

FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
UNIVERSITY KARLOVY

**ZHODNOCENÍ VÝKONNOSTI
NA ÚROVNI ANAEROBNÍHO PRAHU
V PLAVÁNÍ A BĚHU
U MLADÝCH TRIATLONISTŮ
V OBDOBÍ 2001 – 2009**

Vedoucí práce:

PaedDr. Josef Horčic, Ph.D.

Zpracoval:

Tomáš Doseděl

Praha, duben 2010

Abstrakt

Název:

Zhodnocení výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v plavání a běhu mladých triatlonistů v období 2000 – 2009

Název v Angličtině:

Evaluation of efficiency at the level of anaerobic threshold in swimming and runnin of young thriathlonists in phase 2000 – 2009

Cíl práce:

Vyhodnotit změny individuální výkonnosti na úrovni anaerobního prahu plavání a běhu triatlonistů-juniorů v období 2001 – 2009 a porovnat průměrné výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v běhu a plavání triatlonistů - juniorů 1994 – 2000 a 2001 – 2009.

Metody práce:

Laktátový anaerobní práh jsme stanovovali pro plavání a běh v terénních podmínkách pomocí vyhodnocení laktátové křivky. K zjištění anaerobního prahu jsou použity terénní testy 5 x 2 km běh a 4 x 300 m plavání. Výsledky měření anaerobního prahu v plavání jsou zpracovávány Laboratoří sportovní motoriky FTVS UK na počítači s využitím softwaru Laktat – Test ver. 6.0+ by ETB – SOFT, jehož autorem je Mag. Ernst Böck z Rakouska. Parametry na úrovni anaerobního prahu jsme statisticky zpracovali.

Výsledky

Výsledky diplomové práce přispějí k rozšíření poznatků o změnách výkonnosti na úrovni anaerobního prahu triatlonistů v běhu a plavání v etapě specializované sportovní přípravy. Zjištěné výsledky a závěry budou využitelné zejména pro trenéry mládeže, připravující budoucí vrcholové sportovce v triatlonu i podobných vytrvaleckých vícebojích.

Klíčová slova

Anaerobní práh, laktát, výkonnost, triatlon

Title:

Evaluation of efficiency at the level of anaerobic threshold in swimming and running of young triathlons in phase 2000 – 2009

Aim:

To evaluate changes in individual efficiency at the level of anaerobic threshold in swimming and running of junior triathlons in phase 2001 – 2009 and to compare the average efficiency at the level of anaerobic threshold in running and swimming of junior triathlons

1994 – 2000 and 2001 – 2009.

Methods:

Lactate anaerobic threshold has been set for swimming and running in cross-country conditions by the help of evaluation of the lactate curve. Cross-country tests 5 x 2km run and 4 x 300m swimming have been used for finding of anaerobic threshold. The results of anaerobic threshold measurement in swimming are processed by Laboratory of sport FTVS at the Charles University in personal computer software Laktat – Test Ver. 6.0 + by ETB – SOFT use. Its author is Mr. Ernst Böck from Austria. The parameters at the level of anaerobic threshold have been statistically processed.

Results:

Results of the thesis should contribute to the extension of the knowledge about the efficiency changes at the level of anaerobic threshold of triathlons in running and swimming. All this during specialized sport preparation. Recognized results and findings will be useful especially for trainers who are preparing future top sportsmen in triathlon and similar multicontests.

Key words:

Anaerobic threshold, lactate, efficiency, triathlon

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně
s použitím uvedené literatury.

Tomáš Doseděl

Děkuji všem, kteří přispěli k uskutečnění této diplomové práce, zejména PaedDr. Josefu Horčicovi Ph.D za odborné vedení práce, za praktické rady a za možnost využít jeho zkušeností v této problematice.

Svoluji zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů a o řádnou citaci pramenu převzatých údajů.

Příjmení, jméno	číslo OP	Datum vypůjčení	Poznámka
-----------------	----------	-----------------	----------

Obsah:

1. ÚVOD	10
2. CHARAKTERISTIKA TRIATLONU	11
3. TEORETICKÁ ČÁST	12
3.1. Způsoby hrazení energie při pohybové činnosti.	12
3.2. Vytrvalostní schopnosti	15
3.2.1. Definice vytrvalostních schopností.....	15
3.2.2. Dělení vytrvalosti.....	15
3.2.3. Charakteristika dlouhodobé vytrvalosti ¹	16
3.2.3.1. Charakteristika dlouhodobé vytrvalosti I.....	16
3.2.3.2. Charakteristika dlouhodobé vytrvalosti II.....	17
3.2.3.3. Charakteristika dlouhodobé vytrvalosti III	17
3.2.3.4. Charakteristika dlouhodobé vytrvalosti IV	18
3.3. Anaerobní práh.....	19
3.3.1. Pojem anaerobního prahu.....	19
3.3.2. Důležitost sledování úrovně ANP při řízení tréninku vytrvalosti....	20
3.4. Zátěžová diagnostika.....	22
3.4.1. Zátěžová diagnostika.....	22
3.4.2. Přehled funkčních parametrů	23
3.4.3. Specifika ANP v triatlonu	25
3.4.4. Přehled metod stanovení anaerobního prahu	25
3.4.4.1. Stanovení ANP na základě vyhodnocení laktátové křivky	25
3.4.4.2. Stanovení ANP pomocí vyhodnocení změn ventilačních parametrů	26
3.4.4.3. Stanovení ANP pomocí Conconiho testu.....	26
3.4.4.4. Stanovení ANP teoretickým výpočtem.....	26
3.5. Fyziologické aspekty běhu a plavání	28
3.5.1. Plavání.....	28
3.5.2. Běh	29
4. CÍLE, ÚKOLY A HYPOTÉZY	31
4.1. Cíle práce:	31
4.2. Hypotézy:	31
5. SOUBOR A METODIKA	32

5.1. Soubor dat a charakteristika souboru	32
5.1.1. Způsob vytvoření souboru dat.....	32
5.1.2. Charakteristika souboru dat	32
5.2. Metodika	34
5.2.1. Organizace měření	34
5.2.2. Diagnostika anaerobního prahu (ANP) provedení testů	34
5.2.3 Popis plaveckého testu na určení ANP a sledované parametry	34
5.3.4. Materiálně-technické zabezpečení měření	35
5.2.5 Průběh vlastního měření.....	36
5.2.6. Popis běžeckého a průběh testu na určení ANP a sledované parametry	37
5.2.7 Materiálně-technické zabezpečení měření	37
5.2.8. Průběh vlastního měření.....	38
5.3. Metody zpracování.....	39
5.3.1. Základní matematicko-statistické charakteristiky.....	39
5.3.2. Změny průměrné výkonnosti na úrovni ANP v dlouhodobém tréninkovém procesu.....	40
5.3.3.1. Porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP v mládežnických kategoriích v plavání z období 1995 – 2000 a 2001 - 2009	40
5.3.3. Porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu v dlouhodobém tréninkovém procesu	41
5.3.3.1 Porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu v dlouhodobém tréninkovém procesu pomocí T -bodů	41
5.3.3.2. Porovnání průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu v období 1995 – 2000 a 2001 – 2009.	42
6.VÝSLEDKY A DISKUZE	43
6.1. Změny průměrných parametrů na úrovni ANP v dlouhodobém tréninkovém procesu	43
6.2. Porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých kategoriích v plavání mezi obdobími 1995 – 2000 a 2001 – 2009	48

6.3. Porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu v dlouhodobém tréninkovém procesu	50
6.3.1. Porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu v dlouhodobém tréninkovém procesu pomocí T -bodů	50
6.3.2. Porovnání průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu v období 1995 – 2000 a 2001 – 2009	52
7. ZÁVĚR.....	55
8. SEZNAM TABULEK.....	57
9. SEZNAM GRAFŮ.....	58
10. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY.....	59
11. PŘÍLOHY	62

1. ÚVOD

Triatlon je poměrně mladým sportem, který zaznamenal v posledních letech značný rozvoj, jenž vyvrcholil zařazením triatlonu do programu olympijských her.

Hlavně v cizině, ale postupem času už i u nás láká spoustu lidí z široké veřejnosti, hobby i výkonnostních závodníků zkusit jej, mít dost chuti a vůle do náročného tréninku, který bude ale v cíli odměněn vědomím a skvělým pocitem, že jste to dokázali a že na to máte! Tvrdé tréninky, včasné vstávání na plaveckou přípravu, náročné běžecké úseky, kdy už si člověk téměř sáhne na dno svých sil, se utváří ruku v ruce jistý životní styl, filozofie, kterou rozhodně člověk dokáže používat a těžit z ní i v běžném životě.

Kombinace tří různých navazujících disciplín v jejich vytrvalecké podobě klade na sportovce nové vysoké nároky a ve vrcholovém pojetí vyžaduje talentované vysoce trénované jedince. Rozvoj triatlonu jako sportu přinesl nové pohledy jak na hranice lidských možností, tak na problematiku tréninku vytrvaleckých disciplín.

Pro dosažení vrcholné úrovně výkonnosti v triatlonu je důležité mít vysokou výkonnost ve všech třech disciplínách, tedy být dobrým plavcem, cyklistou i běžcem.

V krátkém triatlonu, kde je povolena jízda ve skupině se do výkonnostní špičky prosazují jedinci s velmi dobrým plaváním a vynikajícím během. Při povolení jízdy ve skupině v cyklistické části, je pro dobré umístění v závodě důležité doplatit v čelní skupině a absolvovat cyklistickou část v prvním „balíku“. O konečném umístění pak rozhoduje výkon v běžecké části. V současné době, kdy je evropská i světová špička stále více výkonově vyrovnaná, často výkon v běžecké části rozhoduje o úspěchu či neúspěchu.

Jedním z dalších trendů v triatlonu je kromě stále se zmenšujících rozdílů ve výkonnost evropské i světové špičky, je i celkový růst výkonnosti a to ve všech věkových kategoriích. Tento nárůst výkonnosti je pak patrný u mládežnických kategorií.

Zajímalo mě, jestli můžeme pozorovat podobné trendy v růstu výkonnosti i k zmenšujícím se rozdílům ve výkonnosti u širšího reprezentačního výběru mladých triatlonistu České republiky.

2. CHARAKTERISTIKA TRIATLONU

Triatlon je sport, ve kterém závodník absolvuje plaveckou, cyklistickou a běžeckou část v uvedeném pořadí, s průběžným měřením času od startu plavání do cíle běhu. Jiná modifikace nesmí být nazvána triatlonem a musí již názvem vystihovat jinou podstatu. [Pravidla triatlonu, duatlonu a kvadriatlonu, 2004]

Triatlon je vytrvaleckým vícebojem, kombinující tři sporty v jejich vytrvalostní podobě s vysokými požadavky na vytrvalostní schopnosti sportovce.

Stanovené délky tratí jednotlivých disciplín triatlonu pro dospělé sportovce určují časové rozmezí závodního zatížení od 50 – 70 minut u sprint triatlonu, 1:45 – 2:30 hodin u krátkého triatlonu a 8:30 – 11:00 hodin u dlouhého triatlonu.

Triatlon se za svou poměrně krátkou historii stal sportem, který ve svém vrcholovém pojetí vyžaduje talentované a vysoce trénované sportovce. Trénink triatlonu klade vysoké nároky na práci a rozvoj funkčních systémů organismu. Jde především o fyziologické a biochemické procesy související s metabolickými systémy, o vysoké nároky na oběhovou soustavu a na dýchání a přenos kyslíku. Všechny disciplíny triatlonu vyžadují vysokou úroveň dlouhodobé vytrvalosti, která je ale u jednotlivých disciplín odlišná především v intenzitě aerobních procesů, v úrovni vytrvalostní síly a schopností optimálně využívat zdroje energie charakteristické pro dobu trvání jednotlivých disciplín. [Fornánek, Horčic, 2003]

3. TEORETICKÁ ČÁST ¹

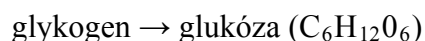
3.1. Způsoby hrazení energie při pohybové činnosti. ¹

Základním a dá se říct i jediným zdrojem energie pro svalový stah (svalovou kontrakci) je energeticky bohatá látka s názvem adenosintrifosfát (ATP). Rozpadem ATP na ADP (adenosindifosfát) se uvolní energie, která vyvolá jak stah svalu, tak i jeho následnou relaxaci (uvolnění). Obnova takto uvolněné energie je uskutečňována chemickou cestou přímo ve svalové buňce, která podle možností a potřeby současně používá několik způsobů obnovy ATP:

a) Alaktátový anaerobní způsob hrazení energie – je to způsob hrazení energetických nároků svalů, při kterém využívá energie z aktuálních zásob ATP a creatinfosfátu (CP) přímo ve svalové buňce. Celkové množství takto použitelné energie je malé, pouze mezi 21 – 33 kJ, což vystačí na dobu trvání maximální zátěže do 10 do 15 sekund. Rychlost uvolnění ATP (metabolický obrat) je však několikanásobně vyšší než u ostatních způsobů krytí energie, činí 4 – 4,5 mol.min⁻¹.

b) Anaerobní (laktátový) systém hrazení energie – je charakterizován vzestupem koncentrace kyseliny mléčné a jejích solí v krvi, jako důsledek anaerobní glykolýzy, tedy neoxidativního odbourávání svalového glykogenu, případně glukózy.

