

## VYTVOŘENÍ STANDARDŮ PRO HODNOCENÍ VÝKONU NA ANAEROBNÍM PRAHU u TRIATLONISTŮ v JUNIORSKÉ KATEGORII

### DEVELOPMENT OF STANDARDS FOR ASSESSMENT OF PERFORMANCE AT ANAEROBIC TRESHOLD IN TRIATHLON JUNIOR ATHLETES

L. Kovářová<sup>1</sup>, K. Kovář<sup>2</sup> & J. Horčic<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzita Karlova v Praze, fakulta tělesné výchovy a sportu, laboratoř sportovní motoriky

<sup>2</sup>Univerzita Karlova v Praze, fakulta tělesné výchovy a sportu, katedra pedagogiky, psychologie a didaktiky TV a sportu

#### ABSTRACT

The aim of our study is to develop standards (by means of T-points) for the assessment of individual anaerobic threshold in swimming, cycling and running in junior athletes included in the SCM aged between 17-19 years. In a swimming test, junior males reached the mean velocity of  $1.27 \text{ ms}^{-1}$  ( $\pm 0.11$ ) and junior females  $1.19 \text{ ms}^{-1}$  ( $\pm 0.09$ ); values above  $1.49 \text{ ms}^{-1}$  are considered as excellent in junior males, on the contrary, the values below  $1.05 \text{ ms}^{-1}$  as insufficient. In junior females, values above  $1.37 \text{ ms}^{-1}$  are excellent and those below  $1.01 \text{ ms}^{-1}$  are insufficient. In a bicycle ergometer test, junior males achieved the mean performance of  $4.48 \text{ Wkg}^{-1}$  ( $\pm 0.77$ ) and junior females of  $4.0 \text{ Wkg}^{-1}$  ( $\pm 0.69$ ). Excellent values in junior males appear to be higher than  $6.02 \text{ Wkg}^{-1}$ ; on the other hand, values lower than  $2.94 \text{ Wkg}^{-1}$  appear to be insufficient. In junior females, values above  $5.43 \text{ Wkg}^{-1}$  are considered as excellent; on the contrary, values below  $2.62 \text{ Wkg}^{-1}$  as insufficient. In a running test, junior male reached the mean velocity of  $15.61 \text{ ms}^{-1}$  ( $\pm 0.9$ ) and junior females  $13.760 \text{ ms}^{-1}$  ( $\pm 0.9$ ). Values higher than  $17.41 \text{ ms}^{-1}$  are believed to be excellent, while values lower than  $13.81 \text{ ms}^{-1}$  insufficient. Excellent values in junior females are those above  $15.56 \text{ ms}^{-1}$ , on the contrary, insufficient values are lower than  $11.96 \text{ ms}^{-1}$ .

**Keywords:** maximal aerobic performance; pulmonary ventilation; T-point; diagnostics

#### SOUHRN

Cílem naší studie je stanovení norem (pomocí T-bodů) pro posouzení individuálního anaerobního prahu v plavání, cyklistice a běhu juniorů a juniorek zařazených do SCM ve věku 17 – 19. V plaveckém testu dosáhli junioři průměrné rychlosti  $1,27 \text{ ms}^{-1}$  ( $\pm 0,11$ ) a juniorky  $1,19 \text{ ms}^{-1}$  ( $\pm 0,09$ ), za vynikající je u juniorů považována hodnota nad  $1,49 \text{ ms}^{-1}$ , naopak za nedostatečnou hodnota pod  $1,05 \text{ ms}^{-1}$ . U juniorek je za vynikající považována hodnota nad  $1,37 \text{ ms}^{-1}$ , naopak za nedostatečnou hodnota pod  $1,01 \text{ ms}^{-1}$ . V testu na cyklistickém ergometru dosáhli junioři průměrného výkonu  $4,48 \text{ Wkg}^{-1}$  ( $\pm 0,77$ ) a juniorky  $4,0 \text{ Wkg}^{-1}$  ( $\pm 0,69$ ). Za vynikající je u juniorů považována hodnota nad  $6,02 \text{ Wkg}^{-1}$ , naopak za nedostatečnou hodnota pod  $2,94 \text{ Wkg}^{-1}$ . U juniorek je za vynikající považována hodnota nad  $5,43 \text{ Wkg}^{-1}$ , naopak za nedostatečnou hodnota pod  $2,62 \text{ Wkg}^{-1}$ . V běžeckém testu pak dosáhli junioři průměrnou rychlost  $15,61 \text{ ms}^{-1}$  ( $\pm 0,9$ ) a juniorky  $13,760 \text{ ms}^{-1}$  ( $\pm 0,9$ ). Za vynikající je u juniorů považována hodnota nad  $17,41 \text{ ms}^{-1}$ , naopak za nedostatečnou hodnota pod  $13,81 \text{ ms}^{-1}$ . U juniorek je za vynikající považována hodnota nad  $15,56 \text{ ms}^{-1}$ , naopak za nedostatečnou hodnota pod  $11,96 \text{ ms}^{-1}$ .

