickou (držení polohy těla) a dynamickou funkci (pohyb těla) těla, kdy vlastní pohyb je výsledkem souhry obou funkcí (Formánek & Horčic, 2003). Svaly přenáší svalovou sílu během:

- **Zkrácení svalu** (koncentrická fáze “koncentrická”).
- **Protážení svalu** (excentrická fáze “plyometrická”).
- **Zachování délky svalu** (statická fáze “izometrická”) (Zatsiorsky & Kraemer, 2014).

5.2.1 Přínosy silového tréninku do triatlону

Dle Frielova (2014) popisu studie provedené na Marylandské univerzitě ukazuje, že posilování s břemenem je pro vytrvalce vysoce přínosné, jelikož se ukázalo, že se sportovcům prodlužuje doba do vyčerpání. Co se ale po absolvování silového programu neprokázalo, tak zlepšení aerobní kapacity $VO_2\text{max}$. Ze studie vyplývá, že pomalá vytrvalostní vlákna posilováním zesílí a tudíž zvládnou větší část zatížení (tedy

lépe řečeno: vytrvalost se zlepšuje ve chvíli, kdy roste síla pomalých svalových vláken).

Vabroušek (2017) doporučuje zařazení silového tréninku v období zimy až 3x týdně, kdy je snižená běžecká a cyklistická zátěž. Poté během příprav na závodní období v jarních měsících, kdy se zvyšuje tréninkový objem venkovních aktivit, zařadit silový trénink pouze 1x týdně.

Pro triatlonisty by měl být silový trénink důležitou součástí strukturovaného tréninku, jelikož má spoustu benefitů:

- **Prevence zranění:** důsledný silový trénink může pomoci zvýšit hustotu kostí, udržet svalovou hmotu a chránit klouby před zraněním.
- **Zocelení:** přestože je cílem se vždy zlepšit v konkrétním sportu, na který se zaměřujeme, není cílem mít slabiny mimo naši specializaci. Je cenné být sportovcem v širším slova smyslu a nejen cyklistou, běžcem nebo plavcem. Je důležité se cítit co nejlépe bez ohledu na to, co děláme.
- **Navýšení svalové síly:** silový trénink zejména s břemenem, zvyšuje množství pomalých svalových vláken, která neprodukují kyselinu mléčnou takovou rychlostí jako svaly rychlých svalových vláken. To vede k produkci více síly po delší dobu. Vysoký laktátový práh se rovná většímu výkonu.
- **Zvýšená kondice a mechanika pohybů těla:** silová cvičení napravují nerovnováhu v lidském těle. Zlepšují držení těla a jeho celkovou souhru, díky které lze dosáhnout soustavné a důsledné silové práci.
- **Rovnoměrný přenos síly:** silový trénink napomáhá sportovcům vykonávat rovnoměrnější a konzistentnější výkon v běhu (prostřednictvím došlapu) nebo v cyklistice (prostřednictvím šlapání do pedálů). Tím se zvyšuje účinnost, která napomáhá zlepšit odolnost sportovce vůči únavě (URL5).

5.2.2 Vliv silového tréninku na fyziologii

Ukazuje se, že silový trénink má pozitivní vliv na ekonomiku sportovce, lépe řečeno na množství kyslíku potřebné při vyvinutém submaximálním úsilí. Posilování u triatlonistů s těžkým břemenem má větší přínos pro cyklistiku a plavání než pro běh, přestože se jedná o skupinu vytrvalostních sportů. Tento rozpor vysvětluje dr.

Vladimir Zatsiorsky svou myšlenkou: “pokud vyžaduje síla potřebná k vykonání určitého pohybu méně než 20 až 25 % max. síly sportovce, pak má trénink s těžkým břemenem malý či žádný význam” (např. působící síla na zem u běžeckého kroku v závodním tempu) (Friel, 2014).

Silový trénink v mnoha studiích potvrdil přínos pro zlepšující se výkon. Ve studii (Millet, 2002) o vlivu souběžného vytrvalostního a silového tréninku na ekonomiku běhu a kinetiku VO_2 se zapojilo 15 triatlonistů, kteří po dobu 14 týdnů absolvovali silový trénink s těžkou vahou v intervalu opakování 2x týdně. Silový trénink přesahoval 90 % maxima na jedno opakování. Došlo se k závěrům, že zlepšili svou maximální sílu, ekonomiku běhu o 6-9 %, rychlost a rychlost při VO_{2max} , ačkoli samotná hodnota VO_{2max} se nezlepšila.

Studie (Hauswirth, 2010) představila svůj pětítýdenní program silového tréninku v intervalu opakování 3x týdně. Silový trénink přesahoval vždy nad 90 % maxima na jedno opakování. Tato studie potvrdila pokles zvolené kadence volné jízdy na kole s délkou cvičení. Pokud se vydáte na dlouhou jízdu na kole, obvykle můžete ke konci jízdy pozorovat pokles kadence. Ale po 5 týdnech silového tréninku je toto snížení mnohem méně výrazné u skupiny, která prováděla silový trénink než u skupiny, která jej neprováděla. Došli k závěru, že silový trénink může pomoci zabránit nervosvalové únavě, která způsobuje snížení kadence.

Studie (Vikmoen, 2017) přišla s výzkumem 19 duatlonistek, kdy se potvrdil pozitivní přínos těžkého silového tréninku v rozvoji běžecké a cyklistické výkonnosti po dlouhodobé submaximální práci. Silový trénink trval 11 týdnů v intenzitě 3x týdně a skládal se ze 4 cviků na spodní část těla po 4-10 opakování. Poté hodnotily běžeckou a cyklistickou výkonnost pomocí 5minutového testu all out, který byl proveden bezprostředně po delší době submaximální práci. Jednalo se o 3 hodiny jízdy na kole nebo 1,5 hodiny běhu. V cyklistice došlo u skupiny se silovým tréninkem k 7 % zlepšení výkonu ve srovnání se skupinou bez silového tréninku. U běžecké skupiny došlo ke zlepšení výkonnosti o 4,7 % ve srovnání s kontrolní skupinou. U skupiny se silovým tréninkem se také snížila spotřeba kyslíku, což v podstatě znamená zlepšení ekonomiky. Rovněž u nich došlo ke snížení tepové frekvence během závěrečných 2 hodin jízdy na kole. U běhu však žádnou z těchto změn nezaznamenali.

Bent Ronnestad a Inigo Mujika (2013) ze studie potvrdili, že ekonomiku běhu zlepšuje provádění kombinovaného vytrvalostního tréninku s těžkým nebo výbušným silovým tréninkem. Pro zlepšení cyklistické ekonomiky se však doporučuje těžký

silový trénink. U běhu lze postupovat oběma způsoby-těžkým silovým tréninkem nebo explozivním silovým tréninkem. U cyklistiky jsou to skutečně těžké váhy, které přinesou největší užitek.

Studie Balsalobra-Fernándeze (2016) přišla s nízkou až střední intenzitou silového tréninku představující 40-70 % maxima jednoho opakování, po dobu 8-12 týdnů s intenzitou opakování 2-3x týdně. Trénink obsahoval 2-4 odporové cviky dolních končetin v kombinaci s 200 odrazy plus 5-10 úseky sprintů. Kombinovaný efekt ukázal příznivý vliv silových tréninkových programů na ekonomiku běhu, a to konkrétně u běžců na střední a dlouhé tratě vysoké úrovně. Co se týká silového tréninku v plavání, tak studie Aspenes a Karlsen (2012) potvrdila zlepšení výkonnosti a pozitivního vlivu na mechaniku záběru u těžkého silového tréninku, který obnášel tři série po 1-5 opakování s těžkým břemenem.

5.3 Dýchací systém

Dechový systém zajišťuje výměnu plynů, kdy při nádechu do těla získáme kyslík a při výdechu se tělo zbavuje oxidu uhličitého. Přisun kyslíku ke tkáním je pro organismus vysoce důležitý, jelikož ho potřebuje pro jakékoliv činnosti (např. fyzická aktivita, trávení) (Dovalil, 2002).

Mezi transportní systémy spadá právě dýchací systém, srdečně-cévní systém a jsou ve funkční spolupráci v zajišťování výměny respiračních plynů, dodávky energetických substrátů a dalších látek (Bartůňková, 2006).

Tréninkem dochází k vysoké ekonomizaci dechových funkcí, a to v poklesu dechové frekvence z 16 dechů/minutu na 8-12 dechů/minutu. Během zatížení se dechová frekvence zvyšuje na 30-50 dechů/minutu (Seliger, 1983). U sportovců díky kvalitnímu tréninku dochází ke zvýšení dechového objemu z 0,5-0,7 litru na 1 litr/ za jeden dechový cyklus a postupnou přibývajícím zátěží dále roste a u dobře trénovaných jedinců může dosáhnout hodnot až 70 % vitální kapacity plic (tj. 3 litry a více) (Dovalil, 2002).

Vlivem vytrvalostního tréninku dochází ke zvýšení maximální spotřeby kyslíku, vitální kapacity plic, navýšení hodnoty aerobního prahu, maximální minutové ventilace a větší kyslíkový dluh (Bartůňková, 2006).

5.3.1 Respirační ukazatele a jejich limitující faktory

Přísun kyslíku ke tkáním může být na několika úrovních limitován:

- **Ventilace:** Omezená schopnost dýchání, například při vysoké intenzitě sportovní aktivity, může způsobit nedostatečnou ventilaci plic a omezený přísun kyslíku.
- **Alveolokapilární difuze:** Pokud je omezena schopnost plic přenést kyslík z alveol do krevního oběhu, může dojít k omezení přísunu kyslíku ke tkáním. To se může stát při nízké alveolární ventilaci, nízké vitální kapacitě plic nebo povrchném dýchání.
- **Vazba kyslíku na hemoglobin:** Omezení vazby kyslíku na hemoglobin může být způsobeno okolní hypoxií, například ve vyšší nadmořské výšce, kde je nižší parciální tlak kyslíku.
- **Transport oběhovým systémem:** Omezená schopnost oběhového systému (zejména srdeční výkonnost) dodávat kyslík ke tkáním může zpomalit přísun kyslíku. Toto omezení může být způsobeno nedostatečnou srdeční funkcí nebo nedostatečnou regulační schopností sympatiku.
- **Tkáňová difuze:** Omezená kapilarizace tkání nebo zpomalené uvolňování kyslíku z hemoglobinu může omezit přenos kyslíku z krevního oběhu do buněk.
- **Buněčná oxidace:** Nedostatečné množství mitochondrií, nižší zastoupení pomalých vláken a nízká aktivita aerobních enzymů v buňkách mohou omezit schopnost buněk využívat kyslík k oxidaci a produkci energie.

U zdravých jedinců při maximálním zatížení mohou být limitujícími faktory několik systémů, které ovlivňují výkon. Mezi tyto faktory patří:

- **Činnost srdce:** Schopnost srdce pumpovat dostatečné množství krve (srdeční výdej) je důležitá pro zajištění přenosu kyslíku a živin ke svalům. Pokud je činnost srdce omezená, může dojít k nedostatečnému zásobení svalů kyslíkem a omezení výkonu.
- **Transportní kapacita krve:** Množství červených krvinek a jejich schopnost vázat a přenášet kyslík (hemoglobin) ovlivňuje transportní kapacitu krve. Pokud je množství červených krvinek sniženo nebo jejich schopnost vázat kyslík omezená, může to omezit přenos kyslíku ke svalům.

- **Schopnost využívat kyslík ve svalové tkáni:** Svalové buňky musí být schopny využít kyslík pro oxidaci a produkci energie. Pokud je tato schopnost omezená, může dojít k rychlejší únavě svalů a omezení výkonu.

Spotřeba kyslíku (VO_2) je jedním z nejčastěji sledovaných respiračních parametrů, který měří množství kyslíku, které je zužitkováno při fyzické aktivitě. Vyšší hodnoty VO_2 znamenají vyšší schopnost těla zužitkovat kyslík a podporují vytrvalostní výkon. Maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}) je nejvyšší úroveň spotřeby kyslíku, kterou jedinec dosáhne během maximálního fyzického výkonu. VO_{2max} je často považováno za měřítko vytrvalostní kondice a je silně korelováno s vytrvalostním výkonem. (Bartůňková a kol., 2013).

Maximální aerobní výkon (VO_{2max}) je ukazatel maximální spotřeby kyslíku, kterou je organismus schopen zpracovat během fyzické aktivity. Je to komplexní ukazatel, který odráží oxidativně metabolické schopnosti organismu a výkonnost transportního systému. Hodnota VO_{2max} je částečně dána geneticky a dosažení určité hranice naznačuje, že se již výrazně nezvyšuje. To znamená, že při tréninku je obtížné dosáhnout dalšího významného nárůstu VO_{2max} . V triatlonu a výkonnostních sportech je kromě VO_{2max} také důležitá ekonomika pohybu, což znamená efektivní využití kyslíku při provádění pohybu. Nižší energetické nároky na danou rychlost nebo výkon umožňují sportovci udržovat aerobní výkon po delší dobu. Dalším důležitým ukazatelem je anaerobní práh, který představuje intenzitu pohybu, při které začíná převládat anaerobní metabolismus a tělo začíná produkovat odpadní látky, jako je mléčná kyselina. Výkonní sportovci mají obvykle vyšší anaerobní práh, což jim umožňuje udržet vyšší intenzitu pohybu po delší dobu. Limitující faktory maximální spotřeby kyslíku zahrnují kardiovaskulární systém, tedy schopnost srdce pumpovat dostatečné množství krve a schopnost krevního oběhu přenášet kyslík. Dále také kapacitu plic, která ovlivňuje množství kyslíku, které je schopno se dostat do organismu. Tyto faktory mohou omezit maximální výkon a schopnost těla zužitkovat kyslík. Pokud má jedinec vysokou hodnotu VO_{2max} , znamená to, že jeho organismus je schopen spotřebovat větší množství kyslíku a transportovat ho k pracujícím svalům. To vede ke zvýšení energetického potenciálu a výkonu, snížení tvorby odpadních látek a zvýšení odolnosti proti únavě při vytrvalostních aktivitách.

Hodnoty VO₂max se obvykle vyjadřují v absolutních hodnotách ml/min, což je objem kyslíku spotřebovaný za minutu. Avšak pro porovnání mezi sportovci s různou tělesnou hmotností se hodnoty VO₂max přepočítávají na hodnoty relativní k tělesné hmotnosti. Toto měření se označuje jako VO₂max/kg nebo ml/min.kg. U netréovaných jedinců se běžně očekává, že hodnota VO₂max/kg u mužů se pohybuje kolem 45-50 ml/min.kg, zatímco u žen se pohybuje kolem 35-40 ml/min.kg. U vysoce trénovaných jedinců, zejména výkonnostních sportovců, mohou hodnoty VO₂max/kg dosahovat vyšších úrovní. U mužů se často dosahuje hodnot kolem 60-80 ml/min.kg, zatímco u žen se pohybuje v rozmezí 50-65 ml/min.kg (Horčic, 2003).

Respirační kvocient (R, RQ) udává poměr mezi vydaným oxidem uhličitým (VCO₂) a přijatým kyslíkem (VO₂) během metabolických procesů v organismu ($R = VCO_2/VO_2$). Tento kvocient poskytuje informace o tom, jaké živiny (cukry, tuky, bílkoviny) jsou převažujícím zdrojem energie při dané fyzické aktivitě. Hodnoty respiračního kvocientu jsou následující: R = 1,0: odpovídá spalování převážně cukrů jako zdroje energie. R = 0,7: odpovídá spalování převážně tuků jako zdroje energie. R = 0,8: odpovídá spalování bílkovin jako zdroje energie. R = 0,85: odpovídá smíšenému využívání různých zdrojů energie. Při zátěžových testech s využitím spiroergometru se hodnota respiračního kvocientu stává kritériem pro dosažení maximálního výkonu. Hodnota respiračního kvocientu nad 1,1 naznačuje, že převažuje anaerobní metabolismus a tělo nejvíce spaluje cukry jako zdroj energie. Znalost respiračního kvocientu a jeho změn během fyzické aktivity může být využita pro výpočet energetického výdeje. Na základě poměru spálených cukrů, tuků a bílkovin lze odhadnout energetický příspěvek jednotlivých zdrojů a celkový energetický výdej při dané aktivitě. (Bartůňková a kol, 2013).

U intenzity zatížení pohybující se pod anaerobním prahem se hodnota RER pohybuje mezi 0,7 a 1,0. V určitém okamžiku RER stoupne nad hodnotu 1, což odráží uvolňování oxidu uhličitého z tělesných bikarbonátových rezerv v důsledku acidózy a toto místo je interpretováno jako bod, ve kterém byl překročen anaerobní práh. V tabulka č.10 je zřetelné, že se zrůstající intenzitou zatížení roste energetická potřeba sacharidů (Friel, Vance, 2013).

Table 11.2 Respiratory Exchange Ratios Showing Fat and Carbohydrate Contributions to Energy Metabolism

RER	Cho %	Fat %	kCal/L O ₂
0.7	0	100.0	4.686
0.72	4.8	95.2	4.702
0.74	11.6	88.4	4.727
0.76	18.4	81.6	4.751
0.8	25.2	74.8	4.776
0.82	38.8	61.2	4.801
0.84	45.6	54.4	4.825
0.86	52.4	47.6	4.850
0.88	59.2	40.8	4.899
0.90	66.0	34.0	4.924
0.92	72.8	27.2	4.948
0.94	79.6	20.4	4.973
0.96	86.4	13.6	4.998
0.98	93.2	6.8	5.022
1.0	100.0	0	5.047

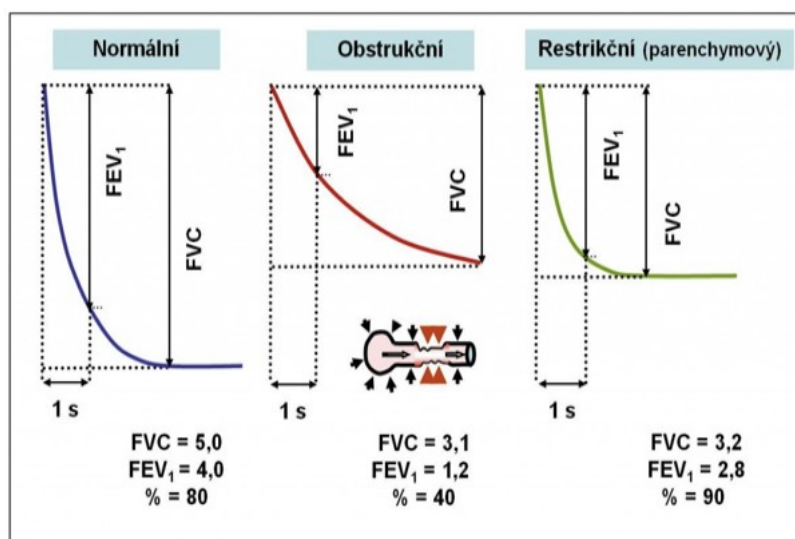
Obrázek 16: Respirační výměnné poměry mezi CHO/FAT (Friel, Vance, 2013)

5.3.2 Změny dechových parametrů během výkonu

Před začátkem pohybové aktivity jsou pozorovány značné změny v dýchacích funkcích (nejvíce v předstartovních stavech). Hlavním důvodem je dráždivost CNS vyvolána emocemi, které sportovec prožívá.

V začátku aktivity dominují dvě fáze: iniciální a přechodná fáze. Iniciální fáze představuje fázi rychlých změn 30-40 s, následuje přechodná fáze s pomalejšími změnami, kdy se aktivují zatěžované svaly a vyvolají dilataci bronchů pro snadnější průchod vzduchu. U výkonů trvajících nad 60 s můžete docházet k tzv. mrtvému bodu. Mrtvý bod představuje stav dysbalance funkcí orgánů, které zajišťují pohybovou aktivitu. Tento stav můžeme vnímat na přechodu z anaerobního do aerobního metabolismu. Dochází k tomu nejčastěji při narůstajícím kyslíkovém dluhu, kdy se metabolismus nezvládne přizpůsobit rychlé změně pracujících svalů. Objevuje se zhoršená koordinace, snížení výkonu a narušení pohybového stereotypu. Doprovodem bývá horší ekonomika dýchání, kdy se zvyšuje frekvence a mělké dýchání (to vede k nižší spotřebě kyslíku, což má za následek zvyšování oběhových parametrů, srdeční

frekvence a krevního tlaku). Mezi subjektivní příznaky patří namáhavé dýchání, bušení srdce, svírání na hrudi, ve svalech se objevuje slabost a tuhnutí či tzv. píchání v boku. Po překonání mrtvého bodu (prohloubeném dýchání, snížení intenzity zátěže) se dýchání stává opět ekonomickým a nastává tzv. druhý dech. Tréninkem se zvyšuje souhra všech regulačních mechanismů a projevy mrtvého bodu ustupují až subjektivně vymizí (Bartůňková a kol., 2013). Na obrázku 17 vidíme schéma plicního onemocnění, kdy se nemoc projevuje ztíženým výdechem a poklesem výdechové rychlosti (Ra Hope, 1994).



Obrázek 17: Obstrukční a restrikční poruchy (Ra Hope et al, 1994)

Mezi nejdůležitější parametr pro detekci obstrukčních a restrikčních plicních poruch patří usilovná vitální kapacita (FVC). Jedná se o manévr představující maximální, usilovný a co nejrychlejší výdech (FVC). Tento objem vzduchu lze změřit po maximálním nádechu s prudkým výdechem při maximálním úsilí jedince. Zdravý jedinec obecně vydechuje přes 80 % objemu vzduchu z plic po dobu jedné sekundy, tento expirační objem se označuje jako FEV₁. Poměr mezi FEV₁/FVC vyjadřuje tzv. Tiffeneauův index (%), díky kterému se snadněji diagnostikuje přítomnost plicních onemocnění. Na obrázku 18 jsou souhrnně představeny dynamické plicní objemy a parametry (Hrušková a kol., 2021).

Český název	Anglický název	Fyziologické rozmezí	Popis
Dechová frekvence	Respiratory rate (f)	12–16 dechů/min	Počet dechů za minutu.
Minutová ventilace	Minute ventilation (MV)	6–9 l/min	Objem vzduchu vyměněného v plicích za jednu minutu při klidovém dýchání.
Usilovná vitální kapacita	Forced vital capacity (FVC)	3,7–4,8 l	Maximální objem vzduchu, který lze po maximálním nádechu vydechnout s maximálním úsilím.
Jednosekundová vitální kapacita	Forced expiratory volume in 1 s (FEV1)	> 80 % FVC	Objem vzduchu prudce vydechnutý s maximálním úsilím za první sekundu výdechu.
Maximální výdechový průtok	Peak expiratory flow (PEF)	≈ 300–670 l/min	Nejvyšší průtok dosažený během usilovného výdechu. Fyziologické hodnoty podle EN 13826.

Obrázek 18: Dynamické plicní objemy a parametry (Hrušková a kol., 2021)

Pokud z výsledných hodnot jsou patrná obstrukční plicní onemocnění (např. chronická obstrukční plicní porucha, astma), měl se jedinec podrobit přesnější diagnostice i s absolvováním bronchodilatačního testu. Pokud se podíváme na obrázek můžeme porovnat charakteristiky nápomocné pro diagnostiku obstrukčních a restrikčních plicních poruch (Hrušková a kol., 2021).

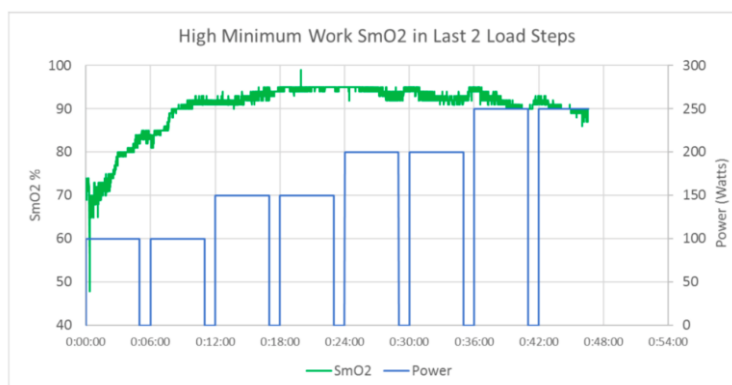
Plicní porucha	Obstrukční	Restrikční
Charakteristika	Limitace průtoku vzduchu z důvodu částečné nebo úplné obstrukce	Snížená poddajnost hrudníku nebo plic doprovázená sníženou celkovou kapacitou plic
Onemocnění	Astma, emfyzém, chronická bronchitida, bronchiectázie	Pneumonie, sarkoidóza, resekce plic, idiopatická plicní fibróza
Celková kapacita plic (TLC)	Normální nebo zvýšená	Snížená
Usilovná vitální kapacita (FVC)	Normální nebo snížená	Omezená
Usilovný expirační objem za 1 s (FEV1)	Snížený	Omezený nebo normální
Tiffeneauv index (FEV1 / FVC · 100)	Snížený (<80 %)	Normální nebo zvýšený

Obrázek 19: Charakteristika obstrukčních a restrikčních plicních poruch (Hrušková a kol., 2021)

6. Limitační systémy výkonu

- **Svalová oxidační kapacita**

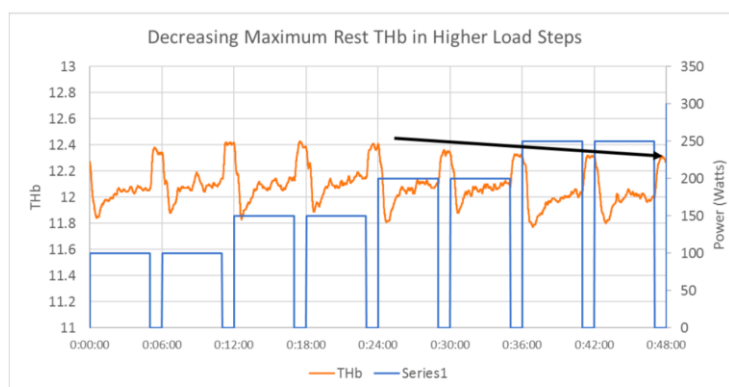
Člověk může dodat více kyslíku, než může sval spotřebovat. Příčiny mohou být různé: špatná funkce mitochondrií, nízká hustota kapilár, neschopnost rekrutovat svalová vlákna či jiné příčiny. Netrénovaní či málo trénovaní jedinci nejsou schopni desaturace při vysokém pracovním zatížení (viz obrázek 20) (URL4).



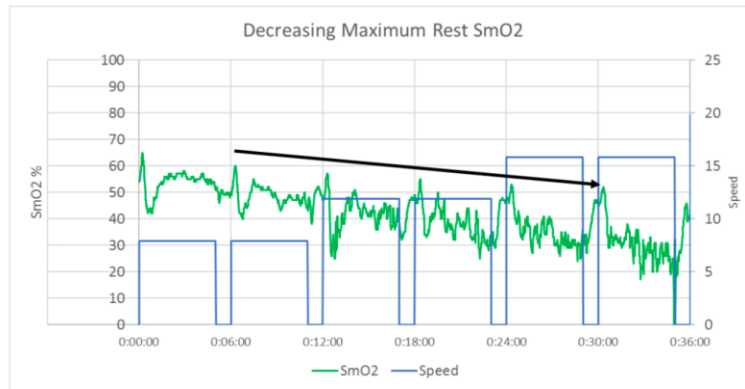
Obrázek 20: Vysoká minimální práce SmO2 (URL 4)

- **Kapacita srdce**

Jedná se o schopnost srdce přenášet dostatečné množství okysličené krve pro potřeby pracujících svalů a orgánů během zatížení. Pokud SmO₂ a THb neustále klesají, znamená to, že srdce není schopno dodávat dostatečné množství okysličené krve do pracujících svalů během zatížení či regenerace (viz obrázek 21 a 22) (URL4).



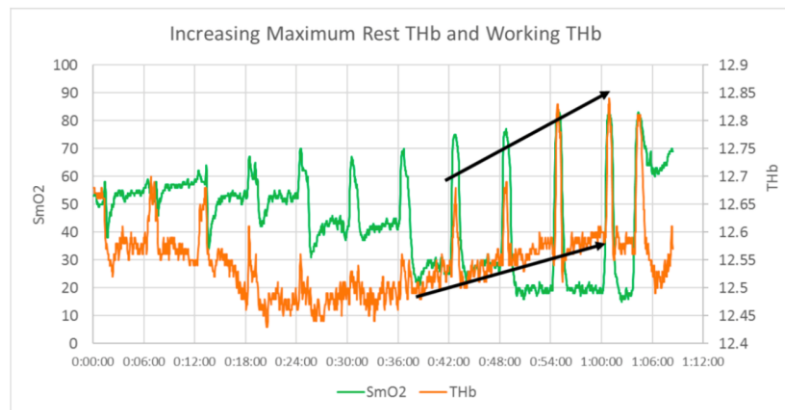
Obrázek 21: Klesající maximální klidová hodnota THb v testu s vyšším stupněm zatížení (URL4)



Obrázek 22: Klesající maximální klidová hodnota SmO2 (URL 4)

- **Kapacita plic**

Plíce nemají dostatečnou kapacitu k tomu, aby do hemoglobinu ukládaly kyslík nebo účinně uvolňovaly CO₂ z těla do okolí (viz obrázek 23). Rozdíl mezi omezením plic a srdce představuje odpověď THb (THb se během testu neustále zvyšuje, SmO2 se neustále snižuje). Což je způsobeno neschopností těla se zbavit CO₂, jelikož CO₂ je silný vazodilatátor (tzn. do svalu může proudit více krve) (URL4).



Obrázek 23: Zvýšení maximálního klidového THb a pracovního THb (URL 4)

6.1. Využití kyslíku v těle

Uvádí se, že kyslík je významně důležitý k tvorbě energie aerobnímu zatížení. Jedním z cílů vytrvalostního tréninku je tzn. navýšení schopnosti aerobně pracovat. Tento potenciál je ovlivněn řadou faktorů, kdy se kyslík musí propracovat po jeho přijmutí do těla několika kroky až k mitochondriím ve svalech. Proto je vysoce důležitá schopnost maximalizovat potenciál organismu získat a následně využít kyslík ve svalech. Taková schopnost se dá rozdělit na příjem, transport a využití kyslíku. Cesta kyslíku do svalů je z velké části řízena rozdílem tlakových gradientů. Tento rozdíl závisí na transportu kyslíku a jeho samotnému putování po těle, rád se transportuje do oblastí s vysokou koncentrací směrem k těm s nízkou koncentrací (URL6).

Postup kyslíku zahrnuje tyto kroky (URL6):

- Příjem kyslíku do těla.
- Přívod vzduchu do plic (aveolů a bronchiolů) a těchto místo difunduje do kapilár.
- Transport kyslíku.
- Srdeční výdej (kdy se krev přečerpává po celém těle).
- Koncentrace Hb (hemoglobinu).
- Objem krve a rozptyl.
- Kapiláry k rozptýlení kyslíku směrem do svalů.
- Schopnost využít kyslík.
- Transport do mitochondrií.
- Využití při aerobním dýchání a řetězci pro přenos elektronů.

6.2. Možnosti zlepšení limitačních systémů

Pan Raybaud (2020) doporučuje:

- Sledovat variabilitu srdeční frekvence a kvantifikaci zátěže za účelem přizpůsobení.
- Zlepšit výživu a mikronutrici (zařazovat potraviny bohaté na oxid dusnatý, které přispívají navýšení SmO₂ nebo potraviny bohaté na železo a vitamín B12, které pomáhají vázat kyslík na červené krvinky).

- Zařadit pestrý trénink (rozdívat kromě vytrvalosti také sílu a rychlost).
- Dbát na odpočinek a protažení za účelem uvolnění svalového napětí, které může zpomalovat krevní průtok.
- Trénovat v prostředí s vyšší nadmořskou výškou (URL4).

Praktická část

7. Cíle, úkoly a hypotézy

7.1 Cíl výzkumného šetření

Hlavním cílem této diplomové práce je analyzovat výsledky z klidového a zátěžového testu, kdy jsem pomocí rozborové analýzy definovala stav organismu zkoumaného sportovce ze sportovního klubu Betri. Dalším cílem je navržení intervenčního programu na 8 týdnů ve spolupráci se zkušeným trenérem Radkem Holinkou. Na základě vyhodnocení vstupních a kontrolních parametrů definuji limitace výkonu a procentuálně jej porovnám mezi sebou. Tímto typem výzkumu jsem prozkoumám změny biochemických ukazatelů organismu a intervenčním programem zvýším potenciál pro lepší sportovní výkon do nadcházející závodní sezóny na amatérské úrovni.

7.2 Úkoly výzkumné práce

- 1) Rešerše
- 2) Oslovit probandy k výzkumnému testování
- 3) Zpracovat vstupní naměřená data
- 4) Navrhnout intervenční program
- 5) Vyhodnotit intervenční program a kontrolní měření
- 6) Shrnout výsledné měření v diskusi

7.3 Výzkumné hypotézy

Na základě teoretické části jsem formulovala soubor hypotéz vycházejících z fyziologie pohybové zátěže.

H1: Předpokládám, že aplikací intervenčního programu dojde k biochemickým změnám v organismu.

H2: Předpokládám, že některé biochemické parametry jako jsou hodnota hemoglobinu a hematokritu, tělesná teplota, max SF, RER budou společné jak u žen tak u mužů.

H3: Předpokládám, že aplikací intervenčního programu dojde k pozitivní odezvě (zlepšení ventilace, zlepšení saturace ve svalu, zlepšení FTP, zefektivnění metabolismu tuků či posunutí prahových hodnot SF) v cyklistické části triatlonu.

8. Metodologie závěrečné práce

8.1 Popis a metodologie studie

Praktická část závěrečné práce je zaměřena na stanovení limitací výkonu u vybraných výkonnostních triatlonistů ve sportovním klubu Betri před závodní sezonou roku 2023. Tato expertní rozborová analýza zahrnuje interpretaci naměřených dat z klidové a zátěžové diagnostiky pro stanovení aktuálního stavu pohybového aparátu ve dvou opakovaných zátěžových testech na bicyklovém ergometru v období triatlonové jarní přípravy. V mezidobí testů je sportovcům doporučen intervenční program, který má za cíl potenciálně zlepšit jejich biochemické ukazatele pro lepší výkonnost v triatlonu.