Schéma uvedené reakce:



Celková kapacita tohoto systému je zhruba 120 – 420 kJ, energetický zisk je tedy poměrně malý. Vystačí na dobu trvání 40 – 90 sekund intenzivní zátěže. Z hlediska intenzity pohybové činnosti je nevhodné, že rychlost uplatnění ATP získaného odbouráváním svalového glykogenu v přímém energetickém zabezpečení svalového stahu je v laktátové zóně metabolického krytí dvakrát

¹ [Bartůňková, 2006, Formánek, Horčic, 2003, Havlíčková, 1999, Horčic, 2004,]

pomalejší než v zóně alaktátové. Rychlost uvolňování ATP tedy činí 2 – 2,5 mol.min⁻¹. Celková kapacita využití laktátové zóny je omezena schopností tolerovat nepříjemné důsledky zátěžové metabolické acidózy.

c) Aerobní (oxidativní) způsob hrazení energie – je to způsob, při kterém se energie potřebná na stah svalů získává aerobním štěpením cukrů, tuků a některých druhů bílkovin. Tento zdroj energie je prakticky neomezený. Množství energie, kterou je organismus schopný za jednotku času získat aerobním způsobem krytí energie, je závislé na dostupnosti energetických zdrojů a dostupnosti kyslíku svalovým buňkám. Čím více kyslíku může svalová buňka využít k obnově k obnově ATP, tím vyšší intenzitou pohybu může zvládat činnost trvající minuty až hodiny. Rychlost uvolňování ATP je však nejpomalejší a činí 1 – 1,5 mol.min⁻¹.

Jako zdroj energie se při vytrvalostním zatížení využívají především cukry a tuky. Bílkoviny se uplatňují jen ve velmi malé míře. Z hlediska dlouhodobého vytrvalostního výkonu je důležité, že určité množství cukrů je podmínkou dostatečně intenzivního metabolismu. Právě schopnost zvýšit příměs cukrů v důsledku zlepšení účinnosti jeho novotvorby se považuje za důležitý faktor, který také významným způsobem ovlivňuje výkon v dlouhodobých vytrvalostních disciplínách. [Hamar, 1996]

Tuky sice představují v porovnání s cukry bohatší energetický zdroj (z 1 g tuku se může uvolnit až kolem 38 kJ, kdežto z cukrů jen 20 kJ), z hlediska energetického krytí tělesné zátěže představují méně kvalitní zdroj. Vyplyvá to ze skutečnosti, že při využití 1 l kyslíku se z tuků uvolní jen 19 kJ, zatím co z cukrů 20,5 kJ. Jelikož je schopnost organismu dodávat kyslík do pracujících svalů omezená má tento nepatrný rozdíl značný praktický význam. V případě, že organismus pracující na hranici svých možností dodávky kyslíku, je nucený při nedostatku cukrů výrazně zvýšit podíl spalování tuků, znamená to, že bude mít k dispozici méně energie. Logickým důsledkem tedy bude snížení rychlosti pohybu.

Průběžné podávání cukrů během při dlouhodobějším vytrvalostním zatížení dokáže zvýšit jejich podíl na energetickém metabolismu a tak příznivě ovlivňuje výkon. [Hamar, 1996]

Svalová buňka využívá k obnově ATP všechny zdroje energie současně, ale podle charakteru a intenzity pohybu se jejich poměr mění. Zatím co při krátkých intenzivních výkonech trvajících desítky sekund je obnova ATP zajištěna z 90 – 70 % anaerobně, u výkonů trvajících kolem deseti minut se na obnově ATP podílí anaerobní i aerobní systém přibližně z 50 %. Při výkonech přesahujících hodinu již aerobní způsob hrazení energie výrazně převyšuje anaerobní, který je však v menší míře také zapojen, ale jen do té míry, že organismus jako celek dokáže udržovat hladinu laktátu na stále relativně nízké hladině, a tak nedochází k poklesu výkonu z důvodu přílišného zakyselení.

3.2. Vytrvalostní schopnosti

3.2.1. Definice vytrvalostních schopností

Matvějev (1977) chápe vytrvalost: „je schopnost odolávat únavě“.

Čelikovský (1990) tvrdí, že: „vytrvalost je schopnost dlouhodobě vykonávat pohybovou činnost na určité úrovni intenzity bez snížení její efektivity“.

Měkota (1995) definuje vytrvalost jako: „schopnost jak fyzicky, tak psychicky odolávat zatížení po dlouhou dobu, které vyvolá únavu a současně schopnost se rychle zotavovat po fyzické zátěži“.

Dovalil (2002) definuje vytrvalostní schopnosti jako „komplex předpokladů provádět činnost požadovanou intenzitou co nejdéle nebo co nejvyšší intenzitou ve stanoveném čase, tj. v podstatě odolávat únavě“.

3.2.2. Dělení vytrvalosti

Dělení vytrvalosti dle Kučery a Truksy (2000) vychází z délky trvání výkonu a energetickém krytí. Podle těchto faktorů rozlišujeme:

- 1) rychlostní vytrvalost (anaerobní glykolýza) do 20 – 30 s
- 2) krátkodobá vytrvalost (LA systém) do 2 – 3 min
- 3) střednědobá vytrvalost (LA + O₂ systém) do 8 – 10 min
- 4) dlouhodobá vytrvalost (O₂ systém) přes 10 min
 - dlouhodobá vytrvalost I
 - dlouhodobá vytrvalost II
 - dlouhodobá vytrvalost III
 - dlouhodobá vytrvalost IV

Dělení vytrvalosti podle Moravce (2004) vychází také z doby trvání a intenzity zatížení (viz Tabulka 1).

Tabulka 1

Struktura vytrvalostních schopností podle doby trvání a intenzity pohybové činnosti – zatížení (upraveno dle Moravce, 2004).

	K.V.	S.V.	D.V. I	D.V. II	D.V. III	D.V. IV
Délka	20s-2 min	2-10 min	10-35 min	35-90 min	90 min -6 hod	6 hod a více
Intenzita	max.	max.	submax.	submax.	střední	nízká
TF/min	185-195	190-200	180	170	160	120-160
VO₂max (%)	100	100-95	95-90	90-80	80-60	60-50
Energie (KJ/min)	250	190	120	105	80	75
Laktát (mmol/l)	13-20	14-22	12-15	7-9	4-5	3-méně
Energet. krytí	fosfát. glyk.	svalový glyk.	sval. a jat. glyk.	sval. a jat. glyk a tuky	Tuky a glykogen	Tuky a bílkoviny

3.2.3. Charakteristika dlouhodobé vytrvalosti²

3.2.3.1. Charakteristika dlouhodobé vytrvalosti I

Dlouhodobá vytrvalost I je vymezena dobou trvání 10 – 35 minut. V triatlonu do tohoto časového vymezení spadají jen některé formy sprint (super krátké) triatlonu.

Energetická spotřeba při těchto výkonech dosahuje 400 až 750 kcal (1 680 – 3 150 kJ). Hlavním zdrojem energie je svalový i jaterní glykogen, jenž dokáže pokrýt spotřebu zhruba 2 000 kcal (8 400 kJ). Obrat energie (energetický potenciál) je však vysoký, dosahuje 30 kcal.min⁻¹ (130 kJ.min⁻¹).

Energie bývá získávána ze 70 % u kratších a 80 % u delších zátěží aerobním metabolismem. 10 – 25 % z celkové energetické potřeby je kryto formou anaerobní látkové přeměny. Z tohoto důvodu se koncentrace laktátu v krvi zvyšuje. Je třeba počítat s její koncentrací okolo 12 mmol.l⁻¹. Při usilovném závěrečném zrychlení může dojít ke zvýšení koncentrace ještě o dalších 5 mmol.l⁻¹.

² [Havlíčková, 2004, Heler 1996, Neuman, 1996]

Na srdeční oběhový systém jsou kladeny vysoké nároky. Srdeční frekvence se pohybuje mezi 90 – 98 % SF_{max} a spotřeba kyslíku dosahuje 90 – 95 % VO₂max.

3.2.3.2. Charakteristika dlouhodobé vytrvalosti II

Doba trvání při výkonech spadajících do kategorie dlouhodobé vytrvalosti II je 30 – 90 minut. Do tohoto vymezení spadají závody v sprint triatlonu a na horní hranici 90 minut se pohybují i špičkové výkony v krátkém triatlonu.

Spotřeba energie stoupá až na 2 300 kcal (10 000 kJ). Intenzita energetické spotřeby se při intenzivní zátěži nad 60 minut pohybuje okolo 25 kcal (105 kJ) za minutu.

I při zátěži okolo 90 minut je srdečně oběhový systém značně namáhán. Srdeční frekvence člověka se pohybuje okolo 85 – 90 % SF max., spotřeba kyslíku se pohybuje mezi 85 – 90 % VO₂ max. Předpokladem vysoké sportovní výkonnosti v DV II je dosažení VO₂ max na úrovni 70 – 80 % ml.kg⁻¹.min⁻¹.

3.2.3.3. Charakteristika dlouhodobé vytrvalosti III

Časové vymezení dlouhodobé vytrvalosti III je 90 – 360 minut. Disciplíny triatlonu, které spadají do tohoto časového období, jsou krátký a střední triatlon.

V časovém období okolo 90 minut dochází při intenzivní zátěži ke kritickému poklesu zásob glykogenu jak ve svazech, tak v játrech. Glykogen je vyčerpán a spalováním tuku nemůže být udržena stejná intenzita. Nižší intenzitou je možné práci vykonávat déle než 90 minut, avšak bez příjmu živin není možné práci prodlužovat déle než zhruba o 20 – 30 minut.

Celková spotřeba energie v této oblasti kolísá dle časového rozsahu zhruba od 2 300 kcal (9 600 kJ) po 7 200 kcal (30 240 kJ). Vliv má i rozdílná tělesná hmotnost. Obecně platí, že na každý spotřebovaný litr kyslíku za minutu se uvolní 5 kcal energie za minutu. To při spotřebě 4 litrů kyslíku činí uvolnění 20 kcal energie za minutu. Z toho je využito asi jen 25 % na svalovou práci a 75 % se přeměňuje na teplo, které musí být odváděno.

Výkony v pásmu dlouhodobé vytrvalosti III jsou více než z 90 % kryty aerobními procesy. Závodníci se při těchto typech zátěže vyhýbají změnám tempa, protože i krátkodobá glykolýza narušuje látkovou výměnu. Pouze při intenzivním závěrečném zrychlení bývají naměřeny hodnoty laktátu v krvi okolo 3 – 5 mmol.l⁻¹.

Podíl mastných kyselin na energetické výměně činí 30 – 50 % a u vícehodinových zátěží až 70 %. Příjem cukrů během výkonu může jejich celkový nedostatek kompenzovat jen částečně. Hlavním kompenzačním mechanismem je neoglukogeneze.

Srdečně oběhový systém při těchto druhích zátěže nedosahuje horního funkčního rozsahu. Srdeční frekvence se pohybuje v rozmezí 70 – 90 % SF max. Jako rozhodující se jeví schopnost využívat vysoké procento VO_2 max a vysoká hustota kapilár ve specificky zatěžovaných svalech. Vytrvalci s vysokou aerobní trénovaností jsou schopni získávat energii až 95 % VO_2 max, aniž by docházelo k tvorbě laktátu.

3.2.3.4. Charakteristika dlouhodobé vytrvalosti IV

Do této kategorie spadají všechna vytrvalostní zatížení s dobou trvání přesahující 6 hodin. V triatlonu sem spadají disciplíny dlouhého a dvojnásobně dlouhého triatlonu.

Tyto výkony předpokládají energetickou výměnu intaktních tukových látek. Nezbytnou nutností je i příjem živin a tekutin v průběhu zátěže.

Látková výměna je celkově naladěna na silný katabolismus. To se projevuje zvýšením hladiny kortisolu, který podporuje lipolýzu, proteolýzu i glukoneogenezi, jako zdroje energie jsou využívány i glycerol a pyruvát, které jsou přeměňovány na glukózu.

Srdeční frekvence je z důvodů nižší intenzity při mnohahodinové zátěži poměrně nízká, pohybuje se kolem 50 – 70 % SF max. poměrně nízká je i spotřeba kyslíku, která odpovídá asi 50 – 60 % VO_2 max.

3.3. Anaerobní práh

3.3.1. Pojem anaerobního prahu

Anaerobní práh představuje nejvyšší možnou intenzitu zatížení, při které se při déletrvajícím zatížení ještě udržuje dynamická rovnováha mezi tvorbou laktátu v pracujících svalech a jeho odstraňováním (v játrech, srdci, a méně intenzivně pracujících kosterních svalech). Výsledkem této rovnováhy je sice zvýšená, ale relativně stálá hladina laktátu v krvi, a to bez dalšího progresivního zvyšování a bez průvodního stupňování subjektivních pocitů únavy. Zatížení na úrovni ANP se považuje za individualizovaně účinný prostředek rozvoje vytrvalostních aerobních schopností. I malé zvýšení intenzity zatížení nad úroveň ANP vede v důsledku kumulace laktátu k předčasnému přerušení pohybové činnosti, naopak nižší intenzita má menší stimulační účinek na rozvoj adaptačních změn, které směřují k zlepšování aerobních schopností. [Heller, 1996]

Hodnota ANP vyjadřující okamžik nelineárního nárůstu kumulování laktátu v krvi v závislosti na intenzitě zatížení je individuálně charakteristická a představuje hodnotu laktátu v krvi přibližně kolem 4 mmol.l^{-1} . U vytrvalců se pohybuje práh v oblasti koncentrace laktátu okolo $2 - 3 \text{ mmol.l}^{-1}$, podobně tak u starých lidí. U rychlostně trénovaných sportovců kolísá hodnota koncentrace laktátu na úrovni ANP mezi $4 - 5,5 \text{ mmol.l}^{-1}$. [Havlíčková, 1999]

Dosažení úrovně ANP se vyjadřuje srdeční frekvenci – SF_{ANP} , která se v tréninkovém procesu používá nejčastěji. Další možností vyjádření hodnoty ANP, kterou lze v tréninku snadno využít, je rychlost pohybu – intenzita, kterou bylo dosaženo hodnoty ANP při testu. Hodnotu ANP lze také vyjádřit hodnotou spotřeby kyslíku při ANP. Hodnoty naměřené při testu jsou vždy procentuálně vztaženy k maximálním dosaženým hodnotám. [Formánek, Hočic 2003]

Intenzita zatížení na úrovni aerobního prahu znamená z pohledu hrazení energetických požadavků zhruba 90 % hrazení z aerobních zdrojů (oxidativní fosforilací) a 10 % z anaerobních zdrojů energie (glykolytickou oxidací). [Bunc 1990]

U netrénovaných jedinců se hodnota ANP pohybuje okolo 50 – 70 % VO_{2max} , u trénovaných pak kolem 80 – 85 % VO_{2max} , posuzováno hodnotami srdeční frekvence se okolo 88 – 93 % SF_{max} [Bunc 1996] vytrvalostním tréninkem se hodnoty srdeční frekvence na úrovni ANP mírně snižují, či nemění. Dochází však ke zvyšování

odpovídající spotřeby kyslíku a tím i k zvyšování intenzity pohybové činnosti na úrovni ANP. [Havlíčková, 1999]

3.3.2. Důležitost sledování úrovně ANP při řízení tréninku vytrvalosti

Hodnota úrovně anaerobního prahu patří k základním parametrům charakterizujících obecnou zdatnost a pro vytrvalce patří také k rozhodujícím ukazatelům trénovanosti.

