

# BELİRLİ PLAZMA LAKTAT KONSANTRASYONU VEREN KOŞU HIZLARI VE 5000 M KOŞU PERFORMANSI ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Muzaffer ÇOLAKOĞLU\*, Faruk TURGAY\*\*, Uğur DÜNDAR\*,  
Serra ÇOLAKOĞLU\*\*\*, Mehmet TURAN\*\*, Şaban ACARBAY\*\*

## ÖZET

*Bu çalışmanın amacı; koşu pistinde gerçekleştirilen ve 2-12 mM plazma laktat konsantrasyonu veren koşu hızlarının 5000 m koşu hızına göre yüzdeleri ve aralarındaki ilişkiyi incelemektir. Çalışmaya 7 erkek orta-uzun mesafe koşucusu gönüllü olarak katıldı. Sentetik Atletizm pistinde gerçekleştirilen ve üç dakikada bir kademeli olarak hızı artan koşu testinde, her basamaktan sonra parmak ucundan alınan kan örneklerinden plazma laktat konsantrasyonları tesbit edildi. Ayrıca, 5000 deneme koşusu gerçekleştirildi. Elde edilen sonuçların ışığında, 8.9 mM'deki plazma laktat konsantrasyonuna denk gelen koşu hızının 5000 m koşu hızına eşit olduğu hesaplandı. 5000 metre ortalama koşu hızı % 100 kabul edildiğinde, 2 mM koşu hızı için % 73.6, 4 mM koşu hızı için % 85.8 mM koşu hızı için % 93.1, 8 mM koşu hızı için % 97.8, 9 mM koşu hızı için % 100.1, 10 mM koşu hızı için % 102.5, 11 mM koşu hızı için % 104.8 ve 12 mM koşu hızı için % 106.9'luk değerler elde edildi. Tüm parametrelerin 500 m. koşu hızı ile korelasyonları yüksek bulundu.*

**Anahtar Kelimeler:** Aerobik eşik, anaerobik eşik, laktat, dayanıklılık

\* Celal Bayar Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Manisa

\*\* GSİM İzmir Sporcu Sağlık Merkezi

\*\*\* Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya ABD, İzmir

**RELATIONSHIPS BETWEEN RUNNING VELOCITIES AT  
GIVEN PLASMA LACTATE CONCENTRATIONS AND  
5000 M. RUNNING PERFORMANCE**

**SUMMARY**

*The purpose of this study was to determine the relationships between given plasma lactate concentrations' running velocities and 5000 m running performance. Seven male middle and long distance runners were voluntarily participated in this study. In this study, plasma lactate concentrations were determined from fingertip blood samples withdrawn between each 3 minute stage of an incremental track running test. Additionally, a 5000 m trial run was administered. 5000 m running velocity was calculated to be equal with 8.9 mM lactate running velocity. On the other hand, compared with 5000 m running time, percentages were determined to be 73.6 % for 2 mM lactate running velocity, 85.8 % for 4 mM 93.1 % for 6 mM 97.8 % for 8 mM 100.1 % for 9 mM 102.5 % for 10 mM 104.8 % for 11 mM , and 106.9 % for 12 mM All parameters showed high correlations with 5000 m running velocities.*

**Key Words:** *Aerobic threshold, anaerobic threshold, lactate, endurance.*

**GİRİŞ**

Belirli bir submaksimal yükde düşük laktat konsantrasyonu (aerobik eşik ve anaerobik eşik) ve yüksek maxVO<sub>2</sub>, uzun mesafe koşucusunun performansında, koşu ekonomisi ve laktik asit tolerans ile beraber önemli rol üstlenirler (Martin, 1990).