**Klíčová slova:** maximální aerobní výkon; plicní ventilace; T – bod; diagnostika

#### Úvod

Triatlon na tzv. olympijských tratích je kombinací tří vytrvalostních disciplín plavání (1500 m), jízdy na kole (40 km) a běhu (10 km). Vzhledem k době trvání závodů (100 – 120 min) je organismus odkázaný zejména na aerobní způsob uvolnění energie.

Identifikace anaerobního prahu (ANP) ve všech disciplínách triatlonu je nezbytným prediktorem budoucího výkonu, ale rovněž jeden z nejdůležitějších nástrojů při řízení tréninku a zpětném vyhodnocení obecných a speciálních tréninkových ukazatelů.

Z množství definic, které je možno ke stanovení ANP využít, je podle Bunce (1989) nejvhodnější definice Costillho (1970), již později upravil Keul, et al. (1979). Ta říká, že ANP je maximální intenzita konstantního zatížení, při které je ještě v rovnováze tvorba a utilizace krevního laktátu. Nebo také jinými slovy, že intenzita zatížení na úrovni ANP je intenzita maximálně dosaženého „rovnovážného stavu“, vzhledem ke koncentraci laktátu v krvi. Okamžik porušení dynamické rovnováhy a nezkompenzovaného vzestupu koncentrace LA v krvi lze zjišťovat v zásadě dvěma způsoby. Invazivně, na základě změn koncentrace laktátu v krvi při stoupajícím zatížení (Bunc, Šprýnarová, Heller, & Zdanowicz, 1984; Brooks, 1985) nebo neinvazivně, na základě změn některých respiračních parametrů nebo srdeční frekvence v závislosti na stoupajícím zatížení nebo spotřebě kyslíku, nebo jejich vzájemných změn při stoupajícím zatížení, nebo využitím nelineárních změn integrovaného elektromyogramu, případně využitím vhodně zvoleného motorického testu (Bachl, Reiterer, Prokop, & Czitober, 1978; Bunc et al., 1984).

Rozhodující roli při všech způsobech stanovení ANP je způsob zatěžování, intenzita a doba trvání jednotlivých zatížení a dále použitá metoda stanovení a parametry, které byly použity pro stanovení ANP. Mluvíme proto o tzv. laktátovém nebo např. ventilačním prahu. U invazivní metody je nutno počítat s tím, že měříme parametry v krvi a ne přímo ve svalu, kde změny nastávají. Existuje tedy určité zpoždění při přechodu ze svalu do krve, které je tím větší, čím vyšší je intenzita zatížení (Hermansen & Stensvold, 1972; Bunc, 1989). Nejvhodnější dobu odběru kapilární krve pro stanovení koncentrace LA je možné určit pomocí Batemanovy funkce (Margaria, Edwards, & Dill, 1963):

$$T=(LA_{\max}/2) - 1 \quad [1]$$

Nejnižší hodnoty intenzity zatížení nacházíme při stanovení ANP na základě kinetiky ventilace, naopak nejvyšší hodnoty nacházíme u metody stanovení ANP ze závislosti výdeje  $CO_2$  na intenzitě zatížení.

V praxi se používá nejčastěji stanovení ANP na hladině krevního laktátu (LA) 4 mmol.l<sup>-1</sup> a stanovení individuálního anaerobního prahu. Pro informaci o stavu dlouhodobé vytrvalosti se rovněž využívá hladina aerobního prahu (AEP). Jde o nejvyšší intenzitu aerobního zatížení, při které nedochází ke zvýšení tvorby laktátu a jeho hladina se pohybuje přibližně do 1 mmol.l<sup>-1</sup> nad klidové hodnoty<sup>1</sup>. Intenzita na úrovni AEP je využívána spíše pro optimalizaci tréninku pro dlouhý triatlon.