Maximální funkční parametry se prakticky téměř nemění v průběhu ročního tréninkového cyklu. Naproti tomu submaximální parametry se mnohem více mění v závislosti na tréninkovém podmětu. [Bunc, 1990]

Intenzita zatížení na úrovni ANP vyvolává značné nároky na aerobní systém a současně minimalizuje aktivizaci ATP-LA systému. Může být proto vhodným podmětem pro stimulaci aerobního výkonu i aerobní kapacity.

Diagnostika úrovně ANP je pro vytrvalostní sporty daleko významnější, než pouhé určení VO_2 max. Pro dosažení nejlepšího výkonu ve vytrvaleckých disciplínách, jejichž délka přesahuje 30 minut je mnohem důležitější schopnost dlouhodobého využití vysokého procenta maximálních aerobních předpokladů. Tu lze posoudit především na základě stanovení anaerobního prahu. Stejně jako u všech vytrvaleckých sportů, tak i v triatlonu je tedy diagnostika anaerobního prahu jedním ze základních předpokladů pro další odvozování tréninkových intenzit. [Fornánek, Horčic, 2003; Horčic, 2004]

Aktuálním stanovením ANP zjistíme optimální intenzitu fyzického zatížení pro rozvoj speciálních vytrvalostních schopností. Dlouhodobé systematické testování nám navíc poskytne možnost posuzovat změny připravenosti a tím získávat zpětnou vazbu na aplikovaný trénink.

Testování výkonnosti na úrovni ANP představuje neocenitelnou pomoc jak pro trenéra, tak i pro sportovce. Při znalosti úrovně ANP může být trénink efektivnější a téměř neustále individuální, jelikož lze snadno stanovit intenzity zatížení pro každého jedince zvlášť.

Pro stimulaci aerobního systému má trénování v oblasti ANP zcela zásadní význam. Trénink lze provádět po delší dobu, protože zakyselení zůstává po celou dobu v mezích normy. Pro sportovce často není trénink v pásmu ANP příliš oblíbený a do jisté míry značně obtížný. Problém tkví především v tom, že „tělo“ – svaly jsou sice schopny akceptovat vysokou intenzitu zatížení, „ale hlava“ – psychika je již do jisté míry nalomena. Ale právě tento typ zátěže, pokud je správně použit v celém

tréninkovém cyklu často rozhoduje o dobrém umístění v celém závodě.

[Formánek, Horčic, 2003]

Testování výkonnosti na úrovni ANP představuje neocenitelnou pomoc jak pro trenéra, tak i pro sportovce. Při znalosti úrovně ANP může být trénink efektivnější a téměř neustále individuální, jelikož lze snadno stanovit intenzity zatížení pro každého jedince zvlášť.

3.4. Zátěžová diagnostika

3.4.1. Zátěžová diagnostika

Pod obecným termínem sledování sportovců rozumíme diagnostiku stavu organismu sportovce, a to ze dvou základních hledisek:

- z hlediska připravenosti podávat specifický sportovní výkon
- z hlediska zdravotního stavu, jako základního předpokladu determinujícího sportovní činnost

Obě oblasti tvoří jeden funkční celek, z pohledu kontroly tréninku se dále budu zabývat jen funkční zátěžovou diagnostikou, která má již řadu let své pevné místo ve vrcholovém sportu.

Díky systematickému sledování a změnám vybraných funkčních parametrů je možné posuzovat změny trénovanosti a tím získat zpětnou vazbu na řízení tréninkového procesu.

Vzhledem k množství testů a metodik funkční zátěžové diagnostiky je třeba vyšetření:

- volit s největší specifickou výpovědní hodnotou
- provádět je ve vhodném období
- provádět ve stejné podobě (tj. testy v průběhu sledování neměnit a nemodifikovat)
- provádět pokud možno na stejném pracovišti a přístrojovém vybavení,
- přikládat přiměřený význam a dobře je interpretovat

Zátěžová diagnostika by měla probíhat v návaznosti na ročním tréninkovém cyklu. Vrcholoví triatlonisté by měli být testováni 2× – 4× ročně a to na závěr a v průběhu přípravného období I a II (rozmezí listopad – prosinec, resp. březen – duben). V případě testování jednou ročně je nejvhodnější zařadit testování na konec přípravného období I, kdy získané údaje napomáhají v řízení intenzivnějšího tréninku v přípravném období II.

Samozřejmostí by mělo být absolvování vyšetření v optimálním fyzickém stavu a pozitivní motivace testovaných k podstoupení vyšetření. Nedoléčené onemocnění

nebo úraz, příznaky přetrénování, vysoký stupeň únavy z předchozích tréninků či velký tréninkový výpadek jsou často příčinou nedostatečné výpovědní hodnoty

Pro vytrvalostní sporty obecně volíme ze zátěžových testů převážně ty, které jsou zaměřené na diagnostiku aerobních schopností a které vypovídají o výkonnosti: oběhového a dýchacího systému a oxidativní kapacitě kosterního svalstva.

Nejdůležitějším, nikoliv však jediným, zjišťovaným parametrem je maximální spotřeba kyslíku ($VO_2\max$) a úroveň ventilačního anaerobního prahu. Tyto hodnoty charakterizují obecnou zdatnost pro vytrvalce a jsou též rozhodujícím ukazatelem trénovanosti.

Pro určení maximálních aerobních schopností je nutné provést stupňovaný test do maxima prostřednictvím pokud možno specifického zatížení.

Při volbě formy a prostředku zatížení pro maximální test je nutné brát v úvahu i způsob zatěžování v konkrétním období triatlonové přípravy během ročního cyklu a také cíle, které testováním ověřujeme. V přípravném období I převládá běžecká a plavecká příprava nad cyklistickou a běh s plaváním je hlavním prostředkem pro rozvoj specifické aerobní vytrvalosti, proto v prosincovém termínu testování volíme zatížení na běhacím koberci případně plaveckém ergometru. Při diagnostice probíhající v předjarním období je účelnější použít zátěžový test na bicyklovém ergometru. Hodnoty $VO_2\max$ získané na bicyklovém ergometru jsou obvykle o 5 – 10 % nižší, ale vzhledem k tréninkovému zatížení v jarním období mají větší výpovědní hodnotu a možnost praktického využití zjištěných prahových hodnot (ANP).

[Fornánek, Horčic, 2003, Heler 1996]

3.4.2. Přehled funkčních parametrů

Pro triatlon je vhodné provádět diagnostiku na běhacím koberci, bicyklovém ergometru nebo plaveckém ergometru.

Při diagnostice aerobních schopností hodnotíme následující parametry:

Maximální aerobní kapacitu, která odpovídá celkově mobilizovatelnému množství energie, kterou lze získat aerobním způsobem z ATP.

Maximální aerobní výkon, který představuje maximální množství energie uvolněné aerobním způsobem za určitý čas. Je vyjádřen aktuální hodnotou $VO_2\max$.

Maximální srdeční frekvenci (SFmax), tedy nejvyšší hodnotu srdeční frekvence, obvykle při maximálních zatíženích

Tepový kyslík. Tepový kyslík označuje kolik mililitrů kyslíku se přeneso jedním srdečním stahem. Je zároveň ukazatelem výkonnosti a ekonomiky oběhového systému.

Maximální ventilaci (Vmax), která odpovídá litrům vzduchu prodýchaným plicemi za jednu minutu.

Maximální spotřebu kyslíku (VO₂max), představuje komplexní ukazatel maximální oxidativně metabolické schopnosti organismu i výkonnosti transportního systému.

Dechovou frekvenci v maximu (Dfmax), která bývá často vázaná na rytmus pohybu (pohybový stereotyp), obvykle dosahuje hodnot kolem 50 – 60 vdechů za minutu

Dechový objem v maximu (VT) - u špičkových triatlonistů dosahuje 2,5 – 3 litry.

Maximální koncentrace laktátu (LA max), jedná se o biochemicky zjištěnou maximální pozátěžovou koncentraci laktátu v kapilární krvi. Odpovídá úrovni zapojení anaerobního metabolismu a nepřímo naznačuje úroveň silově vytrvalostních schopností.

Ventilační anaerobní práh (ANP) - viz. 3.4.4.2.

3.4.3. Specifika ANP v triatlonu

Nebyla nalezena významná korelace mezi časem plavání a fyziologickými změnami naměřenými v laboratoři při testu na bicyklovém ergometru a běhátku. To může být vysvětleno specifickými schopnostmi a ekonomikou pohybu, potřebnou pro tyto disciplíny. [Zhou, Robson, King, Davie 1997]

Testy na zjištění ANP musí být pro každou disciplínu skutečně odděleně, specificky pro každou část triatlonu. Hodnoty srdeční frekvence na úrovni ANP se u jednotlivých částí triatlonu liší, nejvyšší byly zjištěny u běhu, nejnižší u plavání.

Z části triatlonu je nejnižší hodnota parametrů na úrovni ANP v plavání. Tento jev vysvětluje zapojení menší části svalové hmoty do pohybu nebo odlišná úroveň výkonnosti testované osoby v jednotlivých částech triatlonu. [Bruyn, 1991]

3.4.4. Přehled metod stanovení anaerobního prahu

ANP lze stanovit při opakovaném stupňovaném zatížení invazivním způsobem ze změn koncentrace laktátu, nebo neinvazivně při souvislém stupňovaném zatížení z ventilačních respirometrických hodnot či pomocí kinetiky srdeční frekvence.

3.4.4.1. Stanovení ANP na základě vyhodnocení laktátové křivky

Při stanovení ANP na základě vyhodnocení laktátové křivky používáme metodu opakovaných stupňovaných zátěží, kdy je testovaná osoba zatěžována nejméně čtyřmi, raději však výše stupni zatížení. Každý stupeň může být charakterizován buď dobou trvání (nejlépe 3 minuty a déle), nebo vzdáleností. Mezi jednotlivými stupni zatížení je minutová pauza, ve které je testovaným osobám odebrána kapka kapilární krve, ze které se určí hladina laktátu. Hladiny laktátu spolu s hodnotami srdeční frekvence a rychlostí pohybu jsou zaznamenány a vyhodnocovány. Analýzou laktátové křivky je zjištěn začátek exponenciálního nárůstu koncentrace laktátu a v závislosti na zatížení stanovujeme „bod zlomu“, či začátek strmého bodu laktátu, který odpovídá tzv. individuálnímu laktátovému prahu. Ke stanovení ANP se používá grafických metod, či matematických postupů, nebo se využívá počítačových programů.

Provedení testů a hlavně jejich vyhodnocení je poměrně dost náročné a vyžaduje odborné i praktické zkušenosti.

3.4.4.2. Stanovení ANP pomocí vyhodnocení změn ventilačních parametrů

Reakce dýchacího systému na zvyšovanou zátěž se zpočátku projevuje lineárním vzrůstem minutové ventilace, výdeje CO₂ i poměrů respirační výměny, který je vázán na vzestup spotřeby kyslíku. Při určité intenzitě zatížení (60 – 80 % dle úrovně trénovanosti) dochází ke zlomu a všechny tři parametry vzrůstají rychleji než spotřeba kyslíku. Současně dochází i ke zřetelnému poklesu frakce využití kyslíku z ventilovaného vzduchu. Tento „bod zlomu“ odpovídá intenzitě ANP.

3.4.4.3. Stanovení ANP pomocí Conconiho testu

Conconiho test je jednou poměrně spolehlivých metod jak určit „bod zlomu“ bez nutnosti odběru krve. Tento test využívá pro zjištění ANP kinetiky srdeční frekvence a rychlosti pohybu. Používá se především v terénních podmínkách, jelikož jeho provedení a vyhodnocení umožňují některé typy sporttesterů. Tato metoda nebo její modifikace je nazývána podle italského biochemika F. Conconiho.

Test vychází z předpokladu, že srdeční frekvence stoupá se zvyšující se intenzitou zatížení lineárně pouze v oblasti středních stupňů zatížení, v pásmu asi 120 – 170 tepů/mim., celá zátěžová srdeční křivka má při tom typický průběh. Při dalším zvyšování intenzity pohybu se srdeční frekvence již zvyšuje nelineárně. Bod, kde dochází k porušení linearit křivky, označuje hladinu ANP. Abychom mohli křivku správně vyhodnotit, je třeba použít dostatečný počet stupňů zatížení (cca 12 – 16), kdy první stupeň zatížení odpovídá intenzitě na úrovni srdeční frekvence cca 120 – 130 tepů/min. Celková doba běhu by neměla překročit 15 – 20 min.

Ačkoli se tato metoda na první pohled jeví velmi jednoduše, skrývá v sobě řady obtíží spojených převážně s odpovídajícím stupňováním rychlosti pohybu, který významně ovlivňuje průběh srdeční frekvence.

3.4.4.4. Stanovení ANP teoretickým výpočtem

Všechny dosud uvedené způsoby stanovení ANP přináší nemalé obtíže vyplývající jak z provedení testu samotného a jeho vyhodnocení, tak z náročnosti na materiální vybavení.

Provedení a vyhodnocení vyžaduje značné zkušenosti pro dosažení co nejpřesnějšího výsledku.