Naměřené hodnoty jsem převzala od sportovní laboratoře, kde probíhaly laboratorní testy na bicyklovém ergometru s měřením klidového metabolismu s přístrojem Moxy monitor za přítomnosti šéf trenéra klubu Radka Holinky a trenérem Mgr. Jana Kovalovského. Všichni probandi souhlasili s participací na mém výzkumu, testování proběhlo bez zdravotních problémů.

8.2 Výzkumný soubor

Do výzkumu jsem si vybrala 16 výkonnostních sportovců ze sportovního TRI klubu Betri v Praze, vybraní sportovci aktivně plní svůj tréninkový plán pod vedením trenéra klubu Radkem Holinkou a cílevědomě se připravují na závodní sezonu na amatérské úrovni. V tabulce č.1 můžeme vidět, že se výzkumu zúčastnilo 13 mužů a 3 ženy, přičemž průměrný věk byl 43 let, průměrná hmotnost u mužů byla 83 kg a výška 184 cm, hmotnost u žen byla 54 kg a výška 160 cm.

Tabulka 1: Rozdělení probandů

Ženy	3
Muži	13
Celkový počet	16
Průměrný věk	43
Průměrná výška- ženy (cm)	160
Průměrná výška- muži (cm)	184
Průměrná hmotnost- ženy (kg)	54
Průměrná hmotnost- muži (kg)	83

8.3 Sběr dat

Do této kazuistiky jsem si vybrala amatérské sportovce ze sportovního klubu Betri, kteří se aktivně připravují na závodní triatlonovou sezonu pro rok 2023. K vyhodnocení aktuálního stavu organismu sportovců jsem použila naměřená data ze zátěžového testu na bicyklovém ergometru, které mi poskytla sportovní laboratoř klubu Betri, kde se sportovci během RTC (ročního tréninkového cyklu) pravidelně testují. Testování sportovci mi udělili souhlas o zpracování naměřených dat, a také uveřejnění v diplomové práci, avšak se zárukou dodržení jejich anonymity.

Vyhodnocovala jsem vstupní zátěžový test, který proběhl koncem února 2023 a také druhý zátěžový test, který proběhl začátkem května 2023. Mezi období 8 týdnů byl sportovcům navržen intervenční program, který byl zkompletován na základě trenérských zkušeností panem Radkem Holinkou.

8.4 Charakteristika testovacích přístrojů

- **Moxy monitor** je malé a lehké zařízení, které je schopné určit okysličení pracujícího svalu (saturace svalu). Využívá metody infračervené spektroskopie k neinvazivnímu měření. Sledujeme hodnotu SmO₂ (hodnota tkáňové saturace kyslíku ve svaly) během zátěžové diagnostiky, kdy senzor přiložíme na pracující sval na noze (m. vastus lateralis) a na nepracující sval na ruce (m. biceps brachii) a pozorujeme vlivem intervalového zatížení změnu této hodnoty v monitorovaných svalech.
- **Hemo Control** od společnosti EKF Diagnostics je analyzátor hemoglobinu (Hb) a výpočtu hemotokritu (Hct), který poskytuje kvalitní výsledky do 30 s. Využívá fotometrickou metodu azidového methemoglobinu s přesností CV <2 % v invazivním měření.
- **PNOE Metabolic Device** je mobilní přístroj na posouzení spotřeby kyslíku (O₂) a vydechovaného oxidu uhličitého (CO₂) z těla v klidu a během zatížení. Pozorujeme tak rychlost metabolismu u testovaného jedince. Přístroj během měření v klidu analyzuje přes dýchání spálené kalorie a údaje o využití paliva (tuků a sacharidů). U zátěžového testu analyzuje spalování kalorií, zdraví plic a kardiovaskulární funkce. Na základě toho měříme také hodnotu VO_{2max} peak.
- **Core body temperature** je senzor pro neinvazivní sledování tělesné teploty.

- **MIR Spirobank OXI** je přenositelný spirometr a oxymetr pro monitorování respiračního systému.
- **Hrudní pás Polar** je snímač srdeční frekvence.

8.5 Charakteristika intervenčního programu

Na základě trenérských zkušeností a dlouholeté praxe s triatlonisty jsem oslovila ke spolupráci hlavního trenéra klubu Betri pana Radka Holinku, aby vybraným triatlonistům zařazených do mé výzkumné práce, připravil intervenční program. Plán byl navržený dle interpretace ze vstupního testování a individuálně nastaven pro každého sportovce zvlášť. Triatlon spadá mezi individuální sporty a je vysoce důležité program nastavit dle naměřených vstupních hodnot odpovídajících aktuálním biochemickým parametrům a cílů sportovce.

Makrocycklus byl všem triatlonistům nastaven na 8 týdnů primárně pro rozvoj cyklistiky. Makrocycklus se skládal ze dvou mezocykľů: 1.mezocycklus viditelný v tabulce 2 (představoval 1.-4. týden zatížení), 2. mezocycklus viditelný v tabulce 3 (představoval 4.-8.týden zatížení). Všichni probandi absolvovali intervenci v doporučených intenzitách, které se nastavili podle tréninkových hodnot pro srdeční frekvenci (SF) a wattů (W).

V prvním mezocyklu (1.- 4.týden) jsme pracovali na aerobním systému a zvýšení rychlosti odbourávání laktátu a ve druhém mezocyklu (4.- 8.týden) se snížila kilometráž a plavali se kvalitní rychlé úseky s dlouhou pauzou odpočinku při zachování rychlosti plavaných úseků. Aerobní práce je ve druhém mezocyklu nadále přítomna, aby napomohla ke snadnějšímu odbourávání laktátu. Na kole a v běhu se nadále pokračuje v rozvojových trénincích směrem k závodní sezóně. Využívá se aerobní práce s vloženými tempovými úseky, úseky na hranici FTP a také už i úseky na rozvoj VO_2max . V předchozích měsících se tréninková skupina věnovala převážně rozvoji aerobní kapacity (kdy se zmiňovanými úseky snaží zvýšit hranici VO_2max , aby na delších distancích v triatlonu závodili na nižším % VO_2max). Někteří probandi mé výzkumné práce se během přípravného období podíleli na rozvoji silové vytrvalosti v rámci zapojení se do bakalářské práce studentů na UK FTVS

Tabulka 2: 1.mezocyklus

1.mezocyklus 4.makrocyklu
Po - plavání (1-1,5 hod) + posilování (1 hod)
Út - kolo (1 hod) s vloženými intervaly v Z4
St - plavání (1-1,5 hod) + posilování (1 hod)
Čt - běh (1-2 hod) rozvoj vytrvalosti
Pá - volno nebo plavání
So - kolo (3-4 hod) rozvoj vytrvalosti v Z2 s vloženými intervaly (30-60 min) vZ3
Ne - kolo (2 hod) v Z2 s přechodem na běh (20-40 min) v Z2

Tabulka 3: 2.mezocyklus

2.mezocyklus 4.makrocyklu
Po - plavání (1-1,5 hod) + posilování (1 hod)
Út - kolo (1 hod) s vloženými intervaly v Z4 + přechod na běh 20-30 min (10 min v Z3 + zbytek v Z2)
St - plavání (1-1,5 hod) + posilování (1 hod)
Čt - běh (1 hod) s vloženými intervaly v Z4
Pá - volno nebo plavání
So - kolo (3-4 hod) rozvoj vytrvalosti v Z2 s vloženými intervaly (30-60 min) vZ3
Ne - běh (60-90 min) rozvoj vytrvalosti v Z2

9 Výsledky práce

9.1 Vstupní analýza biochemických parametrů - vstupní data

Na základě vstupního měření klidového a zátěžového metabolismu jsem interpretovala výstupní data. Během měření byly použity přístroje jako jsou Moxy monitor, Hemo control, Body Temperature, Pnoé Metabolic Device, Spirobank Oxi a hrudní pás Polar. Výsledky byly přeneseny do tabulek a přehledně ukazují naměřená data. Podíváme-li se na tabulku 4, znázorňuje průměrné hodnoty a průměrné hodnoty mužů a žen, nejvyšší/nejnižší hodnoty mužů a žen.

Triatlonisté byli měřeni v dopoledních hodinách. Klidový metabolismus se měřil nalačno, aby se neovlivňovaly biochemické parametry měřené přístrojem Pnoé a poté se měřila klidová spirometrie přístrojem Spirobank Oxi. Následovalo měření analyzátozem hemoglobinu (Hb) a hematokritu (Hct). Zátěžový metabolismus se následně měřil na bicyklovém ergometru v Ramp testu na počátečním rozjetí 100 W (po dobu 5 min), poté se zátěž zvedala o 20 W/ za 1 min. Zátěžový test byl doprovázen měřením saturace kyslíku ve svalu přístrojem Moxy monitor, spiroergometrií přístrojem Pnoé, senzorem tělesné teploty Body Temperature a hrudním pásem Polar pro získání dat z tepové frekvence během zatížení.

Vstupní analýza ukazuje, že průměrná hodnota hemoglobinu (Hb) byla 14,6 g/dL a hematokritu (Hct) byla 42,9 % (což odpovídá optimální a vyvážené hladině u všech probandů). Průměrné hodnoty z klidové spirometrie dosahovaly hodnot u mužů FVC 5,7 L, FEV1 4,4 L a poměr FEV1/FVC 77,3 %, u žen FVC 3,6 L, FEV1 2,9 L a poměr FEV1/FVC 80,7 %. Podíváme-li se do tabulky č.2 znázorňující naměřené hodnoty ze zátěžové vstupní diagnostiky v Ramp testu je patrné, že výkon (W) měřený u mužů je daleko vyšší než u žen. Nejvyšší naměřené hodnoty hemoglobinu (Hb) a hematokritu (Hct) u žen byly Hb 15 g/dL a Hct 44 % a u mužů Hb 17,8 g/dL a Hct 52 % a nejnižší naměřené hodnoty u žen byly Hb 12,9 g/dL a Hct 38 % a u mužů Hb 12,9 g/dL a Hct 38 %.

U klidové spirometrie nejvyšší naměřené hodnoty usilovné vitální kapacity (FVC), jednosekundové vitální kapacity (FEV1) a poměru FEV1/FVC u žen dosahovaly hodnot FVC 4 L, FEV1 3,13 L a poměr FEV1/FVC 83,84 % u mužů FVC 6,94 L, FEV1 4,93 L a poměr FEV1/FVC 92,98 % a nejnižší naměřené hodnoty u žen

byly FVC 3,09 L, FEV1 2,47 L a poměr FEV1/FVC 78,25 % a u mužů FVC 4,98 L, FEV1 3,62 L a poměr FEV1/FVC 67,64 %.

U zátěžové diagnostiky nejvyšší naměřené hodnoty funkčního prahového výkonu (FTP), maximální srdeční frekvence (SF), maximální produkce oxidu uhličitého (VCO₂), maximální spotřeba kyslíku (VO₂) a maximálního respiračního koeficientu (RER) u žen dosahovaly hodnot FTP 180 W, max SF 177 tepů a max VCO₂ 3,3 L, max VO₂ 2,7 L a max RER 1,37 u mužů FTP 360 W, max SF 188 tepů a max VCO₂ 6,9 L, max VO₂ 7 L a max RER 1,45. Nejnižší naměřené hodnoty u žen dosahovaly hodnot FTP 170 W, max SF 168 tepů a max VCO₂ 2,6 L, max VO₂ 2,3 L a max RER 1,2 u mužů FTP 200 W, max SF 160 tepů a max VCO₂ 2 L, max VO₂ 2,2 L a max RER 1,1.

Tabulka 4: Průměrné vstupní hodnoty

	Hemoglobin (Hb)/ Hematokrit (Hct)		Klidová spirometrie			Zátěžová diagnostika				
	Hb (g/dL)	Hct (%)	FVC (L)	FEV1 (L)	FEV1/FVC (%)	FTP (W)	max SF	max VCO2 (L)	max VO2 (L)	max RER
průměr ženy	13,7	40,3	3,6	2,9	80,7	176,7	173,7	2,9	2,6	1,3
průměr muži	15,5	45,4	5,7	4,4	77,3	276,2	173,2	4,9	4,8	1,2
průměr celkem	14,6	42,9	4,7	3,7	79,0	226,4	173,4	3,9	3,7	1,3
nejvyšší hodnoty ženy	15	44	4	3,13	83,84	180	177	3,3	2,7	1,37
nejvyšší hodnoty muži	17,8	52	6,94	4,93	92,98	360	188	6,9	7	1,45
nejnižší hodnoty ženy	12,9	38	3,09	2,47	78,25	170	168	2,6	2,3	1,2
nejnižší hodnoty muži	12,9	38	4,98	3,62	67,64	200	160	2	2,2	1,1

V tabulce 5 jsou souhrnně znázorněny všechny naměřené hodnoty vstupního měření u všech zúčastněných probandů: hodnoty hemoglobinu a hematokritu, klidová spirometrie a zátěžová diagnostika.

Tabulka 5: Souhrn naměřených vstupních hodnot

Pohlaví	Hemoglobin/Hematokrit		Klidová spirometrie			Zátěžová diagnostika				
	Hb (g/dL)	Hct (%)	FVC (L)	FEV1 (L)	FEV1/FVC (%)	FTP (W)	max SF	max VCO2 (L)	max VO2 (L)	max RER
Ž1	15	44	4	3,13	78,25	180	177	3,3	2,7	1,25
Ž2	13,1	39	3,09	2,47	79,94	180	168	2,6	2,3	1,37
Ž3	12,9	38	3,65	3,06	83,84	170	176	2,8	2,7	1,2
M1	15,1	44	5,09	4,46	87,62	280	184	4,7	4	1,19
M2	16,5	49	5,55	4,93	88,83	285	185	4,9	4,7	1,26
M3	12,9	38	5,27	4,9	92,98	270	175	3,9	4,3	1,1
M4	15,4	45	6,94	4,93	71,04	285	164	6,4	7	1,15
M5	14,9	44	5,37	4,04	75,23	255	167	2	2,2	1,2
M6	17,1	50	6,16	4,87	79,06	270	171	5,5	5,3	1,37
M7	14,1	41	5,8	4,3	73,13	360	170	5,7	6,3	1,16
M8	16	47	5,79	4,35	75,13	300	188	6,9	6,6	1,45
M9	13,3	39	5,98	4,06	67,89	280	175	3,9	3,4	1,14
M10	16,3	48	5,62	3,9	69,4	285	173	5	4,5	1,3
M11	17,8	52	5,5	4,65	84,55	270	173	5,6	5,4	1,2
M12	16,3	48	4,98	3,62	72,69	200	167	4,1	3,7	1,2
M13	15,2	45	6,49	4,39	67,64	250	160	4,9	4,6	1,24

9.2 Hodnocení vstupního měření

Proband Ž1

Pohlaví: žena

Věk: 50 let

Výška: 160 cm

Hmotnost: 60 kg

1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 15,0 g/dL (optimální hladina)
- Hladina hematokritu (Hct): 44 % (optimální hladina)

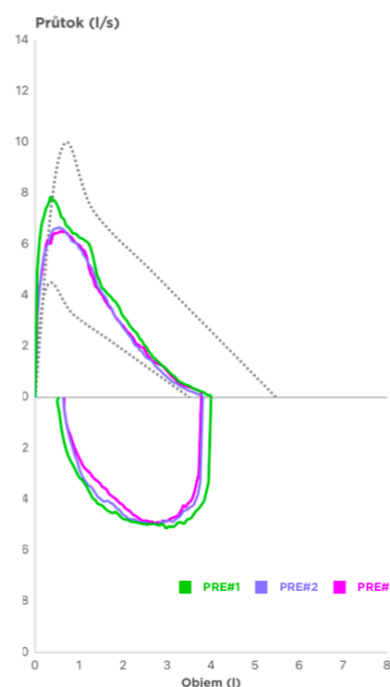
Klidová spirometrie (viz graf č.1):

- FVC: 4,0 L (normální hodnota)
- FEV1: 3,13 L (normální hodnota)
- FEV1/FVC: 78, 25 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)

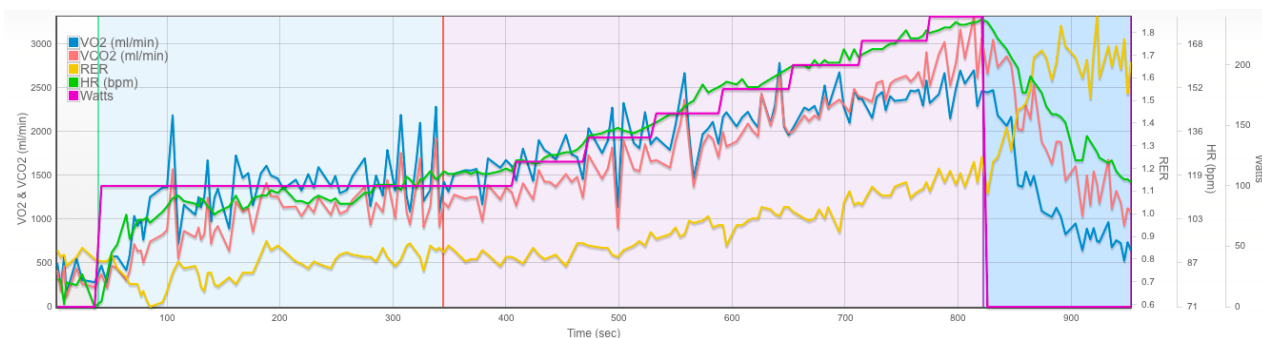
2) Zátěžová diagnostika

- FTP 180W (interní vyhodnocení tréninku)
- max SF 177 tepů
- VCO₂ 3,3 ml/min, VO₂ 2,7 ml/min
- RER 1,25

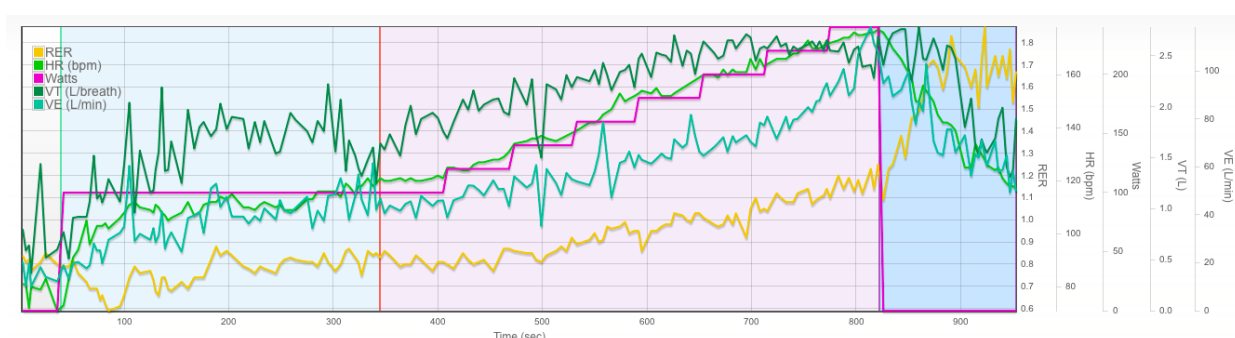
Graf 1: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic



Graf 3: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)



Graf 2: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR urči hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 120 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 160 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréningové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 180W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 160 SF (URL3).

Tabulka 6: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	90	130
2	81-90	130	144
X	90-95	144	152
3	95-100	152	VTHR = 160
Y	100-102	160	163
4	102-105	163	168
5	<105	168	+

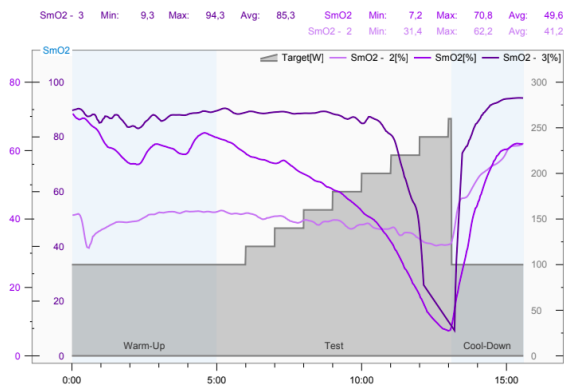
Tabulka 7: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 180 W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	90	126
2	70-83	126	149
X	83-91	149	164
3	91-100	164	FTP = 180
Y	100-102	180	184
4	102-110	184	198
5	<110	198	+

Vyhodnocení saturace kyslíkem:

- SmO₂/THb (m.serratus anterior)
- SmO₂/THb “2” (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO₂/THb “3”(m.triceps brachii)

Graf 5: Graf průběhu SmO₂ během zatížení

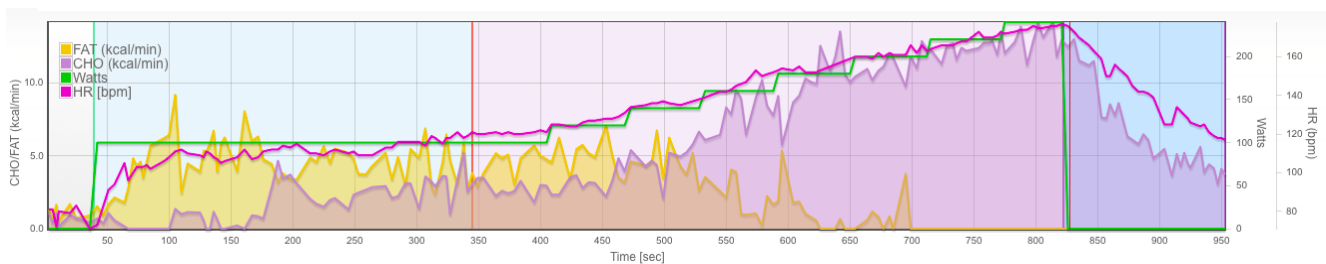


Graf 4: Graf průběhu THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu 6 je patrné, že na začátku rozjetí tělo ve výkyvech čerpá E ve větší míře z cukrů (CHO). Což může mít vliv na lehké předvyčerpávání zásob E do druhé poloviny IM závodu. Na to se pojí málo vypracovaný tukový metabolismus (FAT). V ideálním případě by si měl čerpat E co nejdále z tukového metabolismu (FAT) a na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže zapojit (CHO).

Graf 6: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: nejsi schopna dojít svůj energetický výdej, proto musíš tělo naučit brát z těžších zdrojů (= rozvíjet tukový metabolismus).

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem, nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 180 W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán).
- Zlepšit práci tukového metabolismu (máš ho málo rozvinutý)> zařadit trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopný udržet rychlost na úrovni AEP.
- Zapracovat na zlepšení vitální kapacity plic (zařadit dechová cvičení, lepší pružnost hrudníku, posílit nádechové a výdechové svaly, plavat plavat plavat).

Proband Ž2

Pohlaví: žena

Věk: 48 let

Výška: 163 cm

Hmotnost: 54 kg

1) Klidová diagnostika

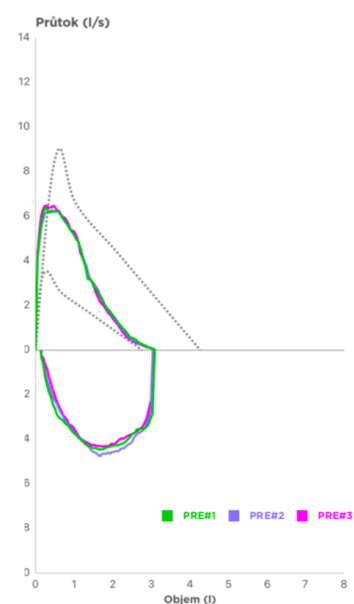
Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 13,1 g/dL

(nízká hladina)

- Hladina hematokritu (Hct): 39 % (nízká hladina)

Graf 7: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic



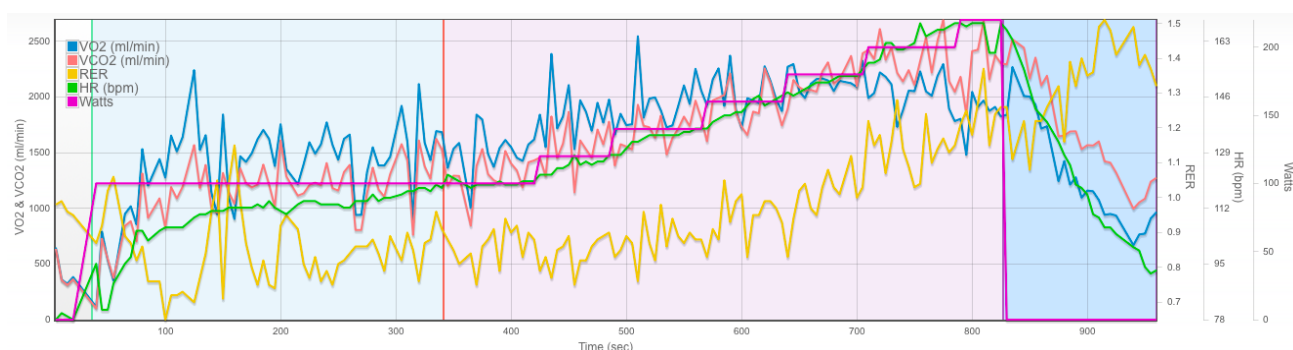
Klidová spirometrie (viz graf č.7):

- FVC: 3,09 L (nízká hodnota)
- FEV1: 2,47 L (nízká hodnota)
- FEV1/FVC: 79, 94 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)

2) Zátěžová diagnostika

- FTP 180 W (interní vyhodnocení tréninku)
- max SF 168 tepů
- VCO₂ 2,6 ml/min, VO₂ 2,3 ml/min
- RER 1,37

Graf 8: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR určuji hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 120 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 150 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 180W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 150 SF (URL3).

Tabulka 9: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	108	122
2	81-90	122	135
X	90-95	135	143
3	95-100	143	VTHR = 150
Y	100-102	150	153
4	102-105	153	158
5	<105	158	+

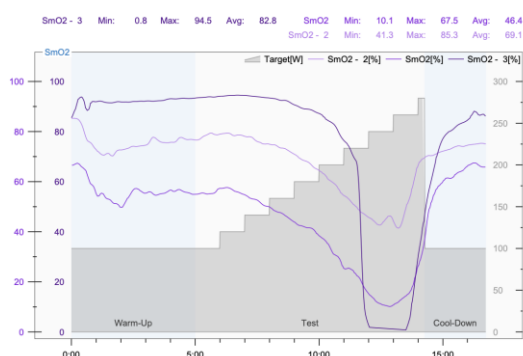
Tabulka 8: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 180 W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	90	126
2	70-83	126	149
X	83-91	149	164
3	91-100	164	FTP = 180
Y	100-102	180	184
4	102-110	184	198
5	<110	198	+

Vyhodnocení saturace kyslíkem:

- SmO₂/THb (m.serratus anterior)
- SmO₂/THb “2” (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO₂/THb “3”(m.triceps brachii)

Graf 9: Graf průběhu SmO₂ během zatížení

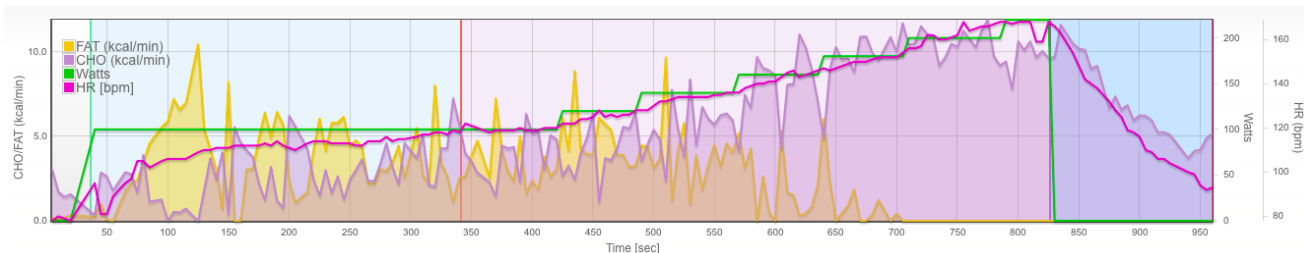


Graf 10: Graf průběhu THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu je patrné, že na začátku rozjetí tělo ve výkyvech čerpá E ve větší míře z cukrů (CHO). Což může mít vliv na lehké předvyčerpávání zásob E do druhé poloviny IM závodu. Na to se pojí málo vypracovaný tukový metabolismus (FAT). V ideálním případě by si měl čerpat E co nejdéle z tukového metabolismu (FAT) a na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže zapojit (CHO).

Graf 11: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: nejsi schopna dojít svůj energetický výdej, proto musíš naučit tělo brát z těžších zdrojů (= zapracovat na rozvoji tukového metabolismu)

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 180 W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP.
- Zlepšit práci tukového metabolismu (máš ho málo rozvinutý)> zařadit trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopná udržet rychlost na úrovni AEP.
- Suplementovat železo (máš snížené hodnoty, a to může být negativní pro přenos kyslíku do svalů).
- Rozvíjet vitální kapacitu plic (rozvoj nádechových a výdechových svalů, zlepšení mobility hrudníku, praktikovat například dechové vlny, hodně plavat).

Proband Ž3

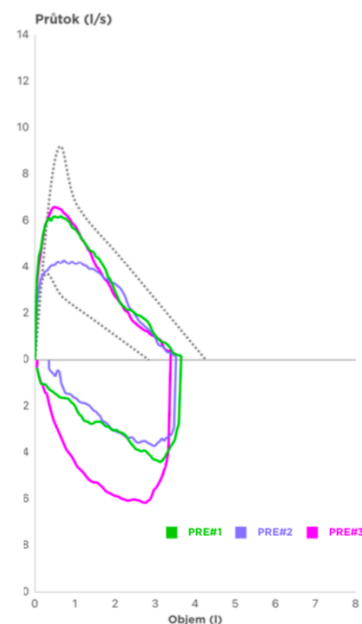
Pohlaví: žena

Věk: 31 let

Výška: 158 cm

Hmotnost: 48 kg

Graf 12: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic



1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 12,9 g/dL

(nízká hladina)

- Hladina hematokritu (Hct): 38 % (nízká hladina)

Klidová spirometrie (viz graf 12):

- FVC: 3,65 L (nízká hodnota)

- FEV1: 3,06 L (nízká hodnota)

- FEV1/FVC: 83, 84 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)

2) Zátěžová diagnostika

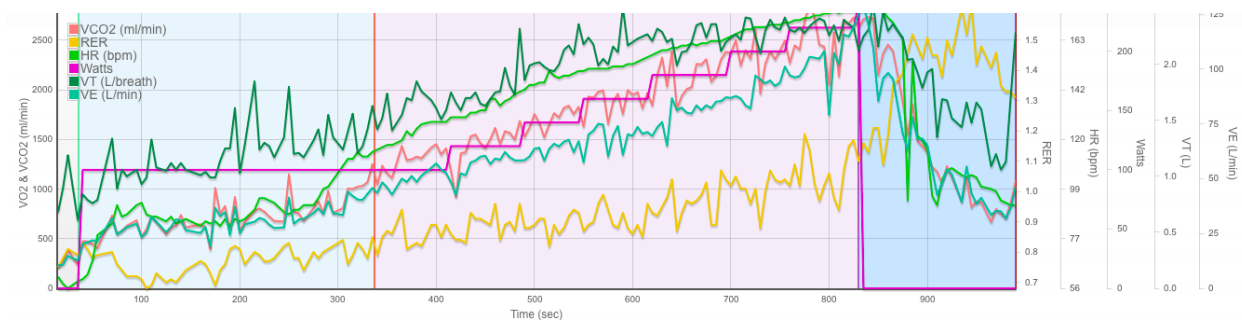
- FTP 170W (interní vyhodnocení tréninku)

- max SF 176 tepů

- VCO₂ 2,8 ml/min, VO₂ 2,7 ml/min

- RER 1,2

Graf 13: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR urči hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 112 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 160 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 170W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 160 SF (URL3).

Tabulka 10: Tréninkové zóny pro SF (BPM) Tabulka 11: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 170W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	115	130
2	81-90	130	144
X	90-95	144	155
3	95-100	155	VTHR = 160
Y	100-102	160	173
4	102-105	173	187
5	<105	187	+

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	85	119
2	70-83	119	141
X	83-91	141	155
3	91-100	155	FTP = 170
Y	100-102	170	173
4	102-110	173	187
5	<110	187	+

Vyhodnocení saturace kyslíkem:

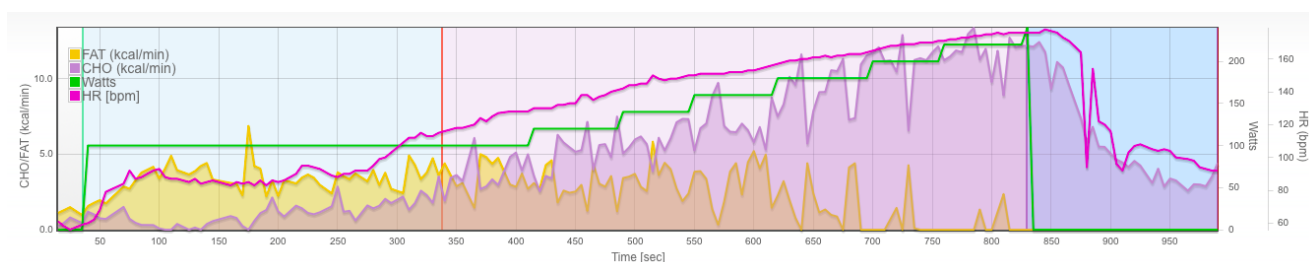
- SmO₂/THb (m.serratus anterior)
- SmO₂/THb “2” (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO₂/THb “3”(m.triceps brachii)

Graf 14: Graf průběhu SmO₂/THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO) z grafu 15 je patrné, že na začátku rozjetí tělo ve výkyvech čerpá E ve větší míře z cukrů (CHO). Což může mít vliv na lehké předvyčerpávání zásob E do druhé poloviny IM závodu. Na to se pojí málo vypracovaný tukový metabolismus (FAT). V ideálním případě by si měl čerpat E co nejdéle z tukového metabolismu (FAT) a na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže zapojit (CHO).

Graf 15: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: nejsi schopna dojít svůj energetický výdej, proto musíš naučit tělo brát z těžších zdrojů (= zapracovat na rozvoji tukového metabolismu)

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 170 W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu - dále trénovat na zvýšení FTP (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán)
- Zlepšit práci tukového metabolismu (máš ho málo rozvinutý) > zařadit trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopný udržet rychlost na úrovni AEP.
- Suplementovat železo (máš snížené hodnoty, a to může být negativní pro přenos kyslíku do svalů).

- Rozvíjet vitální kapacitu plic (rozvoj nádechových a výdechových svalů, zlepšení mobility hrudníku, praktikovat například dechové vlny, hodně plavat.

