ANAERÓBNY PRAH A $VO_2\text{max}$ VRCHOLOVÝCH ŠPORTOVCOV VO VZÁJOMNOM VZŤAHU*

ANAEROBIC THRESHOLD AND $VO_2\text{max}$ OF ELITE ATHLETES IN DEPENDENCE

M. Pupiš¹, J. Broďáni²

¹ Univerzita Mateja Bela Banská Bystrica, Fakulta humanitných vied, Katedra telesnej výchovy a športu, Slovenská republika

² Univerzita Konštantína filozofa Nitra, Pedagogická fakulta, Katedra telesnej výchovy a športu, Slovenská republika

ABSTRACT

Anaerobic threshold (AT) and $VO_2\text{max}$ are the most determining factors in sport training, because sport results on endurance events depends on anaerobic threshold and $VO_2\text{max}$. Anaerobic threshold and $VO_2\text{max}$ are boundary value for zest to endurance in sport, when AT is maximal boundary value for endurance training and $VO_2\text{max}$ determining utility of oxygen in training. Interdependency of anaerobic threshold and $VO_2\text{max}$ is 80-100%, when $VO_2\text{max}$ reach 80 – 100% of maximum pending anaerobic threshold. But this is individual number for everybody, so coach must allow for this fact on training. On training is important respect anaerobic threshold and $VO_2\text{max}$ because it is important for making programs. It is important to know that heart rate can fall after AT and it can be mistakes information for coach. In this situation is correct to control lactate.

Keywords : endurance, anaerobic threshold = lactate threshold (AT), $VO_2\text{max}$

SÚHRN

Anaeróbný prah a $VO_2\text{max}$ sú dve rozhodujúce veličiny pre vytrvalostný športový tréning, pretože športový výkon vo vytrvalostných disciplínach závisí najmä od anaeróbného prahu a $VO_2\text{max}$. Anaeróbný prah ako aj $VO_2\text{max}$ sú maximálne hranice ovplyvňujúce rozvoj vytrvalosti, keď ANP je v podstate maximálna hranica pre rozvoj vytrvalosti, kým $VO_2\text{max}$ určuje mieru utility kyslíka pri zaťažení. Závislosť medzi nimi je podľa našich zistení 80 – 100%, pričom spotreba kyslíka dosahuje pri ANP približne 80 – 100 % z maximálnej úrovne $VO_2\text{max}$. Táto hodnota je pre každého individuálna na čo je nutné prihliadať v tréningu. Pre efektívne riadenie tréningového procesu je dôležité, aby sme poznali obidve tieto hodnoty u každého pretekára a z toho následne vychádzali pri tvorbe tréningových programov. Dôležité je však, aby sme prihliadali na to, že po prekonaní ANP môže dochádzať k poklesu srdcovej frekvencie, čo môže mylne informovať trénera o úsilí. Preto je vhodné po takomto zaťažení zmerať aj hodnotu laktátu.

Kľúčové slová: vytrvalosť, anaeróbný prah = laktátový prah (ANP), $VO_2\text{max}$

Úvod

Anaeróbný prah a $VO_2\text{max}$ sú považované vo vytrvalostných športoch za najobjektívnejšie indikátory tréningového a v konečnom dôsledku i pretekového zaťaženia. Športový tréning a rozvoj vytrvalosti sa stali centrom záujmu mnohých

autorov, medzi inými Hagberg a Coyle (1983), Hamar (1989), Choutka a Dovalil (1991), Noakes (1991), Kučeru a Truksu (2000), Chin a kol. (2001), Moc (2002), Broďáni (2002), Čillík a Korčok (2003), Baker a Horton (2003), Billat et al. (2003),

*Výskum je súčasťou grantovej úlohy:

VEGA 1/4500/07 - Adaptácia na zaťaženie v priebehu ročného tréningového cyklu v atletike a v iných športoch