<sup>1</sup> Při stanovení klidové hladiny laktátu na 1 mmol.l<sup>-1</sup> je pak hladina AEP stanovena na 2 mmol.l<sup>-1</sup>.

Další zmiňovanou intenzitou je hladina setrvalého stavu (steady state). Jde o hladinu vyšší než ANP, která je někdy nazývaná tzv. nepravým setrvalým prahem pro krátkou dobu, po kterou je schopen jedinec udržet rychlost na této intenzitě bez změn ostatních měřených parametrů (SF, LA). Problém v této terminologii spatřujeme v tom, že ani ANP nelze považovat za „nekonečně dlouhý“ setrvalý stav, a proto by již i ANP měl být nazýván nepravým setrvalým stavem.

Posuzováním úrovně ANP jako jedním z limitujících ukazatelů výkonu v triatlonu se zabývala v minulosti již řada výzkumů, např. O'Toole, Douglas, & Hiller, 1989; Schneider, Lacroix, Atkinson, Troped, & Pollack, 1990; Zhou, Robson, King, & Davie, 1997; Hue et al., 2000; Schabert, Killian, St Clair Gibson, Hawley, & Noakes, 2000; Bentley, Millet, Vleck, & McNaughton, 2002; Millet, Dreano, & Bentley, 2003.

Van Schuylenbergh, Vanden Eynde, & Hespel, (2004) zkoumali závislost indikátorů (SF, hladina laktátu,  $VO_2$ ) měřených při různých výše zmiňovaných intenzitách dosažených na cyklistickém a běžeckém trenažéru v závislosti na celkovém čase v triatlonovém závodě. Z výsledků vyplývá, že nejvyšší korelační koeficient stanovený na cyklistickém trenažéru vykazuje parametr  $VO_2$  na anaerobním prahu LA 4 ( $r = -0,79$ ) a aerobním prahu ( $r = -0,76$ ). Nejvyšší hodnotu stanovenou na běžeckém trenažéru ( $r = -0,73$ ) nalezneme u hodnot na úrovni setrvalého stavu. Nejlépe je tedy výkon predikován z intenzit na úrovni ANP v cyklistice a na úrovni setrvalého stavu v běhu.

Podobný výzkum na skupině výkonnostních triatlonistů provedl Hue (2003). Mezi prediktory celkového času v závodě zařadil těchto pět testů: test plavání na 400 m, stupňovaný test na běžeckém a cyklistickém ergometru, dále test zahrnující třiceti minutový test na cyklistickém trenažéru, po němž hned následovalo dvacet minut na běhátku s nejvyšší možnou intenzitou (K – B) a test dvaceti minut na běžeckém pásu bez předešlé jízdy na kole. U všech testů byly zaznamenány hladiny laktátu. Jako jediný parametr signifikantě korelující s celkovým dosaženým časem v triatlonovém závodě je uvedena hladina laktátu na konci stupňovaného testu na cyklistickém trenažéru ( $p < 0,05$ ;  $r = 0,83$ ) a dosažená vzdálenost na běhu v testu k – B ( $p < 0,01$ ;  $r = -0,92$ ).

Podobný výzkum provedl Schabert et al. (2000). Mezi zkoumané prediktory zařadil test plavání na 400 m, maximální výkon na cyklistickém ergometru do vita maxima ( $W_{\max}$ ) a maximální aerobní výkon ( $VO_{2\max}$ ), maximální běžeckou rychlost dosaženou na běžeckém trenažéru do vita maxima ( $v_{\max}$ ) a  $VO_{2\max}$ , dále %  $VO_{2\max}$  na ANP, hladinu laktátu a srdeční frekvenci v obou testech. Nejvyšší signifikanci ( $p < 0,01$ ) k celkovému času závodu jevila hladina laktátu