Na základě velkého počtu měření údajů z literatury se ukazuje, že srdeční frekvence na úrovni anaerobního prahu leží v pásmu 80 – 93 % maximální srdeční

frekvence. Toto pásmo je nezávislé na zdatnosti, pohlaví a věku. [Formánek, Horčic, 2003]

Při praktickém použití se nedopustíme veliké chyby, použijeme-li pro stanovení srdeční frekvence na úrovni anaerobního prahu hodnoty 90 % maximální SF. Jediným problémem pak zůstává stanovení maximální SF. K jejímu určení používáme přiměřeně dlouhé zatížení s maximální intenzitou pohybu s dobou trvání 4 – 10min.

Jako kontrolní kritérium lze také použít vztah dávající do souvislosti maximální SF a věk.

$$SF_{\max} = 220 - \text{věk}$$

[Astrand, Rodahl, 1986]

Výše uvedený vztah má však velmi omezenou platnost, jelikož nerespektuje individuální zvláštnosti sledovaných jedinců. Selhává především u vytrvalostně trénovaných jedinců.

Pro vytrvalostně trénované sportovce je vhodnější použít k orientačnímu stanovení ANP v terénních podmínkách následující vzorce vypracované Buncem.

Plavání	$SF_{\text{ANP}} = \{210 - 1,06 * \text{věk (roky)}\} * 0,9$
Cyklistika	$SF_{\text{ANP}} = \{210 - 0,94 * \text{věk (roky)}\} * 0,9$
Běh	$SF_{\text{ANP}} = \{210 - 1,04 * \text{věk (roky)}\} * 0,9$

3.5. Fyziologické aspekty běhu a plavání

3.5.1. Plavání

Plaváním se rozumí lokomoční pohyb ve vodě, při němž se využívá vztlaku a odporu prostředí.

Žádný sport není pro člověka tak specifický jako plavání. Na jedné straně pobyt člověka ve vodě vyvolává jinde nepoznanou euforii z adaptace na vodní prostředí, na druhé straně je vlastní plavání pro člověka nepřírozené a obtížné.

Energetická náročnost plavání závisí na její rychlosti, plaveckém způsobu, technickém zvládnutí pohybových návyků a na teplotě vody. Podle energetické náročnosti jsou při stejné rychlosti plavání jednotlivé plavecké způsoby seřazeny sestupně - prsa, znak, motýlek, kraul. Při srovnatelné rychlosti vyžaduje kraul jen 71 % energie vynaložené na prsa. Celková účinnost (poměr mezi příkonem a výdejem energie) je u plavání kraulem asi 15 %, u prsou jen 5 %. Celkovou účinnost lze zvýšit pohybovou dovedností.

Asi 80 % z celkové energie spotřebované při plavání se přemění na teplo, které je z těla odvedeno, jinak by docházelo k jeho přehřátí. Při plavání, na rozdíl od běhu, je celý povrch těla chlazen vodou – tedy mnohem účinněji než proudícím vzduchem (protože tepelná vodivost vody je až 25× vyšší než vzduchu). Ztráty tepla kůží ve vodě jsou pak až 30× větší než na vzduchu. To umožňuje vnitřním orgánům, zejména svalům, srdci, plicím, játrům podávat nesrovnatelně vyšší výkony nežli při chlazení vzduchem.

Celkově je však při plavání efektivita využití energie nižší než u běhu přibližně o 21 – 25 %.

Ženy dosahují u všech plaveckých způsobů vyšší účinnosti než muži, protože používají menší síly a jejich pohyby jsou plynulejší. Jejich odlišná stavba těla způsobuje menší odpor a větší vztlak (nižší hmotnosti a relativně menší denzitou).

Při plavání se do cyklického pohybu zapojují velké svalové skupiny téměř celého těla včetně svalů, které při běhu výrazně zapojeny nejsou.

Horizontální poloha a ponoření do vody výrazně ovlivňují činnost srdce a krevního oběhu. Ponoření do vody o teplotě 18 – 30 °C obvykle vyvolá pokles tepové frekvence až o 15 tepů za minutu. Proto u dobře trénovaných plavců strop tepové frekvence obvykle nepřevyšuje 190 tepů za minutu, což je méně než u většiny jiných

sportů. Díky vodorovné poloze při plavání, je významně usnadněna práce krevního oběhu, zejména žilní návrat krve do pravé části srdce.

Technika plavání i vodní prostředí ovlivňují jak ventilační, tak i cirkulační funkční parametry. Působení hydrostatického tlaku vody na tělo mění jak mechaniku dýchání, dechové objemy tak i frekvenci dýchání. Při plavání není ztížen pouze nádech, ale i výdech prováděný pod hladinou. Dýchací svaly musejí vynakládat větší úsilí k překonání odporu stlačených dýchacích cest a plic. Vitální kapacita se kvůli překonávání zvýšeného odporu dýchacích svalů a zadržetí krve v hrudníku snižuje o 10 %. Dechová frekvence je závislá na frekvenci pohybů a technice dýchání, která se u plaveckých způsobů liší. Při kraulu se nádech provádí na jednu nebo obě strany a plavec má pro něj velmi málo času, proto musí nadechovat rychle a hluboce. Výdech je naopak vhodné rozložit na delší dobu, aby bylo využito většího vztlaku při nadechnutých plicích. Výdech má být co nejúplnější, nosem i ústy.

Při plavání nemůže docházet ke zvyšování ventilace zrychlováním dechové frekvence tak jak při jiných cyklických činnostech včetně běhu. U plavání musí dojít k prohloubení dýchání a tím k zvýšení dechového objemu. Vynucené hrudní dýchání, způsobené ztíženým bráničním dýcháním, vede k rozvoji hrudního svalstva.

Protože vztlak vody zmenšuje nadměrný tlak na klouby a kosti, plavci mají obvykle méně problémů se zraněním pohybového aparátu.

[Čechovská, Svobodová, 1994Havlíčková, 1993, , Macejková, 2005]

3.5.2. Běh

Vedle chůze je běh základním, fylogeneticky nejstarším a nejpřirozenějším lokomočním pohybem člověka.

Běh je nejběžnějším cyklickým pohybem, ve kterém na rozdíl od chůze běžec ztrácí ve fázi letu oporu se zemí, a tím lze běh charakterizovat, jako rytmickou soustavu kroků.

Mechanická účinnost se u běhu pohybuje v rozmezí 15 – 35%, což ukazuje na značné rozdíly mezi trénovanými a netrénovanými jedinci. Při běhu je na rozdíl od plavání zapojen menší počet velkých svalů. Hlavní hnací skupinou svalů jsou flexory a extenzory dolních končetin. Ostatní svaly mají pomocnou funkci. Pohyb trupu napomáhá pohybu končetin.

Rychlost pohybu nejvíce závisí na délce kroku a jeho frekvenci. Pro běžce nejpřirozenější délka kroku mu zaručuje nejmenší možný výdej energie. Ten vzrůstá jak při zkracování, tak zvláště při prodlužování kroku. Optimální délka kroku je pro každého jedince individuální.

Práce paží má funkci vyrovnávající a zrychlující. Na vyrovnání se podílí jednak změna místa hmoty, tj. střídavý asymetrický pohyb těžišť obou končetin vzhledem k nohám, jednak tahové a tlakové účinky tohoto pohybu v tělesných tkáních na pánev. Zrychlující funkce se projevuje v sečítání setrvačné síly paže, která se pohybuje se vpřed zároveň se švihovou nohou. Správná technika běhu účinnost lokomoce pozitivně ovlivňuje.

Limitujícím faktorem pro vytrvalostní běhy jsou funkční parametry kardiopiračního systému, který musí zajistit dostatečnou dodávku kyslíku pracujícím svalům. Dýchání není oproti plavání časově omezeno. [Formánek, Horčic, 2003]

4. CÍLE, ÚKOLY A HYPOTÉZY

4.1. Cíle práce:

- A) Vyhodnocení změn individuální výkonnosti na úrovni anaerobního prahu plavání a běhu triatlonistů - juniorů v období 2001 – 2009**
- B) Porovnání průměrné výkonnosti na úrovni ANP v běhu a plavání triatlonistů - juniorů 1994 – 2000 a 2001 – 2009.**

Úkoly práce:

- 1) Vyhodnotit výkonnost na úrovni ANP v běhu a plavání u skupin juniorských triatlonistů v letech 2001 – 2009 u 25 – 30 sportovců.
- 2) Vyhodnotit dynamiku sledovaných ukazatelů a statisticky zpracovat.
- 3) Porovnat úroveň výkonnosti na úrovni ANP v běhu a plavání triatlonistů-juniorů z období 1995 – 2000 s obdobím 2001 – 2009.

4.2. Hypotézy:

- H1.: Změny průměrné výkonnosti na úrovni ANP triatlonistů v běhu a plavání v porovnání jednotlivých juniorských kategorií v období 1995 – 2000 a období 2001 – 2009 jsou shodné.
- H2.: Průměrná výkonnost na úrovni ANP skupiny reprezentantů (věk 16,1 – 20 let) testovaných v období 2001 – 2009 bude vyšší oproti skupině reprezentantů testovaných v období 1995 – 2000.

5. SOUBOR A METODIKA

5.1. Soubor dat a charakteristika souboru

5.1.1. Způsob vytvoření souboru dat

K vytvoření souboru byly použity podklady poskytnuté PaedDr. Josefem Horčicem, Ph.D. z Laboratoře sportovní motoriky Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.

Pravidelné určování anaerobního prahu v běhu a plavání u reprezentačních výběrů triatlonistů probíhá od roku 1994 stále stejnou metodou.

Výsledky měření ANP v běhu i plavání jsou zpracovány laboratoří sportovní motoriky FTVS UK na počítači s využitím softwaru Laktat – Test ver. 6.0+ by ETB – SOFT, jehož autorem je Mag. Ernst Böck.

Testování se každým rokem účastní širší reprezentační výběr juniorů, juniorek a K23 sestavovaný Českým svazem triatlonu. Kritériem pro zařazení do reprezentačního výběru jsou výsledky dosažené v minulé sezóně.

5.1.2. Charakteristika souboru

Základ souboru tvoří nejlepší čeští triatlonisté dorostenecké, juniorské kategorie a K 23 letech 2001 – 2009.

Rozsah souboru činí 74 jedinců ve věku od 15,7 do 22,7 let, z toho je 46 mužů ve věku od 16,1 do 22,5 let a 28 žen ve věku od 15,7 do 22,7 let.

Tito jedinci byli rozděleni podle věku do čtyř kategorií. Kategorie A byla vymezena věkem 14,1 – 16 let, kategorie B věkem 16,1 – 18 let, kategorie C věkem 18,1 – 20 let a kategorie D věkem 20,1 – 23 let.

Do souboru byly zahrnuty pouze nejlepší individuální výsledky všech jedinců dosažené v každé kategorii.

Celkově bylo tedy do souboru dat zahrnuto 60 výsledků z plaveckých a 42 výsledků z běžeckých testů ANP u mužů a 30 výsledků z plaveckých a 22 z běžeckých testů u žen. Počty vyhodnocených výsledků z testů ANP v plavání a běhu v jednotlivých kategoriích mužů i žen, jejich průměrný věk a SD jsou uvedeny v Tabulce 2

Tabulka 2

Počet vyhodnocených výsledků z testů ANP v jednotlivých kategoriích mužů i žen a jejich průměrný věk

kategorie		plavání			běh		
		n	věk - průměr [roky]	SD	n	věk - průměr [roky]	SD
A	muži						
	ženy	3	15,8	0,05	2	15,7	0,08
B	muži	20	17,4	0,50	11	17,5	0,39
	ženy	13	17,4	0,48	9	17,4	0,48
C	muži	30	19,4	0,58	24	19,6	0,52
	ženy	12	18,8	0,57	11	19	0,63
D	muži	10	21,1	0,79	7	20,8	0,36
	ženy	2	22,7	0,03			

5.2. Metodika

5.2.1. Organizace měření

V laboratoři sportovní motoriky FTVS UK jsou stanovovány anaerobní prahy v plavání a běhu jako součást komplexní diagnostiky triatlonistů.

Testování triatlonistů, které zahrnuje část laboratorní a část terénní, probíhá ve dvou dnech. V laboratořích probíhají maximální zátěžové testy, Wingate test, testy na biokinetickém trenažéru, antropometrické vyšetření, měření kloubní pohyblivosti, lékařské a psychologické vyšetření.

V terénních testech (5 × 2 km běh, 4 × 300 m plavání) se zjišťují hodnoty anaerobních prahů. Plavecký test je zařazen první den v dopoledních hodinách a druhý den pak probíhá test běžecký.

5.2.2. Diagnostika anaerobního prahu (ANP) provedení testů

Laktátový ANP jsme stanovovali pro plavání a běh v terénních podmínkách pomocí vyhodnocení laktátové křivky. Použili jsme metodu opakovaných stupňovaných zátěží, kdy osobu zatěžujeme nejméně čtyřmi, raději však více stupni zatížení. Každý stupeň zatížení může být charakterizován buď dobou trvání (nejlépe 3 min a déle) nebo vzdáleností. Hladiny laktátu spolu s hodnotami srdečních frekvencí a rychlosti běhu či plavání byly počítačově zpracovány a vyhodnoceny. Analýzou laktátové křivky zjišťujeme začátek exponenciálního nárůstu koncentrace laktátu a v závislosti na zatížení stanovujeme "bod zlomu" či maximální nárůst, který odpovídá tzv. individuálnímu laktátovému prahu. Ke stanovení jsme použili nejprve grafické metody či matematické postupy - první derivaci dLA/dI (I = intenzita zatížení) dle Bunce (1989) a následně jsme vyžívali softwaru na analýzu laktátové křivky.

5.2.3. Popis plaveckého testu na určení ANP a sledované parametry

Plavecký test na stanovení anaerobního prahu probíhá v krytém bazénu (25 m) a je složen ze čtyř třísetmetrových úseků s intervalem odpočinku jedné minuty. Během

intervalu odpočinku je zaznamenávána srdeční frekvence a je odebrán krevní vzorek z bříška prstu horní končetiny. Intenzita zatížení v jednotlivých úsecích závisí na aktuální výkonnosti testované osoby. Důležité je dodržet podmínku, aby první úsek byl absolvován v čistě aerobním pásmu, druhý v pásmu přechodu mezi aerobním a anaerobním prahem, třetí mírně nad úroveň naposledy stanoveného anaerobního prahu a čtvrtý v anaerobním pásmu.