Čillík (2004), Korčok a Pupiš (2006), Soumar-Soulek – Kučera (2006) atď. Bunc et al. (1982) zdefinovali ANP ako bod zlomu krivky závislosti laktátu na zaťaženie. Ide teda o bod, pokiaľ mala krivka lineárny charakter a od tohto bodu prechádza do inej krivky zväčša exponenciálneho charakteru. Bielik et al. (2006) považujú ANP za jednu z najsignifikantnejších premenných vzhľadom k predikcii výkonu vo vytrvalostných druhoch športu. Vo vytrvalostných športoch je rovnako dôležitý parameter aj VO_{2max} , teda maximálne množstvo kyslíka, ktoré sú pľúca schopné extrahovať z vdychovaného vzduchu a ktoré sa krvou prepraví do pracujúcich svalov (Hájková, 1997). V mnohých športoch a športových disciplínach nie je vzťah medzi anaeróbnym prahom (ANP) a VO_{2max} presne zadaný a to bol dôvod, prečo sme sa rozhodli sledovať v rámci našej grantovej úlohy VEGA 1/4500/07 (Adaptácia na zaťaženie v priebehu ročného tréningového cyklu v atletike a v iných športoch) aj tento jav u popredných reprezentantov Slovenskej republiky v atletike počas laboratorného - spiroergometrického vyšetrenia, ktoré by nám malo pomôcť poodhaliť tento z pohľadu vytrvalostného športu významný jav. Stanovenie anaeróbného prahu sme realizovali z ventilačných parametrov (pričom kontrolne bol vyhodnocovaný ANP aj Conconiho metódou).

Vzájomnú závislosť medzi ANP a VO_{2max} sa snažili zdefinovať mnohí autori (Seliger a kol., 1980; Hamar, 1997; Dovalil, 2002; Moravec, 2004

a iní) veľmi podobne - u netrénovaných sa podiel maximálnej spotreby kyslíka pohybuje pri anaeróbnom prahu okolo 50% VO_{2max} , tréningom sa môže zvýšiť na úroveň až 80–90%. Na základe týchto tvrdení sa stretávame s tým, že za maximálnu intenzitu na rozvoj vytrvalosti sa pokladá anaeróbný prah, resp. 80% VO_{2max} . V kontraste s týmto názorom je však tvrdenie Kučeru a Truksu (2000), ktorí tvrdia, že pri fyzickom zaťažení vyššej intenzity ako 70 % VO_{2max} nastáva oxidácia kyseliny mliečnej a resyntéza glykogénu nestačí odbúrať všetku stále sa tvoriacu kyselinu mliečnu. V zhode s Bielikom et al. (2006) vidíme problém v tom, že overovanie efektivity tréningu na úrovni ANP na rozvoj oxidatívnych procesov v minulosti prebiehalo prevažne na vzorke netrénovaných alebo len priemerne trénovaných jedincov. Športová prax dokazuje, že nie je možné porovnávať vrcholových športovcov navzájom z hľadiska funkčných schopností a adaptácie na športový tréning, z tohto dôvodu je porovnávanie s priemerne trénovanými, resp. netrénovanými osobami zavádzajúce a skresľujúce. Pri porovnaní maximálnej spotreby kyslíka netrénovaných ľudí ($35-45 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) a vrcholových športovcov ($60-80 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) zistíme, že úroveň spotreby kyslíka vrcholového športovca na úrovni aeróbného prahu zodpovedá spotrebe kyslíka na úrovni ANP, či dokonca skoro až maximálnej spotreby kyslíka u netrénovaných jedincov.

Obr. 1. Porovnanie VO_2 pri ANP a maximálne VO_{2max} (1-5 M.B., 6-10 R.V., 11-15 K.V., 16-20 M.S., 21-25 P.K., 26-30 M.P.)

Fig.1. Comparison of VO_2 during AT and maximal VO_{2max} (1-5 M.B., 6-10 R.V., 11-15 K.V., 16-20 M.S., 21-25 P.K., 26-30 M.P.)