**Tabulka 1. Charakteristika souboru – junioři**  
**Table 1. Sample characteristics – junior athletes**

Charakteristika souboru Sample characteristics	Junioři Junior males		Juniorky Junior females	
	Průměr Mean	SD	Průměr Mean	SD
Tělesná výška Body height	180.4	4.95	165.4	4.55
Tělesná hmotnost Body weight	69.82	5.36	65.52	5.11
ECM/BCM	0.76	0.09	0.81	0.07
% tuku % fat	9.10	1.62	12.40	1.86

při submaximálním zatížení na cyklistickém tre-  
 nažeru při výkonu 4 W/kg ( $r = 0,92$ ), hladina  
 laktátu při submaximálním zatížení na běžeckém  
 treňažeru při rychlosti 15 km/h ( $r = 0,89$ ),  $W_{\max}$  ( $r =$   
 0,86),  $v_{\max}$  ( $r = 0,85$ ) a  $VO_{2\max}$  na cyklistickém  
 treňažeru ( $r = 0,85$ ).

Z výše uvedených studií je zřejmé, že nejlépe  
 vysvětlují výkon v triatlonu parametry spojené  
 s rychlostí na úrovni anaerobního prahu (ANP),  
 maximální spotřeba kyslíku a spotřeba kyslíku na  
 úrovni ANP. Stanovení individuálního anaerobního  
 prahu ve všech částech triatlonu se tedy jeví jako  
 klíčové. V naší studii jsme se proto zaměřili právě  
 na diagnostiku těchto parametrů a na základě jejich

**Tabulka 2. Standardy pro hodnocení úrovně  
 vybraných parametrů**  
**Table 2. Standards for the assessment of the  
 chosen parameters level**

Úroveň parametru The level of parameter	T-body T - points
Nedostatečná Insufficient	30
Vysoce podprůměrná Deeply below standard	35
Podprůměrná Below standard	40
Mírně podprůměrná Moderately below standard	45
Průměrná Standard	50
Mírně nadprůměrná Moderately above standard	55
Nadprůměrná Above standard	60
Vysoce nadprůměrná Highly above standard	65
Vynikající Excellent	70

dlohodobého měření u triatlonistů zařazených do  
 Sportovních center mládeže (SCM) a juniorské  
 reprezentace jsme stanovili standardy pomocí T –  
 bodů pro věkové kategorie juniorů a juniorek  
 v krátkém triatlonu.

Stanovení výkonnostních norem má kromě  
 hodnocení testovaných osob v rámci určité supiny  
 nezastupitelný význam v systému řízení sportovní  
 přípravy v oblasti kontroly tréninkového procesu,  
 stanovení účinnosti tréninkové metody, před-  
 povídání výkonnosti testovaných osob, výběru  
 talentů nebo srovnání výkonnosti měřených skupin  
 (Blahuš, 1976).

## Metody

### Výzkumný soubor

Výzkumný soubor byl tvořen 55 triatlonisty -  
 muži a 16 triatlonistkami (ženami) zařazenými do  
 SCM v triatlonu ve věku 17 – 19 v období (Tabulka  
 1).

### Nástroje

Pro stanovení anaerobního prahu v plavání<sup>2</sup> a  
 běhu<sup>3</sup> se v triatlonu v ČR používá terénní metoda.

<sup>2</sup> Plavecký test na stanovení ANP probíhá v krytém  
 bazénu (25 m) a je složen ze čtyř třisetmetrových  
 úseků s intervalem odpočinku jedné minuty (4 x  
 300 m, int.1 min). Během intervalu odpočinku je  
 zaznamenána srdeční frekvence a je odebrán krevní  
 vzorek z břiška prstu horní končetiny. Intenzita  
 zatížení v jednotlivých úsecích je stanovena  
 individuálně dle aktuální výkonnosti. Z hlediska  
 stupňování intenzity zatížení je důležité dodržet  
 podmínku, aby první stupeň byl absolvován čistě  
 v aerobním pásmu, druhý v pásmu přechodu mezi  
 aerobním a anaerobním prahem, třetí mírně nad  
 úrovní předpokládaného anaerobního prahu a čtvrtý  
 v anaerobním pásmu.