Proband M1

Pohlaví: muž

Věk: 29 let

Výška: 167 cm

Hmotnost: 63 kg

Graf 16: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic

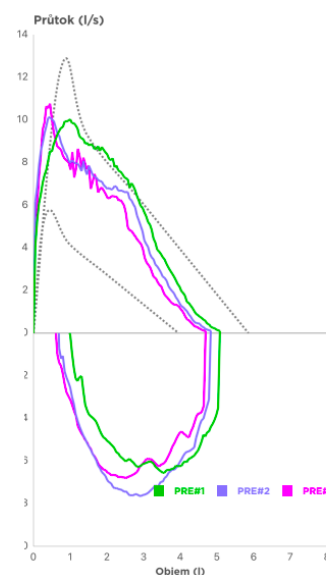
1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 15,1 g/dL (optimální hladina)
- Hladina hematokritu (Hct): 44 % (optimální hladina)

Klidová spirometrie (viz graf 16):

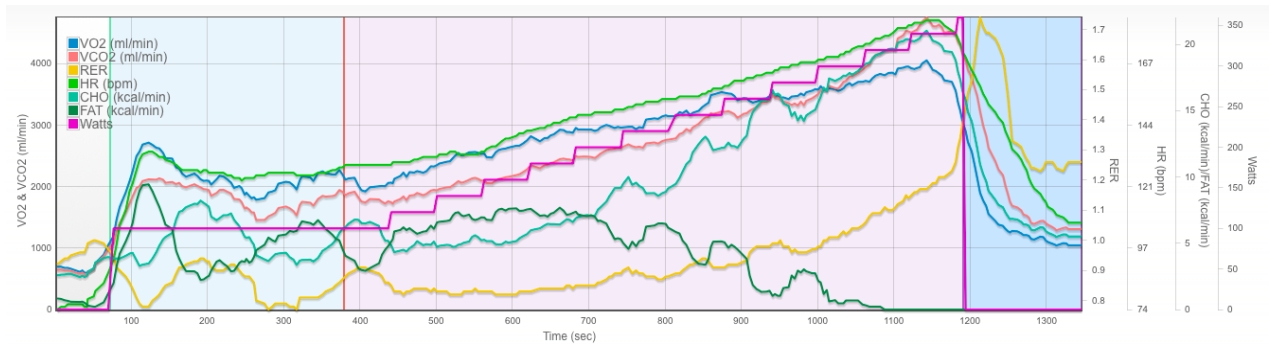
- FVC: 5,09 L (normální hodnota)
- FEV1: 4,46 L (normální hodnota)
- FEV1/FVC: 87, 62 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)



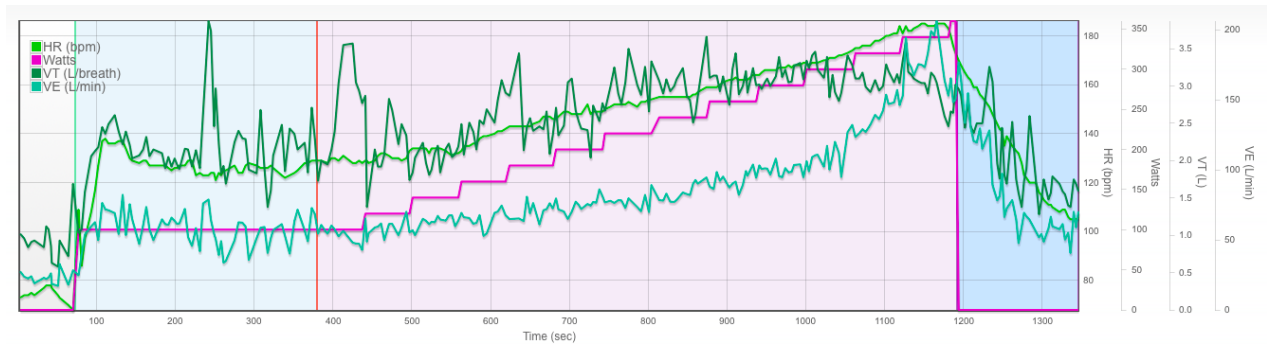
2) Zátěžová diagnostika

- FTP 280W (interní vyhodnocení tréninku)
- max SF 184 tepů
- VCO₂ 4,7 ml/min, VO₂ 4 ml/min
- RER 1,19

Graf 17: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)



Graf 18: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR určí hodnoty VT₁ a VT₂ (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT₁): 134 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT₂): 164 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 280W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT₂) 164 SF (URL3).

Tabulka 12: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	118	133
2	81-90	133	148
X	90-95	148	156
3	95-100	156	VTHR = 164
Y	100-102	164	167
4	102-105	167	172
5	<105	172	+

Tabulka 13: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 280W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	140	196
2	70-83	196	232
X	83-91	232	255
3	91-100	255	FTP = 280
Y	100-102	280	286
4	102-110	286	308
5	<110	308	+

Vyhodnocení saturace kyslíkem:

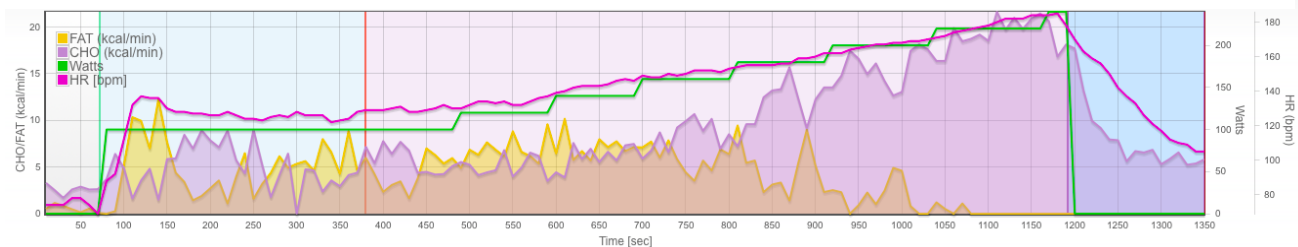
- SmO2/THb “3” (m.serratus anterior)- selhalo zapojení senzoru saturace
- SmO2/THb “2” (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO2/THb (m.triceps brachii)

Graf 19: Graf průběhu SmO2/THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu 20 je patrné, že na začátku rozjetí tělo ve výkyvech čerpá E ve větší míře z cukrů (CHO). Což může mít vliv na lehké předvyčerpávání zásob E do druhé poloviny IM závodu. Na to se pojí málo vypracovaný tukový metabolismus (FAT). V ideálním případě by si měl čerpat E co nejdéle z tukového metabolismu (FAT) a na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže zapojit (CHO).

Graf 20: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: nejsi schopen dojít svůj energetický výdej, proto musíš tělo naučit brát z těžších zdrojů (=rozvíjet tukový metabolismus).

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 280 W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu - dále trénovat na zvýšení FTP (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán).
- Zlepšit práci tukového metabolismu (máš ho málo rozvinutý) > zařadit trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopný udržet rychlost na úrovni AEP.
- Navýšit svalovou sílu dolních končetin.

Proband M2

Pohlaví: muž

Věk: 40 let

Výška: 188 cm

Hmotnost: 87 kg

1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 16,5 g/dL

(optimální hladina)

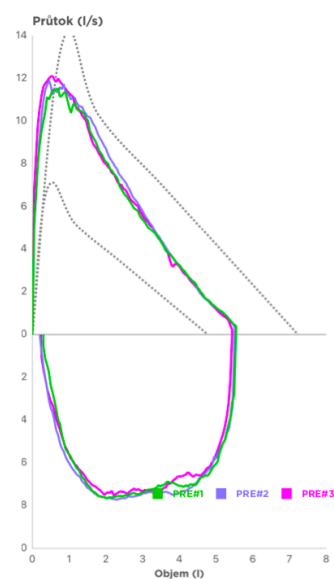
- Hladina hematokritu (Hct): 49 % (optimální hladina)

Klidová spirometrie (viz graf 21):

- FVC: 5,55 L (normální hodnota)

- FEV1: 4,93 L (normální hodnota)

Graf 21: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic



- FEV1/FVC: 88, 83 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)

2) Zátěžová diagnostika

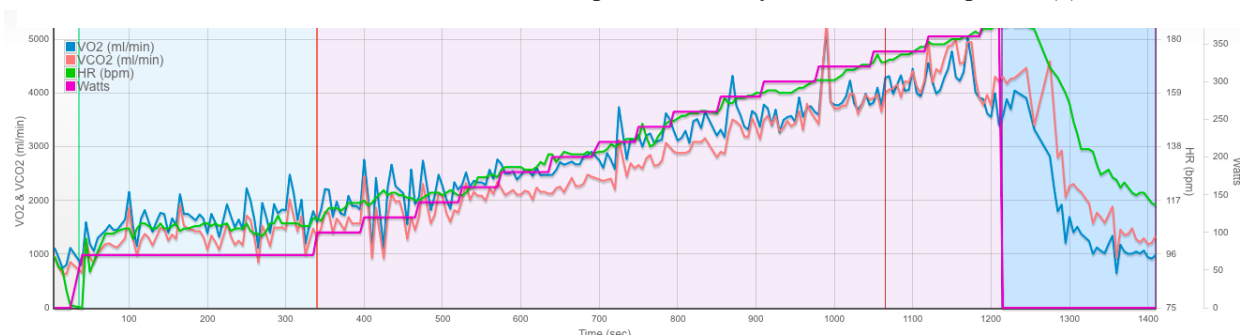
- FTP 285W (interní vyhodnocení tréninku)

- max SF 185 tepů

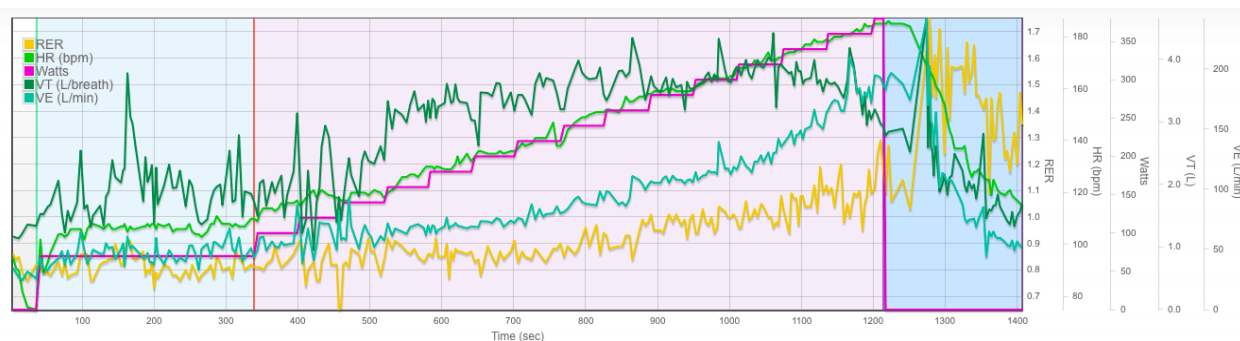
- VCO₂ 4,9 ml/min, VO₂ 4,7 ml/min

- RER 1,26

Graf 22: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)



Graf 23: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR určí hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 122 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 164 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 285 W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 164 SF (URL3).

Tabulka 15: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	118	133
2	81-90	133	148
X	90-95	148	156
3	95-100	156	VTHR = 164
Y	100-102	164	167
4	102-105	167	172
5	<105	172	+

Tabulka 14: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 285W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	143	200
2	70-83	200	237
X	83-91	237	259
3	91-100	259	FTP = 285
Y	100-102	285	291
4	102-110	291	314
5	<110	314	+

Vyhodnocení saturace kyslíkem:

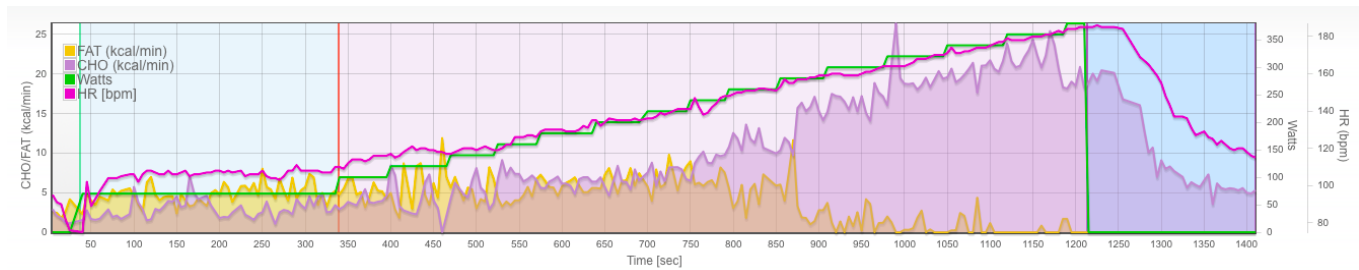
- SmO2/THb "3" (m.serratus anterior)- selhalo zapojení senzoru saturace
- SmO2/THb "2" (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO2/THb "1"(m.triceps brachii)

Graf 24: Graf průběhu SmO2 /THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu 25 je patrné, že na začátku rozjetí tělo ve výkyvech čerpá E ve větší míře z cukrů (CHO). Což může mít vliv na lehké předvyčerpávání zásob E do druhé poloviny IM závodu. Na to se pojí málo vypracovaný tukový metabolismus (FAT). V ideálním případě by si měl čerpat E co nejdéle z tukového metabolismu (FAT) a na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže zapojit (CHO).

Graf 25: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: nejsi schopen dojít svůj energetický výdej, proto musíš tělo naučit brát z těžších zdrojů (=rozvíjet tukový metabolismus)

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 285W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu- dále trénovat na zvýšení FTP (domlouvám se s Radkem, aby ti v rámci mé diplomky nastavil tréninkový plán na kolo..do začátku druhého měření).
- Zlepšit práci tukového metabolismu (máš ho málo rozvinutý) - zařadit trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopný udržet rychlost na úrovni AEP.

Proband M3

Pohlaví: muž

Věk: 49 let

Výška: 186 cm

Hmotnost: 80 kg

Graf 26: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic

1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 12,9 g/dL

(nízká hladina)

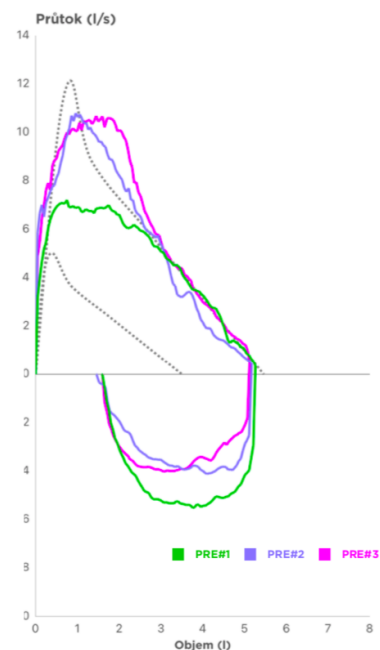
- Hladina hematokritu (Hct): 38 % (nízká hladina)

Klidová spirometrie (viz graf 26):

- FVC: 5,27 L (normální hodnota)

- FEV1: 4,9 L (normální hodnota)

- FEV1/FVC: 92, 98 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)



2) Zátěžová diagnostika

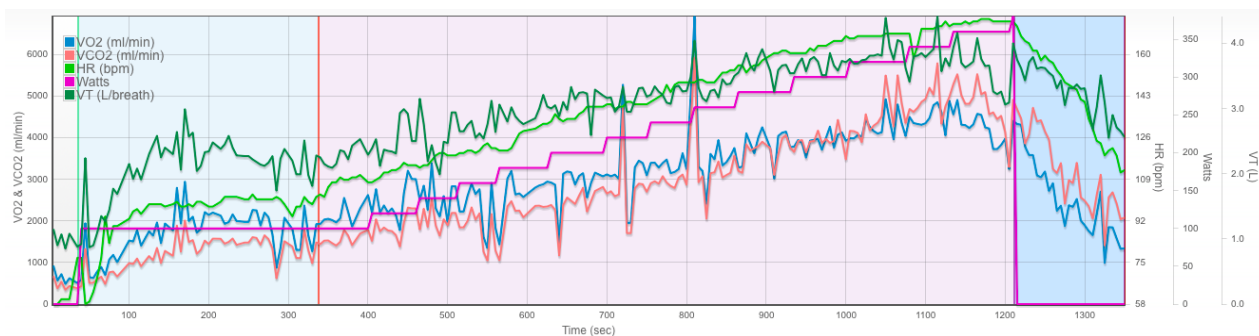
- FTP 270 W (interní vyhodnocení tréninku)

- max SF 175 tepů

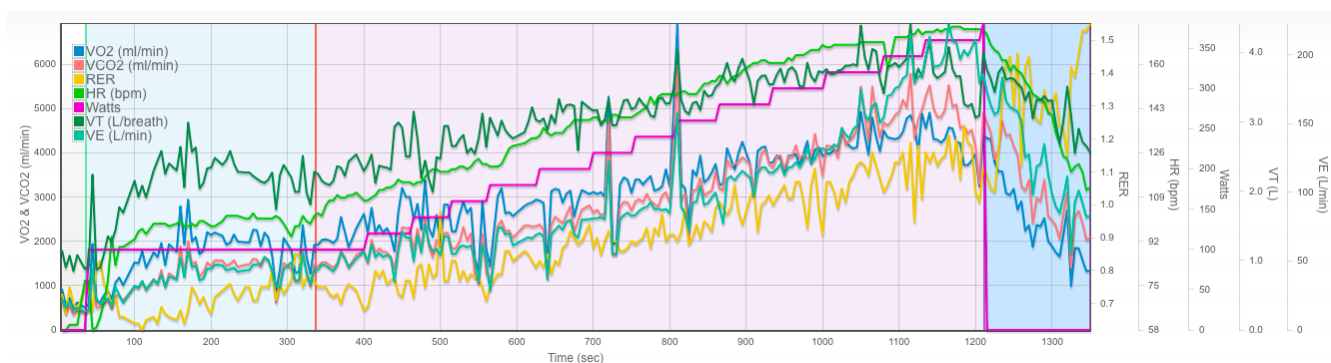
- VCO₂ 3,9 ml/min, VO₂ 4,3 ml/min

- RER 1,1

Graf 27: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu



Graf 28: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR urči hodnoty VT₁ a VT₂ (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT₁): 126 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT₂): 160 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 270W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT₂) 160 SF (URL3).

Tabulka 17: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	115	130
2	81-90	130	144
X	90-95	144	152
3	95-100	152	VTHR = 160
Y	100-102	160	163
4	102-105	163	168
5	<105	168	+

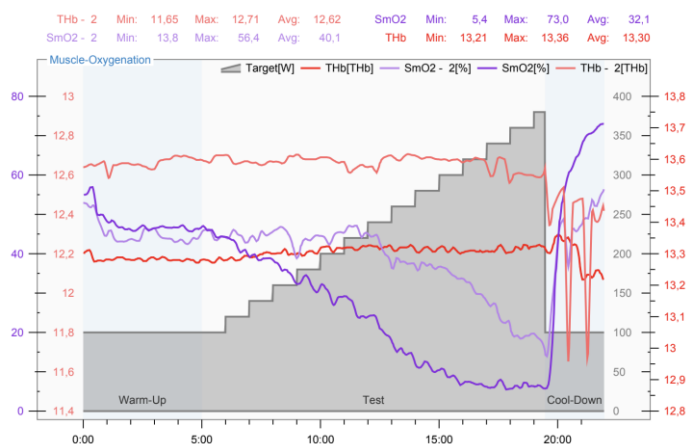
Tabulka 16: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 270W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	135	189
2	70-83	189	224
X	83-91	224	246
3	91-100	246	FTP = 270
Y	100-102	270	275
4	102-110	275	297
5	<110	297	+

Vyhodnocení saturace kyslíkem:

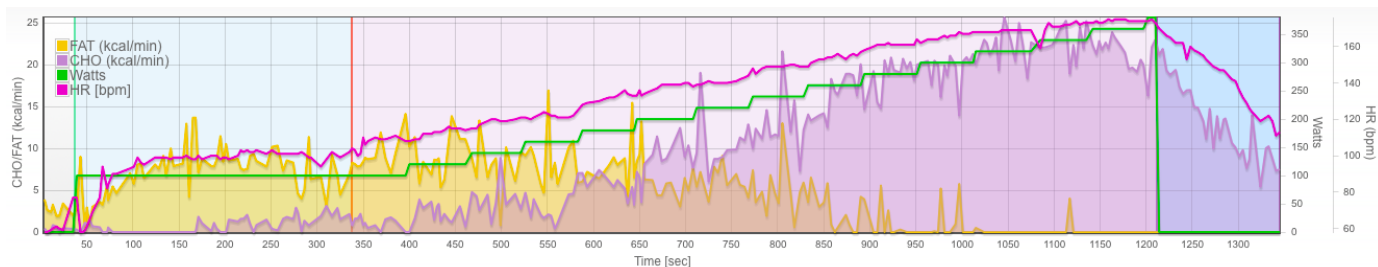
- SmO₂/THb (m.serratus anterior)- selhalo zapojení senzoru saturace
- SmO₂/THb “2” (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO₂/THb “3”(m.triceps brachii)

Graf 29: Graf průběhu SmO2/THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu 30 je patrné, že na začátku rozjetí tělo čerpá E ve větší míře z tuků (FAT). Což je správně a z grafu je vidět, že máš dobře vyvinutý tukový metabolismus. Na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže tělo začne čerpat energii ze sacharidů (CHO).

Graf 30: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: dále rozvíjej tukový metabolismus na úrovni AEP, dobrá práce.

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo

rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 270W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán).
- Pokračovat v rozvoji tukového metabolismu > zařazovat trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopný udržet rychlost na úrovni AEP.
- Suplementovat železo (máš anemické hodnoty = snížené).

Proband M4

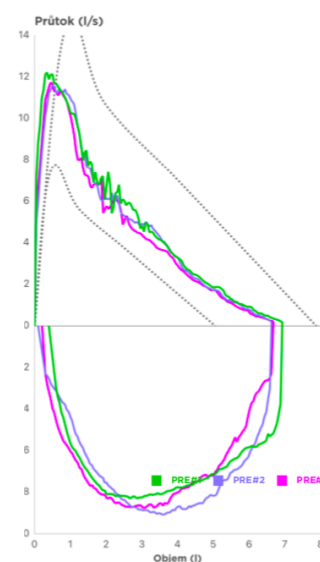
Pohlaví: muž

Věk: 50 let

Výška: 198 cm

Hmotnost: 94 kg

Graf 31: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic



1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 15,4 g/dL (optimální hladina)
- Hladina hematokritu (Hct): 45 % (optimální hladina)

Klidová spirometrie (viz graf 31):

- FVC: 6,94 L (normální hodnota)
- FEV1: 4,93 L (normální hodnota)
- FEV1/FVC: 71,04 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)

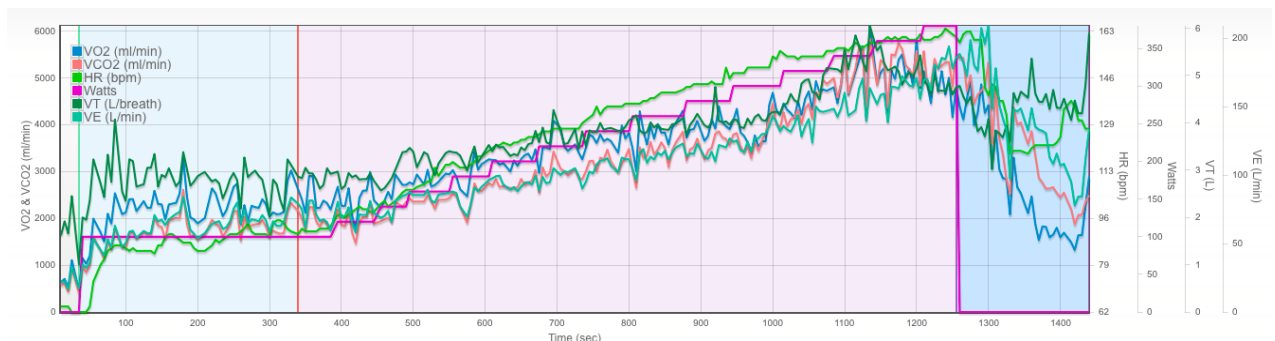
2) Zátěžová diagnostika

- FTP 285 W (interní vyhodnocení tréninku)
- max SF 164 tepů
- VCO₂ 6,4 ml/min, VO₂ 7,0 ml/min
- RER 1,15

Graf 32: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)



Graf 33: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR určí hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 128 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 161 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 285 W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 161 SF (URL3).

Tabulka 19: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	116	130
2	81-90	130	145
X	90-95	145	153
3	95-100	153	VTHR = 161
Y	100-102	161	164
4	102-105	164	169
5	<105	169	+

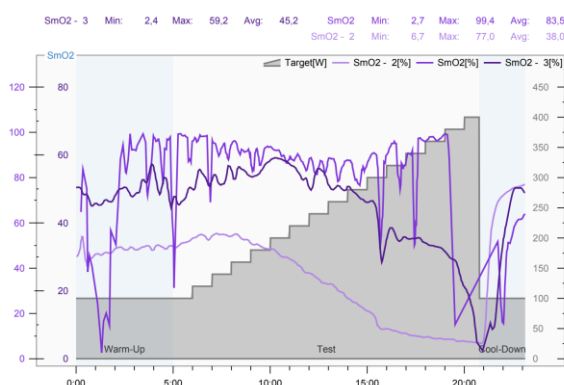
Tabulka 18: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 285 W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	143	200
2	70-83	200	237
X	83-91	237	259
3	91-100	259	FTP = 285
Y	100-102	285	291
4	102-110	291	314
5	<110	314	+

Vyhodnocení saturace kyslíkem:

- SmO2/THb (m.serratus anterior)
- SmO2/THb “2” (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO2/THb “3” (m.triceps brachii)

Graf 35: Graf průběhu SmO2 během zatížení

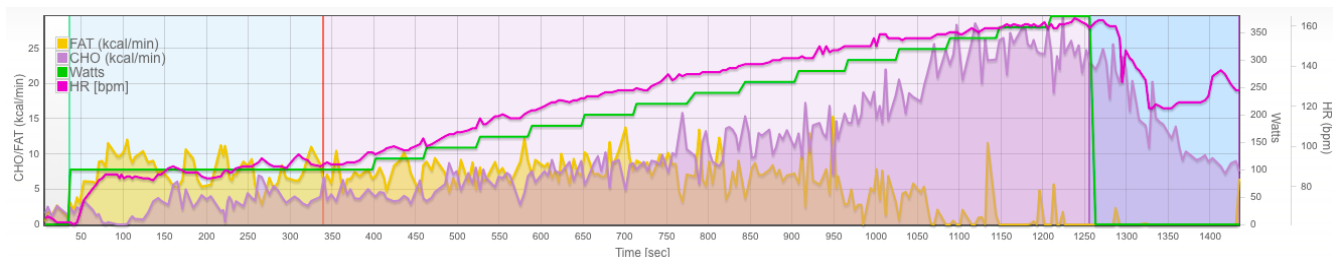


Graf 34: Graf průběhu THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu 36 je patrné, že na začátku rozjetí tělo ve výkyvech čerpá E ve větší míře z cukrů (CHO). Což může mít vliv na lehké předvyčerpávání zásob E do druhé poloviny IM závodu. Na to se pojí málo vypracovaný tukový metabolismus (FAT). V ideálním případě by si měl čerpat E co nejdéle z tukového metabolismu (FAT) a na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže zapojit (CHO).

Graf 36: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: nejsi schopen dojít svůj energetický výdej, proto musíš naučit tělo brát z těžších zdrojů (= zapracovat na rozvoji tukového metabolismu)

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 285W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán).
- Rozvíjet tukový metabolismus> zařazovat trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopný udržet rychlost na úrovni AEP.
- Navýšit svalovou sílu dolních končetin.

Proband M5

Pohlaví: muž

Věk: 44 let

Výška: 175 cm

Hmotnost: 89 kg

Graf 37: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic

1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 14,9 g/dL

(optimální hladina)

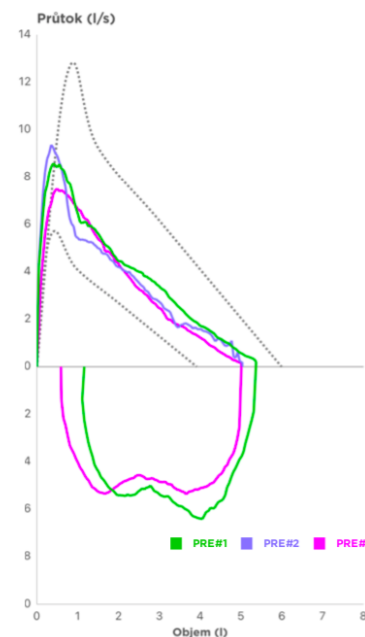
- Hladina hematokritu (Hct): 44 % (optimální hladina)

Klidová spirometrie (viz graf 37):

- FVC: 5,37 L (normální hodnota)

- FEV1: 4,04 L (normální hodnota)

- FEV1/FVC: 75,23 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)



2) Zátěžová diagnostika

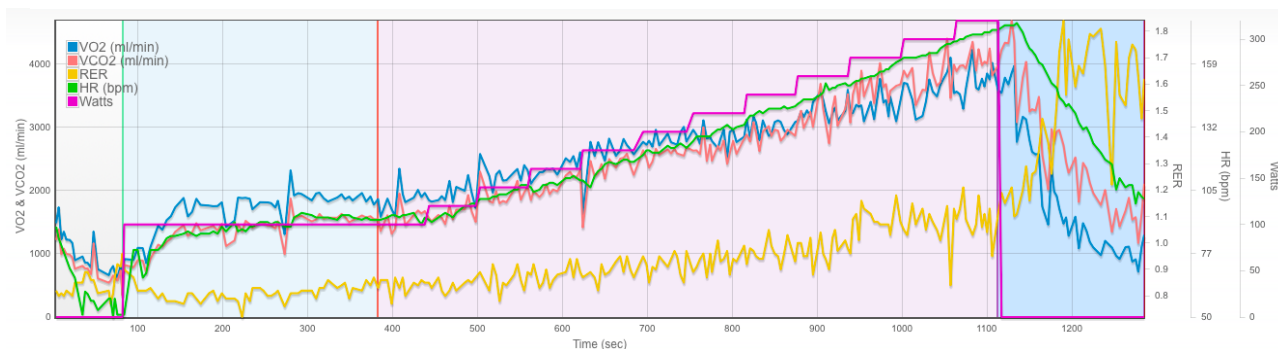
- FTP 255 W (interní vyhodnocení tréninku)

- max SF 167 tepů

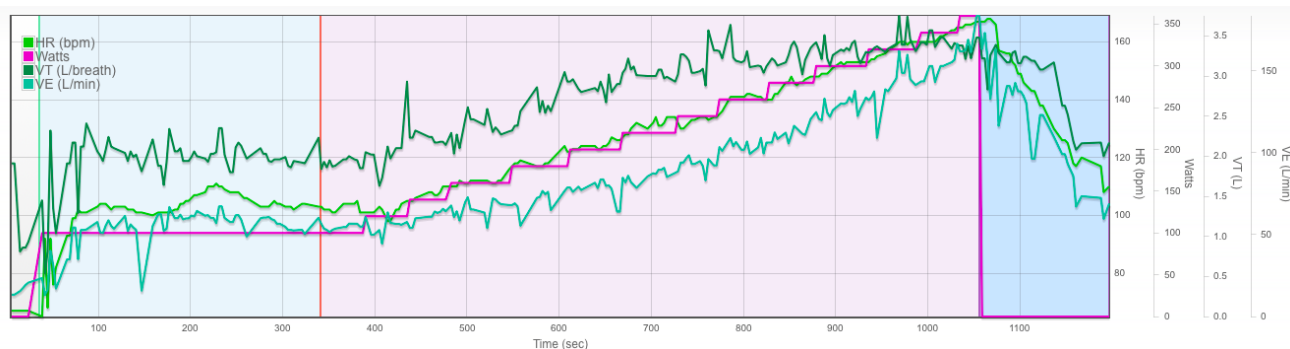
- VCO₂ 2 ml/min, VO₂ 2,2 ml/min

- RER 1,4

Graf 38: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)



Graf 39: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR určí hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 119 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 160 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 255W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 160 SF (URL3).

Tabulka 20: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	115	130
2	81-90	130	144
X	90-95	144	152
3	95-100	152	VTHR = 160
Y	100-102	160	163
4	102-105	163	168
5	<105	168	+

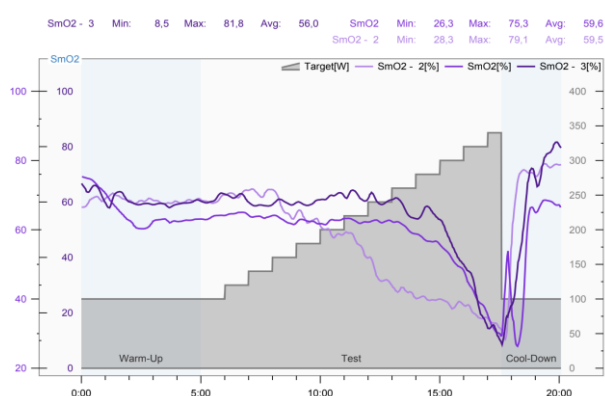
Tabulka 21: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 255 W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	128	179
2	70-83	179	212
X	83-91	212	232
3	91-100	232	FTP = 255
Y	100-102	255	260
	102-110	260	281
5	<110	281	+

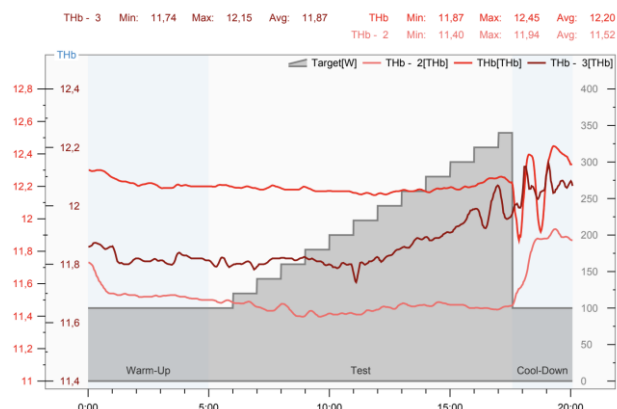
Vyhodnocení saturace kyslíkem:

- SmO₂/THb (m.serratus anterior)
- SmO₂/THb "2" (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO₂/THb "3" (m.triceps brachii)

Graf 40: Graf průběhu SmO2 během zatížení

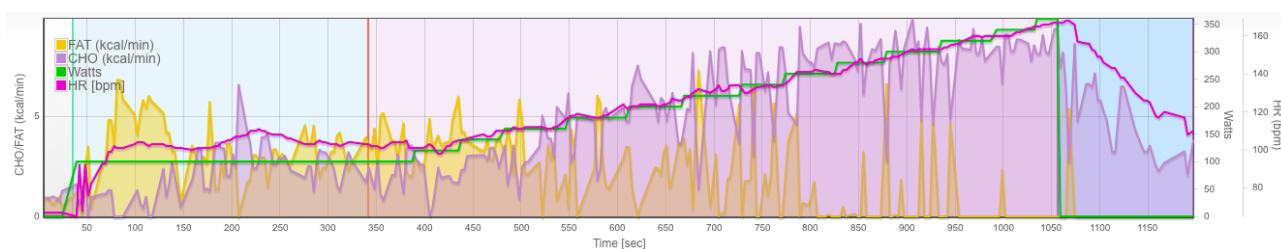


Graf 41: Graf průběhu THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu 42 je patrné, že na začátku rozjetí tělo ve výkyvech čerpá E ve větší míře z cukrů (CHO). Což může mít vliv na lehké předvyčerpávání zásob E do druhé poloviny IM závodu. Na to se pojí málo vypracovaný tukový metabolismus (FAT). V ideálním případě by si měl čerpat E co nejdéle z tukového metabolismu (FAT) a na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže zapojit (CHO).