Vieme (Hamar, 1997), že anaeróbný prah je dynamická rovnováha medzi laktátom (soľou kyseliny mliečnej) tvoriacim sa vo svaloch a jeho odbúraváním v srdcia i odpočívajúcich svaloch. Po prekonaní tejto hranice dochádza k hromadeniu laktátu a dochádza k narušeniu vnútornej rovnováhy organizmu. Kyselina mliečna ako silná kyselina okamžite totiž disociuje na laktátový anión a vodíkový kation, ktorého zvýšená koncentrácia je vlastnou príčinou metabolickej acidózy vnútorného prostredia organizmu (Soumar – Soulek – Kučera, 2006). Z tohto dôvodu je potrebné u každého pretekára sledovať hodnotu anaeróbného prahu i $VO_2\max$ a následne zadefinovať si ich vzájomný vzťah. Vo všeobecnosti sa za hodnotu zodpovedajúcu anaeróbnemu prahu považuje koncentrácia laktátu na úrovni 4 mmol.l^{-1} , ale rôzni autori (Saltin a kol., 1995; Kučera- Truksa, 2000; Soumar – Soulek – Kučera, 2006) upozorňujú na to, že táto hodnota je u vytrvalcov podstatne nižšia (okolo $3,3 \text{ mmol.l}^{-1}$), kým u bežcov na 800 a 1500 m je táto hodnota naopak nezanedbateľne vyššia (až $5,5 \text{ mmol.l}^{-1}$). Bielik et al. (2006) pripúšťa vyššie hodnoty aj u vytrvalcov. Kučera a Truksa (2000) uvádzajú, že na úrovni anaeróbného prahu je možné pracovať 30-60 min, pričom pre tréning je vhodné rozdeliť to na kratšie úseky s dobou trvania od 7 do 12 min. $VO_2\max$ označujú, ako kritickú rýchlosť pri ktorej je možné absolvovať 8-12 min. trvajúce zaťaženie, keď optimálne tréningové podnety sú 2-6 min. Moravec (2004) pri štruktúra vytrvalostných

schopností udáva, ako strednodobú vytrvalosť výkon zodpovedajúci 95-100% $VO_2\max$ po dobu trvania 2-10 min. Costill (1977) označil rozmedzie ANP - $VO_2\max$, ako anaeróbne – aeróbnu zónu s optimálnou dobou trvania zaťaženia 5-6 min. Táto zóna je obvykle charakteristická koncentráciou krvného laktátu $4 - 9 \text{ mmol.l}^{-1}$.

Cieľ práce

Cieľom našej práce je zistiť závislosť a vzťah medzi anaeróbnym prahom a $VO_2\max$ u vrcholových vytrvalcov. Keď chceme kvantifikovať ich vzťah, ktorý by bol použiteľný pre športovú prax.

Metodika

Charakteristika testovanej skupiny

- reprezentanti Slovenskej republiky v atletickej chôdzi:

P.K. - nar.1974, telesná výška 178 cm, telesná hmotnosť 64kg

M.P. - nar.1978, telesná výška 175 cm, telesná hmotnosť 60 kg,

M.S. - nar.1978, telesná výška 191 cm, telesná hmotnosť 74 kg

M.B. - nar.1978, telesná výška 178 cm, telesná hmotnosť 67 kg

K.V. - nar.1972, telesná výška 180 cm, telesná hmotnosť 72 kg

R.V. - nar.1969, telesná výška 174 cm, telesná hmotnosť 62 kg

Obr. 2. VO_2 pri ANP v percentách (z maximálneho $VO_2\max$) (1-5 M.B., 6-10 R.V., 11-15 K.V., 16-20 M.S., 21-25 P.K., 26-30 M.P.)