Sledované parametry

U souboru triatlonistů byly měřeny a vyhodnoceny tyto parametry:

Věk		[roky]
Srdeční frekvence	SF	[tep/min]
Čas	t	[min]
Rychlost	v	[m/s]
Hladina laktátu	LA	[mmol/l]

5.3.4. Materiálně-technické zabezpečení měření

Srdeční frekvence byla monitorována sporttestry firmy Polar Electro, jejichž součástí je mikropočítačový přijímač a elektrodový hrudní pás s vysílačem.

Vzhledem k problémům se snímáním srdeční frekvence u mužů v průběhu zatížení byl hrudní pás vysílače připnut k přídatnému ramínku, které umožňuje snadné přiložení vysílače na hrudník. Výhodou tohoto řešení je možnost použití jednoho ramínka pro postupné měření SF u více sportovců.

Ženy mají po celou dobu testu pás s vysílačem i mikropočítačový přijímač připevněný na svém těle a srdeční frekvence je průběžně ukládána do paměti přijímače.

Pro odebrání krevních vzorků ke stanovení hladiny laktátu je u bazénu přichystána terénní laboratoř vybavená k tomuto účelu.

Dalšími nezbytnými pomůckami byly stopky, předtištěné formuláře k zaznamenávání mezičasů, celkového času a srdeční frekvence.

5.2.5. Průběh vlastního měření

Před zahájením testu je testovaný seznámen s průběhem testu a požadovanými časy jednotlivých úseků, které jsou určeny z výsledků předešlých testování. Následuje individuální rozcvičení a rozplavání. Poté testovaný absolvuje test podle pokynů testujícího v předem vyčleněné části dráhy bazénu. Bezprostředně po dokončení každého úseku je u mužů měřena srdeční frekvence pomocí sporttestrů POLAR s přídavným ramínkem. To podává sportovci testující osoba a přepisuje naměřenou okamžitou hodnotu srdeční frekvence z přijímače do protokolu. Použití této metody záznamu SF je snížení hodnoty SF zaznamenávané bezprostředně po zatížení zhruba o 5 až 10 tepů za minutu oproti skutečné SF v průběhu zatížení. Důvodem tohoto snížení je zhruba 3 – 5 sekundová prodleva při nasčítání tepů po přiložení vysílače na hrudník. Tímto se naměřené hodnoty SF u mužů stávají pro potřeby hodnocení pouze orientační. Ženy mají hrudní pás s vysílačem i přijímač upevněný na těle a SF je po celou dobu testu zaznamenávána do paměti přijímače. Pro kontrolu hlásí také bezprostředně po doplávání každého úseku srdeční frekvenci testujícímu, který jí zaznamenává.

Ihned po změření a zaznamenání srdeční frekvence vylézá testovaný z plaveckého bazénu a odchází k odebrání krevního vzorku, do terénní laboratoře umístěné v bezprostřední blízkosti bazénu. Organizace návaznosti jednotlivých odběrů krve musí akceptovat dobu nutnou pro odebrání a prvotní zpracování krevního vzorku, což se u zkušené laborantky pohybuje kolem 1 minuty. Koncentrace krevního laktátu je stanovena standardní enzymatickou metodou z kapilární krve odebrané z bříška prstu na konci první minuty po zátěži.

Během intervalu odpočinku dává také testující testovanému informaci o splnění časového limitu na daný úsek. Po uplynutí intervalu odpočinku, cca 1 minuty, startuje testovaný z vody na pokyn testujícího na další úsek.

Po dokončení posledního úseku je srdeční frekvence změřena ihned, 30 s a 60 s po výkonu. Pak teprve probíhá odběr krevního vzorku.

Testující zaznamenává průběžně dosažené časy (50, 100, 200, 300 m) a hodnoty srdeční frekvence do předem připraveného formuláře.

Pro úspěšné provedení měření je nutný svědomitý přístup jak testovaného sportovce, tak i testující osoby.

5.2.6. Popis běžeckého a průběh testu na určení ANP a sledované parametry

Běžecké testy na stanovení anaerobního prahu byly realizovány ve standardních podmínkách atletické kryté haly na dráze s umělým povrchem. Běžecký test se skládá ze čtyř až pěti dvoukilometrových úseků s intervalem odpočinku jedné minuty. Během intervalu odpočinku je testovanému z ušního lalůčku odebrán krevní vzorek. Intenzita zatížení v jednotlivých úsecích je opět individuální podle aktuální výkonnosti a přihlédnutím k výsledkům z minulého testování. Stejně jako u plaveckého testu je nutné dodržet podmínku, aby první a druhý úsek byl absolvován čistě v aerobním pásmu, třetí v pásmu přechodu mezi aerobním a anaerobním prahem, čtvrtý mírně nad úrovní naposledy stanoveného ANP a pátý v anaerobním pásmu.

Sledované parametry:

U souboru triatlonistů byly měřeny a vyhodnoceny tyto parametry:

Věk		[roky]
Srdeční frekvence	SF	[tep/min]
Čas	t	[min]
Rychlost	v	[m/s]
Hladina laktátu	LA	[mmol/l]

5.2.7. Materiálně-technické zabezpečení měření

Srdeční frekvence byla monitorována sporttestry firmy Polar Electro, jejichž součástí je mikropočítačový přijímač a elektronový hrudní pás vysílačem.

Testovaní sportovci mají po celou dobu testu pás s vysílačem i mikropočítačový přijímač připevněný na svém těle a srdeční frekvence je průběžně ukládána do paměti přijímače.

Pro odebrání krevních vzorků ke stanovení hladiny laktátu je v blízkosti atletické dráhy přichystána terénní laboratoř vybavená k tomuto účelu.

5.2.8. Průběh vlastního měření

Nejprve je nutné seznámit sportovce s průběhem testu a rychlostmi běhu v jednotlivých úsecích (vhodné je vypracovat mezičasy na kratší úseky např. na 200 m nebo 400 m pro lepší kontrolu rychlosti běhu). Následuje individuální rozcvičení. Testovaný absolvuje test podle pokynů testujícího.

Časový průběh testu (začátek a konec úseku, interval odpočinku) si sportovec samostatně zaznamenává do sporttesteru (Polar Electro) včetně průběžného měření srdeční frekvence v pětisekundových intervalech.

Během intervalu odpočinku je odebrán krevní vzorek z bříška prstu. Koncentrace krevního laktátu (La) byla stanovena standardní enzymatickou metodou z kapilární krve odebrané z bříška prstu na konci první minuty po zátěži.

V průběhu úseků i v intervalu odpočinku podává testující testovaným sportovcům informace o plnění časového limitu na daný úsek.

Pro úspěšné provedení měření je nutný svědomitý přístup jak testovaného sportovce, tak i testující osoby.

5.3. Metody zpracování

5.3.1. Základní matematicko-statistické charakteristiky

Základní matematicko-statistické charakteristiky byly vypočítány pro věk a parametry na úrovni anaerobního prahu: průměrný čas na 100 m plavání [s], rychlost plavání [m/s] a srdeční frekvence v plavání [n/min.] a průměrný čas na 1 km běhu [s], rychlost běhu [m/s] a srdeční frekvence [n/min.] (parametr čas na 100 m v plavání a 1000 m v běhu byl zvolen pro jeho používání v trenérské praxi).

K vyhodnocení byly použity následující charakteristiky:

Aritmetický průměr	x	součet naměřených hodnot dělená jejich počtem
Medián	M	číslo, které leží uprostřed podle velikosti uspořádaného souboru
Minimální hodnota	min.	
Maximální hodnota	max.	
Směrodatná odchylka	SD	vyjadřuje kolísání ve stejných jednotkách, ve kterých je veličina měřena; směrodatná odchylka je druhá odmocnina rozptylu
Rozsah souboru	n	pro vyhodnocení základní matematicko-statistické charakteristiky byl soubor rozdělen dle pohlaví do dvou věkových kategorií.
T – body		standardizované hodnoty, které lépe postihují rozdíly vzhledem k určenému modelu - normě.

5.3.2. Změny průměrné výkonnosti na úrovni ANP v dlouhodobém tréninkovém procesu

Modelem byly základní matematicko-statistické charakteristiky 3 věkových kategorií (16,1 – 18 a 18,1 – 20 a 20,1 – 23) triatlonistů, tj. průměrné hodnoty věku a parametrů na úrovni ANP: času na 100 m u plavání a 1000 m u běhu [s], rychlosti běhu a plavání [m/s] a srdeční frekvence [n/min] (parametr čas na 100 m v plavání a 1000 m v běhu byl zvolen pro jeho používání v trenérské praxi).

Modelové hodnoty byly graficky zpracovány do kombinovaných, sloupcových a spojnicových grafů.

Dále byly vypočítány rozdíly průměrných hodnot jednotlivých věkových kategorií jak v jednotkách příslušných parametrů, tak v procentech.

Vzhledem k nízkému počtu sledovaných osob jsme nezjišťovali k hodnocení změn výkonnosti na úrovni ANP statistickou významnost pomocí t – testu. K hodnocení rozdílu výkonnosti na úrovni ANP byla tedy na základě trenérských zkušeností použita věcná významnost, která byla stanovena procentuálně. Tabulka 2

Tabulka 3

Věcná významnost rozdílů ve výkonnosti mezi jednotlivými věkovými kategoriemi v plavání a běhu.

věková kategorie	$t_{\text{pla}}/100$	$t_{\text{běh}}/1000$
	%	%
16 – 18/18,1 – 20	1,5	2
18,1 – 20/20,1 – 23	2	2,5

Pozn.: $t_{\text{pla}}/100$ čas potřebný na uplavání 100 m rychlostí na úrovni ANP

$t_{\text{běh}}/1000$ čas potřebný na uběhnutí 1000 m rychlostí na úrovni ANP

5.3.3.1. Porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP v mládežnických kategoriích v plavání z období 1995 – 2000 a 2001 – 2009

Pro porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP v plavání a běhu v dlouhodobém tréninkovém procesu z období 1995 – 2000 a 2001 – 2009 byly použity podklady z diplomové práce „Anaerobní práh triatlonistů

v plavání“ [Veber, 2000] a námi zpracované změny průměrných parametrů na úrovni ANP v dlouhodobém tréninkovém procesu v období 2001 – 2009.

V diplomové práci [Veber 2000] byly zpracovány změny průměrné výkonnosti na úrovni ANP pouze v plavání. Z tohoto důvodu můžeme mezi sebou porovnat změny průměrné výkonnosti na úrovni ANP pouze v této disciplíně.

5.3.3. Porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu v dlouhodobém tréninkovém procesu

Pro porovnání změn **průměrné výkonnosti na úrovni ANP** v plavání a běhu byly použity podklady z disertační práce „Řízení a objektivizace tréninkového procesu ve vytrvalostních vícebojích“. [Horčic 2004]

5.3.3.1. Porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu v dlouhodobém tréninkovém procesu pomocí T-bodů

Pro potřeby intraindividuálního hodnocení dlouhodobých změn výkonnosti a trénovanosti, ale i interindividuálního porovnání sledovaných věkových kategorií je vhodné původní výsledky získané v jednotlivých testech, vyjádřené v rozdílných fyzikálních veličinách či biologických jednotkách a v různých pohybových činnostech převádět na odvozené a normovat je. Proto byly vybrané parametry převedeny na standardizované hodnoty (T-body), které lépe postihují rozdíly vzhledem k určenému modelu - normě. Byla použita transformace normované náhodné veličiny (Mc Callovo kritérium) kde norma, tj průměr celé skupiny odpovídá 50 T-bodům a pásmo jedné směrodatné odchylky 10 T-bodům. Oblast normy je tak vymezena pásmem 45 až 55 T-bodů.

Vzorec pro výpočet T-bodů: $T = [X_i - M / SD * 10] + 50$

X_i	aktuální naměřená hodnota
M	aritmetický průměr
SD	směrodatná odchylka

Tímto způsobem byly v roce 2000 vytvořeny standardy pro hodnocení anaerobní výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v běhu a plavání pro kategorii juniorů. Jako podklad k tomu posloužily výsledky testů dvou kategorií (16,1 -18 a 18,1 – 20 let) juniorských triatlonistů – mužů a žen nejvyšší výkonnosti ČR testovaných v letech 1995 – 2000. Těmito standardy byla porovnávána i výkonnost na úrovni ANP tří mládežnických kategorií triatlonistů – mužů a žen nejvyšší výkonnosti ČR v letech 2001 -2009.