Graf 42: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: nejsi schopen dojít svůj energetický výdej, proto musíš naučit tělo brát z těžších zdrojů (= zapracuj na rozvoji tukového metabolismu).

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po

tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 255W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán).
- Zlepšit práci tukového metabolismu (máš ho málo rozvinutý)> zařadit trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopný udržet rychlost na úrovni AEP.

Proband M6

Pohlaví: muž

Věk: 42 let

Výška: 183 cm

Hmotnost: 82 kg

1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 17,1 g/dL

(optimální hladina)

- Hladina hematokritu (Hct): 50 % (optimální hladina)

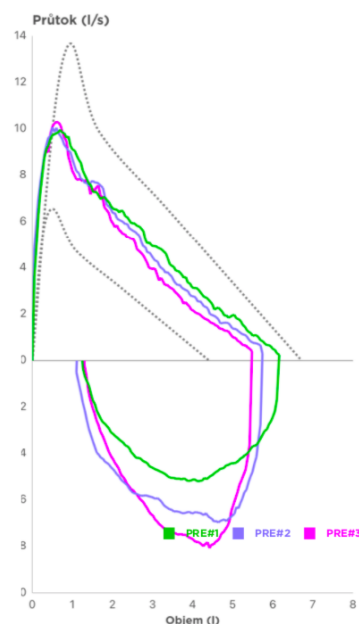
Klidová spirometrie (viz graf 43):

- FVC: 6,16 L (normální hodnota)

- FEV1: 4,87 L (normální hodnota)

- FEV1/FVC: 79,06 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)

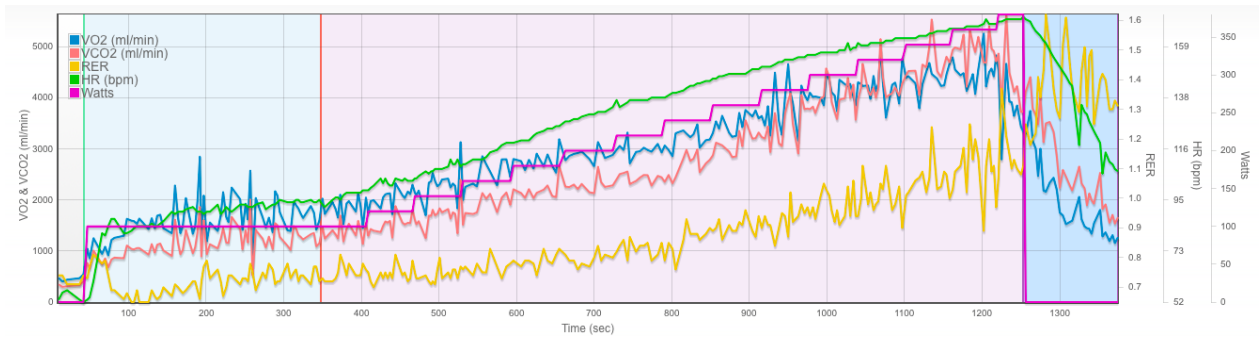
Graf 43: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic



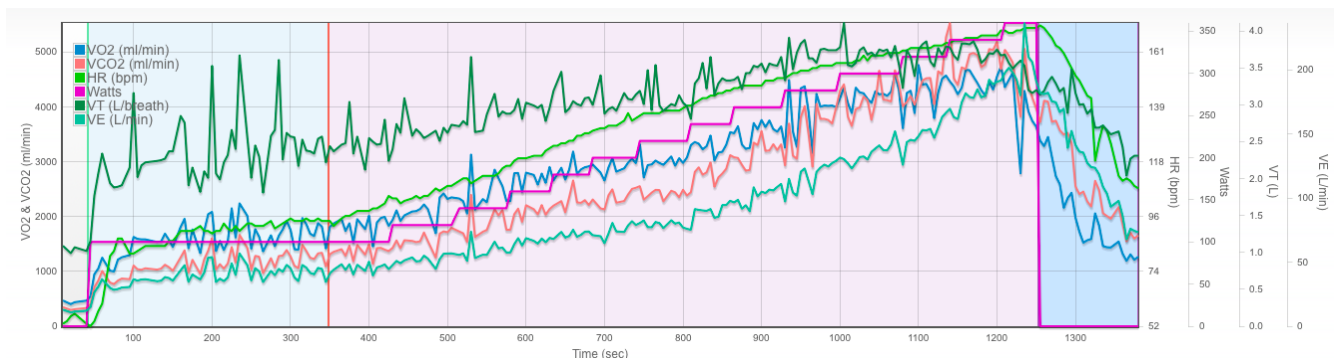
2) Zátěžová diagnostika

- FTP 270 W (interní vyhodnocení tréninku)
- max SF 171 tepů
- VCO_2 5,5 ml/min, VO_2 5,3 ml/min
- RER 1,37

Graf 45: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)



Graf 44: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)



Na základě grafu průběhu VO_2 , VCO_2 , RER, Watts, HR určí hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 118 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 164 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 270 W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 164 SF (URL3).

Tabulka 23: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	118	133
2	81-90	133	148
X	90-95	148	156
3	95-100	156	VTHR = 164
Y	100-102	164	167
4	102-105	167	172
5	<105	172	+

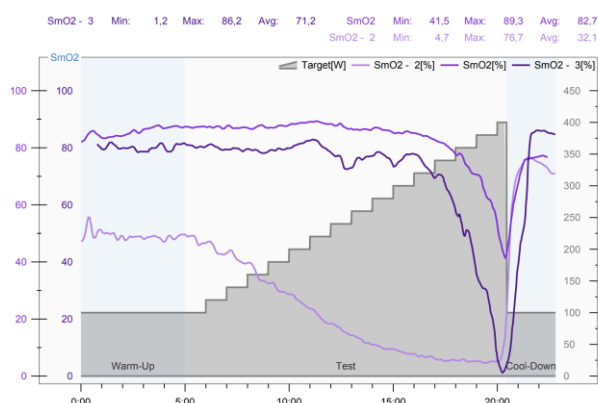
Tabulka 22: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 270 W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	135	189
2	70-83	189	224
X	83-91	224	246
3	91-100	246	FTP = 270
Y	100-102	270	275
	102-110	275	297
5	<110	297	+

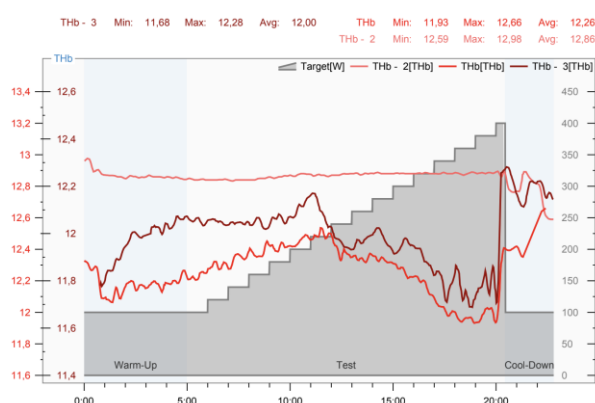
Vyhodnocení saturace kyslíkem:

- SmO2/THb (m.serratus anterior)
- SmO2/THb "2" (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO2/THb "3" (m.triceps brachii)

Graf 47: Graf průběhu SmO2 během zatížení



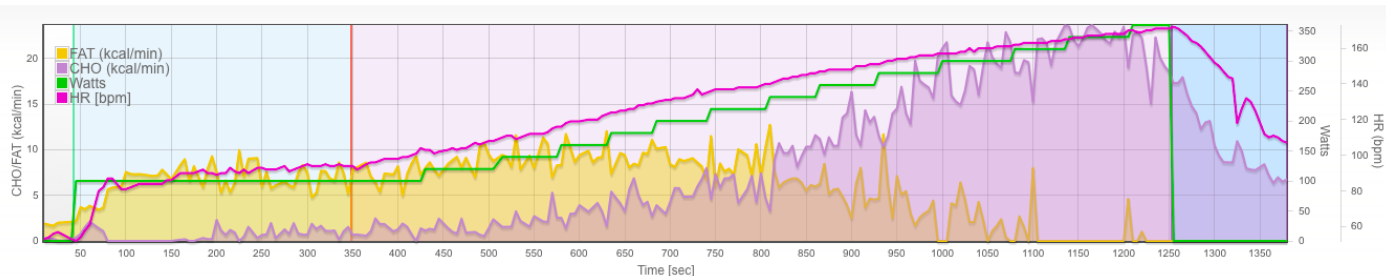
Graf 46: Graf průběhu THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu 48

je patrné, že na začátku rozjetí tělo čerpá E ve větší míře z tuků (FAT). Což je správně a z grafu je vidět, že máš dobře vyvinutý tukový metabolismus. Na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže tělo začne čerpat energii ze sacharidů (CHO).

Graf 48: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: pokračovat v rozvoji tukového metabolismu, dobrá práce! Máš skvělý základ pro IM.

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 270W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán).

Proband M7

Pohlaví: muž

Věk: 33 let

Výška: 183 cm

Hmotnost: 96 kg

Graf 49: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic

1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 16,0 g/dL

(optimální hladina)

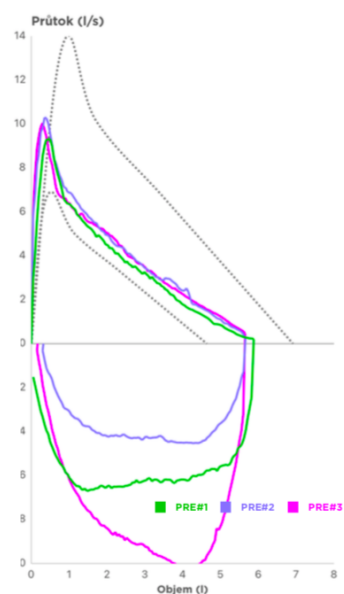
- Hladina hematokritu (Hct): 47 % (optimální hladina)

Klidová spirometrie (viz graf 49):

- FVC: 5,88 L (normální hodnota)

- FEV1: 4,3 L (normální hodnota)

- FEV1/FVC: 73,13 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)



2) Zátěžová diagnostika

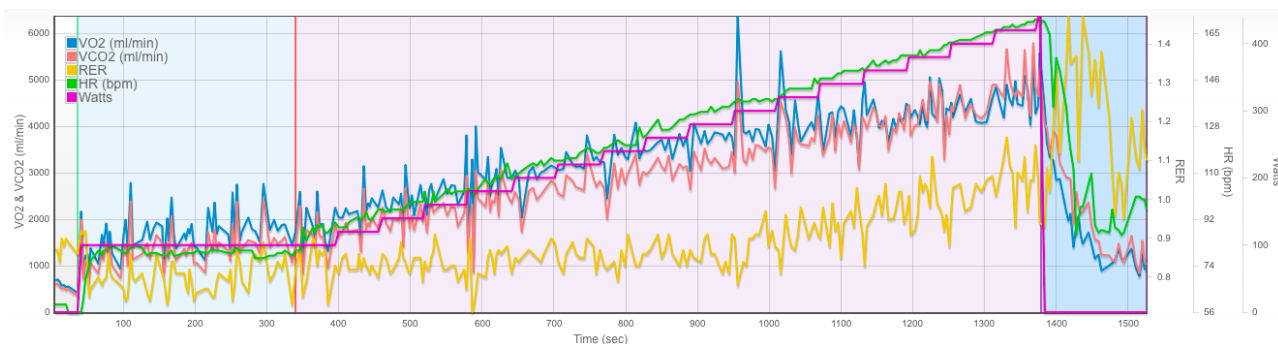
- FTP 360 W (interní vyhodnocení tréninku)

- max SF 170 tepů

- VCO₂ 5,7 ml/min, VO₂ 6,3 ml/min

- RER 1,16

Graf 50: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu



Na základě grafu průběhu VO2, VCO2, RER, Watts, HR určuji hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 113 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 147 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 360 W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 147 SF (URL3).

Tabulka 25: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	106	119
2	81-90	119	132
X	90-95	132	140
3	95-100	140	VTHR = 147
Y	100-102	147	150
4	102-105	150	154
5	<105	154	+

Tabulka 24: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 360 W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	180	252
2	70-83	252	299
X	83-91	299	328
3	91-100	328	FTP = 360
Y	100-102	360	367
4	102-110	367	396
5	<110	396	+

Vyhodnocení saturace kyslíkem:

- SmO2/THb (m.serratus anterior)
- SmO2/THb "2" (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO2/THb "3" (m.triceps brachii)

Graf 51: Graf průběhu SmO2 během zatížení

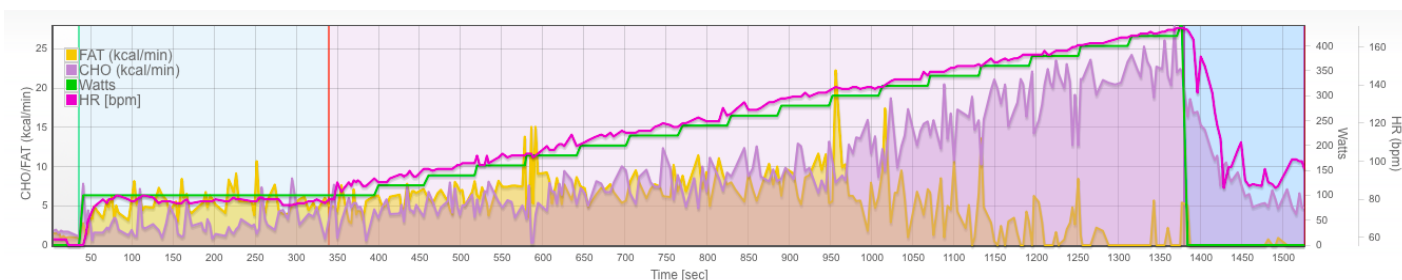


Graf 52: Graf průběhu THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu 53 je patrné, že na začátku rozjetí tělo ve výkyvech čerpá E ve větší míře z cukrů (CHO). Což může mít vliv na lehké předvyčerpávání zásob E do druhé poloviny IM závodu. Na to se pojí málo vypracovaný tukový metabolismus (FAT). V ideálním případě by si měl čerpat E co nejdéle z tukového metabolismu (FAT) a na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže zapojit (CHO).

Graf 53: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: nejsi schopen dojít svůj energetický výdej, proto musíš tělo naučit brát z těžších zdrojů (=rozvíjet tukový metabolismus)

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 360W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán).
- Zlepšit práci tukového metabolismu (máš ho málo rozvinutý)> zařadit trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopný udržet rychlost na úrovni AEP.

Proband M8

Pohlaví: muž

Věk: 31 let

Výška: 183 cm

Hmotnost: 88 kg

Graf 54: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic

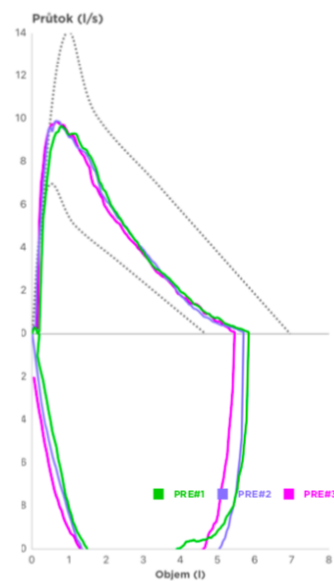
1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 16,0 g/dL (optimální hladina)
- Hladina hematokritu (Hct): 47 % (optimální hladina)

Klidová spirometrie (viz graf 54):

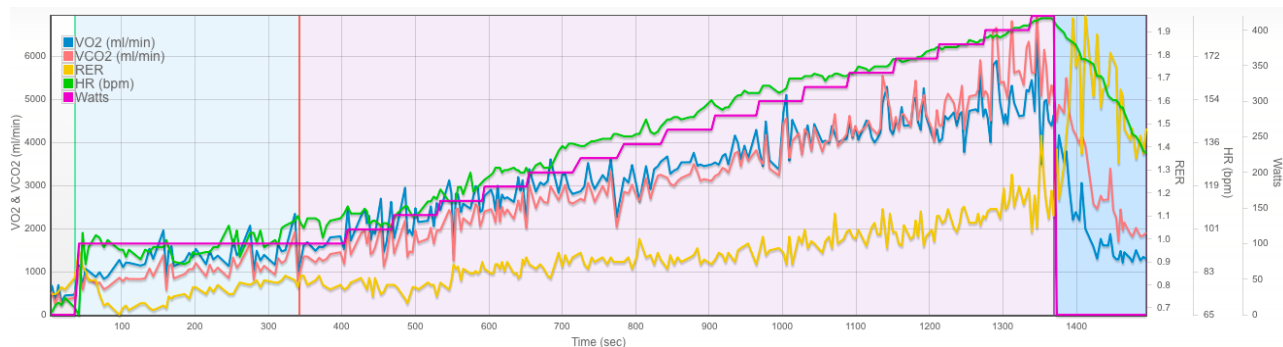
- FVC: 5,79 L (normální hodnota)
- FEV1: 4,35 L (normální hodnota)
- FEV1/FVC: 75,13 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)



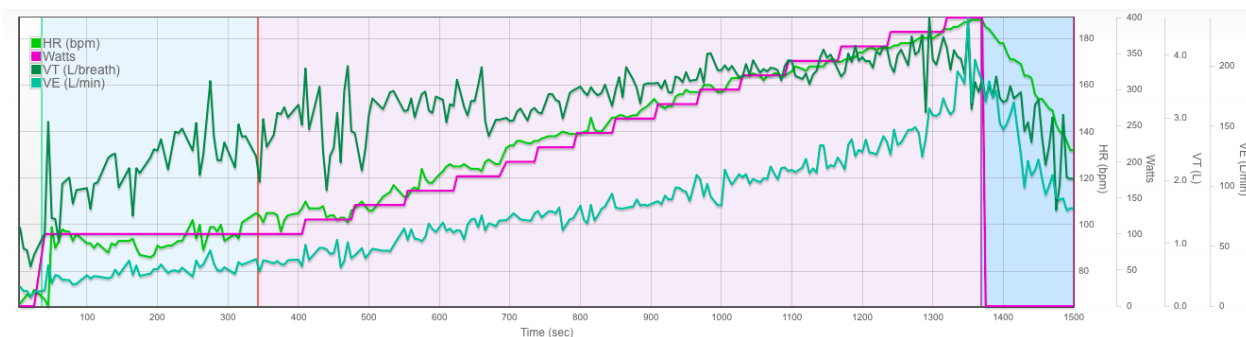
2) Zátěžová diagnostika

- FTP 300 W (interní vyhodnocení tréninku)
- max SF 188 tepů
- VCO₂ 6,9 ml/min, VO₂ 6,6 ml/min
- RER 1,45

Graf 56: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)



Graf 55: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)



Na základě grafu průběhu VO_2 , VCO_2 , RER, Watts, HR urči hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 120 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 163 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 300 W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 163 SF (URL3).

Tabulka 27: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	117	132
2	81-90	132	147
X	90-95	147	155
3	95-100	155	VTHR = 163
Y	100-102	163	166
4	102-105	166	171
5	<105	171	+

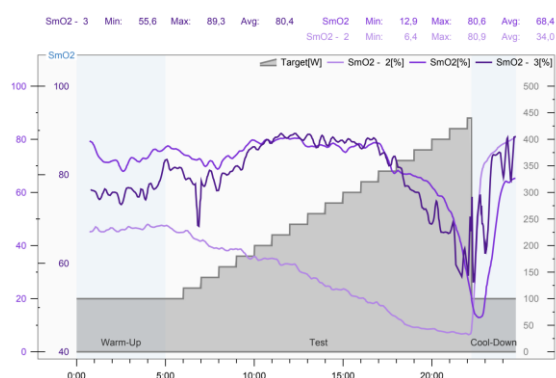
Tabulka 26: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 300 W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	150	210
2	70-83	210	249
X	83-91	249	273
3	91-100	273	FTP = 300
Y	100-102	300	306
4	102-110	306	330
5	<110	330	+

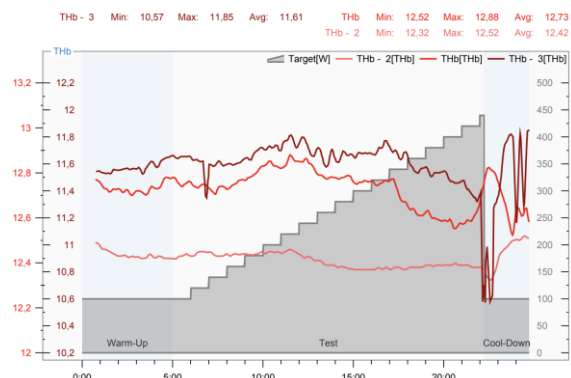
Vyhodnocení saturace kyslíkem:

- SmO2/THb (m.serratus anterior)
- SmO2/THb "2" (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO2/THb "3" (m.triceps brachii)

Graf 57: Graf průběhu SmO2 během zatížení

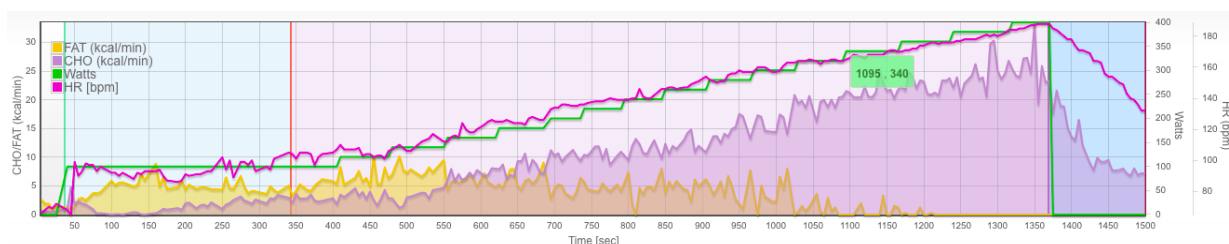


Graf 58: Graf průběhu THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu 59 je patrné, že na začátku rozjetí tělo ve výkyvech čerpá E ve větší míře z cukrů (CHO). Což může mít vliv na lehké předvyčerpávání zásob E do druhé poloviny IM závodu. Na to se pojí málo vypracovaný tukový metabolismus (FAT). V ideálním případě by si měl čerpat E co nejdéle z tukového metabolismu (FAT) a na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže zapojit (CHO).

Graf 59: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: nemáš skoro žádný základ tukového metabolismu. Což znamená, že nejsi schopen dojít svůj energetický výdej, proto musíš tělo co nejdříve naučit brát z těžších zdrojů (=rozvíjet tukový metabolismus).

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 300 W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán).
- Zlepšit práci tukového metabolismu (máš ho málo rozvinutý)> zařadit trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopný udržet rychlost na úrovni AEP.

Proband M9

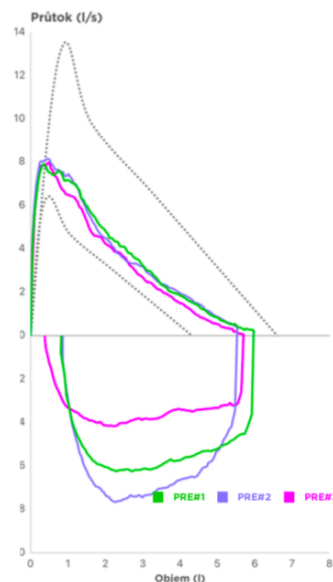
Pohlaví: muž

Věk: 43 let

Výška: 182 cm

Hmotnost: 66 kg

Graf 60: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic



1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 13,3 g/dL

(nízká hladina)

- Hladina hematokritu (Hct): 39 % (nízká hladina)

Klidová spirometrie (viz graf 60):

- FVC: 5,98 L (normální hodnota)

- FEV1: 4,06 L (normální hodnota)

- FEV1/FVC: 67,89 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)

2) Zátěžová diagnostika

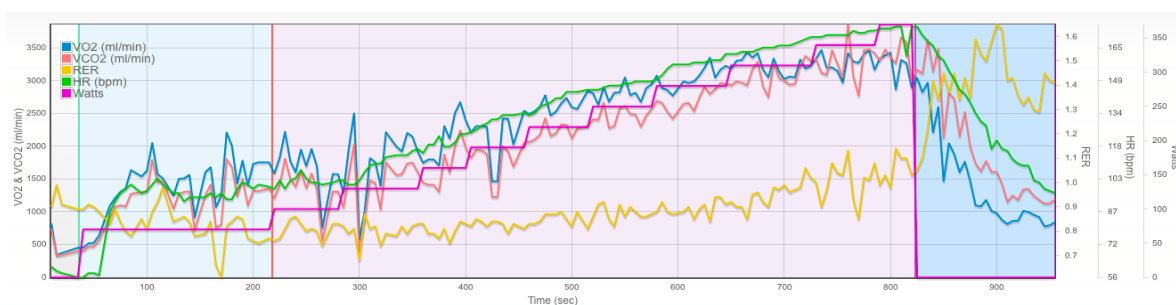
- FTP 280 W (interní vyhodnocení tréninku)

- max SF 175 tepů

- VCO₂ 3,9 ml/min, VO₂ 3,4 ml/min

- RER 1,14

Graf 61: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)



Graf 62: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR určuji hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 123 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 158 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 280W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 158 SF (URL3).

Tabulka 29: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	114	128
2	81-90	128	142
X	90-95	142	150
3	95-100	150	VTHR = 158
Y	100-102	158	161
4	102-105	161	166
5	<105	166	+

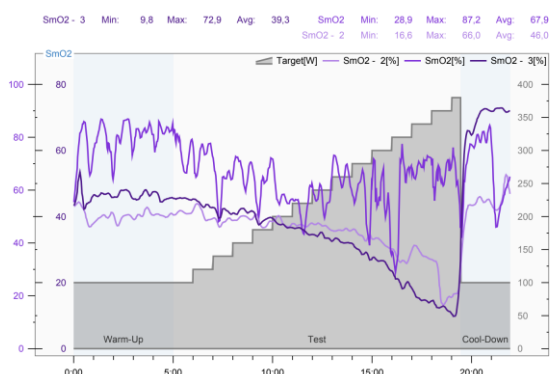
Tabulka 28: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 280 W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	140	196
2	70-83	196	232
X	83-91	232	255
3	91-100	255	FTP = 280
Y	100-102	280	286
4	102-110	286	308
5	<110	308	+

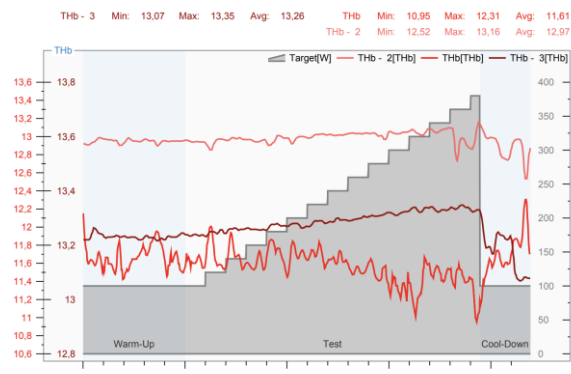
Vyhodnocení saturace kyslíkem:

- SmO₂/THb (m.serratus anterior)
- SmO₂/THb "2" (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO₂/THb "3" (m.triceps brachii)

Graf 64: Graf průběhu SmO2 během zatížení

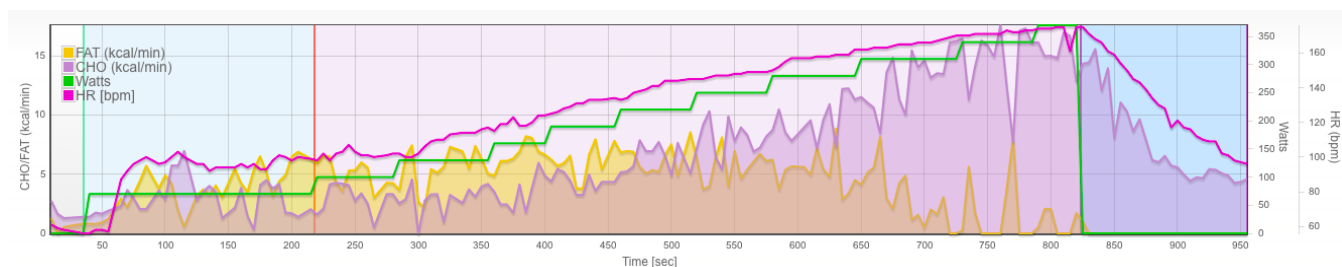


Graf 63: Graf průběhu THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu 65 je patrné, že na začátku rozjetí tělo ve výkyvech čerpá E ve větší míře z cukrů (CHO). Což může mít vliv na lehké předvyčerpávání zásob E do druhé poloviny IM závodu. Na to se pojí málo vypracovaný tukový metabolismus (FAT). V ideálním případě by si měl čerpat E co nejdále z tukového metabolismu (FAT) a na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže zapojit (CHO).

Graf 65: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: máš malý základ tukového metabolismu. Což znamená, že nejsi schopen dojít svůj energetický výdej, proto musíš tělo co nejdříve naučit brát z těžších zdrojů (=rozvíjet tukový metabolismus).

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po

tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 280 W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán).
- Pokračovat v rozvoji tukového metabolismu> zařazovat trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopný udržet rychlost na úrovni AEP.
- Pokračovat v suplementaci železa, z druhého měření máš značný posun (jen tak dál).

Proband M10

Pohlaví: muž

Věk: 45 let

Výška: 184 cm

Hmotnost: 71 kg

Graf 66: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic

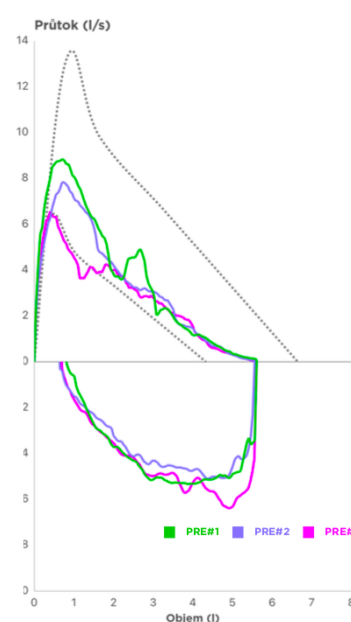
1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 16,3 g/dL (optimální hladina)
- Hladina hematokritu (Hct): 48 % (optimální hladina)

Klidová spirometrie (viz graf 66):

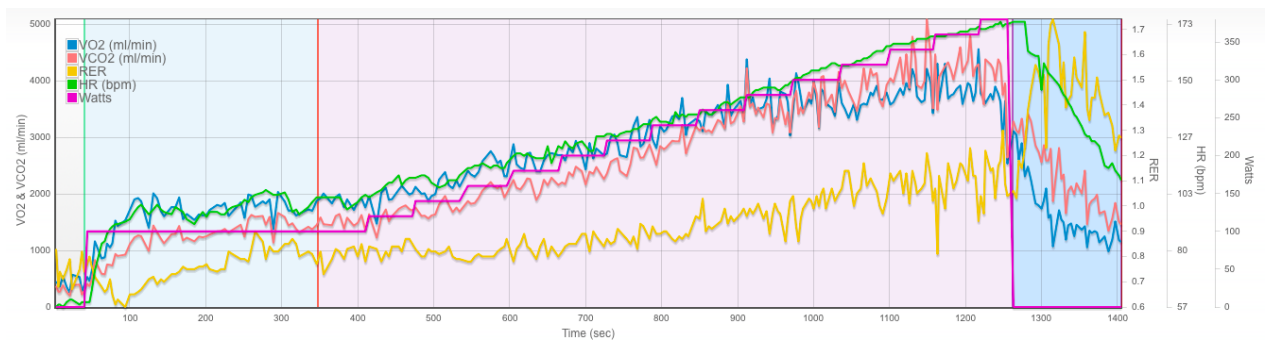
- FVC: 5,62 L (normální hodnota)
- FEV1: 3,9 L (normální hodnota)
- FEV1/FVC: 69,4 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)



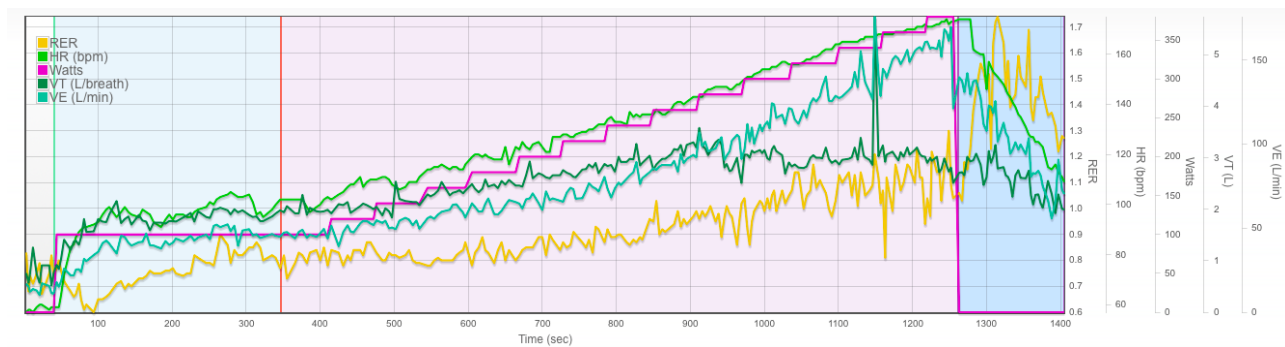
2) Zátěžová diagnostika

- FTP 270 W (interní vyhodnocení tréninku)
- max SF 173 tepů
- VCO₂ 5 ml/min, VO₂ 4,5ml/min
- RER 1,3

Graf 67: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)



Graf 68: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR určuji hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 120 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 158 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 270 W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 158 SF (URL3).