Laktat üretimi hafif şiddetteki sabit yüklü egzersizi takiben bir miktar artsa da, kısa bir süre sonra eliminasyon üretime eşit hale gelir ve laktat steady state'i oluşur. 2 mM civarındaki bu ilk steady state'e "aerobik eşik" denmektedir (Kindermann ve ark. 1979, Oyono-Enguelle ve ark. 1990). İyi antrene edilmiş dayanıklılık sporcularında aerobik eşik maxVO<sub>2</sub>'nin % 50-75'i arasındadır (Martin, 1990). Hız kademeli olarak arttıkça, kasta artan laktat birikimi ile kasta geçiş hızı artacak ve bunu takiben yeni steady-state'ler oluşacaktır. Böylece kişisel maksimal laktat steady-state düzeylerine ulaşılabilecektir (individual anaerobik eşik). Şiddeti kademeli olarak artan egzersizde laktat konsantras-

yon artışıdaki ani yükselmenin görüldüğü nokta maksimal laktat steady-state'idir. Oyono-Enuelle (1990), iyi antrene bir denekte 7 mM kan laktat düzeyinde steady-state bildirmiştir. Heck ve ark. (1985) tarafından kişisel anaerobik eşik 3-5 mM arasında bulunmuş ve ortalama 4 mM olarak tesbit edilmiştir. Buna 4 mM laktat eşığı (birçok makalede anaerobik eşik)\* denmektedir.

Dayanıklılık açısından iyi antrene sporcularda % 85-90 maxVO<sub>2</sub> seviyesine ulaşabilir. MaxVO<sub>2</sub>, maksimal egzersizde dokuların 1 dakikada kullandığı O<sub>2</sub> miktarını ifade etmektedir. MaxVO<sub>2</sub>'ye denk gelen egzersiz şiddetinde kan laktat konsantrasyonu 8-12 mM arasındadır (Bompa, 1988). Egzersiz, aerobik eşik hızında 2 saatten fazla (Martin, 1990), 4 mM laktat eşığı hızında 1 saat civarında (Mongoni ve ark. 1990) ve MaxVO<sub>2</sub> hızında 10-12 dk. sürdürülebilir (Martin, 1990). Maraton performansı genellikle anaerobik eşik hızından ortalama olarak % 2-4 daha düşük bir hızdadır. (Martin, 1990). Yani ortalama % 96-98 anaerobik eşik hızı ile maraton yarışı tamamlanır. MaxVO<sub>2</sub> hızı laktat steady state'i hızının üzerindedir, hızlı bir laktat birikimine neden olur.

Ülkemizde Spor Bilimleri alanında kullanıma sunulan elektro-enzimatik laktat analizörlerin sayısı gün geçtikçe artmakta ve bunlarla yapılan analizler sonucunda sporcularımızın yüksek performansa ulaşımı için gerekli rehberlik hizmetleri yerine getirilmektedir.

Bu analizörler ile kandan, total kan laktatı (TKLa), plazma laktatı (PLa), veya ekstra-selluler kan laktatı (ESLa) analizi yapmak mümkündür. Bunlardan en geçerli kabul edileni total kan laktatı olmakla beraber, maliyeti yüksektir. PLa ve ESLa analiz metodları TKLa analizine göre daha ekonomiktir. Plazma laktat analizi total kan laktatına en yakın sonuçları veren methodur.

Diğer taraftan, laboratuvarında egzersiz testleri genellikle koşu bandı veya bisiklet ergoetresinde gerçekleştirilir. Egzersiz testinin, sporcunun branşına uygun seçilmesi kuralına dayanarak, atletizmin koşu disiplinlerinde yer alan atletlerin laboratuvarında gerçekleştirilen dayanıklılık testleri koşu bandı üzerinde

---

\* **Birçok makalede 4 mM laktat eşığı "anaerobik eşik" olarak adlandırılmıştır. Ele aldığımız makalelerden birkaçında anaerobik eşik terimini kullanırken solumsals eşik, 4 mM laktat eşığı veya individual anaerobik eşik kavramlarından hangisinin kastedildiği açık değildir. Referans gösterilen makalelerde kullanılan terminolojiye sadık kalınarak yazımıza yansıtılmıştır.**