5.3.3.2. Porovnání průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu v období 1995 – 2000 a 2001 – 2009.

Pro vzájemné srovnávání úrovně a vyrovnanosti výkonnosti na hladině ANP sledovaných skupin jsme použili základní statistické údaje (aritmetický průměr a směrodatnou odchylku) z času na 100m plavání a 1000m běhu rychlostí na úrovni ANP a srdeční frekvenci běhu i plavání na hladině ANP dosažené skupinami adolescentů v jednotlivých obdobích. Vzhledem k nízkému počtu sledovaných osob jsme opět k hodnocení změn výkonnosti na úrovni ANP nezjišťovali statistickou významnost pomocí t – testu. K hodnocení rozdílu byla tedy použita věcná významnost, převzatá z disertační práce. [J. Horčic, 2004 (Tabulka 17, str. 68)]

6. VÝSLEDKY A DISKUZE

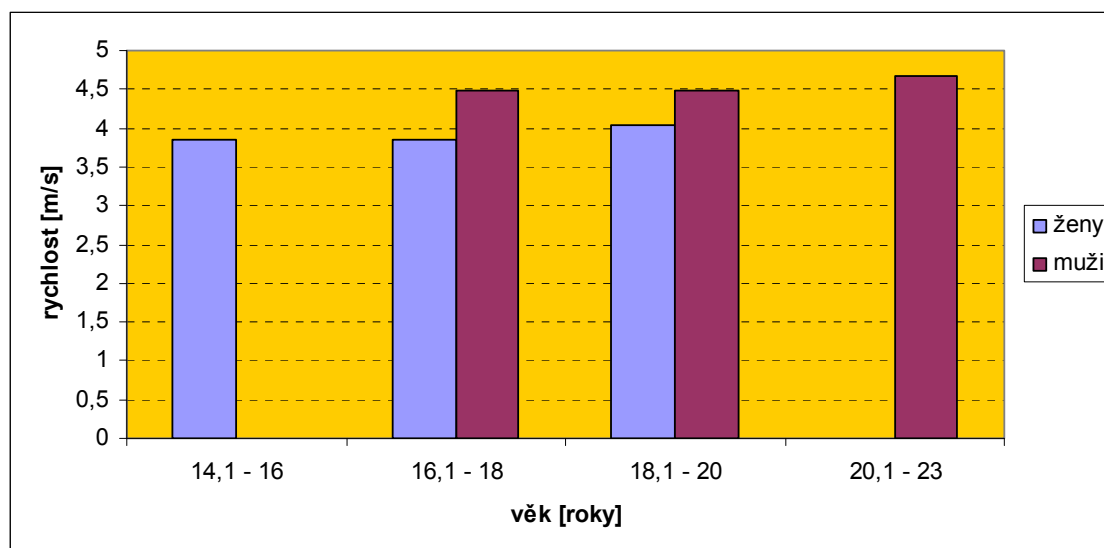
6.1. Změny průměrných parametrů na úrovni ANP v dlouhodobém tréninkovém procesu

Pro hodnocení změn v dlouhodobém tréninkovém procesu byly vytvořeny modelové hodnoty, kterými jsou základní matematicko statistické charakteristiky triatlonistů (R, M, SD, min, max) širšího reprezentačního výběru České republiky ve věkových kategoriích 16,1 – 18 a 18,1 – 20 a 20,1 – 23. Modelové hodnoty parametrů na úrovni anaerobního prahu (čas na 100 m plavání a 1000 m běhu, rychlost a srdeční frekvence) jsou uvedeny v příloze 1, 2.

Porovnáním hodnot na úrovni ANP jsme zjistili rozdíly mezi pohlavími v rychlosti plavání i běhu (Graf 1, 2). Ženy v rychlosti pohybu na úrovni ANP zaostávají za muži o 7 % v plavání a o 14 % v běhu. (Tj. dosahují v plavání 93 % rychlosti mužů a v běhu jen 86 % rychlosti mužů.)

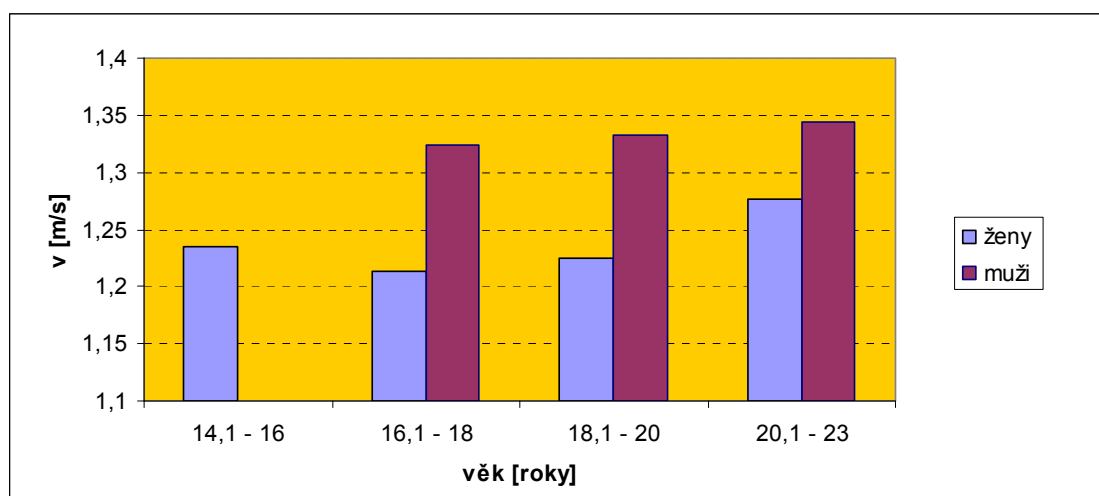
Graf 1

Porovnání změn rychlosti běhu na úrovni anaerobního prahu jednotlivých věkových kategorií v dlouhodobém tréninkovém procesu – muži, ženy



Graf 2

Porovnání změn rychlosti plavání na úrovni anaerobního prahu jednotlivých věkových kategorií v dlouhodobém tréninkovém procesu – muži, ženy



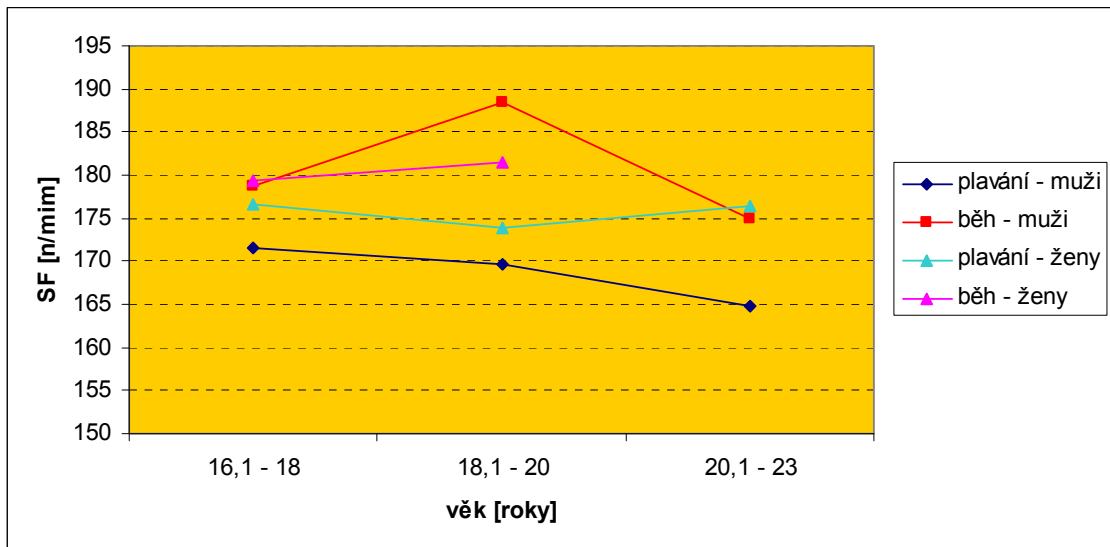
Srdeční frekvence v plavání je u žen nižší ve všech věkových kategoriích než u mužů, (Graf 3) což může ještě umocňovat odlišný způsob záznamu srdeční frekvence v průběhu testování. (viz. 5.2.5.)

Průměrné hodnoty srdeční frekvence mužů v běhu jsou pouze v jedné věkové kategorii (18,1 – 20) vyšší než u žen.

Hodnoty srdeční frekvence v běhu jsou u obou pohlaví ve všech kategoriích vyšší než hodnoty srdeční frekvence v plavání (Graf 3), což potvrzuje platnost teorie o nutnosti stanovovat parametry na úrovni ANP pro každou část triatlonu zvlášť.

Graf 3

Porovnání srdeční frekvence na úrovni anaerobního prahu mladých triatlonistů a triatlonistek v plavání a běhu.



Porovnáme-li průměrné rychlosti plavání na úrovni ANP triatlonistů v jednotlivých kategoriích, zjistíme, že křivka vývoje rychlosti má stoupající tendenci u mužů i žen (Graf 1, 2, Tabulka 3, 4). U mužů roste výkonnost na úrovni ANP v plavání mezi všemi sledovanými kategoriemi téměř lineárně, ale přírůstek výkonnosti je velmi malý (Tabulka 3), což se dá z charakteru změn považovat za stagnaci. U žen je mezi kategoriemi 16,1 – 18 a 18,1 – 20 let nárůst výkonnosti na úrovni ANP v plavání jen nepatrný. K podstatnému nárůstu výkonnosti na úrovni ANP v plavání dochází u žen mezi kategoriemi 18,1 – 20 a 20,1 – 23 let. (Tabulka 4)

Pro zajímavost byla u žen zpracována i výkonnost na úrovni ANP v kategorii 14,1 – 16 let. Ženy z této kategorie dosahují v plavání vyšší výkonnosti, než ženy v kategoriích 16,1 – 18 a 18,1 – 20 let. (Tabulka 4)

Při porovnání změn průměrné rychlosti běhu na úrovni ANP triatlonistů v jednotlivých kategoriích zjistíme, že k významnému nárůstu výkonnosti dochází u žen o jednu věkovou kategorii dříve než u mužů. (Tabulka 5, 6) U žen tedy dochází k významnému nárůstu výkonnosti na úrovni ANP v běhu mezi kategoriemi 16,1 – 18 a 18,1 – 20 let. Mezi kategorií 14,1 – 16 let a 16,1 – 18 let dochází jen k nepatrnému nárůstu výkonnosti (stagnace). Kategorii 20,1 – 23 let se bohužel v běhu nepodařilo zachytit. U mužů dochází k významnému nárůstu výkonnosti na úrovni ANP v běhu

mezi kategoriemi 18,1 – 20 a 20,1 – 23 let, kdežto mezi kategorií 16,1 – 18 a 18,1 - 20 let dochází jen k nepatrnému nárůstu výkonnosti (stagnace).

Tabulka 4

Změny výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v plavání – srovnání jednotlivých kategorií – muži, období 2001 – 2009

		B - A	C - A	D - A	C - B	D - B	D - C
Věk-rozdíl	[roky]				1,9	4,5	2,6
t_{ANP/100}	[s]				-0,4	-1	-0,6
	[%]				-0,53	-1,30	-0,79
v_{ANP}	[m/s]				0,008	0,02	0,012
	[%]				0,6	1,5	0,9
SF_{ANP}	[n/min]				-1,8	-6,8	-5
	[%]				-1,03	-3,67	-2,92

Pozn.: Tučně zvýrazněné rozdíly jsou podle stanovených kritérií významné

Znaménko – u hodnot t_{ANP} neznamena zhoršení výkonnosti, ale zlepšení času potřebného na zdolání příslušného úseku rychlostí na úrovni ANP vůči srovnávané kategorii. Stejně tak je tomu u znaménka – u hodnot SF_{ANP}

Tabulka 5

Změny výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v plavání – srovnání jednotlivých kategorií – ženy, období 2001 – 2009.

		B - A	C - A	D - A	C - B	D - B	D - C
Věk-rozdíl	[roky]	1,6	3	6,9	1,4	5,3	3,9
t_{ANP/100}	[s]	1,6	0,8	-2,6	-0,8	-4,2	-3,4
	[%]	1,98	0,99	-2,9	-0,97	-5,08	-4,16
v_{ANP}	[m/s]	-0,022	-0,01	0,041	0,012	0,063	0,051
	[%]	-1,78	-0,81	3,32	1,0	5,2	4,2
SF_{ANP}	[n/min]	-5,7	-8,4	-5,8	-2,7	-0,1	2,6
	[%]	-3,13	-4,61	-3,18	-1,53	0,06	1,5

Tabulka 6

Změny výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v běhu – srovnání jednotlivých kategorií – muži, období 2001 – 2009.

		B - A	C - A	D - A	C - B	D - B	D - C
Věk-rozdíl	[roky]				2,1	3,3	1,2
t_{ANP}/1000	[s]				-2,3	-10,2	-7,9
	[%]				-1,02	-4,53	-3,55
v_{ANP}	[m/s]				0,006	0,18	0,174
	[%]				0,14	4,05	3,87
SF_{ANP}	[n/min]				9,6	-3,9	-13,5
	[%]				5,37	-2,28	-7,17

Tabulka 7

Změny výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v běhu – srovnání jednotlivých kategorií – ženy, období 2001 – 2009.

		B - A	C - A	D - A	C - B	D - B	D - C
Věk-rozdíl	[roky]	1,7	3,3		1,6		
t_{ANP}/1000	[s]	-1,1	-11,8		-10,7		
	[%]	-0,42	-4,5		-4,12		
v_{ANP}	[m/s]	0,022	0,194		0,172		
	[%]	0,65	5,05		4,45		
SF_{ANP}	[n/min]	-6,7	-4,5		2,2		
	[%]	-3,6	2,42		1,23		

Diskuse

Menší mezipohlavní rozdíly ve výkonnosti na úrovni ANP v plavání než v běhu jsou způsobeny zejména tím, že ženy v plavání dosahují vyšší mechanické účinnosti než muži. Stavba těla žen způsobuje ve vodním prostředí menší odpor a větší vztlak (nižší hmotností a relativně menší denzitou). Svůj vliv má i rozložení hmotnosti těla žen, které zapříčiňuje působení vztlakové síly přibližně v těžišti těla žen, což ženám usnadňuje udržení správné polohy těla na hladině. V běhu je pak mechanická účinnost mezi oběma pohlavími stejná.

Nižší průměrná hodnota srdeční frekvence na hladině ANP v plavání oproti běhu u obou pohlaví u je zejména způsobena horizontální polohou těla při plavání a relativně nižší teplotou vodního prostředí. U špičkových plavců bývá srdeční frekvence vyšší u plavání než u běhu. To bývá způsobeno nízkou adaptací na běžeckou zátěž. Při přechodu těchto plavců na trénink triatlonu a zvýšení tréninkových dávek v běžecké části po čase hodnota srdeční frekvence v běhu převyšuje hodnotu srdeční frekvence dosahovanou při stejných intenzitách zátěže v plavání. Nižší průměrná hodnota srdeční frekvence na hladině ANP v plavání oproti hodnotě srdeční frekvence na hladině ANP v běhu tedy svědčí o adaptaci mužů i žen jak na plaveckou tak na běžeckou zátěž.

Na významném nárůstu výkonnosti na úrovni ANP v běhu u žen o kategorii dříve než u mužů může mít vliv dřívější nástup pubertální akcelerace vývoje u žen, než u mužů.