Srdeční frekvence je monitorována sportestery.  
 Analýzou laktátové křivky, tj. exponenciálního  
 nárůstu koncentrace v závislosti na zatížení, se  
 stanovuje „bod zlomu“ či začátek strmého nárůstu

**Tabulka 3. Míry centrální tendence zjišťovaných parametrů souboru**  
**Table 3. Measures of central tendency of measured parameters in the tested group**

Parametr Parameter	Junioři Junior males		Juniorky Junior females	
	Průměr Mean	SD	Průměr Mean	SD
Rychlost Plavání na ANP (ms <sup>-1</sup> ) Swimming speed at ANT (ms <sup>-1</sup> )	1.27	0.11	1.19	0.09
Výkon na ANP v cyklistice (Wkg <sup>-1</sup> ) Cycling performance at ATP (Wkg <sup>-1</sup> )	4.48	0.77	4.0	0.69
Rychlost běhu na ANP (kmh <sup>-1</sup> ) Running speed at ATP	15.61	0.90	13.76	0.90

Analýzou laktátové křivky, tj. exponencionálního nárůstu koncentrace laktátu v závislosti na zatížení se stanovuje „bod zlomu“ či začátek strmého nárůstu laktátu, který odpovídá tzv. individuálnímu laktátovému prahu (ANP).

Problém nastává u cyklistiky, kde nedostatečná objektivita testu v mnoha případech zkreslí výsledek do té míry, že není možno analyzovat získané výstupy. Proto je pro stanovení anaerobního prahu nejčastěji používán test do vita maxima na cyklistickém ergometru dle protokolu Bunce (1996).

*Použité statistické metody*

laktátu, který odpovídá tzv. individuálnímu laktátovému prahu.

<sup>3</sup> Běžec test na stanovení ANP probíhá ve standardních podmínkách v atletické kryté hale na dráze s umělým povrchem. Je složen se ze čtyř až pěti dvou kilometrových úseků s intervalem odpočinku jedné minuty (4-5 x 2000 m, int.1 min). Intenzita zatížení v jednotlivých úsecích je stanovena dle aktuální výkonnosti s přihlédnutím k minulým výsledkům testování. Podobně jako v plavání je důležité 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 úroveň naposledy stanoveného ANP a pátý v anaerobním pásmu. Časový průběh testu si sportovec samostatně zaznamenává do sporttesteru včetně průběžného měření srdeční frekvence v pětisekundových intervalech. Během intervalu odpočinku je odebrán krevní vzorek z ušního lalůčku.

Stejnou metodou jako v plavání tj. analýzou laktátové křivky se stanovuje „bod zlomu“ či začátek strmého nárůstu laktátu, který odpovídá tzv. individuálnímu laktátovému prahu.

Pro vypracování standardů výkonů v jednotlivých testech pro obě kategorie (Tabulka 3) jsme výsledky převedli na standardizované hodnoty (T-body), které názorněji ukazují intra - a interindividuální rozdíly vzhledem k určenému modelu - normě. Použili jsme transformaci normované veličiny (McCallova kritérium), kde norma, tj. průměr celé skupiny odpovídá 50 T-bodům a pásmo jedné směrodatné odchylky 10 T-bodům. Oblast normy je tak vymezená pásmem 45-55 T bodů. Vzhledem k vysoké homogenitě souboru a zkušenostem z praxe jsme vytvořili standardy pouze pro rozpětí  $\pm 2$  SD. Hodnota 70 T-bodů značí vynikající úroveň, naopak 30 T-bodů pak úroveň nedostatečnou (Tabulka 2). Příslušnému výsledku u jednotlivých testů je pak vždy samostatně k oběma věkovým kategoriím přiřazeno pásmo T-bodů (Tabulka 4).

### Výsledky

V Tabulce 3 uvádíme míry centrální tendence souboru, v následné Tabulce 4 pak přepočítané výsledky na T - body se slovním hodnocením pro lepší přehlednost dosaženého výsledku.