yapılmalıdır. Ancak, her laboratuvarında uygun bir koşu bandı olmayabilir veya belli bir dönem için devre dışı kalabilir. Ayrıca, alan şartlarında ölçüm daha gerçekçi sonuçlar verebilir. Bütün bunlar göz önünde bulundurularak, bu çalışmada; aerobik eşik, 4 mM laktat eşiği ve MaxVO<sub>2</sub> seviyelerini ifade eden 2-12 mM arasındaki plazma laktat konsantrasyonlarına denk gelen koşu hızlarının, maksimum 5000 m koşu hızının % olarak ne kadarını oluşturduğunu ve aralarındaki ilişkiyi saptamak, aynı zamanda plazma laktatı ile çalışma durumunda olan laboratuvarlar için bu konuda bir kriter oluşturmak hedeflendi.

## **METOD**

Yaşları 19 ile 29 arasında değişen (22.43±3.36) ve 2 ile 17 yıldır düzenli antrenman yapan 7 denekten beşi 14 dk 10 sn ile 15 dk. 00 sn arasında 5000 m performansına sahip olan mesafe koşucusu iken diğer ikisi 800 ve 1500 m koşucularıydı.

Söz konusu kan laktat düzeylerine denk gelen koşu hızının tayini amacıyla deneklerden, sentetik atletizm pistinde 14 km/h (700 m/3 dk.), 16 km/h (800 m/3 dk.), 18 km/h (900 m/3 dk.) ve 20 km/h (1000 m/3 dk.) koşu hızları ile 3'er dakikalık yüklenmeler yapmaları istendi. Bu hedefler için kullanılması gereken tur zamanları sporculara bildirildi. Her 3 dakikalık koşunun sonunda koşulan mesafe olası sapmaları belirlemek amacıyla kaydedilip, nabızlar Sport Tester telemetrik nabız ölçer ile belirlendi bir dakika içinde parmak ucundan alınan kan örneği koruyucu tüplere konuldu. Kan alımlarından hemen sonra sporcular tekrar bir sonraki 3 dakikalık koşularını gerçekleştirdiler.

Üç gün sonra sporculardan mümkün olduğunca sabit bir koşu temposu ile yapabilecekleri en iyi 5000 m koşularını gerçekleştirmeleri istendi. 5000 m koşusundan 4-7 dk. sonrasında parmak ucundan kan örnekleri alınarak koruyucu tüplere konuldu.

Her iki test seansında elde edilen kan örnekleri santrifüj edildi ve süpernatant kısımdan alınan plazma YSI 23L laktat analizörü ile analiz edildi. Her bir denek için oluşturulan hız-laktat eğrilerinde 2-4-6-8-9-10-11 ve 12 mM laktat düzeylerine en yakın 2 noktanın ekstra- ve intrapolasyonu ile bu laktat konsantrasyonlarına denk gelen koşu hızları tesbit edildi.

Deney düzeni şöyle oluşturuldu:

1. gün: 14-16-18-20 km/h hızlarda 1'er dakika aralıklı 3'er dakikalık pist koşusu.

4. gün: 5000 m deneme koşusu.

Sonuçlar istatistiki olarak test ve korrelasyon analizi ile değerlendirildi.

### **BULGULAR**

Deneklerin test sonuçları; koşu hızı (m/sn), plazma laktat konsantrasyonu (mM) ve nabızları Tablo 1'de sunulmuştur.

Belirli laktat konsantrasyonlarına denk gelen koşu hızlarının 5000 m koşu hızının %'si olarak değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Deneklerin hız-laktat eğrisi şekil 1'de, herbir deneğe ait hız-laktat grafiği ise şekil 2'de sunulmuştur.

5000 m koşu hızı 2 mM koşu hızı ile 0.923, 4 mM koşu hızı ile 0.934, 6 mM koşu hızı ile 0.946, 8 mM koşu hızı ile 0.961, 9 mM koşu hızı ile 0.967, 10 mM koşu hızı ile 0.969, 11 mM koşu hızı ile 0.972 ve 12 mM koşu hızı ile 0.974 korrelasyon ortaya koydu. 5000 m koşu hızı ile 5000 m koşu sonrası PLa konsantrasyonları arasında -0.502'lik negatif bir ilişki tesbit edildi.

