

## **FUTBOL ANTRENMANLARININ LAKTAT EŞİKLERİ İLE LAKTAT ELİMİNASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ<sup>‡</sup>**

Aylin ÇEÇEN-AKSU\*, Faruk TURGAY\*\*, Metin DALİP\*\*\*

### **ÖZET**

Futbol müsabakalarında yüksek kan laktat düzeyleri bireysel becerilerin performansa yansıtılmasını kısıtlayabilir. Bu düzeylerin sırasıyla 2.0 ve 4.0 mM olduğu aerobik (AT) ve anaerobik (ANT) eşikler dayanıklılık kriteri olmanın yanı sıra, uygun antrenman yüklerini belirlemek ve performans gelişimini gözlemek için de kullanılır. Laktik asit birikiminin eliminasyonu (LE) da performans etkileyen önemli bir unsur olabilir. Ancak, eşik hızlarındaki antrenmanlarda laktat değişim süreci ile aktif ve pasif toparlanmada LE ilişkisini saha koşullarında inceleyen çalışma sayısı sınırlıdır. Bu çalışmada, Süper Lig futbolcularında üç aylık antrenmanın AT ve ANT üzerine etkileri ile istemli yorgunluğa kadar sürdürülen koşu testi sonrası gözlenen laktat eliminasyonunun bu eşik hızları ile ilişkisinin araştırılması amaçlandı. Çalışmaya katılan ve yaş ortalamaları  $23.6 \pm 4.7$  olan 18 sporcudan 11'inde sezona hazırlık döneminin başlangıcı ve üç ay sonrasında AT ve ANT hızları belirlendi. Test protokolü olarak kademeli mekik koşu egzersizi uygulandı. Her kademedeki kapiller kan laktat ölçümleri yapıldı. Üç ayın sonunda 18 sporcuda toparlanma çalışması gerçekleştirildi. Sporcular eşit olarak aktif (AG) ve pasif (PG) toparlanma gruplarına ayrıldı. LE saptanması için testin bitiminden 2 (LA2) ve 10 dk sonra (LA10) kan örnekleri alındı. Kan laktat konsantrasyonu düşüş hızı ( $\Delta$ mM/dk), laktat eliminasyonu (LE) kabul edildi. AG'nin LE'sinin PG'den anlamlı oranda yüksek ( $p < 0.05$ ) bulunması çabuk toparlanma için jogging şeklindeki aktif toparlanmanın daha yararlı olduğuna işaret etti. Eşik hızları ile LE değerleri arasındaki ilişki anlamlı düzeye çıkmadı ( $p > 0.05$ ).

**Anahtar sözcükler:** Futbol, aerobik eşik, anaerobik eşik, kan laktatı

<sup>‡</sup>Science and Football 5<sup>th</sup> World Congress, April 11-15, 2003, Lisbon'da sunulmuştur.

\*Serbest hekim, İzmir

\*\*Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, İzmir

\*\*\*State University of Tetova, Faculty of Physical Education, Tetova, R. Macedonia

## **SUMMARY**

### **EFFECTS OF SOCCER TRAINING ON AEROBIC AND ANAEROBIC THRESHOLDS WITH EMPHASIS ON LACTATE RECOVERY**

*High blood lactic acid levels during soccer may hinder performance, by limiting individual abilities. Aerobic (AT), and anaerobic thresholds (ANT) causing 2.0 and 4.0 mM blood lactate levels respectively, are accepted as sound criteria of aerobic endurance, and are used in devising and evaluating training loads. Effective blood lactate elimination is also an important factor for high level performance. Studies on the relationships of lactate thresholds and recovery under field conditions are scarce. The present study's main objective is to determine the effect of three month's training on the AT and ANT, and to evaluate the relationships of the latter with blood lactate elimination following an incremental running exercise in premier league soccer players. Tests were performed on two occasions at the beginning and end of a three month's period in 11 of 18 soccer players (23.6 ± 4.7 yrs of age) who participated in the study. The testing protocol consisted of a 40m shuttle run test starting at 8.0 km/h, and stepwise incremented by 1.2 km/h every 5 min, until volitional fatigue, with 1 min rests in-between steps for blood sampling and heart rate (HR) determination. Lactate recovery was evaluated in all 18 players during the second test. Players were separated into active, jogging (AG) or passive, sitting (PG) recovery groups, respectively. Blood samples for lactate were obtained following 2 (LA2) and 10 min (LA10) the completion of the shuttle run test. The fall in blood lactate concentration ( $\Delta$ mM/min) was defined as lactate elimination (LE). At the end of the training period, AT and ANT speeds of the 11 players improved by 8.5 and 6.6% respectively ( $p>0.05$ ). No significant differences were observed between the the lactate levels of the two groups at the end of the runs. LE of the AG (0.55 mM/min) was significantly ( $p<0.05$ ) higher than that of the PG (0.31 mM/min), indicating that light jogging is effective in a faster and more efficient recuperation. Neither AG's nor PG's threshold speeds displayed any correlation with their LE scores, but correlations obtained between post-testing lactate levels and these threshold speeds may suggest an indirect relationship.*