Tabulka 31: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	114	128
2	81-90	128	142
X	90-95	142	150
3	95-100	150	VTHR = 158
Y	100-102	158	161
4	102-105	161	166
5	<105	166	+

Tabulka 30: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 270 W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	135	189
2	70-83	189	224
X	83-91	224	246
3	91-100	246	FTP = 270
Y	100-102	270	275
4	102-110	275	297
5	<110	287	+

Vyhodnocení saturace kyslíkem:

- SmO2/THb (m.serratus anterior)
- SmO2/THb “2” (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO2/THb “3” (m.triceps brachii)

Graf 70: Graf průběhu SmO2 během zatížení

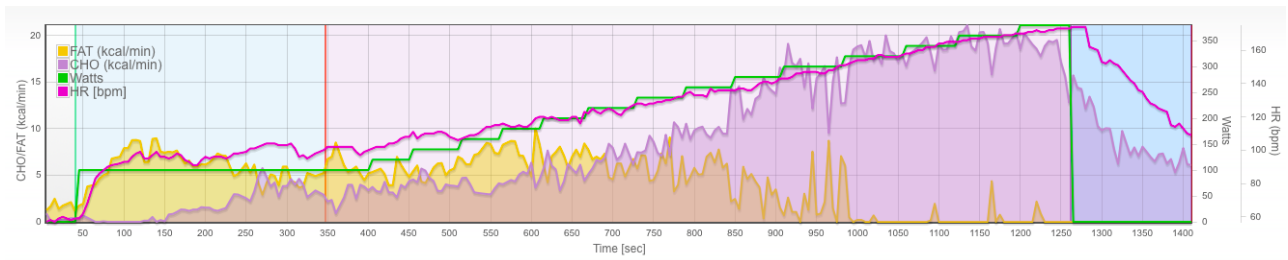


Graf 69: Graf průběhu THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu je patrné, že na začátku rozjetí tělo ve výkyvech čerpá E ve větší míře z cukrů (CHO). Což může mít vliv na lehké předvyčerpávání zásob E do druhé poloviny IM závodu. Na to se pojí málo vypracovaný tukový metabolismus (FAT). V ideálním případě by si měl čerpat E co nejdéle z tukového metabolismu (FAT) a na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže zapojit (CHO).

Graf 71: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: Máš menší základ tukového metabolismu. Což znamená, že pak nejsi schopen dojít svůj energetický výdej, proto musíš tělo naučit brát z těžších zdrojů (=rozvíjej tukový metabolismus).

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 270W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP (Radek zohlední v tréninkovém plánu), a pokud by si chtěl přiblížit na jmenovaný čas v cyklistické části 5:00-5:05 měl by si přiblížit své FTP na 300W (v závodě 250W odjet).
- Zlepšit práci tukového metabolismu> zařadit trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopná udržet rychlost na úrovni AEP.

Proband M11

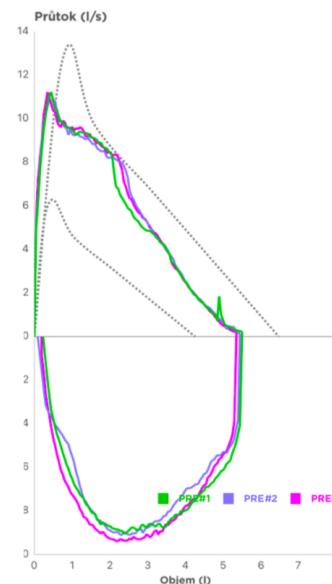
Pohlaví: muž

Věk: 42 let

Výška: 180 cm

Hmotnost: 84 kg

Graf 72: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic



1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 17,8 g/dL

(optimální hladina)

- Hladina hematokritu (Hct): 52 % (optimální hladina)

Klidová spirometrie (viz graf 72):

- FVC: 5,5 L (normální hodnota)

- FEV1: 4,65 L (normální hodnota)

- FEV1/FVC: 84,55 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)

2) Zátěžová diagnostika

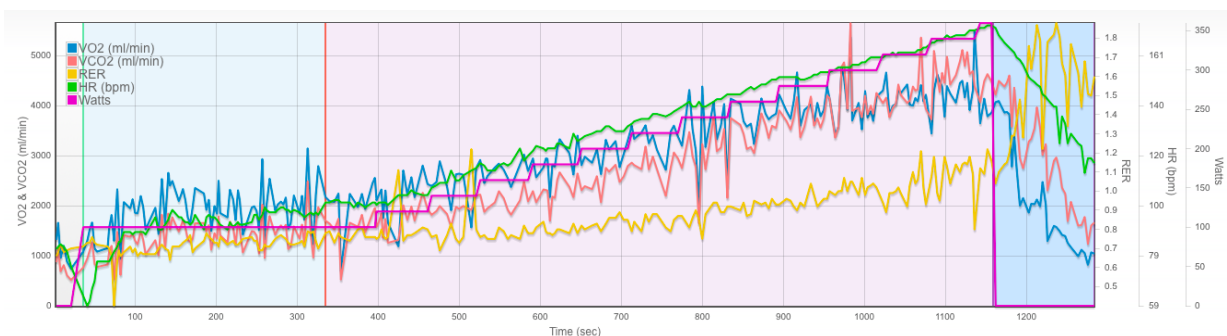
- FTP 270 W (interní vyhodnocení tréninku)

- max SF 173 tepů

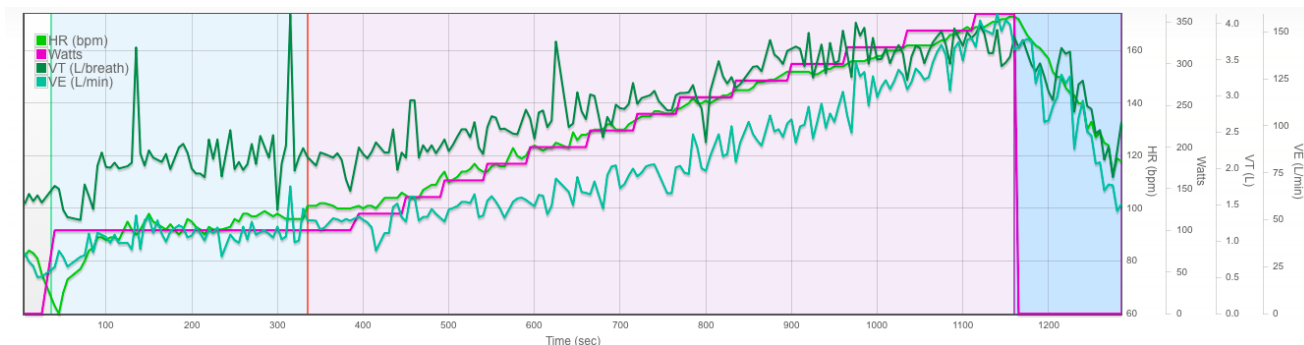
- VCO₂ 5,6 ml/min, VO₂ 5,4 ml/min

- RER 1,2

Graf 73: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)



Graf 74: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR určuji hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 123 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 164 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 270W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 164 SF (URL3).

Tabulka 32: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	118	133
2	81-90	133	148
X	90-95	148	156
3	95-100	156	VTHR = 164
Y	100-102	164	167
4	102-105	167	172
5	<105	172	+

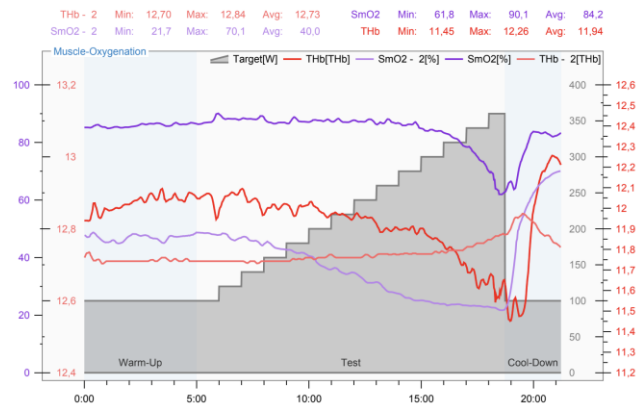
Tabulka 33: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 270 W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	135	189
2	70-83	189	224
X	83-91	224	246
3	91-100	246	FTP = 270
Y	100-102	270	275
4	102-110	275	297
5	<110	287	+

Vyhodnocení saturace kyslíkem:

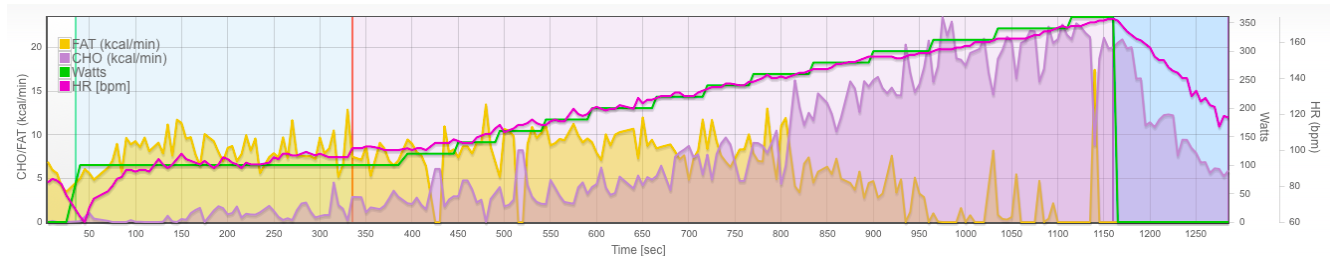
- SmO₂/THb (m.serratus anterior)-- selhalo zapojení senzoru saturace
- SmO₂/THb "2" (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO₂/THb "3"(m.triceps brachii)

Graf 75: Graf průběhu SmO2/THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu 76 je patrné, že na začátku rozjetí tělo čerpá E ve větší míře z tuků (FAT). Což je správně a z grafu je vidět, že máš dobře vyvinutý tukový metabolismus. Na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže tělo začne čerpat energii ze sacharidů (CHO).

Graf 76: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: pokračovat v rozvoji tukového metabolismu, dobrá práce! Máš skvělý základ pro IM.

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 270W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán).

Proband M12

Pohlaví: muž

Věk: 59 let

Výška: 189 cm

Hmotnost: 84 kg

Graf 77: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic

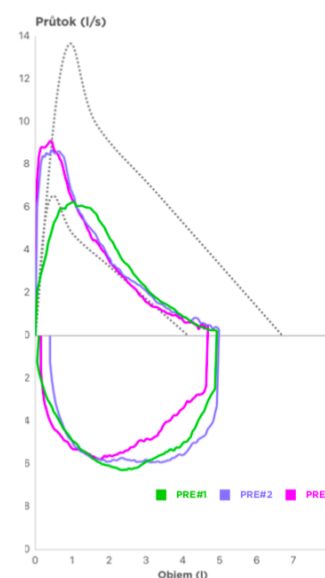
1) Klidová diagnostika

Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 16,3 g/dL (optimální hladina)
- Hladina hematokritu (Hct): 48 % (optimální hladina)

Klidová spirometrie (viz graf 77):

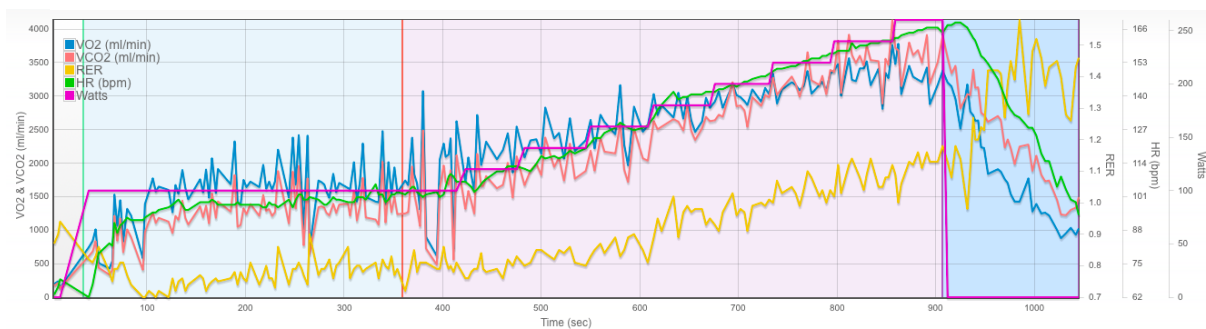
- FVC: 4,98 L (normální hodnota)
- FEV1: 3,62 L (normální hodnota)
- FEV1/FVC: 72,69 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)



2) Zátěžová diagnostika

- FTP 200 W (interní vyhodnocení tréninku)
- max SF 167 tepů
- VCO₂ 4,1 ml/min, VO₂ 3,7 ml/min
- RER 1,2

Graf 79: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)



Graf 78: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR určuji hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 110 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 130 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 200 W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 130 SF (URL3).

Tabulka 35: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	94	105
2	81-90	105	117
X	90-95	117	124
3	95-100	124	VTHR = 130
Y	100-102	130	133
4	102-105	133	137
5	<105	137	+

Tabulka 34: Tréninkové zóny pro Watt (FTP 200 W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	100	140
2	70-83	140	166
X	83-91	166	182
3	91-100	182	FTP = 200
Y	100-102	200	204
4	102-110	204	220
5	<110	220	+

Vyhodnocení saturace kyslíkem:

- SmO2/THb (m.serratus anterior)
- SmO2/THb “2” (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO2/THb “3” (m.triceps brachii)

Graf 80: Graf průběhu SmO2 během zatížení

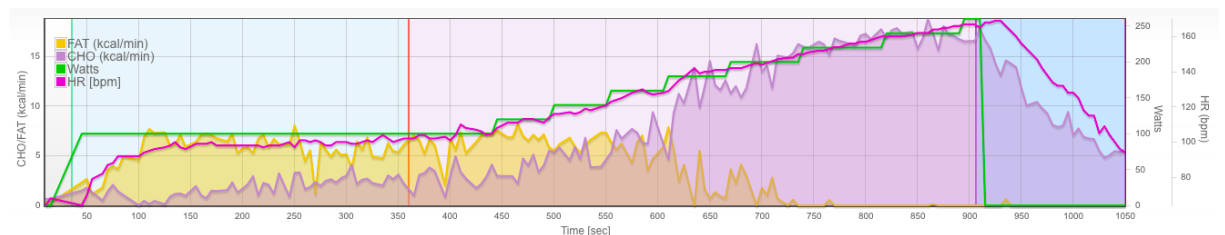


Graf 81: Graf průběhu THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): z grafu 82 je patrné, že na začátku rozjetí tělo čerpá E ve větší míře z tuků (FAT). Což je správně a z grafu je vidět, že máš dobře vyvinutý tukový metabolismus. Na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže tělo začne čerpat energii ze sacharidů (CHO).

Graf 82: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: pokračovat v rozvoji tukového metabolismu, dobrá práce! Máš skvělý základ.

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To

samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 200W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP a tempové vytrvalosti na úrovni sweet spotu (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán).
- Držet si tukový metabolismus (zařazovat trénink na úrovni AEP, tím zlepšíš spalování tuků, navýšíš vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužíš čas, po který jsi schopný udržet rychlost na úrovni AEP).
- Rozvíjet vitální kapacitu plic (rozvoj nádechových a výdechových svalů, zlepšení mobility hrudníku, praktikovat například dechové vlny).

Proband M13

Pohlaví: muž

Věk: 50 let

Výška: 188 cm

Hmotnost: 88 kg

1) Klidová diagnostika

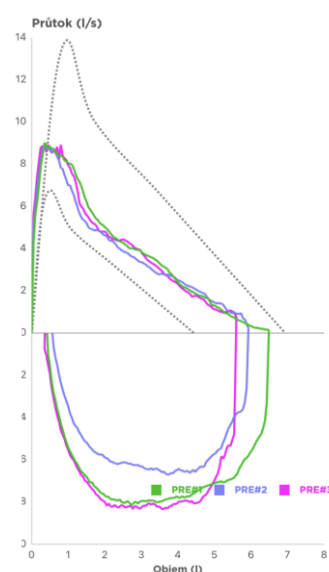
Hodnoty hemoglobinu a hematokritu:

- Hladina hemoglobinu (Hb): 15,2 g/dL (optimální hladina)
- Hladina hematokritu (Hct): 45 % (optimální hladina)

Klidová spirometrie (viz graf č.1):

- FVC: 6,49 L (normální hodnota)
- FEV1: 4,39 L (normální hodnota)
- FEV1/FVC: 67,64 % (není patrná žádná obstrukční porucha plic)

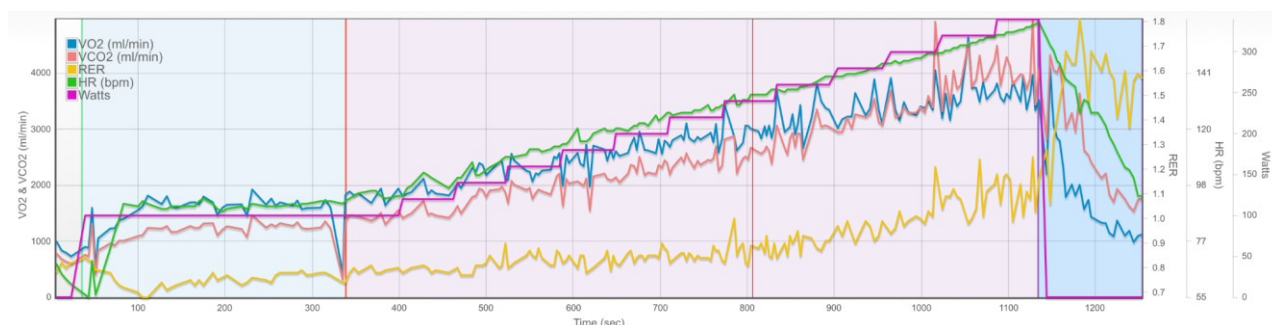
Graf 83: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic



2) Zátěžová diagnostika

- FTP 250W(interní vyhodnocení tréninku)
- max SF 160 tepů
- VCO₂ 4,9 ml/min, VO₂ 4,6 ml/min
- RER

Graf 84: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu



Na základě grafu průběhu VO₂, VCO₂, RER, Watts, HR urči hodnoty VT1 a VT2 (ventilační prahy):

- **ventilační práh (VT1): 114 SF** > subjektivní přechod z lehké zátěže do středně těžké
- **ventilační práh (VT2): 149 SF** > subjektivní přechod ze středně těžké zátěže do těžké

Tréninkové zóny jsem určila podle Matta Fitzgeralda s dosaženou hodnotou testu FTP 250 W naměřené vstupním Ramp testem do maxima a určeného ventilačního prahu (VT2) 149 SF (URL3).

Tabulka 37: Tréninkové zóny pro SF (BPM)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	72-81	107	121
2	81-90	121	134
X	90-95	134	142
3	95-100	142	VTHR = 149
Y	100-102	149	152
4	102-105	152	156
5	<105	156	+

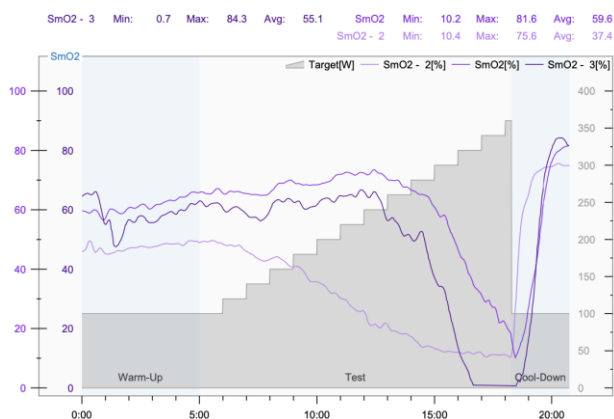
Tabulka 36: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 250 W)

ZONE	%LTHR	RANGE (BPM)	
1	50-70	125	175
2	70-83	175	208
X	83-91	208	228
3	91-100	228	FTP = 250
Y	100-102	250	255
4	102-110	255	275
5	<110	275	+

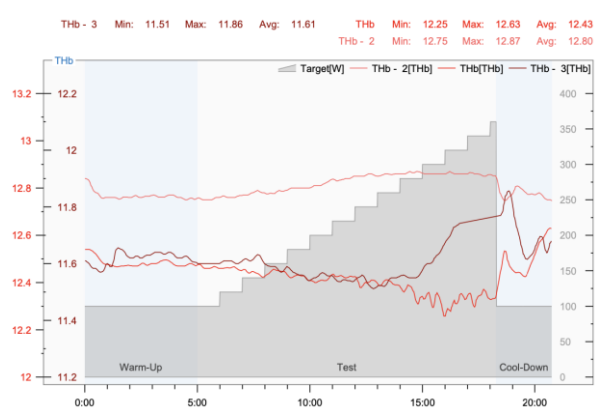
Vyhodnocení saturace kyslíkem:

- SmO2/THb (m.serratus anterior)
- SmO2/THb "2" (m.quadriceps femoris, vastus lateralis)
- SmO2/THb "3" (m.triceps brachii)

Graf 86: Graf průběhu SmO2 během zatížení

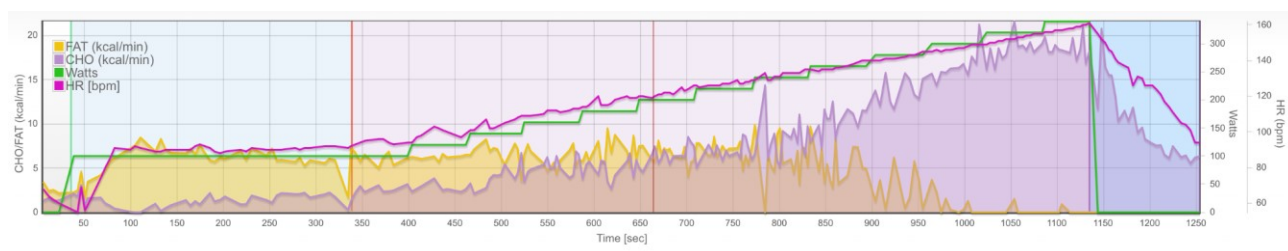


Graf 85: Graf průběhu THb během zatížení



Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO): Z grafu 87 je patrné, že na začátku rozjetí tělo čerpá E ve větší míře z tuků (FAT). Což je správně a z grafu je vidět, že máš dobře vyvinutý tukový metabolismus. Na přechodu subjektivního přechodu střední-těžké zátěže tělo začne čerpat energii ze sacharidů (CHO).

Graf 87: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu



Závěr: pokračovat v rozvoji tukového metabolismu, dobrá práce! Máš skvělý základ pro IM.

Doporučení: rozvíjet tukový metabolismus na úrovni AEP. To znamená zapojit více endurance tréninků a aplikovat během aktivity hladovění (např. běh nalačno) nebo nedojedenost (doporučený příjem sacharidů max 30 g/hod. zátěže). To samé platí i po tréninku (nejíst hned po aktivitě, ale spíše až po 30 min). Druhý den nezatěžovat tělo rychlostním/vysoce intenzivním tréninkem nebo v případě, že budou dostatečně dolněny glykogenové zásoby.

Cíle do dalšího měření:

- Nastavení interně řízeného tréninku podle naměřené hodnoty FTP 250W, kdy docházelo během zátěžového testu k výrazným změnám v organismu-dále trénovat na zvýšení FTP (Radek dle tvých aktuálně naměřených hodnot upraví tréninkový plán).
- Dále pracovat na rozvoji tukového metabolismu > zařadit trénink na úrovni AEP, tím zlepšit spalování tuků, navýšit vnitrosvalovou zásobu tuků a zároveň prodloužis si čas, po který jsi schopen udržet rychlost na úrovni AEP.

9.3 Vyhodnocení kontrolního měření

Na základě druhého měření jsem vyhodnotila výsledné hodnoty a porovnála je se vstupními testy. U jednotlivých probandů došlo k následujícím změnám.

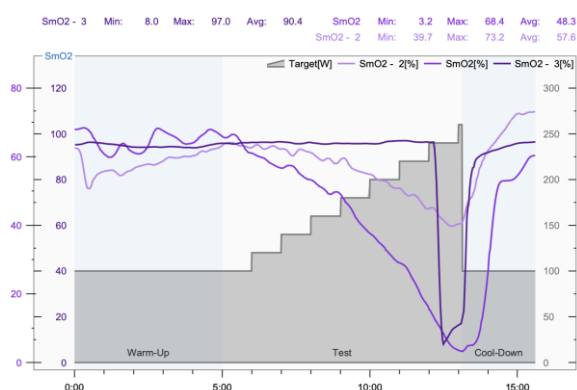
● Proband Ž1

- Hodnoty u Hb 12,9 g/dL (nižší o 14 %), Hct 38 % (nižší 13,6 %). Může to být způsobeno nedostatečnou či žádnou suplementací železa, B12 a kyseliny listové, jak tvrdí proband.
- Hodnoty klidové spirometrie u FVC (L) (nižší o 8,5 %), FEV1 (L) (nižší o 6,4 %). Může souviset se špatnou technikou při nádechu a výdechu.

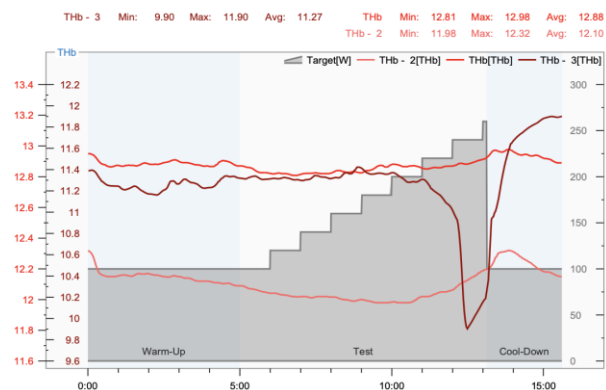
Zátěžová diagnostika:

- FTP zůstalo stejné na hodnotě 180W.
- Hodnoty max SF na 177 tepech se významně nelišily.
- SF při hodnotě FTP na úrovni 180W, hodnota je nižší z původních 154 tepů na 159 tepů. Toto zvýšení můžeme pravděpodobně přikládat k menší mitochondriální denzitě (srdce se dříve unavilo).
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se významně nelišily, zůstaly kolem 27 bpm.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalech SmO_2 (2) u pracujícího svalu začíná na vyšší hodnotě 60, u vstupního měření to bylo 40 (vypovídá o lepší saturaci), klesající trend křivky až od 160W. U nepracujícího svalu SmO_2 (3) saturace začíná na podobné hodnotě 90, trend klesající křivky až od 200W. U dechového svalu SmO_2 je trend křivky klesající.
- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je trend křivky vzrůstající, zároveň je klesající trend SmO_2 (2) = je přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí se dostatečně odvádět CO_2 z těla ven. U nepracujícího svalu THb (3) je trend křivky klesající, zároveň je klesající trend SmO_2 (3) = je přítomna limitace plic (kdy vidíme dostatek krve ve svalu, ale nemusí být dostatečně okysličená). U dechového svalu THb trend křivky je téměř “zploštělé” poté začne mírně vzrůstat, trend křivky SmO_2 klesá = je přítomna limitace plic.

Graf 88: Graf průběhu SmO2 během zatížení

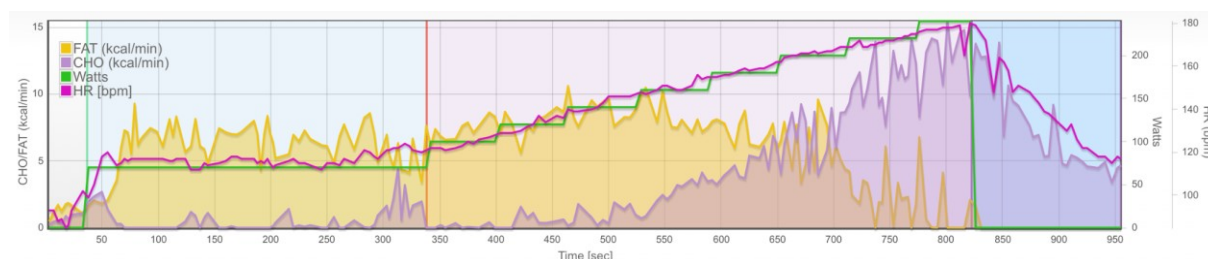


Graf 89: Graf průběhu THb během zatížení



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se také zlepšilo. Na grafu 90 je tukový metabolismus, kdy se energetické krytí (FAT) ve vstupním testu projevovalo pouze do 120W, nyní tělo pracuje na tuky až do 200W.

Graf 90: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



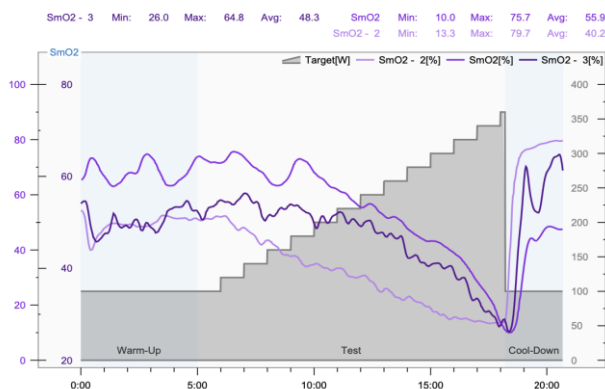
● **Proband M1**

- Hodnoty Hb na 15,3 g/dL (vyšší o 1,3 %), Hct 45 % (vyšší o 2,3 %).
- Hodnoty klidové spirometrie u FVC (L) (nižší o 10,6 %), FEV1 (L) (nižší o 6,3 %).
Může souviset se špatnou technikou při nádechu a výdechu.

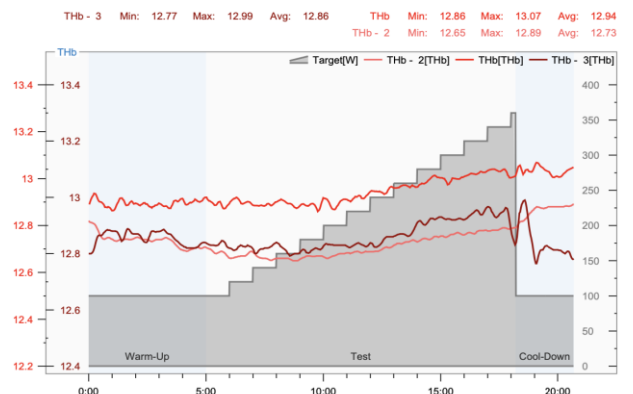
Zátěžová diagnostika:

- FTP je 260W (nižší o 7,9 %). Může souviset s únavou, kterou proband pocíťoval.
- Hodnoty max SF na 183 tepch se významně nelišily.
- SF při hodnotě FTP na úrovni 260W, hodnota je nižší z původních 162 tepů na 156 tepů. Může souviset s lepší adaptací na zátěž vlivem tréninku.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se významně nelišily ze 30 bpm na 28 bpm.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalech SmO₂ (2) u pracujícího svalu začíná na vyšší hodnotě 60, u vstupního měření to bylo 40 (vypovídá o lepší saturaci), klesající trend křivky. U nepracujícího svalu SmO₂ (3) saturace začíná na vyšší hodnotě 55, trend klesající křivky. U dechového svalu SmO₂ saturaci nemůžeme porovnat se vstupním měřením, jelikož se nezapojil senzor Moxy. Trend křivky SmO₂ je klesající.
- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je trend křivky vzrůstající, zároveň je klesající trend SmO₂ (2) = je přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí se dostatečně odvádět CO₂ z těla ven. U nepracujícího svalu THb (3) je trend křivky vzrůstající, zároveň je klesající trend SmO₂ (3) = je přítomna limitace plic. U dechového svalu z kontrolního měření je THb trend křivky vzrůstající, trend křivky SmO₂ klesá = je přítomna limitace plic.

Graf 92: Graf průběhu SmO₂ během zatížení

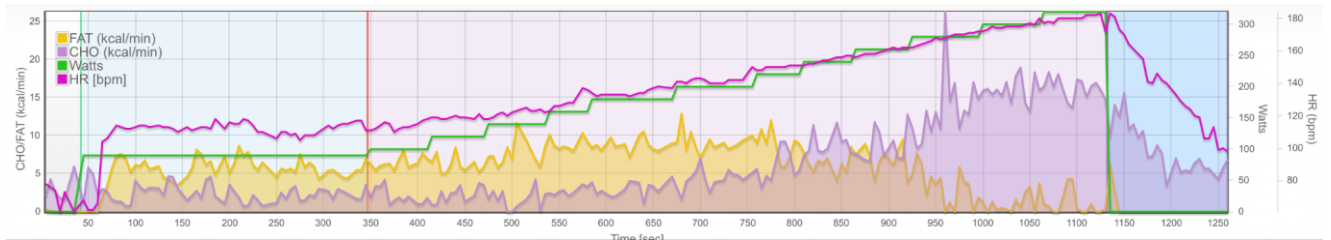


Graf 91: Graf průběhu THb během zatížení



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se také zlepšilo. Na grafu 93 je lepší tukový metabolismus, kdy se energetické krytí cukrů (CHO) ve vstupním testu zapojovalo hned od začátku výkonu, nyní tělo pracuje ve větší míře na tuky až do 220 W.

Graf 93: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



- **Proband M2**

- Hodnoty u Hb 17,4 g/dL (vyšší o 5,5 %), Hct 51 % (vyšší o 4,1 %). Tyto vysoké hodnoty mohou souviset s anamnézou probanda, kdy tvrdí, že mají v rodině přítomnost vyšší srážlivosti krve.
- Hodnoty klidové spirometrie jsou téměř neměnné.