Fig.2. VO_2 during AT in percent (of maximal $VO_2\max$) (1-5 M.B., 6-10 R.V., 11-15 K.V., 16-20 M.S., 21-25 P.K., 26-30 M.P.)

Nami sledovaní pretekári absolvovali 5 vyšetrení v rôznej fáze prípravy, aby sme sa vyhli možným chybám spôsobeným rôznou úrovňou špeciálnej tréningovosti, čo by mohlo viac, či menej skresliť výsledky nášho výskumu. Vzhľadom na to, že výskumu sa zúčastnili aj pretekári pretekajúci na 20, ale aj na 50 km je nutné povedať, že u pretekárov pretekajúcich na rôznych vzdialenostiach môžu byť väčšie rozdiely v aeróbnej kapacite ako i aeróbnej výkonnosti. Testovania - vyšetrenia boli realizovaná v zdravotnom stredisku vojenského výcvikového strediska Lešť a pri všetkých vyšetreniach bola použitá zhodná metodika, ktorá pozostávala z postupného zvyšovania zaťaženia (rýchlosti) na behátku (podobnou formou, ako sa realizuje Conconiho test). Sledovaní športovci absolvovali zaťaženie formou Conconiho testu na behátku a to tak, že začali pri veľmi nízkej intenzite a potom pri minútových zvyšovaniach rýchlosti pokračovali až do odmietnutia pričom bol u nich zisťovaný okrem iného anaeróbny prah, maximálny aeróbny výkon a aeróbna kapacita z ventilačných parametrov v laboratórnych podmienkach. Skupinu tvorili výhradne reprezentanti Slovenskej republiky, ktorí sa zúčastnili majstrovstiev Európy, majstrovstiev sveta, alebo Olympijských hier, čím bola zabezpečená vysoká športová úroveň sledovaných pretekárov.

Výsledky a diskusia

Športovci na ktorých sme realizovali náš výskum sa (ako sme už spomínali) podrobili

laboratórnemu testovaniu - spiroergometrickému vyšetreniu v rôznych fázach prípravy, ale i napriek tomu presahovali i najnižšie hodnoty VO_2max $60 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, pričom väčšina hodnôt VO_2max bola v rozmedzí od 70 do $80 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, čo potvrdzuje vysokú aerobnú výkonnosť i kapacitu organizmu u všetkých sledovaných športovcov (viac obrázok 1). Naše sledovanie ukázalo, že hodnota spotreby kyslíka (VO_2) pri ANP bola podstatne nižšia (o 2-15 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), ako maximálne dosiahnuté VO_2max , čo je viditeľné aj na obrázku 1. Táto skutočnosť potvrdzuje tvrdenia, že dobre tréningovaní športovci sú schopní pracovať (či dokonca zvyšovať svoj výkon) i niekoľko minút po prekonaní anaeróbného prahu, čo sa potvrdilo aj pri našom sledovaní, keď pretekári boli schopní stupňovať zaťaženie ešte aj niekoľko minút po prekonaní prahovej hodnoty.

Nami získané výsledky sa zhodujú s tvrdeniami autorov, podľa ktorých dosahuje spotreba kyslíka pri anaeróbnom prahu 80 až 90 % maxima, čo ako vidíme na obrázku 2 dosiahli všetci šiesti sledovaní pretekári a to pri každom z piatich meraní, pričom vo veľkej časti sa tieto čísla približovali úrovni 90-100%, čo potvrdzuje vysokú efektívnosť pri práci s kyslíkom u sledovaných chodcov, čo je jedným z rozhodujúcich faktorov pri vytrvalostnom výkone. Samozrejme rozhodujúci vplyv na výsledok pri vytrvalostných športoch má maximálna intenzita, pri ktorej nie je vyššia produkcia laktátu, ako je organizmus schopný spracovať a teda intenzita pod úrovňou anaeróbného prahu. Na druhej strane je nutné, aby bol organizmus schopný prijať

Obr. 3. Porovnanie srdcovej frekvencie pri ANP a VO_2max (1-5 M.B., 6-10 R.V., 11-15 K.V., 16-20 M.S., 21-25 P.K., 26-30 M.P.)