**Key words:** Soccer, aerobic threshold, anaerobic threshold, blood lactate

## **GİRİŞ**

Futbolda performans, sporcunun yoğun egzersizi tekrarlı olarak gerçekleştirebilme kapasitesine bağlı olup (5,21), becerilerin ortaya

konabilmesi iyi bir fiziksel kondisyon ile ilişkilidir. Oyun süresince 4.0 mM'dan 12 mM'a kadar yükselen kan laktat düzeyleri saptanmıştır (13,22). Bu düzeyler glikolizi ve yağ asidi oksidasyonunu sınırlar ve erken yorgunluğa katkıda bulunur (23). Bu nedenle etkin bir laktat eliminasyonu (LE) dayanıklılık kadar önemli bir faktör olabilir. LE; laktat konsantrasyonuna, kas fibril tipine ve kişinin kondisyonuna bağlıdır (24). Dayanıklılık düzeyi ile ilişkisi (15) nedeniyle, maksimum LE hızı bir dayanıklılık kriteri olarak da kullanılmaktadır (12,27).

Oyun sırasında submaksimal egzersiz düzeylerinde sık gerçekleşen aktif toparlanma periyodları laktatın uzaklaştırılmasına izin verir. Aktif toparlanmanın pasif olana göre laktatı kandan daha hızlı bir şekilde uzaklaştırdığı belirtilmektedir (1). Ancak futbolcularda toparlanma türleri arasındaki farkı inceleyen çalışma sayısı sınırlıdır. Sırasıyla 2.0 ve 4.0 mM kan laktatına denk gelen egzersiz yükleri olan aerobik (AT) ve anaerobik eşikler (ANT), hem aerobik dayanıklılığın kriterleri olarak, hem de bunu geliştirmede optimal antrenman yüklerinin belirlenmesi için kullanılmaktadır (15). Futbolcularda AT ve ANT düzeylerindeki performans ve laktat eliminasyonu arasındaki ilişkileri inceleyen çalışma sayısı da çok azdır. Bu çalışmada; Süper Lig futbolcularında sezon başında üç aylık antrenmanın AT ve ANT değerleri üzerine etkisinin, aktif veya pasif toparlanmanın laktat eliminasyonu üzerine etkisinin bu eşik değerleri ile ilişkilerinin incelenmesi amaçlandı.

## GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmada Süper Ligde oynayan 18 profesyonel sporcudan 11'inde (yaş  $24.3 \pm 4.4$  yıl, boy  $179.7 \pm 6.1$  cm, vücut ağırlığı  $73.6 \pm 8.7$ kg, vücut kitle indeksi (VKİ)  $22.6 \pm 1.5$  kg/m<sup>2</sup>) sezona hazırlık döneminin başında ve bundan üç ay sonrasında AT ve ANT hızları belirlendi.

**Test protokolü:** Çim sahada 8.0 km/h hızla başlayan, her 5 dk'lık kademe sonunda 1.2 km/h hız artışı yapılan, kademeler arası dinlenme süresi 1 dk olan ve istemli yorgunluğa kadar sürdürülen 40 m mekik koşu egzersizi uygulandı. Koşu temposu 20 m'de bir sesli uyarı ile sağlandı. Her bir kademe sonunda kalp atım hızı (HR) okundu ve laktat ölçümü için parmak ucundan kan örneği alındı. Laktat ölçümleri analizör (YSI 1500 Sport model, Yellow Springs Instruments Inc, Ohio, USA) ile yapıldı. AT ve ANT hızlarına denk gelen kalp atım hızları sırasıyla AT-HR ve ANT-HR olarak HR-laktat grafiğinden hesaplandı (17).

**Toparlanma protokolü:** Tüm 18 sporcuda (yaş  $23.6 \pm 4.7$  yıl, boy  $180.0 \pm 6.7$  cm, vücu ağırlığı  $73.4 \pm 9.0$  kg) sezonun ikinci testinde uygulandı. Sporcular pasif (PG) ve aktif toparlanma (AG) grupları olarak

dokuzar kişilik iki gruba ayrıldı. Laktat eliminasyonunu saptamak için her bir sporcudan testin bitiminden 2 (LA2) ve 10 dk sonra (LA10) iki kez kan örneği alındı. AG 10 dk süreyle hafif jogging yaparken, PG oturarak dinlendi. Laktat konsantrasyonunda 10 dk'da gerçekleşen düşüş ( $\Delta$ mM/dk), laktat eliminasyonu (LE) olarak adlandırıldı.