Zátěžová diagnostika:

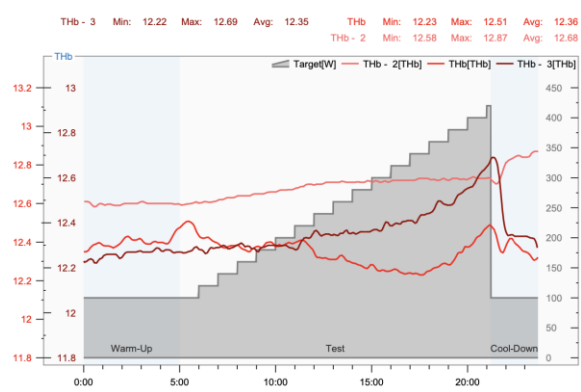
- FTP je 300W (vyšší o 5,3 %).
- Hodnoty max SF na 175 tepech (vyšší o 1,6 %).
- SF při hodnotě FTP na úrovni 300W, se významně nelišila a zůstala kolem 165.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se významně nelišily, zůstala kolem 32 bpm.
- Křivky saturace kyslíku ve svalích SmO_2 (2) u pracujícího svalu začíná na vyšší hodnotě 60, u vstupního měření to bylo 50 (což vypovídá o zlepšení saturace), u nepracujícího svalu SmO_2 (3) se posunula klesající saturace až do 280W (zlepšení) z 240 W, trend u dechového svalu nelze porovnat, jelikož se nezapojil. Trend křivky SmO_2 vypovídá o přítomnosti limitace plic.
- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je už od začátku rozjetí trend křivky pozvolně vzrůstá, zároveň je klesající trend SmO_2 (2) = je přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí se dostatečně odvádět CO_2 z těla ven. U nepracujícího svalu THb (3) je trend křivky již od začátku rozjetí vzrůstá, zároveň je klesající trend SmO_2 (3) výrazně od 280 W = je přítomna limitace plic. U dechového

svalu THb je trend křivky pozvolne vzrůstající, trend křivky SmO₂ klesá = je přítomna limitace plic.

Graf 94: Graf průběhu SmO₂ během zatížení

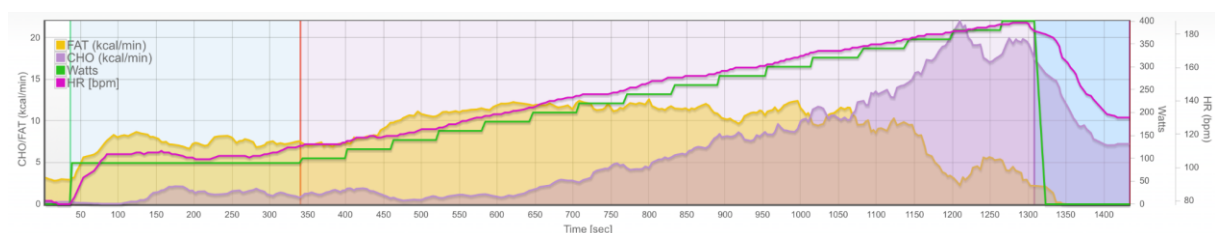


Graf 95: Graf průběhu THb během zatížení



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se výrazně zlepšilo. Na grafu 96 je lepší tukový metabolismus, kdy energetické krytí (CHO) se ve vstupním testu projevilo větší míře už od začátku měření, nyní tělo pracuje ve větší míře na tuky až do 300 W.

Graf 96: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



● **Proband M3**

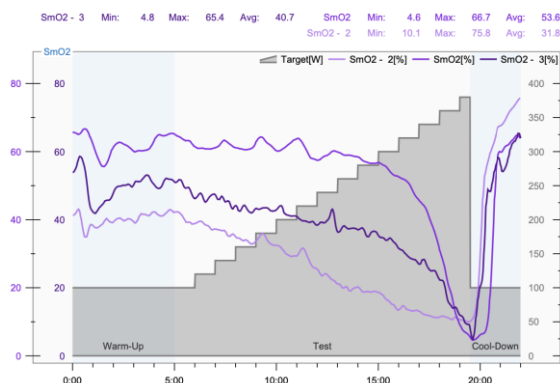
- Hodnoty u Hb 13,1 g/dL (vyšší o 1,6 %), Hct 38 % (vyšší o 2,6 %).
- Hodnoty klidové spirometrie jsou téměř neměnné.

Zátěžová diagnostika:

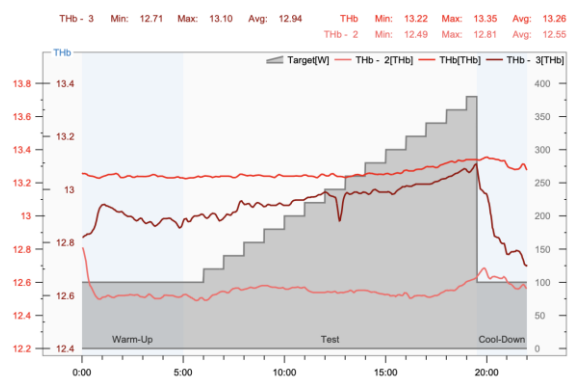
- FTP je 280 W (vyšší o 3,7 %).
- Téměř neměnná dosažená max SF 176 tepů.

- SF při hodnotě FTP na úrovni 280 W, hodnota je nižší z původních 161 tepů na 157 tepů. Může souviset s lepší adaptací na zátěž vlivem tréninku.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se zlepšily ze 33 bpm na 28 bpm.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalech SmO₂ (2) u pracujícího svalu začíná na nižší hodnotě 40, u vstupního měření to bylo 56 (což vypovídá o horší počáteční saturaci ve svalu a pravděpodobně přítomnosti svalové únavy, která je vidět na počátku rozjetí, kdy se trend křivky začne mírně zvedat). U nepracujícího svalu SmO₂ (3) počáteční saturace zůstala stejná 55, ale trend klesající křivky se zlepšil až do 180 W ze 140W. Trend křivky SmO₂ u dechového svalu nelze porovnat se vstupním měřením, jelikož vypadl senzor Moxy monitoru, ale trend křivky SmO₂ saturace se drží až do 200W a poté začne výrazně klesat.
- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je trend křivky od začátku rozjetí téměř “zploštělý” poté od 240W začne vzrůstat, zároveň je klesající trend SmO₂ (2) = je přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí být dostatečně okysličená. U nepracujícího svalu THb (3) trend křivky od 180W vzrůstá , zároveň je klesající trend křivky SmO₂ (3) výrazně od 280W = je přítomna limitace plic, kdy vidíme dostatek krve ve svalu, ale nemusí být dostatečně okysličená. U dechového svalu THb nemůžeme porovnat se vstupním měřením, jelikož se nezapojil senzor Moxy monitoru, ale u kontrolního testu trend křivky THb vzrůstá, zároveň trend křivky SmO₂ klesá = je přítomna limitace plic.

Graf 98: Graf průběhu SmO2 během zatížení

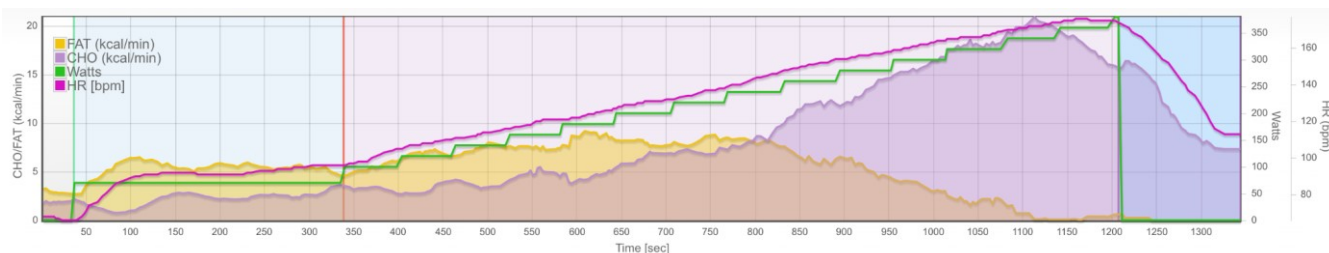


Graf 97: Graf průběhu THb během zatížení



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se zlepšilo. Na grafu 99 je lepší tukový metabolismus, kdy se energetické krytí (FAT) projevovalo až do 240W po předchozích 200W ze vstupního testu, kdy poté začalo klesat a nastupovalo energetické krytí (CHO).

Graf 99: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



● **Proband M4**

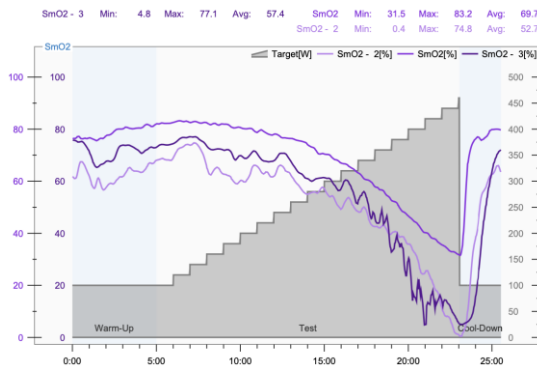
- Hodnoty u Hb 16,8 g/dL (vyšší o 9,1 %), Hct 49 % (vyšší o 8,9 %).
- Hodnoty klidové spirometrie u FVC (L) (nižší o 11 %), FEV1 (L) (nižší o 2,8 %).
Může souviset se špatnou technikou při nádechu a výdechu.

Zátěžová diagnostika:

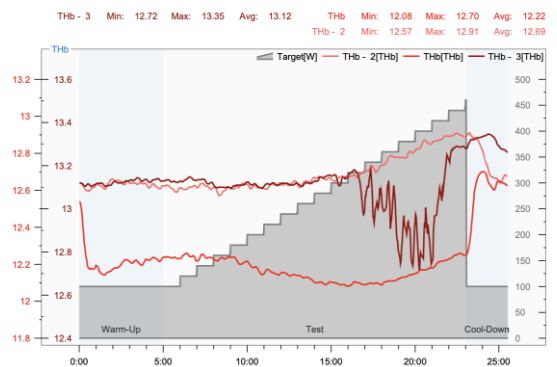
- FTP je 330W (vyšší o 15,8 %).
- Snížená max SF ze 164 tepů na 161 tepů.
- SF při hodnotě FTP na úrovni 330W, hodnota je nižší z původních 156 tepů na 150 tepů. Může souviset s lepší adaptací na zátěž vlivem tréninku.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se zlepšily ze 33 bpm na 30.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalech SmO₂ (2) u pracujícího svalu začíná na vyšší hodnotě 60, u vstupního měření to bylo 30 (vypovídá o zlepšení saturace), významný pokles křivky nastal až u 260W (předtím 160W). U nepracujícího svalu SmO₂ (3) začíná na vyšší hodnotě 80, u vstupního měření to bylo 50 (vypovídá o zlepšení saturace), významný pokles křivky nastal až u 280W (předtím 260W). U dechového svalu SmO₂ nelze porovnat se vstupním měřením, jelikož připojení snímače střídavě kolísalo. Trend křivky SmO₂ měl významný pokles na 200W.

- Hemodynamika u pracujícího svalu THb (2) měla nejdříve mírně klesající tendenci, ale na 200 W začala mírně stoupat = přítomna plicní limitace (sval se pravděpodobně nedokáže dostatečně zbavovat CO₂). Na vstupním testu byl trend křivky u THb (2) “zploštělý”. U nepracujícího svalu THb (3) je patrná změna na 200W, kdy trend křivky začíná klesat = přítomna limitace srdce. U dechového svalu THb je patrná změna na 200W, kdy trend křivky začal stoupat = limitace plic.

Graf 101: Graf průběhu SmO₂ během zatížení

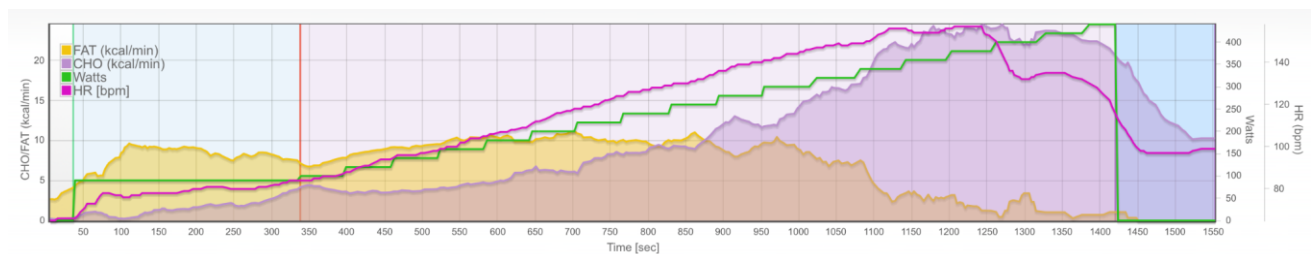


Graf 100: Graf průběhu THb během zatížení



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se také zlepšilo. Na grafu 102 je patrný lepší tukový metabolismus, kdy se energetické krytí cukrů (CHO) ve vstupním testu zapojovalo hned od začátku výkonu, nyní tělo pracuje ve větší míře na tuky až do 200W. Na úrovni FTP 330 W spaluje 16,8 kcal/min (spaloval 24,7 kcal/min).

Graf 102: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



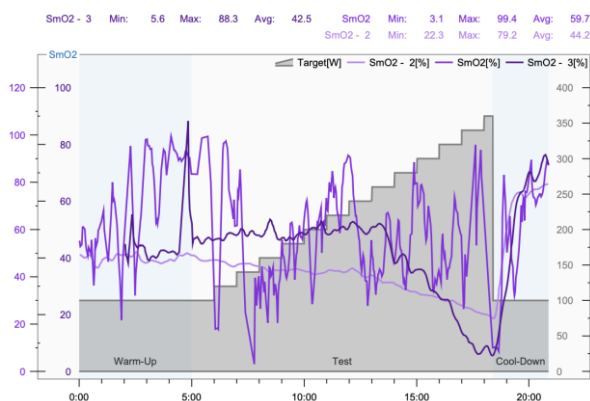
- **Proband M5**

- Hodnoty u Hb 14,5 g/dL (nižší o 2,7 %), Hct 43 % (nižší o 2,3 %).
- Hodnoty klidové spirometrie u FVC (L) (nižší o 7,6 %), FEV1 (L) (nižší o 4,5 %).
Může souviset se špatnou technikou při nádechu, výdechu a prodělanou nemocí před testováním, jak tvrdí proband.

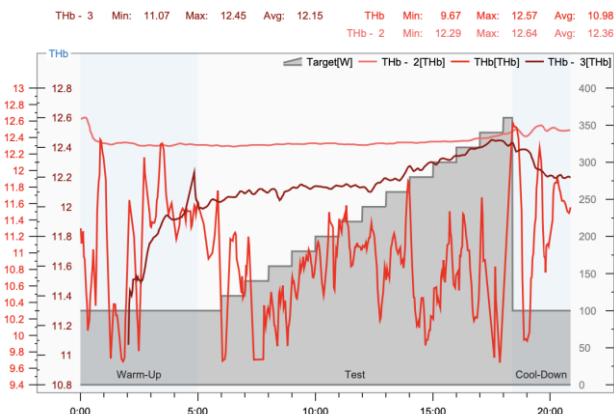
Zátěžová diagnostika:

- FTP je 260W (vyšší o 2 %).
- Hodnoty max SF na 175 tepech (vyšší o 4,8 %). Může souviset s prodělanou nemocí před kontrolním měřením a nedoléčeným stavem organismu.
- SF při hodnotě FTP na úrovni 260W, hodnota je nižší z původních 149 tepů na 145 tepů. Může souviset s lepší adaptací na zátěž vlivem tréninku.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se zlepšily ze 35 bpm na 30 bpm.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalech SmO₂ (2) u pracujícího svalu začíná na nižší hodnotě 40, u vstupního měření to bylo 60 (vypovídá o horší saturaci), klesající trend křivky byl už od začátku rozjetí. U nepracujícího svalu SmO₂ (3) nemůžeme zhodnotit začátek saturace, jelikož vypadl snímač saturace, ale průběh křivky je téměř neměnný se vstupním testem. U dechového svalu SmO₂ nelze porovnat se vstupním měřením, jelikož připojení snímače střídavě kolísalo.
- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je už od začátku rozjetí “zploštělý” trend křivky, zároveň klesající trend SmO₂ (2) = je přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí být dostatečně okysličená. U nepracujícího svalu THb (3) je vzrůstající trend křivky již od začátku rozjetí, zároveň vzrůstající trend SmO₂ (3) = je přítomna limitace plic. U dechového svalu THb hemodynamiku nemůžeme porovnat.

Graf 104: Graf průběhu SmO2 během zatížení

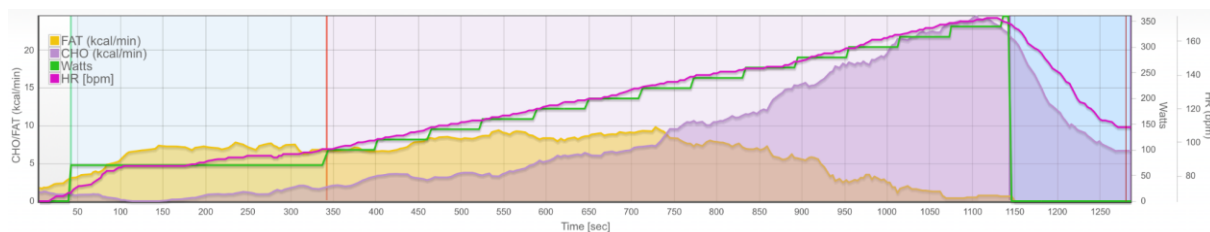


Graf 103: Graf průběhu THb během zatížení



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se také zlepšilo. Na grafu 105 je patrný lepší tukový metabolismus, kdy se energetické krytí cukrů (CHO) ve vstupním testu zapojovalo hned od začátku výkonu, nyní tělo pracuje ve větší míře na tuky až do 220W. Na úrovni FTP 260W spaluje 11,5 kcal/min (spaloval 14,2 kcal/min).

Graf 105: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



● **Proband M6**

- Hodnoty u Hb 16,7 g/dL (nižší o 2,3 %), Hct 49 % (nižší o 2 %).
- Hodnoty klidové spirometrie u FVC (L) (vyšší o 11,5 %), FEV1 (L) (vyšší o 4,5 %).

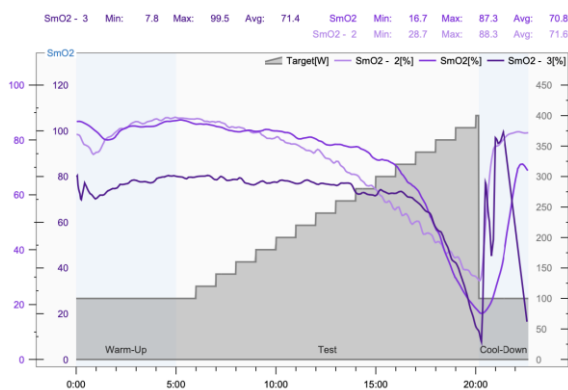
Zátěžová diagnostika:

- FTP je 285W (vyšší o 5,6 %).
- Hodnoty max SF na 183 tepech (vyšší o 7 %). Může souviset se zablokovanou krční páteří a podávanými silnými medikamenty proti bolesti, které proband přestal brát 3

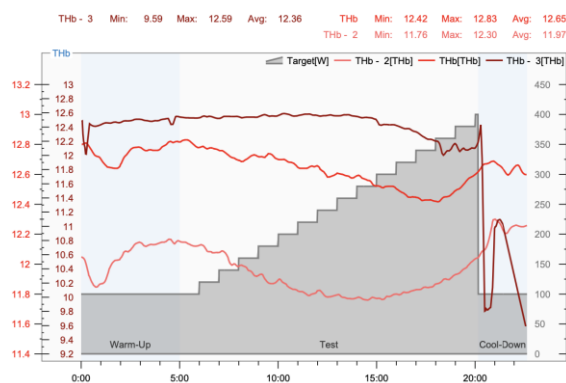
dny před testem. Subjektivně pociťoval únavu a nevolnost po absolvovaném kontrolním měření.

- SF při hodnotě FTP na úrovni 285W, hodnota je vyšší z původních 155 tepů na 167 tepů. Může souviset s aktuálním stavem organismu.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP zůstaly téměř neměnné kolem 34.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalech SmO₂ (2) u pracujícího svalu začíná na vyšší hodnotě 80, u vstupního měření to bylo 50 (vypovídá o lepší saturaci), klesající trend křivky je pozvolný a na 280W začal být strmý, u vstupního měření to bylo strmé již od 140W. U nepracujícího svalu SmO₂ (3) saturace začíná na stejné hodnotě 80 a trend klesající křivky je též neměnný. U dechového svalu SmO₂ saturace začíná na stejné hodnotě a trend klesající křivky je též neměnný s rozdílem konečného vyčerpání kyslíku, kdy se více vyčerpal.
- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je na začátku rozjetí stoupající trend křivky poté křivka klesá a kolem 300W začíná zase stoupat, zároveň je klesající trend SmO₂ (2) = je přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí být dostatečně okysličena. U nepracujícího svalu THb (3) je trend křivky již od začátku rozjetí téměř “zploštělý”, zároveň klesající trend SmO₂ (3) od 260W = je přítomna limitace plic (kdy vidíme dostatek krve ve svalu, ale nemusí být dostatečně okysličena). U dechového svalu THb a SmO₂ trend křivky klesá = je přítomna limitace srdce (srdce není schopno dodávat dostatečné množství krve do plic).

Graf 107: Graf průběhu SmO2 během zatížení

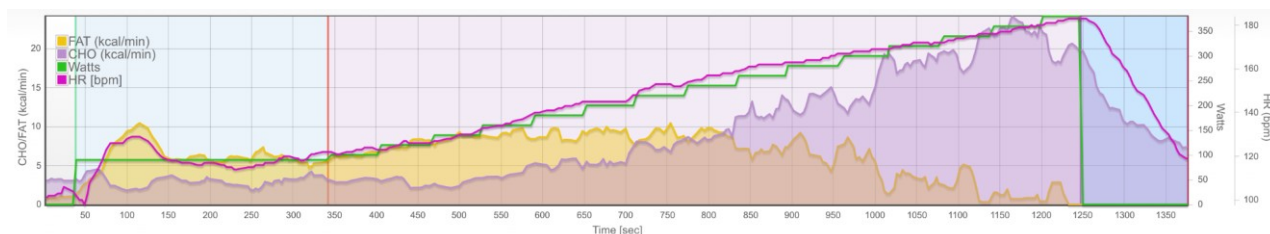


Graf 106: Graf průběhu THb během zatížení



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se výrazně nezměnilo. Na grafu 108 je sice patrné větší zastoupení energetického krytí cukrů (CHO) už od začátku rozjetí. Ale tukový metabolismus se též zapojoval až do 250W. Na úrovni FTP 285W spaluje 12,9 kcal/min (spaloval 14,8 kcal/min).

Graf 108: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



● Proband M7

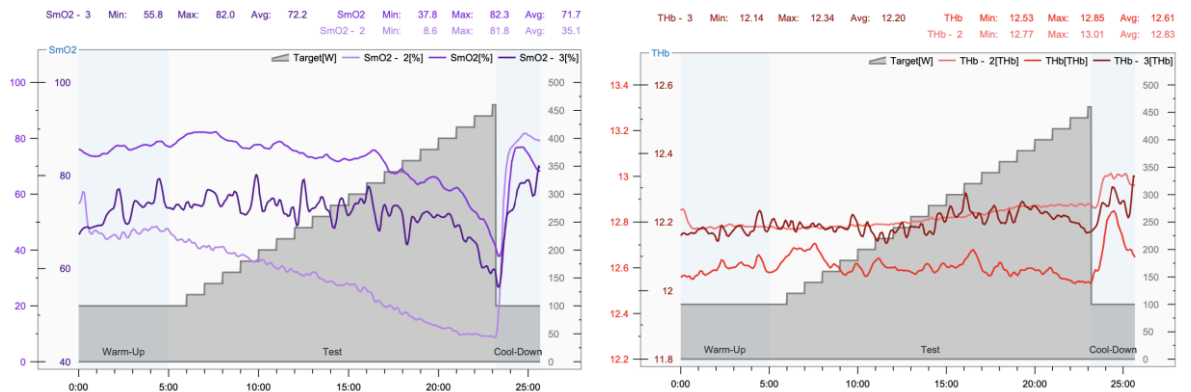
- Hodnoty u Hb 17 g/dL (vyšší o 20,6 %), Hct 50 % (vyšší o 22 %).
- Hodnoty klidové spirometrie u FVC (L) se významně nelišily, FEV1 (L) (nižší o 3,7 %).

Zátěžová diagnostika:

- FTP je 340W (nižší o 5,6 %).
- Hodnoty max SF na 173 tepech (vyšší o 1,8 %).
- SF při hodnotě FTP na úrovni 340W zůstaly stejné na 152 tepech.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se zlepšily z 31 bpm na 28 bpm.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalech SmO₂ (2) u pracujícího svalu začíná na vyšší hodnotě 60, u vstupního měření to bylo 40 (vypovídá o lepší saturaci), trend křivky je pozvolně klesající podobně jak u vstupního měření. U nepracujícího svalu SmO₂ (3) saturace začíná na vyšší hodnotě kolem 65 a trend křivky začíná klesat od 260W. U dechového svalu SmO₂ saturace začíná na stejné hodnotě a trend klesající křivky je též neměnný s rozdílem konečného vyčerpání kyslíku, kdy se více vyčerpal.
- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je už od začátku rozjetí “zploštělý” trend křivky, zároveň klesající trend SmO₂ (2) = je přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí být dostatečně okysličená. U nepracujícího svalu THb (3)

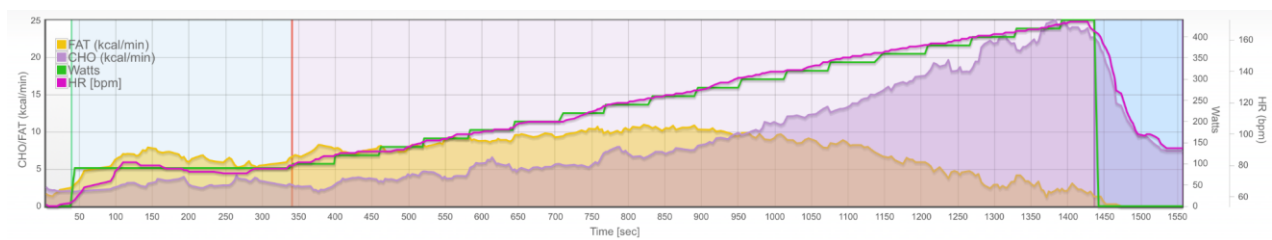
je trend křivky již od začátku rozjetí téměř “zploštělý” a poté začne stoupat, zároveň klesající trend SmO₂ (3) od 260W = je přítomna limitace plic (kdy vidíme dostatek krve ve svalu, ale nemusí být dostatečně okysličená). U dechového svalu THb je trend křivky téměř “zploštělý” a SmO₂ trend křivky klesá = je přítomna limitace plic (ve svalu je dostatek krve, ale nemusí být dostatečně okysličená).

Graf 110: Graf průběhu SmO₂ během zatížení **Graf 109: Graf průběhu THb během zatížení**



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se zlepšilo. Na grafu 111 je lepší tukový metabolismus, kdy se energetické krytí cukrů (CHO) ve vstupním testu výrazněji zapojovalo hned od začátku výkonu, nyní tělo pracuje ve větší míře na tuky až do 280W. Na úrovni FTP 340W spaluje 12,6 kcal/min (spaloval 15 kcal/min).

Graf 111: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



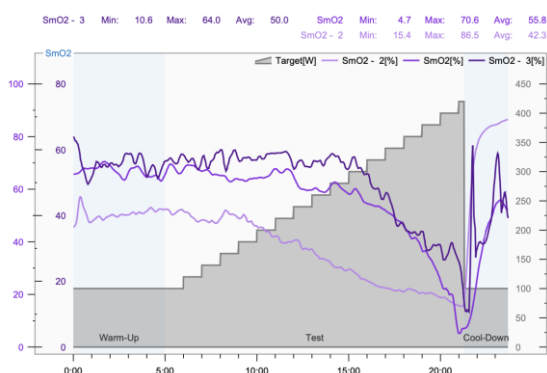
● **Proband M8**

- Hodnoty u Hb 15,9 g/dL a Hct 47 % se významně nelišily.
- Hodnoty klidové spirometrie u FVC (L) a FEV1 (L) se významně nelišily.

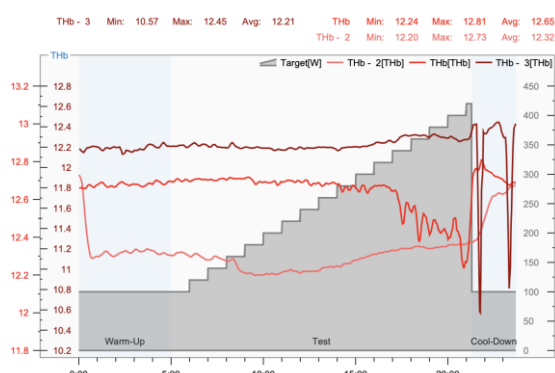
Zátěžová diagnostika:

- FTP je 305W (vyšší o 1,7 %).
- Hodnoty max SF na 181 tepech (nižší o 3,7 %).
- SF při hodnotě FTP na úrovni 305 W, hodnota je nižší z původních 160 tepů na 156 tepů. Může souviset s lepší adaptací na zátěž vlivem tréninku.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se zvýšily z 28 bpm na 31 bpm.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalech SmO₂ (2) u pracujícího svalu začíná na stejné hodnotě 45, významný pokles křivky nastal na 160W (předtím už od 100W). U nepracujícího svalu SmO₂ (3) saturace začíná sice na nižší hodnotě, ale trend křivky je téměř “zploštělý” do 280W, poté se sval začal více zapojovat a trend křivky klesal dolů. U dechového svalu SmO₂ saturace začíná na nižší hodnotě a zároveň trend klesající křivky spadnul na nižší hodnoty maximálního vyčerpání než tomu bylo u vstupního měření.
- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je už od začátku rozjetí téměř “zploštělý” trend křivky a od 220 W začle mírně stoupat, zároveň je klesající trend SmO₂ (2) = je přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí se dostatečně odvádět CO₂ z těla ven. U nepracujícího svalu THb (3) je trend křivky již od začátku rozjetí téměř “zploštělý”, zároveň je klesající trend SmO₂ (3) od 280W = je přítomna limitace ve využití. U dechového svalu THb je trend křivky téměř “zploštělý” a na 280W začíná klesat, SmO₂ trend křivky klesá již od 260 W = je přítomna limitace srdce (ve svalu je dostatek krve, ale nemusí být dostatečně okysličena).

Graf 113: Graf průběhu SmO₂ během zatížení



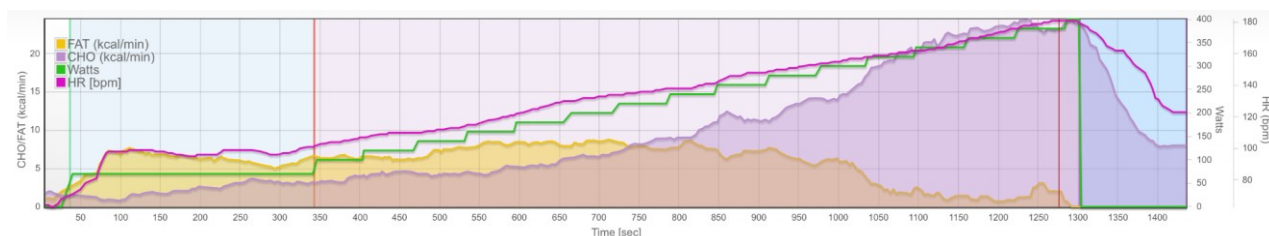
Graf 112: Graf průběhu THb během zatížení



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se zlepšilo. Je patrný lepší tukový metabolismus, kdy se energetické krytí cukrů (CHO) ve vstupním testu výrazněji zapojovalo hned od

začátku výkonu, nyní tělo pracuje ve větší míře na tuky až do 200 W. Na úrovni FTP 305 W spaluje 16,9 kcal/min (spaloval 18 kcal/min).

Graf 114: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



● **Proband M9**

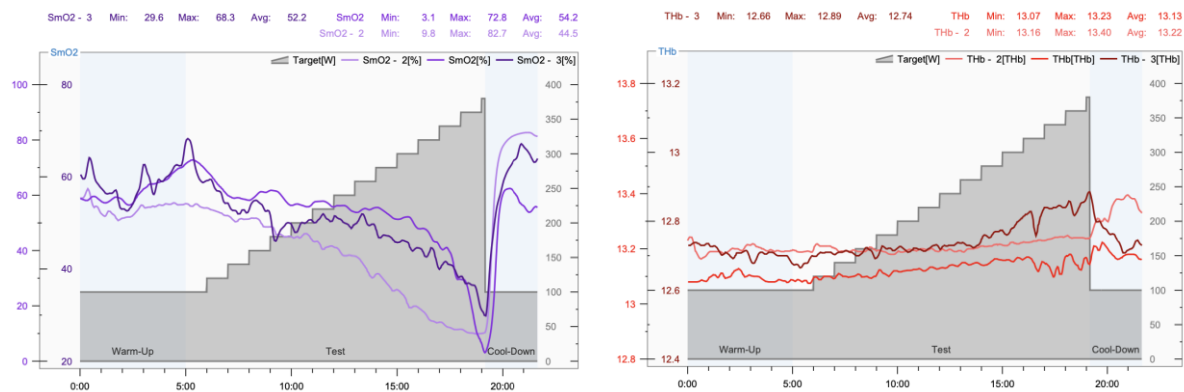
- Hodnoty u Hb 15,6 g/dL (vyšší o 17,3 %), Hct 49 % (vyšší o 17,9 %).
- Hodnoty klidové spirometrie u FVC (L) a FEV1 (L) se významně nelišily.