6.2. Porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých kategorií v plavání mezi obdobími 1995 – 2000 a 2001 – 2009

Při porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP v plavání mezi obdobími 1995 – 2000 a 2001 – 2009 můžeme vypočítat stejné tendence změn výkonnosti mezi některými kategoriemi u mužů i žen. (tabulky 3, 4, 7, 8) U mužů dochází mezi kategoriemi 16,1 – 18 a 18,1 – 20 let jen k velmi nepatrnému nárůstu výkonnosti jak v období 1995 – 2000, tak v období 2001 – 2009. V obou případech lze tento nárůst považovat za stagnaci. Větší nárůst výkonnosti mezi kategoriemi 18,1 – 20 a >20,1 let v období 1995 – 2000 oproti období 2001 – 2009 může vyplývat z jiného věkového složení této kategorie v obou souborech. V období 2001 – 2009 jsou do této kategorie zahrnuti jedinci ve věku 20,1 – 23 let, zatímco v období 1995 – 2000 jsou do dané věkové kategorie zahrnuti i senioři, u kterých se dá předpokládat vyšší nárůst výkonnosti. Z tohoto důvodu nemůžeme do porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých kategorií v plavání mezi obdobími 1995 – 2000 a 2001 – 2009 zahrnout i tuto věkovou kategorii.

U žen je křivka změn výkonnosti mezi kategoriemi 16,1 – 18 a 18,1 – 20 a 20,1 – 23 let takřka stejná. Mezi kategoriemi 16,1 – 18 a 18,1 – 20 let je nárůst výkonnosti u žen v letech 1995 – 2000 nulový a v období 2000 – 2009 je jen necelý

procento z výkonu, což je zanedbatelný rozdíl. Mezi kategoriemi 18,1 – 20 a >20,1 je v obou obdobích značný nárůst výkonnosti. Nižší nárůst výkonnosti mezi těmito kategoriemi v období 2000 – 2001 může být způsoben neúčastí elitních závodnic v testech na určení výkonnosti na úrovni ANP v tomto období. Největší rozdíl ve změně výkonnosti v obdobích 1995 – 2000 a 2001 – 2009 pozorujeme mezi věkovou kategorií 14,1 – 16 let a ostatními věkovými kategoriemi. To může být způsobeno příchodem mladých talentovaných plavkyň, které přešli na triatlon v období 2000 – 2009 a pozitivně tak ovlivnily výsledky plaveckých testů. Tyto závodnice se ale v dalších věkových kategoriích neprosadily do širšího reprezentačního výběru, či ještě nedospěly do dalších věkových kategorií. Tuto kategorii ale vzhledem k nízkému počtu testovaných a výše uvedených důvodů nezahrnujeme do celkového srovnání.

Na základě výše uvedených výsledků lze hypotézu H1 potvrdit pouze částečně a to pro obě pohlaví.

Tabulka 8

Změny výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v plavání – srovnání jednotlivých kategorií – muži, období 1995 – 2000. [Veber, 2000]

		B - A	C - A	D - A	C - B	D - B	D - C
Věk-rozdíl	[roky]	1,8	3,5	9,2	1,7	7,4	5,7
t_{ANP}	[s]	-3,2	-3,5	-7,4	-0,3	-4,2	-3,9
	[%]	-3,90	-4,29	-8,99	-0,44	-5,33	-4,91
v_{ANP}	[m/s]	0,06	0,06	0,10	0	0,10	0,10
	[%]	4,75	5,07	10,12	0,31	5,13	4,81
SF_{ANP}	[n/mim]	0	-1	-2	-2	-3	-1
	[%]	0,22	-0,76	-1,32	-0,98	-1,54	-0,56

Tabulka 9

Změny výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v plavání – srovnání jednotlivých kategorií – ženy, období 1995 – 2000. [Veber 2004]

	B - A	C - A	D - A	C - B	D - B	D - C
Věk-rozdíl [roky]	2	4,1	6,8	2,1	4,8	2,7
t_{ANP} [s]	-2,6	-2,6	-8,3	0	0,10	-5,7
[%]	-3,00	-2,99	-9,53	0	-6,75	-6,75
v_{ANP} [m/s]	0,04	0,04	0,10	0	0,10	0,10
[%]	3,48	3,48	10,43	0	6,72	6,72
SF_{ANP} [s]	-4	-10	-6	-6	-2	4
[%]	-2,31	-5,78	-3,47	-3,55	-1,18	2,45

Diskuse

I přes poměrně nízký počet jedinců v souborech testovaných v obdobích 1995 – 2000 a 2001 – 2009 pozorujeme stejný vývoj nárůstu výkonnosti mezi jednotlivými kategoriemi v obou obdobích. To může být způsobeno hlubšími biologickými aspekty ontogenetického vývoje. Vzhledem k nízkému počtu jedinců ve srovnávaných souborech a nízkému počtu srovnávaných kategorií by se také mohlo jednat pouze o náhodu. Proto by pro potvrzení této teorie bylo nutné provést srovnání výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých kategorií u početnějších souborů, kde by se jedinci objevovali ve všech věkových kategoriích opakovaně.

6.3. Porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu

6.3.1. Porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu pomocí T -bodů

Dosažené počty T bodů v jednotlivých kategoriích mužů a jsou uvedeny v Tabulce 9 a žen v Tabulce 10 Standardy pro hodnocení anaerobní výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v běhu a plavání pro kategorii juniorů a juniorek jsou uvedeny v příloze 3 a 4.

Tabulka 10

**Počty T – bodů dosažených jednotlivými věkovými kategoriemi mužů
v plavání a běhu a jejich součet.**

kategorie	16,1 - 18		18,1 - 20		20,1 - 23	
	plavání	běh	plavání	běh	plavání	běh
T-body	54	56	55	57	55,5	63
T-body součet	110		112		118,5	

Tabulka 11

**Počty T – bodů dosažených jednotlivými věkovými kategoriemi žen
v plavání a běhu a jejich součet.**

kategorie	14,1 – 16		16,1 - 18		18,1 - 20		20,1 - 23	
	plavání	běh	plavání	běh	plavání	běh	plavání	běh
T-body	54	51	52	52	53,5	58	59,5	
T-body součet	105		104		111,5			

Již v nejmladší věkové kategorii (16,1 – 18 let) se bodové hodnocení mužů i žen pohybuje nad hladinou průměru a s přibývajícím věkem bodové hodnocení logicky roste. (Tabulka 9, 10)

Průměrná výkonnost mužů v plavání se ve všech věkových kategoriích pohybuje mezi hladinou průměru a mírného nadprůměru. V běhu spadá průměrná výkonnost mužů v kategoriích 16,1 – 18 a 18,1 – 20 let mezi hladiny mírného nadprůměru a nadprůměru. V kategorii 20,1 – 23 let se výkonnost pohybuje mezi hladinou nadprůměru a vysokého nadprůměru. V součtu výkonnosti v plavání a běhu u mužů můžeme pozorovat nárůst výkonnosti mezi všemi sledovanými kategoriemi. Velikost tohoto nárůstu, stejně jako velikost nárůstu výkonnosti mezi jednotlivými kategoriemi, nelze objektivně hodnotit. Důvodem je ta skutečnost, že standardy byly vytvořeny pouze pro kategorii juniorů jako celku.

Průměrné výkonnosti žen ve věkových kategoriích 16,1 – 18 a 18,1 – 20 let v plavání spadají mezi pásma průměru a mírného nadprůměru. Průměrné výkonnosti žen ve věkové kategorii 20,1 – 23 let se blíží hladině nadprůměrnosti. V běhu se

pohybuje průměrná výkonnost žen ve věkové kategorii 16,1 – 18 mezi hladinou průměru a mírného nadprůměru. Ve věkové kategorii 18,1 – 20 let průměrná výkonnost spadá mezi hladinu mírné nadprůměrnosti a nadprůměrnosti. Věkovou kategorii 20,1 – 23 let se bohužel v běhu nepodařilo zachytit. V součtu výkonnosti v plavání a běhu u žen můžeme opět pozorovat nárůst výkonnosti mezi všemi sledovanými kategoriemi. Velikosti změn mezi jednotlivými věkovými kategoriemi nemůžeme objektivně posoudit ze stejného důvodu jako u mužů.

Diskuse:

Z výsledků porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu v dlouhodobém tréninkovém procesu pomocí T – bodů lze usuzovat na zvýšení výkonnosti souboru testovaného v období 2001 – 2009 oproti souboru testovaného v období 1995 – 2000. Výsledky tohoto porovnání ale můžeme brát pouze jako orientační. Důvodem je nesoulad věkových kategorií, protože standardy byly vytvořeny pouze pro kategorii juniorů jako celku.

6.3.2 Porovnání průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a běhu v období 1995 – 2000 a 2001 – 2009

Průměrné hodnoty výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií v plavání a v běhu v období 1995 – 2000 a 2001 – 2009 jsou dále uvedeny v Tabulkách 11 a 12.

Tabulka 12

Průměrný čas plavání na 100 m rychlostí na hladině ANP (t/100 m) a Srdeční frekvence (SF_{ANP}) na úrovni ANP v plavání juniorských kategorií v triatlonu (muži, ženy) – období 1995 – 2000 a 2001 – 2009.

Plavání – muži

období	1995 – 2000		2001 – 2009	
	věk (roky)	n = 56	věk (roky)	n = 50
	x	SD	x	SD
t/100 m (s)	79,1	7,5	75,3	2,7
SF_{ANP} (n/min)	162	8	167	8,7

Plavání - ženy

období	1995 – 2000		2001 – 2009	
věk (roky)	16,1 – 20	n = 39	16,1 – 20	n = 25
	x	SD	x	SD
t/100 m (s)	84,5	6,8	82,2	3,8
SF _{ANP} (n/min)	167	9	175,3	7,9

Tabulka 13

Průměrný čas běhu na 1000 m rychlostí na hladině ANP (t/1000 m) a Srdeční frekvence (SF_{ANP}) na úrovni ANP v běhu juniorských kategorií v triatlonu (muži, ženy) – období 1995 – 2000 a 2001 – 2009.

Běh – muži

období	1995 – 2000		2001 – 2009	
věk (roky)	16,1 – 20	n = 56	16,1 – 20	n = 35
	x	SD	x	SD
t/100 m (s)	230,6	13,3	223,2	8,6
SF _{ANP} (n/min)	176,1	6,4	180,3	7,7

Běh – ženy

období	1995 – 2000		2000 – 2009	
věk (roky)	16,1 – 20	n = 39	16,1 – 20	n = 35
	x	SD	x	SD
t/100 m (s)	261,6	17,1	253,6	14,6
SF _{ANP} (n/min)	180,3	7,7	180,6	6,8

Při porovnání průměrných hodnot rychlosti na úrovni anaerobního prahu přepočítané na hodnotu času na 100 m plavání a 1000 m běhu dosažených juniory v období 1995 – 2000 a 2001 – 2009 zjišťujeme dosažení výrazně lepšího času u juniorů testovaných v letech 2001 – 2009 jak v plavání, tak v běhu. (Tabulka 11, 12) Junioři dosahují v průmětu o 3,8 s lepší mezičas na 100 m plavání a o 7,4 s lepší mezičas na 1000 m.

U juniorek testovaných v období 2001 – 2009 lze za významné zlepšení průměrné výkonnosti na úrovni anaerobního prahu považovat pouze zlepšení výkonnosti v běhu. Zde došlo zlepšení času na 1000 m o 8 s. V plavání došlo také ke zlepšení času na 100 m na úrovni anaerobního prahu ale pouze o 2,3 s, což nepovažujeme za významný rozdíl.

Z výše uvedených skutečností můžeme hypotézu H2 zcela potvrdit jen pro kategorii juniorů. U kategorie juniorek lze hypotézu H2 potvrdit jen částečně - nárůst průměrné výkonnosti juniorek v období 2001 – 2009 oproti období 1995 – 2000 je, podle námi použitých hledisek významnosti, významný pouze v běžecké části.

Při porovnání hodnot směrodatných odchylek mezi oběma obdobími můžeme pozorovat snížení hodnot SD v období 2001 – 2009 oproti období 1995 – 2000 v běhu a plavání juniorů i juniorek. To poukazuje na menší rozdíly ve výkonnosti mezi jedinci testovaných v období 2001 – 2009.

Diskuse

U juniorů i juniorek dochází v období 2001 – 2009 oproti období 1995 – 2000 k významnému zvýšení výkonnosti na úrovni ANP v běhu a u juniorů dochází k tomuto zlepšení i v plavání. Důvodem tohoto zlepšení může být zkvalitnění metod výběru talentů v triatlonu a celkové zkvalitnění jejich přípravy včetně metod tréninku a materiálního zabezpečení.

7. ZÁVĚR

Hlavní náplní diplomové práce je rozšíření poznatků o změnách výkonnosti na úrovni anaerobního prahu triatlonistů v plavání a v běhu v etapě specializované sportovní přípravy.

Byly vytvořeny základní matematicko-statistické charakteristiky tří věkových kategorií triatlonistů a triatlonistek za období 2001 – 2009, které by se mohly stát podkladem pro přepracování modelových hodnot pro další hodnocení výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v dlouhodobém tréninkovém procesu.

Grafickým porovnáním srdeční frekvence na úrovni anaerobního prahu v běhu a plavání byla potvrzena platnost teorie o nutnosti stanovovat parametry na úrovni anaerobního prahu pro každou disciplínu zvlášť.

Při porovnání změn průměrné výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých kategoriích v plavání mezi obdobími 1995 – 2000 a 2001 – 2009 nás zjištění stejných rozdílů mezi jednotlivými kategoriemi přivedlo k myšlence, že to může být způsobeno hlubšími biologickými aspekty ontogenetického vývoje. Pro potvrzení této teorie by bylo nutné provést srovnání výkonnosti na úrovni ANP jednotlivých kategorií u početnějších souborů, kde by se jedinci objevovali ve všech věkových kategoriích opakovaně. Výsledky této práce by bylo také nutné doložit analýzou tréninkového procesu jednotlivých věkových kategorií, protože se skladba jejich tréninkových jednotek může výrazně lišit.