**İstatistiksel analiz:** Gruplar arasındaki farklılıkların analizi nonparametrik Mann-Whitney U testiyle gerçekleştirildi. Antrenman sonrası farklılıklar Wilcoxon Signed Rank testi ile araştırıldı. Korrelasyon analizleri için Spearman yöntemi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi olarak  $p < 0.05$  değeri temel alındı.

## BULGULAR

Her iki teste katılan 11 sporcunun fiziksel parametreleri ( $24.3 \pm 4.4$  yaş,  $179.7 \pm 6.1$  cm boy,  $73.6 \pm 8.7$  kg ağırlık,  $22.6 \pm 1.5$  kg/m<sup>2</sup> VKİ) anlamlı değişiklik göstermedi ( $p > 0.05$ ). Testlerdeki AT ve ANT hızları ile kalp atım hızları (HR) Tablo 1'de verilmektedir. Antrenman sonrası AT ve ANT hızlarında % 8.6 ve % 4.5'luk artışlara ulaşıldı ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 1.** Sporcuların fizyolojik verileri.

Parametre	AT, km/h	AT-HR, dk <sup>-1</sup>	ANT, km/h	ANT-HR, dk <sup>-1</sup>
Test 1	9.0 $\pm$ 1.0	147.3 $\pm$ 9.4	11.0 $\pm$ 0.8	165.4 $\pm$ 8.7
Test 2	9.7 $\pm$ 1.3	146.5 $\pm$ 11.2	11.5 $\pm$ 1.2	165.9 $\pm$ 10.6
Farklılık	ns	ns	ns	ns

AT: aerobik eşik hızı, ANT: anaerobik eşik hızı, HR: kalp atım hızı

Toparlanma testine katılan grupların fiziksel ve fizyolojik verileri Tablo 2'de verilmektedir. Gruplar arasında fiziksel değerler açısından anlamlı fark yoktu ( $p > 0.05$ ). AG'nin AT ( $p = 0.006$ ) ve ANT hızları ( $p = 0.024$ ) PG'ninkinden anlamlı olarak daha yüksekti. Bu grupların testin son basamağındaki HR değerleri arasında anlamlı fark yoktu ( $p > 0.05$ ). AG'nin LE'si PG'ninkinden anlamlı olarak daha yüksek bulundu ( $p = 0.05$ ).

AG ve PG veya toplam grup için eşik hızları ile LE değerleri arasında anlamlı bir korrelasyon saptanmadı ( $p > 0.05$ ). AG'de LA0 ile ANT hızları arasında ( $r = -0.80$ ,  $p = 0.01$ ); PG'de ise LA10 ile LE arasında ( $r = -0.72$ ,  $p = 0.03$ ) korrelasyon bulundu. AG ve PG birlikte ele alındığında ise LA10 ile AT ( $r = -0.61$ ,  $p = 0.007$ ) ve ANT ( $r = -0.59$ ,  $p = 0.01$ ) arasında, ayrıca LA0 ve LA10 arasında ( $r = 0.60$ ,  $p = 0.008$ ) korrelasyonlar belirlendi.

**Tablo 2.** Toparlanma testine katılan grupların fiziksel ve fizyolojik verileri

Parametre/Grup	AG	PG	Farklılık
Yaş, yıl	23.7 ± 5.2	23.4 ± 4.6	ns
Boy, cm	178.3 ± 6.2	181.0 ± 7.2	ns
Ağırlık, kg	72.3 ± 7.9	74.4 ± 10.3	ns
VKİ, kg/m <sup>2</sup>	22.7 ± 1.3	22.6 ± 1.9	ns
AT, km/h	10.0 ± 0.9	8.7 ± 0.5	p=0.006
AT-HR, dk <sup>-1</sup>	144.9 ± 8.1	148.0 ± 9.1	ns
ANT, km/h	12.2 ± 0.9	11.0 ± 1.1	p=0.024
ANT-HR, dk <sup>-1</sup>	168.8 ± 7.6	170.9 ± 9.6	ns
HR0, dk <sup>-1</sup>	185.9 ± 6.6	188.4 ± 6.7	ns
HR10, dk <sup>-1</sup>	110.0 ± 9.2	99.8 ± 6.6	ns
LA2, mM	9.0 ± 2.7	8.4 ± 2.4	ns
LA10, mM	3.5 ± 1.9	5.4 ± 2.8	ns
LE, mM/dk	0.55 ± 0.20	0.31 ± 0.20	p=0.047