### **TARTIŞMA VE SONUÇ**

Martin (1990) sadece bir bayan atleti ele alarak ve bu atletin en iyi 4000 m performansını onun maxVO<sub>2</sub> hızı kabul ederek ortaya koyduğu sonuçlara göre; 5000 m yarış hızı maxVO<sub>2</sub>'nin % 98'i, anerobik eşik ise maxVO<sub>2</sub>'nin % 85'i (Tablo 3) yani, anaerobik eşik hızı, 5000 m hızının % 87'si kadardır.

Mesafe	Zaman	m/dk	% maxVO <sub>2</sub>
1500 m	4'.00"	375	111
3000 m	8'.35"	350	103
4000 m	11'.45"	341	100
5000 m	14'.55"	335	98
10000 m	31'.00"	323	95
15000 m	47'.32"	316	93
1/2 Maraton	1s.08'.21"	309	91
Anaerobik eşik		289	85
Maraton	2s.29'.33"	282	83

—Tablo 3. MaxVO<sub>2</sub>'si ve anaerobik eşik koşu bandında belirlenmiş olan ve 4000 m derecesi % 100 maxVO<sub>2</sub>'ye denk gelen bir bayan atletin çeşitli mesafelerde/hızlarda % maxVO<sub>2</sub> düzeyleri (Martin, 1990).

Bu çalışmada da, 4 mM laktat eşik hızı 5000 m hızının % 85.8 olarak be-

lirlenmiştir (Tablo 2). Aynı kan örneğinden bakılan total kan laktatı ile plazma laktat konsantrasyonları arasında fark vardır ve bu fark plazma laktat konsantrasyonunun büyüklüğü şeklindedir (Bishop ve ark. 1992). Total kan laktatı olarak bakılsaydı, elde edilen laktat konsantrasyonu daha düşük olduğundan extrapolasyon sonucu aynı laktat konsantrasyon düzeyi için daha yüksek hızlar tesbit edilecek ve bu oran biraz daha yüksek olacaktı. Foxdal ve ark. (1994)., da 6 ve 8 dakikalık basamaklarda plazma laktat konsantrasyonunun değerlendirilmesi sonucu elde edilen 4 mM koşu hızının tesbitinde % 1.7 ve % 3.9 daha düşük hesaplanmasına neden olduğunu saptamışlardır.

Cunningham ve ark. (1990), maxVO<sub>2</sub> yüksekliğinin 5000 m yarışında başarı için önemli bir özellik olduğunu ifade etmişlerdir. MaxVO<sub>2</sub>'ye denk gelen hızlarda kan laktat konsantrasyonu 8-12 mm'dir. (Bompa 1988, Noakes 1988) ve maxVO<sub>2</sub> hızında egzersiz, en iyi mukavemet koşucuları tarafından bile 10-12 dk. sürdürülebilir (Martin, 1990). Bu yüzden sadece 5-15 dakika arası maksimal şiddetli egzersizlerde dominant kabul edilir. Ohkuwa ve ark. (1984), 12 dk'dan daha kısa süren maksimal 3000 m koşusu sonrasında pik laktat konsantrasyonunun 12 mM olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise, 5000 m koşusu sonrası plazma laktat konsantrasyonu 13.5±3.1 mM olarak saptanmıştır.

Bu araştırmada, kademeli olarak şiddeti artan, üçer dakikalık basamakların ve plazma laktat tayininin kullanıldığı alan koşu testinde elde edilen 8.9 mM laktat konsantrasyonuna denk gelen koşu hızının 5000 m koşu hızına eşit olduğu saptanmıştır (Şekil 1).