**Tabulka 4. Standardy pro posouzení funkčních předpokladů v kategorii juniorů**  
**Table 4. Standards for assessment of functional predispositions in junior category**

Hodnocení Assessment		Výkon na ANP – junioři Performance at ATH – junior males			Výkon na ANP – juniorky Performance at ATH – junior females		
T – body T – points	Stupeň Level	Plavání Swimming	Cyklistka Cycling	Běh Running	Plavání Swimming	Cyklistka Cycling	Běh Running
		m.s <sup>-1</sup>	W.kg <sup>-1</sup>	km.h <sup>-1</sup>	m.s <sup>-1</sup>	W.kg <sup>-1</sup>	km.h <sup>-1</sup>
30	Nedostatečná Insufficient	1.05	2.94	13.81	1.01	2.62	11.96
35	Vysoce podprůměrná Deeply below standard	1.11	3.33	14.26	1.06	2.97	12.41
40	Podprůměrná Below standard	1.16	3.71	14.71	1.10	3.31	12.86
45	Mírně podprůměrná Moderately below standard	1.22	4.01	15.16	1.15	3.66	13.31
50	Průměrná Standard	1.27	4.48	15.61	1.19	4.00	13.76
55	Mírně nadprůměrná Moderately above standard	1.33	4.87	16.09	1.24	4.35	14.21
60	Nadprůměrná Above standard	1.38	5.25	16.51	1.28	4.69	14.66
65	Vysoce nadprůměrná Highly above standard	1.44	5.64	16.96	1.33	5.08	15.11
70	Vynikající Excellent	1.49	6.02	17.41	1.37	5.43	15.56

Na základě diagnostiky individuálních anaerobních prahů v plavání, cyklistice a běhu juniorů a juniorek zařazených do SCM ve věku 17 – 19 jsme stanovili normy pro rychlost (výkon) na ANP pro tyto věkové kategorie. Pro výpočet normy (T – bodu) jsme použili průměrné hodnoty a směrodatnou odchylku. V plaveckém testu dosáhli junioři průměrné rychlosti 1,27 ms<sup>-1</sup> (± 0,11) a juniorky 1,19 ms<sup>-1</sup> (±0,09), za vynikající je u juniorů považována hodnota nad 1,49 ms<sup>-1</sup>, naopak za nedostatečnou hodnota pod 1,05 ms<sup>-1</sup>. U juniorek je za vynikající považována hodnota nad 1,37 ms<sup>-1</sup>, naopak za nedostatečnou hodnota pod 1,01 ms<sup>-1</sup>.

V testu na cyklistickém ergometru dosáhli junioři průměrného výkonu 4,48 Wkg<sup>-1</sup> (± 0,77) a juniorky 4,0 Wkg<sup>-1</sup> (± 0,69). Za vynikající je u juniorů považována hodnota nad 6,02 Wkg<sup>-1</sup>, naopak za nedostatečnou hodnota pod 2,94 Wkg<sup>-1</sup>. U juniorek je za vynikající považována hodnota nad 5,43 Wkg<sup>-1</sup>, naopak za nedostatečnou hodnota pod 2,62 Wkg<sup>-1</sup>. V běžeckém testu pak dosáhli junioři průměrnou rychlost 15,61 ms<sup>-1</sup> (± 0,9) a juniorky 13,76 ms<sup>-1</sup> (± 0,9). Za vynikající je u juniorů považována hodnota nad 17,41 ms<sup>-1</sup>, naopak za nedostatečnou hodnota pod 13,81 ms<sup>-1</sup>. U juniorek

je za vynikající považována hodnota nad 15,56 ms<sup>-1</sup>, naopak za nedostatečnou hodnota pod 11,96 ms<sup>-1</sup>.

#### Diskuse

Tímto způsobem můžeme alespoň z části posoudit kvalitu absolvovaného tréninku a odhadnout další možnosti zlepšení sledovaných triatlonistů, popřípadě stanovit jejich limitní výkonnost a trénovanost.

Problémem, vzhledem k dynamice vývoje triatlonu je stanovení výkonnostních standard pomocí T – bodů, jejichž „životnost“ může být krátká. Tak, jak se zatím každým rokem zvyšuje výkonnost světové špičky v krátkém triatlonu, měly by se úměrně tomuto faktu posouvat rovněž standardy jednotlivých testů a výkon by se tím pádem měl stále zvyšovat. Bude nutno tedy tyto standardy po několika letech opět ověřit.

Dalším limitem takto stanovených standardů je kvalita sledovaného souboru a omezení platnosti pro posouzení (interindividuální srovnání) v České republice. Předpokládáme, že v zemích se širší základnou (Německo, Francie, Velká Británie, Austrálie), by jak průměrné hodnoty, tak homogenost souboru byla vyšší. Nelze však předpokládat, že maximální limitní hranice námi označené jako vynikající, se budou v těchto zemích

lišit. Nejlepší čeští junioři jsou jako jednotlivci srovnatelní a opakovaně dosahují mezinárodních úspěchů, nicméně stejně jako v dospělé kategorii absence nejlepšího závodníka (závodnice) není nahrazena podobně kvalitním výkonem někoho dalšího.