HR0: Eşik testi sonundaki kalp atım hızı; HR10: 10 dk toparlanma sonrası HR

## TARTIŞMA

Maksimal oksijen kullanımı (maxVO<sub>2</sub>) aerobik gücün bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (4). Ancak futbol ve benzeri sporlarda maxVO<sub>2</sub>'den ziyade AT ve ANT gerek aerobik dayanıklılık kriterleri olarak, gerekse bunlar aracılığında belirlenen antrenman yüklerinin yol açacağı değişikliklerin gözlem aracı olarak sıklıkla kullanılmaktadır (15).

Çalışmada antrenman periyodu sonrasında AT ve ANT hızlarında düşük oranlarda bir ilerleme gerçekleşti. Bu ilerlemeler Casajus ve ark.'nın (9) profesyonel futbolcularda altı aylık antrenmandan sonra ANT hızlarında 12.4'den 13.1 km/h'a ulaşan artışa (%5.6, p<0.05) koşuttu. Helgerud ve ark. ise futbolcularda iki aylık aerobik antrenman sonrasında ANT'nin 11.1'den 13.5 km/h'a yükseldiğini saptamışlardır (16). Bu düzey ve gelişim farklılıklarına çalışma tasarımı, başlangıç ve antrenman düzeyleri, koşu ekonomisi gibi faktörler yol açmış olabilir.

Dayanıklılık antrenmanlarında enerji gereksinimi ağırlıklı olarak yağ asitlerinin kullanıldığı aerobik sistemlerle karşılanır. Laktat önemli ölçüde ve özellikle kaslar tarafından okside edilmekte, bir kısmı ise pirüvat üzerinden glikojen sentezinde kullanılmaktadır (6,10,28). Bu tür

antrenmanlar özellikle AT ve ANT düzeylerinde gerçekleştirildiğinde kas hücrelerinde morfolojik ve metabolik adaptasyonlar sağlayarak aerobik egzersiz kapasitesini arttırdığı belirtilmektedir (3,12,23). Aerobik ve anaerobik eşik antrenmanlarının önemli bir özelliği, metabolik asidoz oluşumunun engellenmesi ve aerobik kapasite artışı için istenen optimal uyarıları sağlamasıdır (15,17). Böylece yağ asitleri kullanımının artışı ve kas glikojen kullanımının azalması sonucu laktik asit üretimi düşer ve anaerobik eşik hızı artar. Antrenman dönemi sonunda gözlenen AT ve ANT artışlarında belirtilen tüm bu faktörlerin rolü olabilir.

Dayanıklılık antrenmanları, laktat klirensini arttırarak ve laktat üretimini düşürerek kas laktat konsantrasyonunu azaltır. Hücrelere laktat girişi çıkışı membrana bağlı monokarboksilat taşıyıcı proteinler (MCT) sayesinde kolaylaştırılır. Dayanıklılık antrenmanlarının kasta özellikle MCT1 izoformunun protein sentezini arttırdığı ve bunun hücre içi laktat girişi çıkışı olaylarını daha fazla kolaylaştırdığı tespit edilmiştir (11). Laktat birçok dokuda oluşup salınabilir. Kalp gibi yüksek oksidatif dokular için bir enerji kaynağı, karaciğer için ise glikoneojenik bir prekürsör olarak hizmet verir (7).

AG'nin LE düzeylerinin PG'ye oranla yüksek olmasında da bu eşik değerlerinin yüksekliği rol oynamış olabilir. Nitekim, laktat eliminasyonu ile aerobik dayanıklılık seviyeleri arasında ilişki saptanmış (14); yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz sonrası toparlanma düzeyleri ile aerobik uygunluk arasında da anlamlı bir ilişki gözlenmiştir (27). İyi antrene orta ve uzun mesafe koşucuların sedanter ve rekreasyonel sporculara kıyasla üretilen laktatı daha hızlı uzaklaştırabildikleri; bunun nedeninin antrenman sayesinde kapiller yoğunluk, sarkolemma membranı MCT miktarı, mitokondri hacim ve dansitelerinde gerçekleşen artışlar olduğu öne sürülmektedir (8,11). Farklı antrenman seviyelerine sahip iyi antrene erkeklerde kasın maksimum oksidatif kapasitesi ile bir dakikalık supramaksimal egzersiz sonrası kan laktatı uzaklaştırma kabiliyeti arasında ilişki vardır (26).