Fig.3. Comparison of heart rate during AT and VO_2max (1-5 M.B., 6-10 R.V., 11-15 K.V., 16-20 M.S., 21-25 P.K., 26-30 M.P.)

a spracovať, čo najväčšie množstvo kyslíka a to ani nie tak absolútne, ale v prepočte na kg hmotnosti za jednu minútu zaťaženia (teda, aby bolo jeho $\text{VO}_2\text{max.kg}^{-1}$ čo najvyššie). Ako môžeme vidieť na obrázkoch 1 a 2 najvyššie percento maximálnej spotreby kyslíka dosahovali sledovaní pretekári pri ANP pri tých meraniach, keď aj absolútne VO_2max dosahovalo najvyššie hodnoty. Všetky tieto merania, keď pretekári dosahovali najvyššie absolútne hodnoty VO_2max , ako aj najvyššie hodnoty VO_2 pri ANP boli realizované počas sezóny, teda vo fáze kedy pretekári dosahujú úroveň najvyššej tréningovej. Pretekári teda v tomto období dosahovali najvyššie hodnoty VO_2max , ale aj hodnoty VO_2 pri ANP sa najviac približovali absolútnemu VO_2max .

Súčasťou nášho výskumu bolo aj porovnanie srdcovej frekvencie pri anaeróbnom prahu a VO_2max počas testovania na behátku. Dospeli sme k pozoruhodnému zisteniu. Srdcová frekvencia pri anaeróbnom prahu bola v niektorých prípadoch vyššia ako pri VO_2max (viac obrázok 3), ale keď sme si však uvedomili metodiku Conconiho testu pochopili sme, že náš výskum len potvrdzuje princípy z ktorých Conconi vychádzal pri tvorbe tohto testu, ktorý bol vytvorený pre určenie ANP v teréne.

Obrázok 4 ukazuje, že srdcová frekvencia dosahovala pri anaeróbnom prahu 87 až 103% zo

srdcovej frekvencie pri VO_2max , takže po prekonaní ANP narastala srdcová frekvencia buď veľmi pomaly, alebo v niektorých prípadoch dokonca klesala, aj keď len o maximálne 3 percentá. Na druhej strane spotreba kyslíka narastala bez ohľadu na to, či srdcová frekvencia po prekonaní ANP narastala, alebo klesala, čo potvrdzuje i obrázok 1. Keď budeme vychádzať z interpretácie Conconiho testu podľa Pupiša a Korčoka (2003), ktorá hovorí, že srdcová frekvencia narastá po úroveň anaeróbného prahu lineárne a v bode ANP sa priamka odkláňa smerom k osi x (a teda môže aj klesať) je tento fakt v zhode s ich interpretáciou. Pretože schopnosť organizmu prijať čo najväčšie množstvo kyslíka na kg hmotnosti za minútu nie je limitovaný len srdcovou frekvenciou a tak spotreba kyslíka môže narastať aj po prekonaní tejto hranice.

Vzájomnú závislosť medzi ANP a VO_2max môžeme teda zdefinovať podobne ako iní autori (Seliger a kol., 1980; Hamar, 1997; Dovalil, 2002; Moravec, 2004 a iní) podľa ktorých dosahuje VO_2 pri ANP úroveň 80–90% VO_2max . Na základe týchto tvrdení sa stretávame s tým, že za maximálnu intenzitu na rozvoj vytrvalosti sa pokladá anaeróbný prah, resp. 80 a viac % VO_2max , čo je v zhode s našimi zisteniami, aj keď je nutné prihliadať na fakt, že táto hodnota sa pohybuje v relatívne širokom rozmedzí.