Zátěžová diagnostika:

- FTP je 270W (nižší o 3,6 %). Může souviset se zvýšenou fyzickou únavou, kterou proband pociťoval.
- Hodnoty max SF na 173 tepech (nižší o 1,1 %). Může souviset s nižším dosažením max Wattů kontrolního Ramp testu.
- SF při hodnotě FTP na úrovni 270W, hodnota je nižší z původních 173 tepů na 152 tepů. Může souviset s lepší adaptací na zátěž vlivem tréninku.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se snížily ze 44 bpm na 29 bpm.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalectech SmO₂ (2) u pracujícího svalu začíná na vyšší hodnotě 60, trend křivky je klesající. U nepracujícího svalu SmO₂ (3) saturace začíná na vyšší hodnotě 60, trend křivky je klesající. U dechového svalu SmO₂ saturace začíná na stejné hodnotě a trend klesající křivky se také nezměnil.
- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je už od začátku rozjetí téměř “zploštělý” trend křivky a od 260W začle mírně stoupat, zároveň je klesající trend SmO₂ (2) = je přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí se dostatečně odvádět CO₂ z těla ven. U nepracujícího svalu THb (3) je trend křivky již od začátku rozjetí

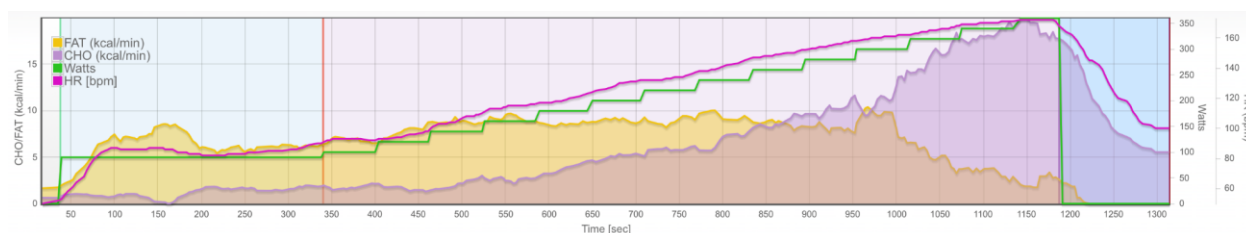
téměř “zploštělý” a od 240 W začne mírně stoupat, zároveň je klesající trend SmO₂ (3) od 220 W = je přítomna limitace plic. U dechového svalu THb je trend křivky téměř “zploštělý”, trend křivky SmO₂ klesá = je pravděpodobně přítomna limitace ve využití.

Graf 116: Graf průběhu SmO₂ během zatížení **Graf 115: Graf průběhu THb během zatížení**



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se zlepšilo. Z grafu 117 je patrný lepší tukový metabolismus, kdy se energetické krytí cukrů (CHO) ve vstupním testu výrazněji zapojovalo hned od začátku výkonu, nyní tělo pracuje ve větší míře na tuky až do 240 W. Na úrovni FTP 270 W spaluje 9,6 kcal/min (spaloval 14,9 kcal/min).

Graf 117: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



- **Proband M10**

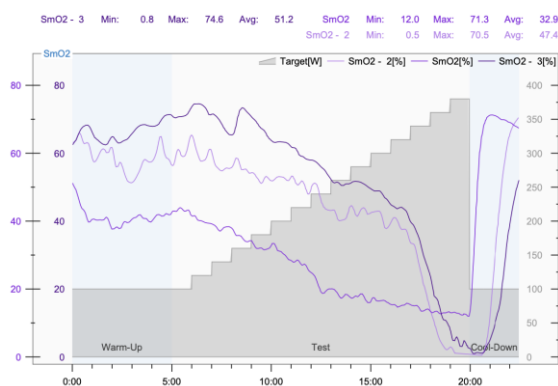
- Hodnoty u Hb 14 g/dL (nižší o 14,1 %), Hct 41 % (nižší o 14,6 %). Může to být způsobeno nedostatečnou či žádnou suplementací železa, B12 a kyseliny listové, jak tvrdí proband.

- Hodnoty klidové spirometrie u FVC (L) (nižší o 14 %), FEV1 (L) (nižší o 17,8 %).
Může souviset se špatnou technikou při nádechu a výdechu.

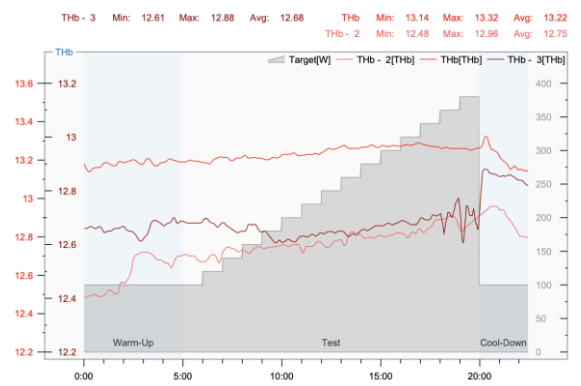
Zátěžová diagnostika:

- FTP zůstalo stejné na 285W.
- Hodnoty max SF na 168 tepech (nižší o 2,9 %).
- SF při hodnotě FTP na úrovni 285W, hodnota je nižší z původních 147 tepů na 141 tepů. Může souviset s lepší adaptací na zátěž vlivem tréninku.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se zvýšily ze 30 bpm na 40 bpm.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalectech SmO₂ (2) u pracujícího svalu začíná na vyšší hodnotě 60, u vstupního měření to bylo 50 (vypovídá o lepší saturaci), trend křivky je výrazně klesající od 220W (předtím křivka klesala již od začátku Ramp testu) = značí více kyslíku v pracujícím svalu. U nepracujícího svalu SmO₂ (3) saturace začíná na vyšší hodnotě 60, trend křivky je výrazně klesající až od 240W. U dechového svalu SmO₂ se hodnota saturace výrazně nezměnila, trend křivky je klesající.
- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je už od začátku rozjetí trend křivky vzrůstající, zároveň je klesající trend SmO₂ (2) = je přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí se dostatečně odvádět CO₂ z těla ven. U nepracujícího svalu THb (3) je trend křivky již od začátku rozjetí téměř “zploštělý” a od 280 W začne mírně stoupat, zároveň je klesající trend SmO₂ (3) od 240W = je přítomna limitace plic. U dechového svalu THb je trend křivky téměř “zploštělý”, trend křivky SmO₂ klesá = je pravděpodobně přítomna limitace ve využití.

Graf 119: Graf průběhu SmO2 během zatížení

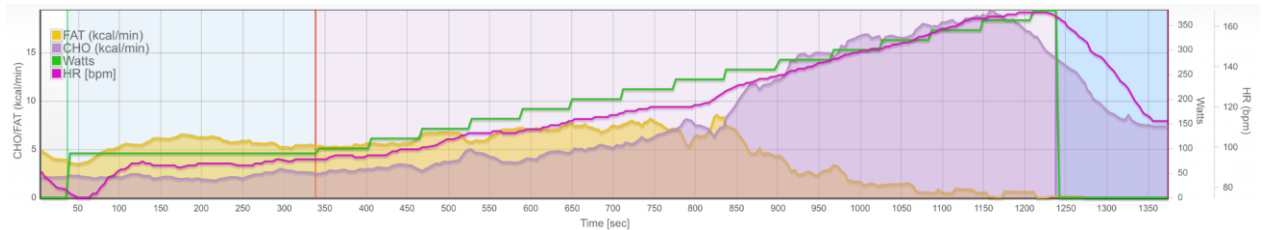


Graf 118: Graf průběhu THb během zatížení



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se zlepšilo. Z grafu 120 je patrný lepší tukový metabolismus, kdy se energetické krytí cukrů (CHO) ve vstupním testu výrazněji zapojovalo hned od začátku výkonu, nyní tělo pracuje ve větší míře na tuky až do 220 W. Na úrovni FTP 285 W spaluje 12,3 kcal/min (spaloval 16,2 kcal/min).

Graf 120: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



● Proband M11

- Hodnoty u Hb 16,4 g/dL (nižší o 7,9 %), Hct 48 % (nižší o 7,7 %).
- Hodnoty klidové spirometrie u FVC (L) a FEV1 (L) se významně nelišily.

Zátěžová diagnostika:

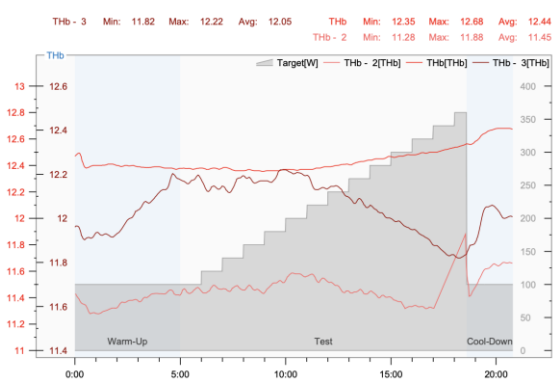
- FTP je 260W (nižší o 3,7 %).
- Téměř neměnná dosažená max SF 172 tepů.
- SF při hodnotě FTP na úrovni 260 W byla neměnná kolem 148 tepů v porovnání se vstupním testem.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se zvýšily ze 28 bpm na 25 bpm.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalech SmO₂ (2) u pracujícího svalu začíná na vyšší hodnotě 90, u vstupního měření to bylo 50 (vypovídá o lepší saturaci), trend křivky je téměř “zploštělý”. U nepracujícího svalu SmO₂ (3) saturace začíná na stejné hodnotě, trend křivky je výrazně klesající až od 260W. U dechového svalu SmO₂ nelze porovnat se vstupním měřením, jelikož vypadl senzor Moxy monitoru, ale trend křivky SmO₂ saturace se drží až do 180 W a poté začne trend křivky výrazně klesat.
- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je už od začátku rozjetí trend křivky téměř “zploštělý” poté chvilku vzrůstá a pak klesá, zároveň je klesající trend SmO₂ (2)

= je přítomna limitace srdce, kdy jej není schopno dostatečně dodávat okysličenou krev do pracujícího svalu. U nepracujícího svalu THb (3) trend křivky na začátku rozjetí vzrůstá a od 220 W začne klesat, zároveň je klesající trend SmO₂ (3) = je přítomna limitace srdce. U dechového svalu THb je trend křivky téměř “zploštělý” poté stoupá, trend křivky SmO₂ je mírně “zploštělý” poté klesá = přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí se dostatečně odvádět CO₂ z těla ven.

Graf 122: Graf průběhu SmO₂ během zatížení

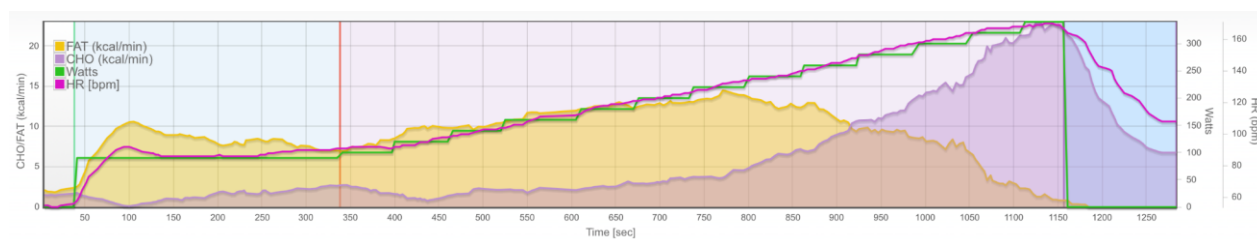


Graf 121: Graf průběhu THb během zatížení



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se zlepšilo. Z grafu 123 je patrný lepší tukový metabolismus, kdy se energetické krytí cukrů (CHO) ve vstupním testu výrazněji zapojovalo hned od začátku výkonu, nyní tělo pracuje ve větší míře na tuky až do 260 W. Na úrovni FTP 260 W spaluje 9,5 kcal/min (spaloval 13 kcal/min).

Graf 123: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



● **Proband M12**

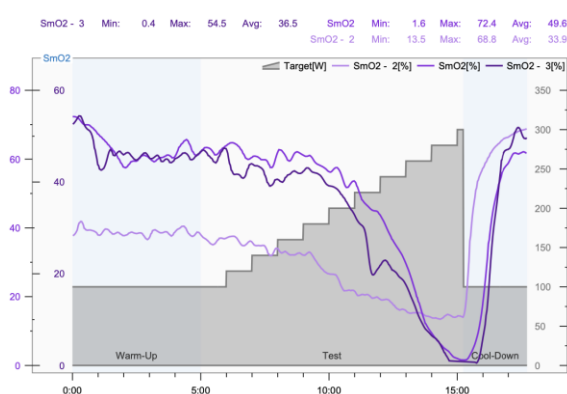
- Hodnoty u Hb 13,9 g/dL (nižší o 14,7 %), Hct 38 % (nižší o 20,8 %). Může to být způsobeno nedostatečnou či žádnou suplementací železa, B12 a kyseliny listové, jak tvrdí proband.

- Hodnoty klidové spirometrie u FVC (L) (vyšší o 5 %), FEV1 (L) (vyšší o 14,4 %).

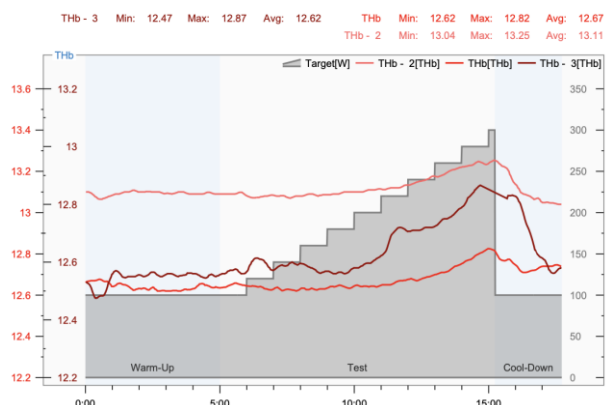
Zátěžová diagnostika:

- FTP je 212W (vyšší o 6 %).
- Hodnota max SF 173 tepů (vyšší o 3,6 %).
- SF při hodnotě FTP na úrovni 212 W byla neměnná kolem 148 tepů v porovnání se vstupním testem.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se zvýšily ze 30 bpm na 28 bpm.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalech SmO₂ (2) u pracujícího svalu začíná na vyšší hodnotě 40, u vstupního měření to bylo 30 (vypovídá o lepší saturaci), trend křivky je klesající. U nepracujícího svalu SmO₂ (3) saturace začíná na vyšší hodnotě 55, trend křivky je výrazně klesající od 180W. U dechového svalu SmO₂ se hodnota saturace výrazně nezměnila, trend křivky je klesající.
- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je už od začátku rozjetí trend křivky téměř “zploštělý” poté začne na 220 W vzrůstat, zároveň je klesající trend SmO₂ (2) = je přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí se dostatečně odvádět CO₂ z těla ven. U nepracujícího svalu THb (3) je trend křivky na začátku rozjetí “zploštělý” a od 160 W začne vzrůstat, zároveň je klesající trend SmO₂ (3) = je přítomna limitace plic. U dechového svalu THb je trend křivky téměř “zploštělý” poté stoupá, trend křivky SmO₂ je výrazně klesající od 180 W = přítomna limitace plic.

Graf 125: Graf průběhu SmO₂ během zatížení

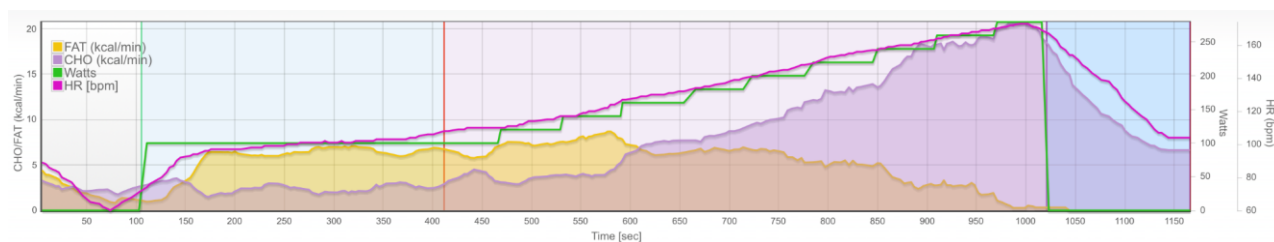


Graf 124: Graf průběhu THb během zatížení



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se významně nezměnilo. Z grafu 126 je patrné že tělo pracuje ve větší míře na tuky až do 160W. Na úrovni FTP 212W spaluje 11 kcal/min.

Graf 126: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



● Proband M13

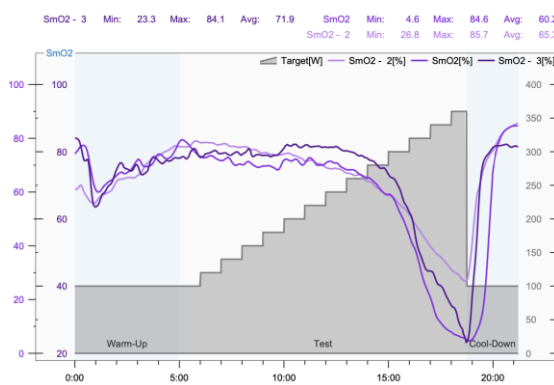
- Hodnoty u Hb 13,6 g/dL (nižší o 10,5 %), Hct 40 % (nižší o 11,1 %). Může to být způsobeno nedostatečnou či žádnou suplementací železa, B12 a kyseliny listové, jak tvrdí proband.
- Hodnoty klidové spirometrie u FVC (L) (nižší o 7,2 %), FEV1 (L) (vyšší o 6,2 %). Může souviset s technikou při nádechu a výdechu.

Zátěžová diagnostika:

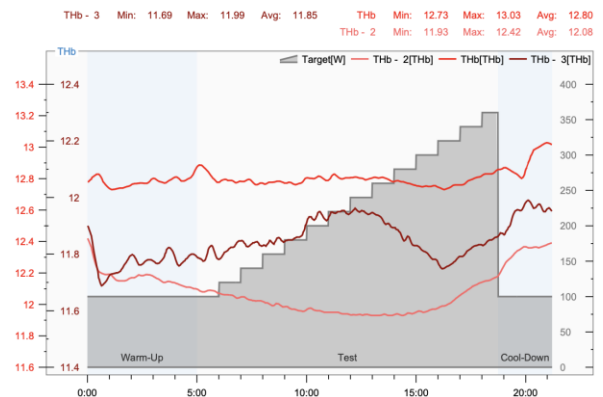
- FTP je 270W (vyšší o 8 %).
- Hodnoty max SF na 163 tepech (vyšší o 1,9 %). Může souviset s vyšším dosažením max Wattů kontrolního Ramp testu.
- SF při hodnotě FTP na úrovni 270W byla neměnná kolem 148 tepů v porovnání se vstupním testem.
- Hodnoty dechové frekvence BF (bpm) na úrovni FTP se zvýšily ze 23 bpm na 24 bpm.
- Trend křivky saturace kyslíku ve svalech SmO₂ (2) u pracujícího svalu začíná na vyšší hodnotě 60, u vstupního měření to bylo 45 (vypovídá o lepší saturaci), trend křivky je téměř “zploštělý” a na 240W začne výrazně klesat. U nepracujícího svalu SmO₂ (3) saturace začíná na vyšší hodnotě 80, u vstupního měření to bylo 60 (vypovídá o lepší saturaci), trend křivky je výrazně klesající od 260W. U dechového svalu SmO₂ saturace začíná na vyšší hodnotě 80, u vstupního měření to bylo 60 (vypovídá o lepší saturaci), trend křivky výrazně klesá na 240W.

- Hemodynamika: u pracujícího svalu THb (2) je už od začátku rozjetí trend křivky klesající poté na 260 W vzrůstá, zároveň je klesající trend SmO₂ (2) = je přítomna limitace plic, kdy je krve ve svalu dostatek, ale nemusí se dostatečně odvádět CO₂ z těla ven. U nepracujícího svalu THb (3) trend křivky na začátku rozjetí vzrůstá do 220 W a poté začne klesat, zároveň je klesající trend SmO₂ (3) = je přítomna limitace plic a částečně srdce. U dechového svalu THb je trend křivky téměř “zploštělý”, trend křivky SmO₂ klesá = je přítomna limitace ve využití.

Graf 128: Graf průběhu SmO₂ během zatížení

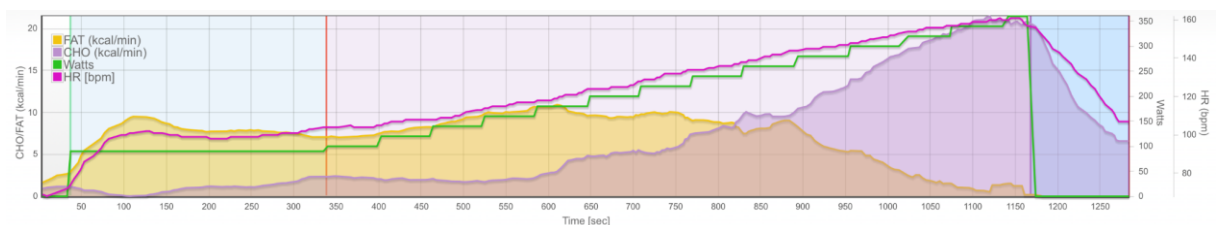


Graf 127: Graf průběhu THb během zatížení



→ Metabolické krytí tuků (FAT) se zlepšilo. Z grafu 129 je patrný lepší tukový metabolismus, tělo pracuje ve větší míře na tuky až do 240W. Na úrovni FTP 270W spaluje 9,6 kcal/min (spaloval 11,9 kcal/min).

Graf 129: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu



9.4 Komparace výsledků vstupního a kontrolního měření

Kontrolního měření se zúčastnilo pouze 14 probandů, dvě ženy test neabsolvovaly. Tabulka č.38 souhrnně představuje výsledné hodnoty 13 ti zúčastněných mužů a jednu ženu. Podrobné rozборы jsou kazuisticky popsány u každého probanda jednotlivě v kapitole 11.3.

Tabulka 38: Výsledné hodnoty kontrolního měření

Pohlaví	Hemoglobin/Hematokrit		Klidová spirometrie			Zátěžová diagnostika				
	Hb (g/dL)	Hct (%)	FVC (L)	FEV1 (L)	FEV1/FVC (%)	FTP (W)	max SF	max VCO2 (L)	max VO2 (L)	max RER
Ž1	12,9	38	3,66	2,93	80,05	180	179	3,1	3,1	1,1
M1	15,3	45	4,55	4,18	91,87	258	183	5,4	4	1,2
M2	17,4	51	5,46	4,94	90,48	300	188	6,2	5,7	1,1
M3	13,1	39	5,27	4,77	90,51	280	176	4,7	4,6	1,3
M4	16,8	49	6,16	4,79	77,76	330	161	6	6,5	1,1
M5	14,5	43	4,96	3,86	77,82	260	175	5,8	5,3	1
M6	16,7	49	6,87	5,09	74,09	285	183	5,4	5,1	1,2
M7	17	50	5,79	4,14	71,5	340	173	5,7	5,5	1
M8	15,9	47	5,79	4,39	75,82	305	181	5,9	5,9	1,2
M9	15,6	46	5,83	3,98	68,27	270	173	4,3	4,5	1
M10	14	41	5,44	3,96	72,79	285	168	4,1	3,9	1,2
M11	16,4	48	5,64	4,63	82,09	260	172	5,2	5,4	1,1
M12	13,9	38	5,23	4,14	79,16	212	173	4,7	4,6	1,1
M13	13,6	40	6,02	4,66	77,41	270	163	5,3	5	1,1

Analýza kontrolního měření ukazuje, že průměrná hodnota hemoglobinu (Hb) byla 14,2 g/dL a hematokritu (Hct) byla 41,5 % (celkový průměr Hb a Hct se významně nelišil od vstupního měření). Průměrné hodnoty z klidové spirometrie dosahovaly hodnot u mužů FVC 5,6 L, FEV1 4,4 L a poměr FEV1/FVC 79,2 %, u žen FVC 3,7 L, FEV1 2,9 L a poměr FEV1/FVC 80,1 % (průměrné hodnoty u klidové spirometrie se téměř nezměnily).

Nejvyšší naměřené hodnoty hemoglobinu (Hb) a hematokritu (Hct) u žen byly Hb 12,9 g/dL a Hct 38 % a u mužů Hb 17,4 g/dL a Hct 51 % a nejnižší naměřené hodnoty u žen byly Hb 12,9 g/dL a Hct 38 % a u mužů Hb 13,1 g/dL a Hct 38 %.

U klidové spirometrie nejvyšší naměřené hodnoty usilovné vitální kapacity (FVC), jednosekundové vitální kapacity (FEV1) a poměru FEV1/FVC u žen dosahovaly hodnot FVC 3,66 L, FEV1 2,93 L a poměr FEV1/FVC 80,05 % u mužů FVC 6,87 L, FEV1 5,09 L a poměr FEV1/FVC 91,87 % a nejnižší naměřené hodnoty u žen byly FVC 3,66 L, FEV1 2,93 L a poměr FEV1/FVC 80,05 % a u mužů FVC 4,55 L, FEV1 3,86 L a poměr FEV1/FVC 68,27 %.

U zátěžové diagnostiky nejvyšší naměřené hodnoty funkčního prahového výkonu (FTP), maximální srdeční frekvence (SF), maximální produkce oxidu

uhličitého (VCO₂), maximální spotřeba kyslíku (VO₂) a maximálního respiračního koeficientu (RER) u žen dosahovaly hodnot FTP 180 W, max SF 179 tepů a max VCO₂ 3,1 L, max VO₂ 3,1 L a max RER 1,1 u mužů FTP 340 W, max SF 188 tepů a max VCO₂ 6,2 L, max VO₂ 6,5 L a max RER 1,3. Nejnižší naměřené hodnoty u žen dosahovaly hodnot FTP 180 W, max SF 179 tepů a max VCO₂ 3,1 L, max VO₂ 3,1 L a max RER 1,1 u mužů FTP 212 W, max SF 161 tepů a max VCO₂ 4,1 L, max VO₂ 3,9 L a max RER 1.

Tabulka 39: Průměrné kontrolní hodnoty

	Hemoglobin (Hb)/ Hematokrit (Hct)		Klidová spirometrie			Zátěžová diagnostika				
	Hb (g/dL)	Hct (%)	FVC (L)	FEV1 (L)	FEV1/FVC (%)	FTP (W)	max SF	max VCO ₂ (L)	max VO ₂ (L)	max RER
průměr ženy	12,9	38,0	3,7	2,9	80,1	180,0	179,0	3,1	3,1	1,1
průměr muži	15,4	45,1	5,6	4,4	79,2	281,2	174,5	5,3	5,1	1,1
průměr celkem	14,2	41,5	4,6	3,7	79,6	230,6	176,8	4,2	4,1	1,1
nejvyšší hodnoty ženy	12,9	38	3,66	2,93	80,05	180	179	3,1	3,1	1,1
nejvyšší hodnoty muži	17,4	51	6,87	5,09	91,87	340	188	6,2	6,5	1,3
nejnižší hodnoty ženy	12,9	38	3,66	2,93	80,05	180	179	3,1	3,1	1,1
nejnižší hodnoty muži	13,1	38	4,55	3,86	68,27	212	161	4,1	3,9	1

K porovnání biochemických změn organismu jsem využila procentuální (%) rozdíl mezi vstupním a kontrolním měřením u každého probanda, které jsou vidět v tabulce č.6. U některých probandů došlo k výrazným změnám v pozitivním i negativním smyslu. K významným pozitivním změnám u hemoglobinu (Hb) a hematokritu (Hct) došlo u probandů M4 (Hb + 9,1 %, Hct + 8,9 %) a M7 (Hb + 20,6 %, Hct + 22 %), k významným poklesům došlo u probandů Ž1 (Hb - 14 %, Hct - 13,6 %), M12 (Hb - 14,7 %, Hct - 20,8 %) a M13 (Hb - 10,5 %, Hct - 11,1 %).

U hodnot klidové spirometrie nedocházelo k tak významným rozdílům. Pozitivní změny u usilovné vitální kapacity (FVC) a jednosekundové vitální kapacity (FEV1) došlo u probandů M6 (FVC + 11,5 %, FEV1 + 4,5 %) a M12 (FVC + 5 %, FEV1 + 14,4 %) a k významným poklesům došlo u probandů M1 (FVC - 10,6 %, FEV1 - 6,3 %), M4 (FVC - 11,2 %, FEV1 - 2,8 %).

Zátěžová diagnostika byla o něco specifitější, jelikož komparace jednotlivých hodnot není až tak klíčová jako samotný dopad na fyziologii jednotlivých probandů. Fyziologické změny a progres limitací nastaly u každého probanda. Významný nárůst FTP (%) měl proband M4 (FTP + 15,8 %), který poctivě dodržoval navržený program

a životosprávu. Avšak cílem nebylo primárně navýšit FTP, ale analýza limitací výkonu u triatlonistů a pozorování změn aktuálního stavu organismu.

Tabulka 40: Procentuální rozdíl biochemických změn u vstupního a kontrolního měření

Pohlaví	Hemoglobin/Hematokrit		Klidová spirometrie			Zátěžová diagnostika				
	Hb (%)	Hct (%)	FVC (%)	FEV1 (%)	FEV1/FVC (%)	FTP (%)	max SF (%)	max VCO2 (%)	max VO2 (%)	max RER (%)
Ž1	-14,0	-13,6	-8,5	-6,4	2,3	0,0	1,1	-6,1	14,8	-12,0
M1	1,3	2,3	-10,6	-6,3	4,9	-7,9	-0,5	14,9	0,0	0,8
M2	5,5	4,1	-1,6	0,2	1,9	5,3	1,6	26,5	21,3	-12,7
M3	1,6	2,6	0,0	-2,7	-2,7	3,7	0,6	20,5	7,0	18,2
M4	9,1	8,9	-11,2	-2,8	9,5	15,8	-1,8	-6,3	-7,1	-4,3
M5	-2,7	-2,3	-7,6	-4,5	3,4	2,0	4,8	190,0	140,9	-16,7
M6	-2,3	-2,0	11,5	4,5	-6,3	5,6	7,0	-1,8	-3,8	-12,4
M7	20,6	22,0	-0,2	-3,7	-2,2	-5,6	1,8	0,0	-12,7	-13,8
M8	-0,6	0,0	0,0	0,9	0,9	1,7	-3,7	-14,5	-10,6	-17,2
M9	17,3	17,9	-2,5	-2,0	0,6	-3,6	-1,1	10,3	32,4	-12,3
M10	-14,1	-14,6	-3,2	1,5	4,9	0,0	-2,9	-18,0	-13,3	-7,7
M11	-7,9	-7,7	2,5	-0,4	-2,9	-3,7	-0,6	-7,1	0,0	-8,3
M12	-14,7	-20,8	5,0	14,4	8,9	6,0	3,6	14,6	24,3	-8,3
M13	-10,5	-11,1	-7,2	6,2	14,4	8,0	1,9	8,2	8,7	-11,3

10. Diskuse

Cílem této práce byla expertní rozborová analýza naměřených hodnot z klidového a zátěžového Ramp testu před a po aplikování doporučeného intervenčního programu. Výsledná data 16 probandů jsem převzala ze sportovní laboratoře triatlonového klubu Betri, kde se jejich svěřenci pravidelně testují v rámci ročního tréninkového cyklu. Předem vymezené úkoly byly zpracovány. Dále v této části práci určím platnost či neplatnost předem stanovených hypotéz.

Hypotéza č.1: *Předpokládám, že aplikací intervenčního programu dojde k biochemickým změnám v organismu.*

Z výsledné tabulky č.6, která udává procentuální rozdíl biochemických změn mezi vstupním a kontrolním měřením je patrné, že vlivem aplikace doporučeného intervenčního programu se uskutečnily viditelné fyziologické změny u všech zúčastněných probandů. Z výsledků tak mohu **potvrdit** tuto položenou hypotézu.

Hypotéza č.2: *Předpokládám, že některé biochemické parametry jakou jsou hodnota hemoglobinu a hematokritu, tělesná teplota, max SF, RER budou společné jak u žen tak u mužů.*

Společné hodnoty nalezneme v tabulce č.4, jsou totožné u hodnoty hematokritu (Hct) 38 % u probandů Ž1 a M12. U hodnoty max respiračního kvocientu (RER) 1,1 probandů Ž1, M2, M4, M11, M12, M13. Z výsledků tak mohu **potvrdit** tuto položenou hypotézu.

Hypotéza č.3: *Předpokládám, že aplikací intervenčního programu dojde k pozitivní odezvě (zlepšení ventilace, zlepšení saturace ve svalu, zlepšení FTP, zefektivnění metabolismu tuků) v cyklistické části triatlonu.*

Vlivem aplikace intervenčního programu došlo k navýšení FTP u probandů M2, M3, M4, M5, M6, M8, M12 a M13. Dále se u všech probandů zefektivnil metabolismus tuků a saturace ve svalu, která je zjevná z kapitoly 9.3 v rozbořech výsledků kontrolního měření. Z výsledků tak mohu **potvrdit** tuto položenou hypotézu.

Skupina testovaných triatlonistů byla homogenní, všichni zúčastnění trénují za téměř stejných podmínek (členové klubu Betri, dlouhodobá spolupráce s trenérem Radkem Holinkou, amatérská výkonnostní úroveň). Vlivem intervenčního programu došlo u všech triatlonistů k biochemickým změnám v organismu. Když se podíváme na hodnoty hemoglobinu a hematokritu, závisely na dodržování pravidelné suplementace doporučeného železa, vitamínu B12 a kyseliny listové. Ti co potvrdily, že občas zapoměli či nesuplementovali vůbec, se potvrdilo nulové navýšení (Hb/Hct) či zhoršení. Významný procentuální rozdíl v poklesu nastal u probandů Ž1 (Hb -14 %, Hct -13 %), také u probandů M10 (Hb -14,1 %, Hct -14,6 %), M12 (Hb -14,7 %, Hct -20,8 %), M13 (Hb -10,5 %, Hct -11,1 %). Další souvislost se zmíněným poklesem, může dle rešerše souviset s anémií, hormonální regulací, léky (minrin) a příjem tekutin. Naopak ti co dodržovali suplementaci nastala pozitivní odezva (Janessen, 2001). Významný procentuální rozdíl v nárůstu nastal u probandů M7 (Hb +20,6 %, Hct +22 %), také u probanda M9 (Hb +17,3 %, Hct +17,9 %), probandi potvrdili pravidelné užívání doporučené suplementace. Další souvislost s navýšením Hct, může dle rešerše souviset se ztrátou tekutin, vlivem pobytu ve vyšší nadmořské výšce, alkoholu, léky (diuretika), hormonální regulace, různé nemoci, stres či fyzická zátěž (Janessen, 2001). Nejvyšší naměřené hodnoty byly u probanda M2 (Hb 17,4 d/dL a Hct 51 %), takto vysoké hodnoty mohou souviset s rodinou anamnézou, kdy potvrdil přítomnost vyšší srážlivosti krve u své setry a otce (avšak dle krevních testů vyšší srážlivostí krve netrpí).