Pro mezinárodní přesah bychom potřebovali získat údaje ve stejných či obdobných testech nejlépe od juniorských výběrů v Německu, Francii, případně Velké Británii nebo Austrálii, tedy zemí, kde je systém propracovaný a s velkou základnou. Nový výpočet standardů, který by vycházel z mezinárodního souboru, by byl jistě zajímavý a pravděpodobně by ještě více zúžil výběr českých triatlonistů do reprezentačních výběrů či SCM (posun kvality standardů).

Úroveň anaerobního prahu je dle Grasgrubera a Cacka (2008) ovlivněna několika faktory. Předně vysokým podílem pomalých vláken, svalovým prokrvením, počtem a velikostí mitochondrií, aktivitou oxidačních enzymů v mitochondriích a schopností distribuovat pracovní výkon na větší množství svalstva. Pro celkový výkon triatlonu je ale snad ještě důležitější než aktuální rychlost na ANP doba, po kterou je triatlonista schopen se na uvedené intenzitě pohybovat, tedy jeho kapacita na úrovni ANP. Tato oblast se pro trénink stává klíčovou a její rozvoj důležitým nástrojem pro ovlivnění celkové výkonnosti sportovce.

## Závěr

Stanovení standardů pro výkony na ANP pro juniorské kategorie považujeme za důležité s ohledem na skutečnost, aby bylo možné talentované jedince mezi sebou porovnat a dále objektivizovat jejich výběr pro zařazení do péče o talentovanou mládež (SCM, výběr SCM, resortní střediska), ale i do reprezentace ČR. V plaveckém testu dosáhli junioři průměrné rychlosti  $1,27 \text{ ms}^{-1}$  ( $\pm 0,11$ ) a juniorky  $1,19 \text{ ms}^{-1}$  ( $\pm 0,09$ ), za vynikající je u juniorů považována hodnota nad  $1,49 \text{ ms}^{-1}$ , naopak za nedostatečnou hodnota pod  $1,05 \text{ ms}^{-1}$ . U juniorek je za vynikající považována hodnota nad  $1,37 \text{ ms}^{-1}$ , naopak za nedostatečnou hodnota pod  $1,01 \text{ ms}^{-1}$ .

V testu na cyklistickém ergometru dosáhli junioři průměrného výkonu  $4,48 \text{ Wkg}^{-1}$  ( $\pm 0,77$ ) a juniorky  $4,0 \text{ Wkg}^{-1}$  ( $\pm 0,69$ ). Za vynikající je u juniorů považována hodnota nad  $6,02 \text{ Wkg}^{-1}$ , naopak za nedostatečnou hodnota pod  $2,94 \text{ Wkg}^{-1}$ . U juniorek je za vynikající považována hodnota nad  $5,43 \text{ Wkg}^{-1}$ , naopak za nedostatečnou hodnota pod  $2,62 \text{ Wkg}^{-1}$ . V běžeckém testu pak dosáhli junioři průměrnou rychlost  $15,61 \text{ ms}^{-1}$  ( $\pm 0,9$ ) a juniorky  $13,76 \text{ ms}^{-1}$  ( $\pm 0,9$ ). Za vynikající je u juniorů považována hodnota nad  $17,41 \text{ ms}^{-1}$ , naopak za nedostatečnou hodnota pod  $13,81 \text{ ms}^{-1}$ . U juniorek je za vynikající považována hodnota nad  $15,56 \text{ ms}^{-1}$ , naopak za nedostatečnou hodnota pod  $11,96 \text{ ms}^{-1}$ .

Je nutno připomenout, že soutěže v triatlonu se konají v nestejných podmínkách (profil trati, vítr, teplota vody, velikost startovního pole,...) a nelze proto srovnávat výkony dosažené v různých závodech mezi sebou. Hodnocení závodníků na základě výsledků v závodě tak nemusí být vždy objektivní. Úroveň ANP je jedním z parametrů, které s celkovým výkonem v závodě velmi úzce souvisí a mnohdy napoví o aktuálním stavu trénovanosti a výkonnosti sportovce více, než samotný výkon v závodě. Standardy a přehlednost hodnocení výsledků v testování mohou být zároveň sportovci či trenéry využity jako cílové hodnoty pro následující etapu sportovní přípravy.