5000 m sonrası plazma laktat konsantrasyonunun negatif olması, performans yükseldikçe laktat birikiminin azaldığını göstermekte ve bu bulgu ve literatür ile paralellik göstermektedir. Favier ve ark. (1986) ile Costill ve ark. (1983) da dayanıklılık antrenmanının laktik asit üretimini düşürdüğünü eliminasyonunu arttırdığını ifade etmişlerdir. Üst düzey mesafe koşucuları, aynı maxVO<sub>2</sub> yüzdesinde daha az laktik asit üretirler. % 85 maxVO<sub>2</sub>'de elit mesafe koşucularının kan laktat konsantrasyonu 2.7 mM iken, daha düşük performanslı olanların 6.2 mM bulunmuştur (Costill ve ark. 1983). Tanaka ve ark. da (1984) anaerobik eşik şiddetinde kullanılan O<sub>2</sub> miktarındaki artırım dayanıklılık performansı ile yüksek bir ilişki gösterdiğini ve 5-10 km performansında anaerobik eşik hızının gelişiminin etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Bizim çalışmamızda 5000 m koşu hızı ile 4 mM koşu hızı arasında elde

edilen % 85.8'lik oran ve yüksek korrelasyon 5000 m koşu performansına önemli katkısı olduğunun göstergesi olarak kabul edilebilir.

Şiddeti kademeli olarak artan bir egzersizi kullanmak, eğer denekler tecrübesiz ve tempo duygusundan yoksunlarsa, uygun olmayabilir. Bizim çalışmamızda yer alan denekler ise oldukça tecrübeliydiler ve istenen tempoları çok önemsiz sapmalarla gerçekleştirdiler.

Sonuç olarak, 5000 m koşu performansını, alanda, üçer dakikalık kademeli egzersiz ve plazma laktat analizi kullanılarak tahmin etmede en uygun parametrenin 9 mM hızını belirlemek olduğu görülmektedir. Bunun yanısıra, yakın değerler olarak ve 5000 m koşu hızı ile yüksek korrelasyonu göz önünde bulundurularak, 8 mM veya 10 mM hızı da kullanılabilir. Ancak, böyle bir metod ile ortaya koyduğumuz diğer laktat konsantrasyonlarına denk gelen koşu hızları 5000 m koşu hızlarını önceden tahmin etmede daha uzak alternatifler olarak görülmektedir.

Bunların yanısıra, Tablo 2'de sunduğumuz % değerleri ile Şekil 1'de sunduğumuz laktat-hız eğrisi ve nabız ilişkisi, aerobik eşik, 4 mM laktat eşiği ve maxVO<sub>2</sub>'yi geliştirici antrenman yoğunluklarını belirlemede antrenöre yardımcı olacaktır. Bunu gerçekleştirebilmek için Tablo 2'de yer alan parametrelerden birinin değerini tesbit etmek ve sunduğumuz tabloya göre değerlendirmek gerekecektir. Çalışmamızda yer alan denek sayısının yetersiz olduğu düşünülebilir. İleri çalışmaların, daha çok sayıda mesafe koşucusu denek olarak ele alınarak oluşturulması önerilir.

Ayrıca, iyi antrene ve yüksek performansa sahip dayanıklılık sporcularında kişisel anaerobik eşik 4 mM'den daha yüksek bir kan laktat konsantrasyonu verebilir. Daha önce bahsettiğimiz gibi 4 mM laktat eşiği kişisel anaerobik eşik ortalamalarını yansıtan bir değerdir. Kişisel anaerobik eşiği 4 mM kan laktat konsantrasyonundan yüksek olan sporcunun 4 mM laktat konsantrasyonuna denk gelen koşu hızları ile antrene edilmesi kişisel anaerobik eşik gelişimi için optimal koşu hızlarının kullanılamaması anlamına gelebilir. Bu yüzden performans analizi için kişisel anaerobik eşikler kullanılarak, her sporcu için ayrı ayrı tabloların oluşturulması, antrenman yoğunluklarını belirlemede daha yararlı olacaktır.

Tablo 1: Deneklerin test sonuçları.