Obr. 4. Úroveň srdcovej frekvencie pri VO_2max a ANP (v percentách zo srdcovej frekvencie pri VO_2max) (1-5 M.B., 6-10 R.V., 11-15 K.V., 16-20 M.S., 21-25 P.K., 26-30 M.P.)

Fig.4. Level of heart rate during VO_2max and AT ANP (in percent of heart rate during VO_2max) (1-5 M.B., 6-10 R.V., 11-15 K.V., 16-20 M.S., 21-25 P.K., 26-30 M.P.)

Závery

Výskum, ktorý sme realizovali dokázal, že vzťah medzi anaeróbnym prahom a $VO_2\text{max}$ nie je možné vyjadriť žiadnou konštantou, ale aj napriek tomu je možné povedať, že VO_2 pri anaeróbnom prahu dosahuje u vrcholových športovcov - vytrvalcov úroveň medzi 80 až 100 percent $VO_2\text{max}$, čo však treba zadefinovať pre každého športovca individuálne. Až potom je možné určovať intenzitu zaťaženia v tréningu, pretože každé percento v intenzite môže znamenať nesprávne určenú intenzitu. Rovnako dôležité je, aby bola správne určená dĺžka zaťaženia na úrovni ANP resp. $VO_2\text{max}$.

Sledovanie srdcovej frekvencie pri zaťažení na behátku ukázalo, že po prekonaní hranice ANP dochádza nie len k narušeniu dynamickej rovnováhy medzi laktátom tvoriacim sa v svaloch a jeho odbúraním v srdci, ale prerušuje sa aj lineárne narastanie srdcovej frekvencie a dokonca môže dôjsť aj k poklesu srdcovej frekvencie po prekonaní tejto hranice. Na tento fakt je nutné prihliadať najmä pri tréningoch vyššej intenzity na úrovni ANP, pretože po prekonaní ANP môže kontrola srdcovej frekvencie stratiť svoj význam. Dokonca nízka srdcová frekvencia môže nesprávne „poukazovať“ na nízke tréningové nasadenie. V dôsledku neskúsenosti môže tréner pretekára podozrievať z laxnosti. Preto by nemal byť športtester jediným kontrolným mechanizmom pri tréningu a preto by bolo vhodné sledovať aj iné ukazovatele ako napríklad : laktát, kreatínkináza, pH, krvný tlak atď. Vzhľadom k špecifickosti každého organizmu pokladáme za dôležité aj individuálne overovanie efektivity tréningu na úrovni ANP, pretože niektoré názory sa neprikláňajú k metóde rozvoja vytrvalosti na úrovni ANP. Tréning na úrovni ANP totiž považujú za náročný na spotrebu glykogénu, ktorého regenerácia je časovo obmedzená, pričom nemusí vyvolávať dostatočný stimul pre fyziologickú adaptáciu pri rozvoji pretekového tempa. Z pohľadu našej výskumnej vzorky však považujeme ANP za veľmi dôležitý ukazovateľ, pretože podľa Pupiša a Čillíka (2005) absolvujú chodci preteky na 20 km pri intenzite 100-102% ANP a preteky na dlhšej (50 kilometrovej) olympijskej vzdialenosti na úrovni 92-95% ANP. Poznanie prahovej hodnoty, tak umožňuje chodcom lepšie odhadnúť vhodné pretekové tempo.

LITERATÚRA

Baker, J. & Horton, S. (2003). East African running dominance revisited: a role for stereotype threat? *Sport. Med.*, 37, 553-555.
Bielik, V., Aneščík, M., Petrovič, J., Pelikánová, J. & Jamrochová, E. (2006). Laktátová krivka –