## Literatura

- Bachl, N., Reiterer, W., Prokop, L., & Czitober, H. (1978). Bestimmungsmethoden der anaeroben Schwelle. *Österreich Journal of Sportmedicine* 8, 9 - 12.
- Bentley, D. J., Millet, G. P., Vleck, V. E., & McNaughton, L. R. (2002). Specific aspects of contemporary triathlon: implications for physiological analysis and performance. *Sports Medicine* 32 (6), 345 - 359.
- Blahuš, P. (1976). *K teorii testování pohybových schopností*. Praha: Univerzita Karlova.
- Brooks, G. A. (1985). Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 17, 22 - 31.
- Bunc, V. (1989). *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení*. Praha: Univerzita Karlova.
- Bunc, V., Heller, J., & Neumann, G. (1996). Stanovení intenzit pohybového zatěžování pro rozvoj aerobní zdatnosti, funkční zátěžová diagnostika a její využití v případě triatlonistů, struktura vytrvalostního výkonu z pohledu tělovýchovného lékařství. *Metodický dopis ČSTT*, 1.
- Bunc, V., Šprýnarová, Š., Heller, J., & Zdanowicz, R. (1984). Možnosti využití anaerobního prahu ve fyziologii práce. II. Metody stanovení anaerobního prahu. *Pracovní lékařství* 36, 127 - 133.
- Costill, D. L. (1970). Metabolic responses during distance running. *Journal of Applied Physiology* 28 (3), 251 - 155.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press a.s.
- Hermansen, L., & Stensvold, I. (1972). Production and removal lactate during exercise in man. *Acta Physiologica Scandinavica* 86, 191 - 201.
- Hue, O. (2003). Prediction of drafted-triathlon race time from submaximal laboratory testing in elite triathletes. *Canadian Journal of Applied Physiology* 28 (4), 547-560.
- Hue, O., Le Gallais, D., Chollet, D., Boussana, A., & Préfaut, C. (2000). Ventilatory threshold and maximal oxygen uptake in present triathletes.

*Canadian Journal of Applied Physiology* 25, 102-113.

Keul, J., Simon, G., Berg, A., Dickhuth, H. H., Gürtler, I., & Kübel, R. (1979). Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle zur Leistungsbewertung und Trainingsgestaltung. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin* 30, 212 - 218.

Margaria, R., Edwards, H. T., & Dill, D. B. (1963). The possible mechanism of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. *The American Journal of Physiology* 106, 689 - 715.

Millet, G. P., Dreano, P., & Bentley, D. J. (2003). Physiological characteristics of elite short- and long-distance triathletes. *European Journal of Applied Physiology* 88, 427 - 30.

O'Toole, M. L., Douglas, P. S., & Hiller, W. B. (1989). Lactate, oxygen uptake and cycling performance in triathletes. *International Journal of Sports Medicine* 10, 413-418.

Schabert, E. J., Killian, S. C., St Clair Gibson, A., Hawley, J. A., & Noakes, T. D. (2000). Prediction of triathlon race time from laboratory testing in

national triathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32, 844-849.

Schneider, D. A., Lacroix, K. A., Atkinson, G. R., Troped, P. J., & Pollack, J. (1990). Ventilatory threshold and maximal oxygen uptake during cycling and running in triathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 22, 257-264.

Van Schuylenbergh, R., Vanden Eynde, B., & Hespel, P. (2004). Prediction of sprint triathlon performance from laboratory tests. *European Journal of Applied Physiology* 91, 94-99.

Zhou, S., Robson, J., King, M. J., & Davie, A. J. (1997). Correlations between short-course triathlon performance and physiological variables determined in laboratory cycle and treadmill tests. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 37, 122-130.

**Mgr. Lenka Kovářová, Ph.D., MBA**  
**Laboratoř sportovní motoriky, FTVS UK**  
**José Martího 31, Praha 162 52**  
[lkovarova@ftvs.cuni.cz](mailto:lkovarova@ftvs.cuni.cz)