	2mM koşu Hızı	4mM koşu Hızı	6mM koşu Hızı	8mM koşu Hızı	9mM koşu Hızı
min.	3.50 m/sn	4.07 m/sn	4.44 m/sn	4.66 m/sn	4.76 m/sn
max.	4.05 m/sn	4.76 m/sn	5.11 m/sn	5.30 m/sn	5.43 m/sn
ort.	3.74	4.37	4.74 m/sn	4.98	5.09
SD	0.25	0.3	0.29	0.28	0.29

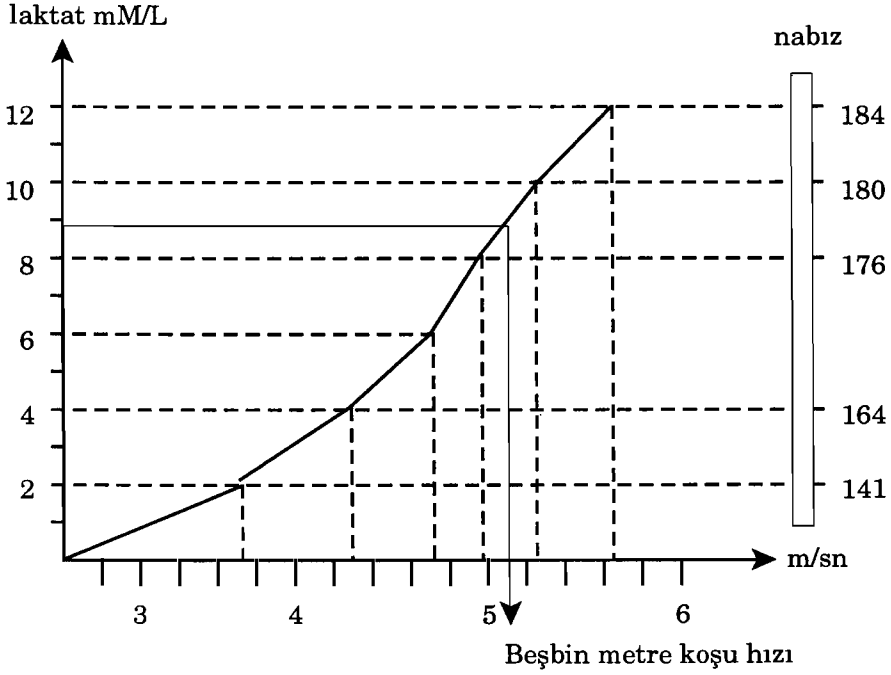
  

	10mM koşu Hızı	11mM koşu Hızı	12mM koşu Hızı	5000 m koşu. Hızı	5000 m koşu Hızı
min	4.85 m/sn	4.94 m/sn	5.03 m/sn	4.54 m/sn	8.1 mM
max.	5.57 m/sn	5.70 m/sn	5.83 m/sn	5.48 m/sn	18.2 mM
ort.	5.22	5.33	5.45	5.1	13.5
SD	0.3	0.31	0.33	0.38	3.0.5

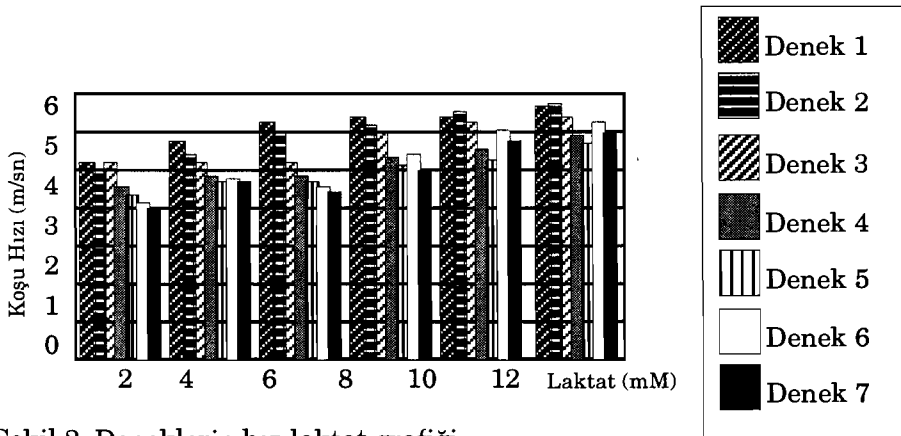
Tablo 2: 5000 m koşu hızı % 100 kabul edildiğinde diğer koşu hızlarının buna göre yüzde değerleri.