U klidové spirometrie docházelo k zajímavostem. Významný procentuální rozdíl naměřené usilovné kapacity (FVC) a jednosekundové vitální kapacity (FEV1) jsem pozorovala u Ž1 (FVC -8,5 %, FVE1 -6,4 %), M1 (FVC -10,6 %, FVE1 -6,3 %), M4 (FVC -11,2 %, FVE1 -2,8 %), kdy tento pokles může souviset se špatnou technikou nádechu a výdechu či prodělanou nemocí před testováním, jak tvrdí někteří probandi.

Významné zlepšení nastalo u probandů M6 (FVC +11,5 %, FVE1 +4,5 %) a M12 (FVC +5,0 %, FVE1 +14,4 %). U většiny testovaných triatlonistů se pohybovaly hodnoty FVC od 4-7 L a FEV1 od 3-5 L. Závěr je takový, že u 14 triatlonistů se prokázaly nadprůměrné hodnoty FVC (L) běžné populace: naměřily se u probandů M2 (FVC 5,46 L), M3 (FVC 5,27 L), M4 (FVC 6,16 L), M6 (FVC 6,87 L), M7 a M8 (FVC 5,79 L), M9 (FVC 5,83 L), M10 (FVC 5,44 L), M11 (FVC 5,64 L), M12 (FVC 5,23 L) a M13 (FVC 6,02 L). Dále se prokázaly nadprůměrné hodnoty FEV1 (L) běžné

populace u probanda M6 (FEV1 5,09 L). Jestliže vycházíme z rešerše, tak u většiny triatlonistů nebyla přítomna obstrukční porucha plic. Výjimkou byly probandi M1 (FEV1/FVC 91,87 %), M2 (FEV1/FVC 90,48 %) a M3 (FEV1/FVC 90,51 %), ti z výsledků mohou mít tzn. přítomnost chronické plicní nemoci či astma (aby se toto tvrzení potvrdilo, museli by jít na přesnější diagnostiku s provedením bronchodilatačního testu). Zbylí probandi se sníženou hodnotou poměru FEV1/FVC prokazují restriční poruchu, pro kterou je charakteristická snížená poddajnost hrudníku nebo plic doprovázenou sníženou celkovou kapacitou plic.

Naměřené biochemické hodnoty u vstupního testu byly klíčové z hlediska nastavení tréninkových zón v intervenčním programu. Abych správně určila ventilační prahy VT1 a VT2, sledovala jsem u každého probanda průběh křivky (např. Graf 1 Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)) hodnot VO_2 a VCO_2 . Na základě prvního bodu zlomu křivky a zvýšené ventilaci jsem definovala VT1, na základě druhého bodu zlomu křivky jsem definovala VT2. Poté jsem určila podle Matta Fitzgeralda (URL3) tréninkové zóny pro následnou intervenci.

Výsledky zátěžové diagnostiky z kontrolního měření jsem podrobně okomentovala v kapitole 9.3. Byl měřen výkon FTP (W) v Ramp testu do maxima, kdy jsem interně vyhodnotila podaný výkon na základě biochemických změn pozorovaných u ventilace, saturace ve svalu a hemodynamiky, dechové frekvence, změn srdeční frekvence a průběhu respiračního kvocientu. Začneme-li porovnáním procentuálních hodnot FTP (%) ze vstupního a kontrolního testu u všech probandů je patrné, že 5 triatlonistů (Ž1, M1, M7, M9 a M11) si nenavýšilo své FTP (W) a zbylých 9 triatlonistů si vylepšilo svůj výkon FTP (W) alespoň o 1,7 %. K významnému navýšení došlo u probanda M4 (15,8 %), jehož výkon FTP se rovnal 330 W. Hodnoty u maximální srdeční frekvence odpovídaly dosaženému maximálnímu výkonu (W) či aktuálnímu stavu organismu. Například u probanda M6 hodnota (max SF) se procentuálně navýšila o 7 %, kdy tento významný procentuální skok může souviset s aktuálním stavem organismu, kdy proband tvrdí: „Pár dní před testem jsem si zablokoval krční páteř a po několika dnech bolesti jsem musel navštívit lékaře, který mi předepsal silné medikamenty proti bolesti a 3 dny před testem jsem je přestal užívat“. Během kontrolního testu proband pociťoval únavu a nevolnost. Tento nežádoucí stav organismu mohl ovlivnit výsledné měření. Co bylo velmi proměnlivé u vstupního a kontrolního měření, tak změny u saturace ve svalu a hemodynamiky. Jednotlivá porovnání jsem kauzisticky popsala u jednotlivých probandů zvlášť.

Abych vyhodnotila limitační faktory výkonu u jednotlivých triatlonistů, využila jsem naměřených dat z Moxy senzorů, které byly napojené na pracujícím (m. quadriceps femoris, vastus lateralis), nepracujícím (m. triceps brachii) a dechovém svalu (m. serratus anterior). U probandů M2, M3 a M5 vypadl jeden ze snímačů Moxy senzoru. Prokázalo se, že vlivem intervenčního programu došlo k viditelným změnám v trendu křivek SmO₂ a THb. U 11 triatlonistů (Ž1, M1, M2, M4, M6, M7, M9, M10, M11, M12, M13) došlo ke zlepšení v počáteční saturaci SmO₂ ve svalech. U probandů M3 a M8 byla saturace SmO₂ podobná či stejná (může souviset s únavou, kterou probandi popisovali. Proband M3 pociťoval únavu po soustředění a proband M8 pociťoval únavu po závodě polovičního IM co absolvoval týden před kontrolním testem). U jednoho probanda M5 se saturace zhoršila (což může vypovídat o nedodržování intervenčního programu, kdy se proband sám přiznal). Když se podíváme na grafy průběhu křivek SmO₂ a THb u každého probanda, hodnotila jsem dle rešerše trendy průběhu křivek SmO₂/THb a dle jejich zakřivení jsem určila limitace výkonu. U všech 14 triatlonistů byla přítomnost limitace plic, což vypovídá o nedostatečné kapacitě k tomu, aby se do hemoglobinu ukládal kyslík nebo účinně uvolňoval CO₂ z těla do okolí. Odpovědí byla křivka THb, která se během testu neustále zvyšovala a SmO₂ se neustále snižovala. U probandů M8, M9, M10 a M13 se objevila limitace ve využití. U probandu M8 a M11 se objevila limitace srdce, kdy se trend křivek THb a SmO₂ neustále snižoval. Z rešerše tak vycházím, že velký srdeční výdej způsobuje urychlenou pohybující se krev plicními kapilárami a v jejím důsledku tak neschopnost difuze kyslíku a tím také využití dostatečné saturace.

Vyhodnocení metabolismu spotřeby tuků (FAT) a cukrů (CHO) byly z hlediska progresu vysoce významné, u 12 triatlonistů došlo k výraznému zlepšení. Kdy došlo k výraznému zapojení práce metabolismu tuků, který je pro dlouhý triatlon klíčový. U probanda M6 bylo zajímavé, že se jeho metabolismus od vstupního měření významně nezměnil a myslím si, že to je v důsledku nepříznivého stavu u kontrolního měření, který mohl být ovlivněn užívanými medikamenty proti bolesti, kdy si tělo bralo více energie z cukrů (CHO) již od začátku rozjetí Ramp testu. U probanda M13 se metabolismus tuků (FAT) také významně neposunul, jelikož usuzuji, že významnou roli bude hrát věk probanda (60 let), kdy se celkový metabolismus zpomaluje (významnější změny by pravděpodobně nastaly po delší časovém období intervence).

Na závěr diskuse bych chtěla zhodnotit významnost naměřených dat a porovnání ze vstupního a kontrolního měření, kdy se celkově u všech testovaných triatlonistů

projevila změna pozorovaných biochemických ukazatelů vlivem doporučené intervence v období 8 týdnů. Limitace u každého jsou individuální, ale i tak můžu říct, že důsledná příprava na závodní období má svůj podstatný význam. Klíčovým faktorem připravenosti na dlouhý triatlon je schopnost maximalizovat využití kyslíku od jeho příjmu po jeho využití při aerobním dýchání.

11. Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo analyzovat naměřené výsledky z klidového a zátěžového testu u vybraných triatlonistů. Pro svůj výzkum jsem oslovila 16 triatlonistů převážně na výkonnostní amatérské úrovni ze sportovního klubu Betri, abych výsledné poznatky mohla převést do své trenérské praxe. Naměřené hodnoty jsem převzala ze sportovní laboratoře Betri lab, kde se triatlonisté pravidelně v období přípravy testují. Na základě výsledků vstupního měření na bicyklovém ergometru jsem vyhodnotila úroveň kondice a analyzovala aktuální stav organismu na základě biochemických ukazatelů. Z výsledných analýz jsem doporučila ve spolupráci se zkušeným trenérem Radkem Holinou 8 týdenní intervenční program, který měl za cíl vylepšit zmíněné limitace výkonu do doby kontrolního měření.

Mým očekáváním bylo navýšení potenciálu u každého probanda. Což mohu potvrdit, že se naplnilo. Z výsledné tabulky 40 je patrné, že procentuální rozdíl biochemických změn vstupního a kontrolního měření nastal u každého probanda. Významné zlepšení pozoruji u probanda M4, který si překvapivě navýšil dosažený výkon FTP (W) o 15,8 %. Což je překvapivé, jelikož primárním cílem doporučené intervence nebylo navýšení FTP u takového typu Ramp testu. Další významné navýšení bylo u probanda M7, který díky pravidelné suplementaci železa, vitamínu B12 a kyseliny listové vylepšil hodnoty hemoglobinu (Hb) o 22,6 % a hematokritu (Hct) o 22 %, kdy takové navýšení zefektivní vazbu kyslíku na hemoglobin a pomůže maximalizovat jeho využití při zátěži.

Hodnocení trendu křivek z Ramp testu saturace kyslíku SmO_2 a křivky THb bylo zajímavé pozorovat, jelikož mi dávaly odpověď na to, kde se limitace pravděpodobně nachází. Každý proband měl odlišnou počáteční saturaci ve svalu a také průběh křivek. Nejvýznamnější limitací, která byla přítomna téměř u všech triatlonistů byla limitace plic. Charakteristikou této limitace je neschopnost dostatečné kapacity plic k tomu, aby do hemoglobinu ukládaly kyslík nebo účinně uvolňovaly CO_2 z těla do okolí. To je způsobeno neschopností těla se zbavit CO_2 , jelikož CO_2 je silný vazodilatátor (tzn. do svalů může proudit více krve). Zkušený trenér Marek Mixa na svém blogu pohledem trenéra (URL 7) tvrdí, že každý sportovec je nositelem nějaké limitace a úkolem každého trenéra je, dokázat správně analyzovat to nejslabší místo sportovce. Jako trenér jsem díky téhle výzkumné práci pochopila, jak z pohledu fyziologických limitací je nejvíce důležitý kyslík a co se všechno děje po vstupu O_2 do našeho těla.

Klíčem progresu sportovce je určení správné typologie limitace a samotné individualizace sportovce. V dnešní společnosti v prostředí triatlonu mi chybí zvědavost a odbornost trenérů v oblasti fyziologie zátěže, která se dá krásně individualizovat a chytře aplikovat do celého tréninkového procesu. Triatlon vnímám jako celiství proces učení se od sama sebe, limitů svého těla a možnosti nekonečného růstu. Po každém závodě polovičního IM se mi v hlavě zmítá několik bodů toho, jak jsem se cítila v průběhu celého závodu, proč tomu tak bylo a co v tréninku změnit, aby vnitřní prostředí bylo lépe připravené do další výzvy. Odpovědi na tyto otázky zůstávají v budoucnosti a mé cílevědomé cestě se dále vzdělávat jako trenér a jako sportovec.

12. Literatura

- ASPENES, Stian Thoresen a Trine KARLSEN. Exercise-training intervention studies in competitive swimming. [online] 2012, 527-43 [cit 2023-04-5]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22587822/>
- BARTUŇKOVÁ, Staša. *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2013. ISBN 978-80-87647-06-6
- BARTUŇKOVÁ, Staša. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1171-6
- BALDWIN, Kate a Claire E. BADENHORST, Ashley J. CRIPPS, Grant LANDERS, Robert MARRELLS, Max BULSARA, Gerard F. HOYNE. *Strength Training for Long-Distance Triathletes: Theory to Practice*. *Strength & Conditioning Journal*. [online] 2021, s.1-15 [cit 2023-04-5]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/352709593_Strength_Training_for_Long-Distance_Triathletes_Theory_to_Practice
- BALSALOBRE, Fernández a Santos CONCEJERO, JORDAN et al. *Effects of Strength Training on Running Economy in Highly Trained Runners: A Systematic Review With Meta-Analysis of Controlled Trials*. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [online] 2016, 30 (8): p 2361-2368 [cit 2023-04-5]. Dostupné z: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2016/08000/Effects_of_Strength_Training_on_Running_Economy_in.36.aspx
- BERNACIKOVÁ, Martina a Jan NOVOTNÝ. *Fyziologická podstata rychlostního a vytrvalostního běžeckého výkonu*. Brno: Masarykova univerzita, 2007. Knihovnicka.cz. ISBN 978-80-210-4506-4
- BOLEK, Emil. *Adaptace na vyšší nadmořskou výšku*. Praha: Olympia, 2008. Sborník příspěvků z konference. ISBN 978-80-7376-079-3
- BURSOVÁ, Marta. *Kompenzační cvičení: uvolňovací, protahovací, posilovací*. Praha: Grada, 2005. Fitness, síla, kondice. ISBN 80-247-0948-1
- Cedaro, R. L. Using hypobaric oxygen techniques and hyperbaric intervention to level the playing field in olympic distance triathlon. [online] 1999 [cit 2023-05-20]. Dostupné z: <http://fulltext.ausport.gov.au/fulltext/1999/triathlon/rodney.cedaro.pdf>.

- DOVALIL, Josef. *Lexikon sportovního tréninku*. 2., upr. vyd. Praha: Karolinum, 2008. ISBN 978-80-246-1404-5
- DOVALIL, Josef. *Výkon a trénink ve sportu*. 3. vyd. Praha: Olympia, 2009. ISBN 978-80-7376-130-1
- FORMÁNEK, Jaroslav a Josef HORČIC. *Triatlon*. Praha: Olympia, 2003. ISBN 80-7033-567-X
- FIBIGER, Ivo a Jaroslav NOVÁK. *Hypoxie jako tréninkový prostředek ve sportovní přípravě*. Praha: Studijní materiály ČSTV, Olympia, 1986.
- FITZGERALD, Matt a David WARDEN. *80/20 TRIATHLON: Discover the Breakthrough Elite-Training Formula for Ultimate Fitness and Performance at All Levels*. Da Capo Press: USA, 2018.
- FITZGERALD, Matt. *Triathlete Magazine's Complete Triathlon Book: The Training, Diet, Health, Equipment, and Safety Tips You Need to Do Your Best*. New York, USA: Werner Books, 2003. ISBN 978-0446679282
- FRIEL, Joe. *Tréninková bible pro triatlonisty*. Praha: Mladá fronta, 2014. ISBN 978-80-204-2645-1
- FRIEL, Joe a Jim VANCE. *Triathlon science*. Human Kinetic, 2013. ISBN 978-1-4504-2380-9
- HAFF, Greg a N. Travis TRIPLETT. *Essentials of strength training and conditioning*. Fourth edition. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016. ISBN 978-1-4925-0162-6
- HAUSSWIRTH C. a Sébastien Argentin, François Bieuzen, Yann Le Meur, Antoine Couturier, Jeanick Brisswalter. *Endurance and strength training effects on physiological and muscular parameters during prolonged cycling*. *Journal of electromyography and kinesiology* [online] 2010, s.330-339 [cit 2023-04-5]. ISSN 1050-6411. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1050641109000686>
- HURŠKOVÁ, Jana a kol. *Fyziologie-teorie k praktickým cvičením*. [online] 2021, kap.37 [cit 2023-05-26]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js21/fyziologie/web/pages/37_spirometrie.html
- JANČÍK, Jiří a Eva ZÁVODNÁ, Martina NOVOTNÁ. *Fyziologie tělesné zátěže-vybrané kapitoly*. Fakulta sportovních studií MU: Brno, [online]. ©2006 [cit. 2017-

<https://is.muni.cz/elportal/estud/fsps/js07/fyziio/texty/ch05s01.html>

- JANSSEN, Peter. *Lactate threshold training*. Human Kinetics, 2001. ISBN-10: 0-7360-3755-1
- KELLY, G. Vincent a Aaron J. COUTTS. *Planning and monitoring training loads during the competition phase in team sports*. National Strength and Conditioning Association. [online] 2007, roč. 29, č. 4, s. 32-37, [cit 2023-04-15] Dostupné z: https://journals.lww.com/nsca-scj/Abstract/2007/08000/Planning_and_Monitoring_Training_Loads_During_the.5.aspx .[Citováno 2007-srpen]
- KLION, Mark a Troy JACOBSON. *Triatlon- anatomie*. Přeložila Kateřina BRADÁČOVÁ. Brno: CPress, 2015. ISBN 978-80-264-0828-4
- KOVÁŘOVÁ, Lenka. *Psychologické aspekty vytrvalostního výkonu*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-3230-8
- KOVÁŘOVÁ, Lenka. *Příprava dětí v triatlonu: metodický materiál České triatlonové asociace*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2013. ISBN 978-80-87647-08-0
- LEHNERT, Michal a Martin KUDLÁČEK, Pavel HÁP, Jan BĚLKA, Filip NEULS, Ondřej JEŠINA a Petr ŠŤASTNÝ. *Sportovní trénink I*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2014. ISBN 978-80-244-4330-0
- MCARDLE, William a Frank I. KATCH, Viktor I. KATCH. *Essentials of Exercise Physiology (4.edition)*. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins, (2011). ISBN 978-1451103236
- MILLET G.P., a Bernard Jaouen, Fabio Borrani, Robin Candau. *Effects of concurrent endurance and strength on running economy and VO₂ kinetics*. [online] 2002, s. 1-9 [cit 2023-04-5]. Dostupné z: <https://oce-ovid-com.ezproxy.is.cuni.cz/article/00005768-200208000-00018/HTML>
- NEKOLA, Jaroslav. *Doping a sport*. Praha: Olympia, 2000. ISBN 80-7033-137-2

- NOVOTNÝ, Jan a kol. *Kapitoly sportovní medicíny*. Fakulta sportovních studií: Masarykova univerzita, [online]. ©2006-2015 [cit. 2004]. ISSN 1802-128X. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/02-limit.html>
- PERIČ, Tomáš a Josef DOVALIL. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7
- PERIČ, Tomáš. *Sportovní příprava dětí*. Praha: Grada, 2004. Děti a sport. ISBN 80-247-0683-0
- PYŠNÝ, Ladislav. *Doping: rizika zneužití: zakázané prostředky v kondičním i vrcholovém sportu*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1702-6
- PYŠNÝ, Ladislav. *Doping, zdraví, výkon*. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-7184-813-1
- RA, Hope et al. *Oxford Handbook of Clinical Medicine, 3rd*. New York: Oxford University Press, 1994.
- RUBÁŠ, Karel. *Sportovní příprava*. Plzeň: Vydavatelství ZČU, 1996. ISBN 80-7082-294-5
- SEILER, Stephen a Espen TONNESSEN. *Intervals, Thresholds, and Long Slow Distance: the Role of Intensity and Duration in Endurance Training*. [online] 2009, Sportsience 13, s. 32-53, [cit 2023-05-5]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/233855836_Intervals_Thresholds_and_Long_Slow_Distance_the_Role_of_Intensity_and_Duration_in_Endurance_Training
- SELIGER, Václav a Richard VINAŘICKÝ, Zdeněk TREFNÝ, *Fyziologie člověka (1.vydání)*. Praha: SPN, 1983. ISBN 14-612-83
- SHARKEY, Brian J. a Steven E. GASKILL. *Fyziologie sportu pro trenéry*. Přeložil Michal BARDA. Praha: Mladá fronta, 2019. Edice Českého olympijského výboru. ISBN 978-80-204-4532-2
- SUCHÝ, Jiří. *Trénink ve vyšší nadmořské výšce*. Praha: Mladá fronta, 2014. Edice Českého olympijského výboru. ISBN 978-80-204-3469-2
- TROJAN, Stanislav a kol. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 1994. ISBN 80-7169-036-8
- VABROUŠEK, Petr. *Jak na triatlon*. Praha: Mladá fronta, 2017. ISBN 978-80-204-3997-0

- VIKMOEN, Olav a Bent R. Ronnestad, Stian Ellefsen, ruls Raastad. *Heavy strength training improves running and cycling performance following prolonged submaximal work in well-trained female athletes*. [online] 2017, *Physiological Reports*, [cit 2023-05-5]. Dostupné z: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.14814/phy2.13149>
- WILMORE, H. JACK a David L. COSTILL. *Physiology of Sport and Excercise, Publisher, Human Kinetics*. Human Kinetics, 2004. ISBN 9780736044899, 0736044892.
- ZATSIORSKY, Vladimir M. a William J. KRAEMER. *Silový trénink: praxe a věda*. [1. vyd.]. Přeložil Tomáš STUDENÝ. Praha: Mladá fronta, 2014. Edice českého olympijského výboru. ISBN 978-80-204-3261-2

13. Webové stránky

URL 1 - *Hemoglobin*. [online]. [cit. 20.4.2023]. Dostupné z:

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Hemoglobin>

URL 2 - *Hemoglobin*. [online]. [cit. 20.4.2023]. Dostupné z:

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Hematokrit>

URL 3 - *80/20 endurance*. [online]. [cit. 20.4.2023]. Dostupné z:

<https://www.8020endurance.com/8020-zone-calculator/>

URL 4 - *Moxy Monitor- Le test 5-1-5 et les limitations physiologiques de l'athlète*

[online], 2020, [cit 2023-04-18]. Dostupné z:

<https://blog.nicolasraybaud.me/2020/04/muscle-oxygen-sensor-moxy-5-1-5/>

URL5 - *The key to strenght training for triathletes* [online], 2023, [cit 2023-05-25].

Dostupné z: <https://www.triathlete.com/training/workouts/the-key-to-strength-training-success-for-triathletes/>

URL 6- *Problém s kyslíkem?* [online], 2022, [cit 2023-05-25]. Dostupné z:

<https://www.babos-sports.cz/bezecka-rubrika-fyzioterapie-regenerace-strecink/problem-s-kyslikem/>

URL 7- *Pohledem trenéra* [online], 2021, [cit 2023-05-25]. Dostupné z:

<https://www.pohledemtrenera.cz/lessons/typologie-limitaci/>

14. Seznam obrázků

Obrázek 1: Základní modifikace triatlonu-délka jednotlivých částí (Kovářová, 2015)	15
Obrázek 2: Vliv faktorů na sportovní výkonnost v triatlonu (Formánek, Horčic, 2003)	16
Obrázek 3: Nejlepší výsledky mužů a žen ze světového závodu Hawaii (Friel, Vance, 2013)	22
Obrázek 4: Základní dělení vytrvalosti dle doby trvání a intenzity pohybové činnosti (Formánek & Horčic, 2003)	23
Obrázek 5: Senzitivní období pro rozvoj pohybových schopností (Kovářová, 2013)	24
Obrázek 6: Charakteristika základních tréninkových zón v triatlonu (Formánek & Horčic, 2003)	27
Obrázek 7: Individuální stanovení tréninkových pásem intenzity zatížení u vysoce trénovaného triatlonisty (Formánek & Horčic, 2003)	29
Obrázek 8: Tréninkové zóny u vytrvalostních sportovců podle Norů (Seiler a Tonnessen, 2009)	29
Obrázek 9: Roční tréninkové období podle Friela (Friel, 2014)	31
Obrázek 10: Limitující faktory vytrvalostního výkonu (Novotná a Novotný, 2007)	33
Obrázek 11: Energetické systémy podle doby trvání pohybové zátěže (Perič a Dovalil, 2010)	35
Obrázek 12: Aerobní a anaerobní způsob získání energie (Formánek & Horčic, 2003)	37
Obrázek 13: Energetické zdroje pro myokard (Bartůňková, 2006)	41
Obrázek 14: Změny objemu krve po dlouhodobém vytrvalostního typu (upraveno dle: Wilmore J.H., 2004)	43
Obrázek 15: Disociační křivka pro saturaci hemoglobinu (Bartůňková a kol., 2013)	46
Obrázek 16: Respirační výměnné poměry mezi CHO/FAT (Friel, Vance, 2013)	55
Obrázek 17: Obstrukční a restriční poruchy (Ra Hope et al, 1994)	56
Obrázek 18: Dynamické plicní objemy a parametry (Hrušková a kol., 2021)	57
Obrázek 19: Charakteristika obstrukčních a restričních plicních poruch (Hrušková a kol., 2021)	58
Obrázek 20: Vysoká minimální práce SmO ₂ (URL 4)	59

Obrázek 21: Klesající maximální klidová hodnota THb v testu s vyšším stupněm zatížení (URL4).....	59
Obrázek 22: Klesající maximální klidová hodnota SmO2 (URL 4).....	60
Obrázek 23: Zvýšení maximálního klidového THb a pracovního THb (URL 4).....	60

15. Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdělení probandů	64
Tabulka 2: 1.mezocyklus	67
Tabulka 3: 2.mezocyklus	67
Tabulka 4: Průměrné vstupní hodnoty	69
Tabulka 5: Souhrn naměřených vstupních hodnot.....	69
Tabulka 6: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	71
Tabulka 7: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 180 W).....	71
Tabulka 8: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 180 W).....	75
Tabulka 9: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	75
Tabulka 10: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	78
Tabulka 11: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 170W).....	78
Tabulka 12: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	81
Tabulka 13: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 280W).....	81
Tabulka 14: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 285W).....	85
Tabulka 15: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	85
Tabulka 16: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 270W).....	88
Tabulka 17: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	88
Tabulka 18: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 285 W).....	92
Tabulka 19:Tréninkové zóny pro SF (BPM)	92
Tabulka 20: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	95
Tabulka 21: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 255 W).....	95
Tabulka 22: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 270 W).....	99
Tabulka 23: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	99
Tabulka 24: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 360 W).....	102
Tabulka 25: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	102
Tabulka 26: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 300 W).....	106
Tabulka 27: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	106
Tabulka 28: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 280 W).....	109
Tabulka 29: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	109
Tabulka 30: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 270 W).....	113
Tabulka 31: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	113
Tabulka 32: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	116

Tabulka 33: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 270 W).....	116
Tabulka 34: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 200 W).....	119
Tabulka 35: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	119
Tabulka 36: Tréninkové zóny pro Watty (FTP 250 W).....	123
Tabulka 37: Tréninkové zóny pro SF (BPM)	123
Tabulka 38: Výsledné hodnoty kontrolního měření	147
Tabulka 39: Průměrné kontrolní hodnoty	148
Tabulka 40: Procentuální rozdíl biochemických změn u vstupního a kontrolního měření	149

16. Seznam grafů

Graf 1: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	70
Graf 2: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)	71
Graf 3: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)	71
Graf 4: Graf průběhu THb během zatížení	72
Graf 5: Graf průběhu SmO2 během zatížení	72
Graf 6: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	72
Graf 7: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	73
Graf 8: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu.....	74
Graf 9: Graf průběhu SmO2 během zatížení	75
Graf 10: Graf průběhu THb během zatížení	75
Graf 11: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	76
Graf 12: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	77
Graf 13: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu.....	77
Graf 14: Graf průběhu SmO2/THb během zatížení.....	78
Graf 15: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	79
Graf 16: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	80
Graf 17: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)	81
Graf 18: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)	81
Graf 19: Graf průběhu SmO2/THb během zatížení.....	82
Graf 20: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	82
Graf 21: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	83
Graf 22: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)	84
Graf 23: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)	84
Graf 24: Graf průběhu SmO2 /THb během zatížení.....	85
Graf 25: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	86
Graf 26: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	87
Graf 27: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu.....	87
Graf 28: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)	88
Graf 29: Graf průběhu SmO2/THb během zatížení.....	89
Graf 30: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	89
Graf 31: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	90
Graf 32: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)	91

Graf 33: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)	91
Graf 34: Graf průběhu THb během zatížení	92
Graf 35: Graf průběhu SmO2 během zatížení	92
Graf 36: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	93
Graf 37: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	94
Graf 38: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)	94
Graf 39: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)	95
Graf 40: Graf průběhu SmO2 během zatížení	96
Graf 41: Graf průběhu THb během zatížení	96
Graf 42: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	96
Graf 43: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	97
Graf 44: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)	98
Graf 45: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)	98
Graf 46: Graf průběhu THb během zatížení	99
Graf 47: Graf průběhu SmO2 během zatížení	99
Graf 48: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	100
Graf 49: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	101
Graf 50: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu	101
Graf 51: Graf průběhu SmO2 během zatížení	102
Graf 52: Graf průběhu THb během zatížení	102
Graf 53: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	103
Graf 54: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	104
Graf 55: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)	105
Graf 56: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)	105
Graf 57: Graf průběhu SmO2 během zatížení	106
Graf 58: Graf průběhu THb během zatížení	106
Graf 59: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	107
Graf 60: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	108
Graf 61: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)	108
Graf 62: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)	109
Graf 63: Graf průběhu THb během zatížení	110
Graf 64: Graf průběhu SmO2 během zatížení	110
Graf 65: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	110
Graf 66: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	111

Graf 67: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)	112
Graf 68: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)	112
Graf 69: Graf průběhu THb během zatížení	113
Graf 70: Graf průběhu SmO2 během zatížení	113
Graf 71: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	114
Graf 72: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	115
Graf 73: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)	115
Graf 74: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)	116
Graf 75: Graf průběhu SmO2/THb během zatížení	117
Graf 76: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	117
Graf 77: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	118
Graf 78: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (b)	119
Graf 79: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu (a)	119
Graf 80: Graf průběhu SmO2 během zatížení	120
Graf 81: Graf průběhu THb během zatížení	120
Graf 82: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	120
Graf 83: Křivka průtoku a objemu kyslíku plic	121
Graf 84: Schéma průběhu křivky zátěžového Ramp testu	122
Graf 85: Graf průběhu THb během zatížení	123
Graf 86: Graf průběhu SmO2 během zatížení	123
Graf 87: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového Ramp testu	124
Graf 88: Graf průběhu SmO2 během zatížení	126
Graf 89: Graf průběhu THb během zatížení	126
Graf 90: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu .	126
Graf 91: Graf průběhu THb během zatížení	127
Graf 92: Graf průběhu SmO2 během zatížení	127
Graf 93: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu .	128
Graf 94: Graf průběhu SmO2 během zatížení	129
Graf 95: Graf průběhu THb během zatížení	129
Graf 96: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu .	129
Graf 97: Graf průběhu THb během zatížení	130
Graf 98: Graf průběhu SmO2 během zatížení	130
Graf 99: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu .	131
Graf 100: Graf průběhu THb během zatížení	132

Graf 101: Graf průběhu SmO ₂ během zatížení	132
Graf 102: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu	132
Graf 103: Graf průběhu THb během zatížení	134
Graf 104: Graf průběhu SmO ₂ během zatížení	134
Graf 105: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu	134
Graf 106: Graf průběhu THb během zatížení	135
Graf 107: Graf průběhu SmO ₂ během zatížení	135
Graf 108: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu	136
Graf 109: Graf průběhu THb během zatížení	137
Graf 110: Graf průběhu SmO ₂ během zatížení	137
Graf 111: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu	137
Graf 112: Graf průběhu THb během zatížení	138
Graf 113: Graf průběhu SmO ₂ během zatížení	138
Graf 114: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu	139
Graf 115: Graf průběhu THb během zatížení	140
Graf 116: Graf průběhu SmO ₂ během zatížení	140
Graf 117: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu	140
Graf 118: Graf průběhu THb během zatížení	141
Graf 119: Graf průběhu SmO ₂ během zatížení	141
Graf 120: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu	142
Graf 121: Graf průběhu THb během zatížení	143
Graf 122: Graf průběhu SmO ₂ během zatížení	143
Graf 123: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu	143
Graf 124: Graf průběhu THb během zatížení	144
Graf 125: Graf průběhu SmO ₂ během zatížení	144
Graf 126: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu	145
Graf 127: Graf průběhu THb během zatížení	146
Graf 128: Graf průběhu SmO ₂ během zatížení	146
Graf 129: Schéma průběhu křivky CHO/FAT ze zátěžového kontrolního Ramp testu	146

17. Příloha č.1- Informovaný souhlas

INFORMOVANÝ SOUHLAS

V souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy a Úmluvou o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, Vás žádám o souhlas s uveřejněním naměřených dat, které mi poskytne sportovní klub Betri pro výzkumné potřeby uvedené v diplomové práci.

Popis kazuistické studie:

Studie bude prováděna za účelem diplomové práce v rámci magisterského studia, studentkou magisterského studia oboru tělesné výchovy a sportu FTVS UK v Praze Natálií Novákovou. Cílem této diplomové práce bude analýza klidového a zátěžového testu na bicyklovém ergometru pro určení aktuálního stavu pohybového aparátu a nalezení případných limitací sportovního výkonu. Na základě vstupního měření bude doporučen intervenční program navržený zkušeným trenérem sportovního klubu Betri Radkem Holinkou. Kontrolní druhé měření prokáže změny biochemických ukazatelů a vyhodnotí se úspěšnost intervenčního programu před závodní amatérskou sezónou v triatlonu. Za průběh testování odpovídá sportovní centrum Betri Lab, kde se svěřenci pravidelně během přípravy na sezonu testují.

Získaná osobní data probanda (datum narození, tělesná výška a hmotnost) budou použita pouze pro účely diplomové práce, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS a nebudou jinak zneužita a bude zachována anonymita probanda.

Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude objektivní diagnostika aktuálního stavu organismu a identifikace limitací sportovního výkonu. Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena. Vyhodnocení naměřených dat Vám předám do 2 týdnů od poslední doby měření. S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na e-mailové adrese natysek.no@gmail.com

Já, níže podepsaný/á: souhlasím, že jsem byl/a v rozhovoru se studentkou a prostřednictvím tohoto informovaného souhlasu dostatečně a srozumitelně seznámen/a s účelem a cílem výzkumné práce.. Má účast na výzkumu je dobrovolná, bez nároku na odměnu, s možností kdykoli odstoupit z jakéhokoli důvodu. Měl/a jsem možnost položit řešiteli jakýkoli dotaz ohledně průběhu klinické studie. Souhlasím s účastí na této kazuistické studii.

Podpis probanda:.....

V Praze

Řešitel: Bc. Natálie Nováková

Podpis:.....