Teória a prax. In *Vedecký zborník – ATLETIKA 2006*, (ss. 6 – 12). Bratislava : ICM Agency.
Billat, V. et al. (2003). Training and Bioenergetic Characteristics in Elite Male and Female Kenyan Runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 35 (2), 297–304.
Brodáňi, J. (2002). Biologický problém adaptácie na Štrbskom Plese. In *50. Výročie organizovaného vyučovania telesnej výchovy na vysokých školách* (ss. 48-53). Nitra: Agroinštitút.
Bunc, V., Šrynarová, Š., Heller, J. & Zdanowicz, R. (1984). Možnosti využitia ANP fyziologie práce II. Metody stanovení anaerobního prahu. *Pracovní lékařství*, 4, 127-133.
Čillík, I. (2004). *Športová príprava v atletike*. Banská Bystrica: FHV UMB.
Čillík, I. & Korčok, P. (2003). Training of race walker in high altitude environs in preparation for European Championship in Athletics. In *Lekkoatletyka*. Gdansk : AWF.
Costill, D.L. (1977). Effects of elevated plasma FFA and insulin on muscle glycogen usage during exercise. 1977. *J. appl. Physiol.*, 4, 695 - 699.
Chin, T. MD., Sawamura, S., Fujita, H., Nakajima, S., Ojima, I., Oyabu, H., Nagakura, Y., Otsuka, H. & Nakagawa, A. (2001). Effect of endurance training program based on anaerobic threshold for lower limb amputees. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 38 (1).
Dovalil, J. a kol. (2002). *Výkon a tréning ve sportu*. Praha: Olympia.
Hagberg, J. A. & Coyle, E. F. (1983). [online] Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive racewalkers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Indianapolis (USA) : U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine, 4, 287-289. Dostupné na internete [cit. 2006-06-02] <http://www.ms-se.com>.
Hájková, M. (1994). Maximálna spotreba kyslíka. In Komadel, L. 1994. In *Telovýchovnolekárske vademecum* (s. 119). Bratislava : Slovenská spoločnosť telovýchovného lekárstva a CIBA – GEIGY SERVICES A. G.
Hamar, D. (1989). *Všetko o behu*. Bratislava : Šport.
Hamar, D. (1997). Maximálna spotreba kyslíka ($VO_2\text{max}$). In Komadel, L. a kol: *Telovýchovnolekárske vademecum* (ss. 119 – 122). Bratislava: Slov. spol. telových. lekárstva a Berlin – Chemie, menarini Group, Bratislava.
Choutka, M. & Dovalil, J. (1991). *Sportovní trénink*. Praha : Olympia/Karolinum.
Korčok, P. & Pupiš, M. (2006). *Všetko o chůdzi*. Banská Bystrica : Katedra telesnej výchovy a športu, Fakulta humanitných vied Univerzity Mateja Bela.
Kučera, V. & Truksa, Z. (2000). *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha: Olympia.

Moc, L. (2002). Chůdže a beh – aktivní role českých odborníků. *Slovenská chůdža-informačný spravodaj*, 3 (33), 27.

Noakes, T. D. (1991). *Lore of running*. Cape Town, South Africa : Oxford University Press.

Pupiš, M. & Čillík, I. (2005). Intenzita zaťaženia pri vytrvalostnom výkone. In *Atletika 2005*. Praha : Falon.

Pupiš, M. & Korčok, P. (2003). Conconiho test. *Slovenská chůdža*, 7, (3), 35. Martin : SAZ.

Saltin B., Larsen H. & Terrados N. (1995). Aerobic exercise capacity at sea level and at altitude in Kenyan boys, junior and senior runners compared with Scandinavian runners. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 5, 209–221.

Seliger, V., Vinařický, R. & Trefný, Z. (1980). *Fyziologie tělesných cvičení*. Praha: Avicenum.

Soumar, L., Soulek, I. & Kučera, V. (2006). Laktátová křivka. *Atletika 1/2006*, 1-3. Praha: ČAS.

PaedDr. Martin Pupiš, PhD.
Department of Physical Education and Sport
Faculty of Humanities
Matej Bel University
Tajovského 40
97404 Banská Bystrica
Slovakia

e-mail : pupis@fhv.umb.sk
jbrodani@ukf.sk