	Ort.	SD
2mM koşu hızı	73.6	2.2
4mM koşu hızı	85.8	2.4
6mM koşu hızı	93.1	2.6
8mM koşu hızı	97.8	2.7
5000 m koşu hızı	100	
9mM koşu hızı	100.1	2.6
10mM koşu hızı	102.5	3
11mM koşu hızı	104.8	2.5
12mM koşu hızı	106.9	2.6





Şekil 1. Şiddeti kademeli olarak artan koşu testi sonunda elde edilen hız-laktat eğrisi ve nabız değerleri.



Şekil 2. Deneklerin hız-laktat grafiği

**KAYNAKLAR**

1. Bompa TO; 1988. "Physiological intensity values employed to plan endurance training." *New Studies in Athletics*, 3 (4): 37-52.
2. Bishop PA, May M, Smith JF, Kime J, Mayo J, Murphy M; 1992. "Influence of blood handling techniques on lactic acid concentrations" *Int Sports Med*, 13 (1): 56-59.
3. Costill DL, Barnett A, Sharp R, Fink WJ, Katz A; 1983. "Leg muscle pH following sprint running". *Med Sci Sports Exerc*, 15 (4): 325-329.
4. Favier RJ, Constable SH, Chen M, Holloszy; 1986. "Endurance exercise training reduces lactate production". 61 (3): 885-889.
5. Cunningham LN; 1990. "Relationship of running economy, ventilatory threshold, and maximal oxygen consumption to running performance in high school females", *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 61 (4): 369-374.
6. Foxdal P, Sjödin B, Sjödin A, Östman B: "The validity and accuracy of blood lactate measurements for prediction of maximal exercise capacity. Dependency of analyzed blood media in combination with different designs of the exercise test". *Int J Sports Med*, 15: 89-95.
7. Heck H, Mäder A, Hess G, Mücke R, Müller R, Hölhmaann W; 1985. "Justification of the 4mM/L lactate threshold" *Int J Sports Med*, 6:117-130.
8. Kindermann W, Simon O, Keul W; 1979. "The significance of aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training" *Eur J Appl Physiol*, 42: 25-34.
9. Martin DE; 1990. "Training and performance of women distance runners: a contemporary perspective" *New Studies in Athletics*, 5 (2): 45-68.
10. Mazzeo RS, Brooks GA, Schoeiler DA, Budinger TF; 1986, "Disposal of blood [1-13C] lactate in humans during rest and exercise". *J Appl Physiol* 60 (1): 232-241, 1986.
11. Mongoni P, Sirtori MD, Lorenzelli F, Ceretelli P; 1990. "Physiological responses during prolonged exercise at the power output corresponding to the blood lactate threshold" *Eur J Appl Physiol* 60: 239-243.
12. Noakes TD; 1988. "Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective" *Med Sci Sports Exerc.*, 21 (4) 319-330.
13. Ohkuwa T, Yoshinobu K, Katsumata K, Nakao T, Miyamura M; 1984 "Blood lactate and glycerol after 400-m and 3000-m runs in sprint and long distance runners" *Eur J Appl Physiol* 53: 213-218.
14. Oyono-Enguelle S, Heitz A, Marbach J, Ott C, Gartner M, Pape A, Vollmer JC, Freund H; 1990. "Blood lactate during constant-load exercise at aerobic and anaerobic thresholds" *Eur J Appl Physiol*, 60: 321-330.
15. Tanaka K, Matsuura Y, Matsuzaka A, Hirakoba K, Kumagai S, Sun SO, Asaho K; 1984. "A longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance-running performance" *Med Sci Sports Exerc*, 16 (3) 278-282.