V naší práci jsme také zaznamenali významný nárůst výkonnosti na úrovni anaerobního prahu triatlonistů a triatlonistek juniorské kategorie v námi sledovaném období (2001 – 2009) oproti předešlému období (1995 – 2000). Proto doporučujeme vypracování nových standardů pro hodnocení anaerobní výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v běhu a plavání pro kategorii juniorů a juniorek a kategorii K23. Při tvorbě těchto standardů stejně jako při dalším zpracovávání parametrů na úrovni ANP jednotlivých věkových kategorií doporučujeme používat stejné věkové kategorie jako jsou použity v této práci.

Seznam zkratek použitých v diplomové práci

ANP	Anaerobní práh
ADP	Adenosindifosfát
ATP	Adenosintrifosfát
CP	Creatinfosfát
D.V. I	Dlouhodobá vytrvalost I
D.V. II	Dlouhodobá vytrvalost II
D.V. III	Dlouhodobá vytrvalost III
D.V. IV	Dlouhodobá vytrvalost IV
K.V.	Krátkodobá vytrvalost
LA	Laktát
M	Medián
Mag	Titul magistr užívaný v Rakousku
n	Počet
SD	Směrodatná odchylka
SF	Srdeční frekvence
SF _{ANP}	Srdeční frekvence na úrovni anaerobního prahu.
SF _{max}	Maximální srdeční frekvence
S.V.	Střednědobá vytrvalost
t	Čas
v	Rychlost
x	Aritmetický průměr

8. SEZNAM TABULEK:

- Tabulka 1 Struktura vytrvalostních schopností podle doby trvání a intenzity pohybové činnosti – zatížení.
- Tabulka 2 Počet vyhodnocených výsledků z testů ANP v jednotlivých kategoriích mužů i žen a jejich průměrný věk
- Tabulka 3 Věcná významnost rozdílů ve výkonnosti v plavání mezi jednotlivými věkovými kategoriemi v plavání a běhu.
- Tabulka 4 Změny výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v plavání – srovnání jednotlivých kategorií – muži, období 2001 – 2009.
- Tabulka 5 Změny výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v plavání – srovnání jednotlivých kategorií – ženy, období 2001 – 2009.
- Tabulka 6 Změny výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v běhu – srovnání jednotlivých kategorií – muži, období 2001 – 2009.
- Tabulka 7 Změny výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v běhu – srovnání jednotlivých kategorií – ženy, období 2001 – 2009.
- Tabulka 8 Změny výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v plavání – srovnání jednotlivých kategorií – muži, období 1995 – 2000.
- Tabulka 9 Změny výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v plavání – srovnání jednotlivých kategorií – ženy, období 1995 – 2000.
- Tabulka 10 Počty T – bodů dosažených jednotlivými věkovými kategoriemi žen v plavání a běhu a jejich součet.
- Tabulka 11 Počty T – bodů dosažených jednotlivými věkovými kategoriemi žen v plavání a běhu a jejich součet.
- Tabulka 12 Průměrný čas plavání na 100 m rychlostí na hladině ANP (t/100m) a Srdeční frekvence (SF_{ANP}) na úrovni ANP v plavání juniorských kategorií v triatlonu (muži, ženy) – období 1995 – 2000 a 2001 – 2009.
- Tabulka 13 Průměrný čas běhu na 1000 m rychlostí na hladině ANP (t/1000m) a Srdeční frekvence (SF_{ANP}) na úrovni ANP v běhu juniorských kategorií v triatlonu (muži, ženy) – období 1995 – 2000 a 2001 – 2009.

9. SEZNAM GRAFŮ

- Graf 1 Porovnání změn rychlosti běhu na úrovni anaerobního prahu jednotlivých věkových kategorií v dlouhodobém tréninkovém procesu – muži, ženy.
- Graf 2 Porovnání změn rychlosti plavání na úrovni anaerobního prahu jednotlivých věkových kategorií v dlouhodobém tréninkovém procesu – muži, ženy.
- Graf 3 Porovnání srdeční frekvence na úrovni anaerobního prahu mladých triatlonistů a triatlonistek v plavání a běhu.

10. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY:

ASTRAND, P., RODHAL, K. *Textbook of work physiology*. 3rd ed. New York : McGraw Hill, 1986.

BLAHUŠ, P. *K teorii testování pohybových schopností*. Praha : UK, 1976

BRUYN, D. *Détermination des seuils aérobie et anaérobie chez des triathlètes dans leurs disciplines spécifiques*. Přel. Sportka, 1992. Přel. Z : *Médecine du Sport* 65, 1991.

BUNC V. *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesnou zátěž 1*. vydání Praha : Univerzita Karlova, 1990.

BUNC V. *Stanovení intenzit pohybové zátěže pro rozvoj aerobních schopností*. In Metodický dopis 1/9. Praha : ČSTT 1996.

ČELIKOVSKÝ, S. et al. *Antropomotorika*. Praha: SPN. 1990. ISBN 80-04-23248-5.

ČECHOVSKÁ, I., SVOBODOVÁ, I. *Plavecká příprava v triatlonu*. In Metodický dopis 1. Praha :ČSTT 1994

DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu 1*. vydání Praha : Olympia, 2002 ISBN 80-7033-760-5.

HAMAR, D. *Teoretické a metodické problémy současnej atletiky II*. In HORČIC, J. *Řízení a objektivizace tréninkového procesu ve vytrvaleckých vícebojích*. Disertační práce, Praha : 2004

HAVLÍČKOVÁ, L. *Fyziologie tělesné zátěže I*. Praha : Karolinum, 2004. ISBN 80-7184-875-1.

HAVLÍČKOVÁ, L., BARTUŇKOVÁ, S. *Fyziologie tělesné zátěže II.*, speciální část – 1.díl, Univerzita Karlova, Praha : 1993, ISBN 80-7066-815-6.

HELLER, J. *Funkční zátěžová diagnostika a její využití v přípravě triatlonistů*. In Metodický dopis 1/9. Praha : ČSTT 1996.

HELLER, J. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže II.*, speciální část – 3.díl. Praha : 1996. ISBN 80-7184-225-7

HENDL, J. *Přehled statistických metod zpracování dat*. Praha : Portál 2004. ISBN 80-7178-820-1.

HORČIC, J. *Řízení a objektivizace tréninkového procesu ve vytrvaleckých vícebojích*. Disertační práce, Praha : 2004

KOVÁŘ, R., BLAHUŠ, P. *Stručný úvod do metodologie*. Praha : 1973.

KUČERA, V., TRUKSA, Z. *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha : Olympia, 2000, ISBN 27-095-2000.

MACEJKOVÁ, Y. *Didaktika plavání*. Bratislava : ICM Agency 2005, ISBN 80 – 969268 – 3 – 7

MATVĚJEV, L. P. *Osnovy sportivnoj trenýrovky*. Moskva : Fizkultura i sport, 1977.

MĚKOTA, K. *Motorické schopnosti*. Olomouc : UP 2005. ISBN 80 – 244 – 098 – 1

MORAVEC, R. a kol. *Teória a didaktika športu*. Bratislava : 2004.

NEUMAN, G. *Struktura vytrvalostního výkonu z pohledu tělovýchovného lékařství*. In Metodický dopis 1/9. Praha : ČSTT 1996.

Pravidla triatlonu duatlonu a kvadriatlonu. Český svaz triatlonu. Praha : ČSTT, 2000.

VEBER, J. *Anaerobní práh triatlonistů v plavání*: Diplomová práce, Praha : FTVS UK, 2000.

ZHOU, S., ROBSON, S.J., KING, M.J., DAVIE, A.J. *Correlations between short-course triathlon performance and physiological variables determined in laboratory cycle and treadmill tests*. In *J Sports Med Phys Fitness* 1997.

11. PŘÍLOHY

Seznam příloh:

Příloha 1	Tabulka 13	Základní matematicko-statistické charakteristiky skupiny triatlonistů – modelové hodnoty.
Příloha 2	Tabulka 14	Základní matematicko-statistické charakteristiky skupiny triatlonistek – modelové hodnoty.
Příloha 3	Tabulka 15	Standardy pro hodnocení anaerobní výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v běhu a plavání pro kategorii juniorů.
Příloha 4	Tabulka 16	Standardy pro hodnocení anaerobní výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v běhu a plavání pro kategorii juniorů.
Příloha 5	Tabulka 17	Poměr výkonnosti na úrovni anaerobního prahu triatlonistů a triatlonistek v jednotlivých kategoriích v období 2001 – 2009.

Tabulka 13

Základní matematicko-statistické charakteristiky skupiny triatlonistů v období 2001 - 2009 - modelové hodnoty

Kategorie	n	plavání					běh				
			t/100m	V [m/s]	SF	věk [roky]	n	t/100m	V [m/s]	SF	věk [roky]
16,1- 18 (B)	20	Průměr	75,6	1,324	172	17,4	11	224,8	4,489	179	17,5
		Median	75,4	1,326	171	17,3		225,2	4,440	178	17,7
		SD	2,74	0,049	9	0,50		9,82	0,204	7	0,39
		min	68,6	1,222	156	16,1		201,9	4,195	166	16,9
		max	81,8	1,458	186	18		238	4,953	188	18
18,1 - 20 (C)	30	Průměr	75,2	1,332	170	19,4	24	222,5	4,495	188	19,6
		Median	75,4	1,326	169	18,7		221,2	4,595	181	18,7
		SD	2,63	0,047	9	0,58		8,07	0,160	8	0,52
		min	69	1,235	149	17,8		207,3	4,078	158	18,1
		max	81	1,449	186	19,9		245,6	4,824	195	19,9
20,1 - 23 (D)	10	Průměr	74,6	1,344	165	21,1	7	214,6	4,669	175	20,8
		Median	74,5	1,342	165	20,9		213,3	4,689	172	20,9
		SD	3,68	0,064	5	0,80		9,62	0,211	7	0,36
		min	69,5	1,212	160	20		198,1	4,378	167	20,0
		max	82,5	1,439	174	22,5		228,4	5,048	186	21,1

Příloha 2

Tabulka 14

Základní matematicko-statistické charakteristiky skupiny triatlonistek v období 2001 - 2009 - modelové hodnoty

Kategorie	n	plavání				běh				
		t/100m	V [m/s]	SF	věk [roky]	n	t/100m	V [m/s]	SF	věk [roky]
14,1 - 16 (A)	3	Průměr	81	1,235	182	2	260,6	3,839	186	15,7
		Median	80	1,241	180		260,6	3,839	186	15,7
		SD	1,18	0,028	10		6,65	0,098	18	0,08
		min	79,4	1,205	174		255,9	3,769	173	15,7
		max	83	1,259	193		265,3	3,908	199	15,8
16,1 - 18 (B)	13	Průměr	82,6	1,213	177	9	259,5	3,861	179,3	17,4
		Median	81,5	1,227	174		259,2	3,858	181	17,5
		SD	4,07	0,059	8		11,88	0,179	7	0,48
		min	77,2	1,114	163		238	3,655	167	16,2
		max	89,8	1,295	190		273,6	4,191	188	17,8
18,1 - 20 (C)	12	Průměr	81,8	1,225	174	11	248,8	4,033	182	19
		Median	81,9	1,222	174		246,5	4,057	178	18,9
		SD	3,61	0,052	8		15,29	0,248	7	0,63
		min	76,4	1,100	158		223,5	3,704	172	18,1
		max	90,9	1,309	186		270	4,474	193	19,9
20,1 - 23 (D)	2	Průměr	78,4	1,276	177					
		Median	78,4	1,276	177					
		SD	0,28	0,004	8					
		min	78,2	1,272	171					
		max	78,6	1,279	182					

Tabulka 15

Standards pro hodnocení anaerobní výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v běhu a plavání pro kategorii juniorů (věk 16,1 – 20 let)

T-body		V _{ANP} plavání		V _{ANP} běh	
		t/100m (s)	v (m/s)	t/1 km (s)	v (km/h)
30	Nedostatečný	95,2	1,05	259,0	13,9
35	Velmi podprůměrný	90,1	1,11	251,7	14,3
40	Podprůměrný	85,5	1,17	244,9	14,7
45	Mírně podprůměrný	81,3	1,23	236,8	15,2
50	Průměrný	78,1	1,28	230,0	15,7
55	Mírně nadprůměrný	75,2	1,33	223,6	16,1
60	Nadprůměrný	71,9	1,39	218,2	16,5
65	Vysoce nadprůměrný	69,4	1,44	211,8	17,0
70	Vynikající	67,1	1,49	206,9	17,4

Tabulka 16

Standarty pro hodnocení anaerobní výkonnosti na úrovni anaerobního prahu v běhu a plavání pro kategorii juniorek (věk 16,1 – 20 let)

T-body		V _{ANP} plavání		V _{ANP} běh	
		t/100m (s)	v (m/s)	t/1 km (s)	v (km/h)
30	Nedostatečný	98,0	1,02	300,0	12,00
35	Velmi podprůměrný	94,8	1,06	289,4	12,44
40	Podprůměrný	90,9	1,10	280,6	12,83
45	Mírně podprůměrný	87,3	1,15	270,3	13,32
50	Průměrný	84,0	1,19	261,6	13,76
55	Mírně nadprůměrný	81,0	1,24	253,5	14,20
60	Nadprůměrný	78,1	1,28	244,9	14,70
65	Vysoce nadprůměrný	75,5	1,33	237,6	15,15
70	Vynikající	73,0	1,37	230,8	15,6

Tabulka17

**Poměr výkonnosti na úrovni anaerobního prahu triatlonistů a triatlonistek
v jednotlivých kategoriích v období 2001 – 2009**

věk [roky]	ženy/muži (%)	
	plavání	běh
16,1 - 18	91,61	86,01
18,1 - 20	91,96	85,89
20,1 - 23	94,84	
x	92,8	85,95
SD	1,77	0,085