Kürek performansı ile laktat değişimi ve uzaklaştırma yeteneği arasında bir ilişki bulunmuştur (20). Ergometre testinde güç çıkışı başlangıçtaki kan laktat konsantrasyonunu ile orta derecede ilişkili bulunmuştur (2). Bu nedenlerle, araştırma sonuçları arasındaki farklılıklara çalışma tasarımları ve ölçüm yöntemi ile deneklerin kondisyon durumları, egzersizin tipi ve süresi yol açıyor olabilir.

AG'nin LE'si PG'ninkinden anlamlı düzeyde yüksekti. Toparlanma sırasında yapılan egzersiz, laktatın atılma süresini etkiler. Ağır ve

maksimum eforun kullanıldığı antrenmanlardan sonra pasif toparlanma yerine hafif bir egzersiz yapmanın kan ve kastaki laktatın atılmasını hızlandırdığı tesbit edilmiştir (12). Sedanterlerde kan laktatının bisiklet egzersizinde maksimal düzeyde atılmasını sağlayan egzersiz şiddetinin  $\text{maxVO}_2$ 'nin %30-45'i arasında olduğu; koşarak aktif toparlanma yapan profesyonel sporcularda ise bu düzeyin  $\text{maxVO}_2$ 'nin %50-65'i arasındaki egzersiz şiddetinde olduğu bildirilmektedir (12). Kürekçilerde ise Koutedakis ve ark., maksimalin %40'ı düzeyinde yapılan egzersizin, %60'ı ile yapılan veya pasif toparlanma ile gerçekleşenden daha yüksek bir laktat uzaklaştırılması sağladığını gözlemişlerdir (18). Buna karşın hokeycilerde aktif toparlanma pasif olana kıyasla laktat eliminasyonunu ve ardışık paten performansını iyileştirmemiştir (19).

Bu farklılıkların temel nedeninin yapılan egzersizin tipi olduğu öne sürülmüştür. Etkin toparlanmanın yoğunluğunun ölçüsü olarak aktif toparlanma sırasında laktatta ek bir artışın yaratılmaması kabul edilmektedir (12). Yoğun egzersizler arası yapılan aktif toparlanmanın kan laktat konsantrasyonunu düşürdüğü ve bu düşüşün daha büyük bir anaerobik güç üretimi ile birlikte meydana geldiği bildirilmiştir (1). Aktif toparlanma sırasında kaslardaki kan akımı yüksek kalmakta, çalışan kas lifi sayısı da çok olmaktadır (4,12). Çalışmada aktif grubun LE'sinin pasif gruba daha yüksek olmasının temel nedeni bunlar olabilir.

Antrene endüransçı ve sprinterlerde pasif toparlanma sırasında laktat uzaklaştırma hızları anlamlı bir farklılık yansıtmazken, kısmi aktif toparlanmada her iki sporcu grubunun laktat uzaklaştırma hızları pasif durumdakinden yüksekti. Endürans sporcularının uzaklaştırma hızları sprinterlerden anlamlı düzeyde fazlaydı (25). Bu çalışmada da aktif grubun LE'sinin, pasif grubunkinden yüksek saptanmasında, AT ve ANT değerlerinin pasif gruba oranla yüksek olmasının rolü olabilir.

Her iki grupta ayrı ayrı ve totalde LE ile AT ve ANT arasında anlamlı ilişki bulunamamasına karşın; AG'de LA10 ve ANT arasında ve PG'de LA10 ve LE arasında, ayrıca tüm grupta LA10 ile ANT ve AT arasında belirlenen anlamlı düzeydeki negatif korrelasyonlar, LE ile AT ve ANT arasında indirekt bir ilişkinin varlığına işaret ediyor olabilir.

Sonuçta bu çalışmada sezon başı antrenmanlarının aerobik kapasiteye anlamlı olmasa da olumlu yansıdığı gözlemlendi. Laktat eşiği değerleri ile LE arasında direkt bir ilişki bulunmadı. Ancak, LE ile LA2 ve LA10 arasında saptanan ilişkiler, eşik değerleri ile LE arasındaki indirekt ilişkilerin varlığını düşündürdü. Toparlanmada pasif yerine jogging şeklinde aktif yaklaşımın daha etkin olduğu ortaya kondu.

## KAYNAKLAR

1. Ahmaidi S, Granier P, Taoutaou Z, Mercier J, Dubouchaud H, Prefaut C: Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intensive exercise. *Med Sci Sports Exerc* **28**: 450-6, 1996.
2. Ainsworth BE, Serfass RC, Leon AS: Effects of recovery duration and blood lactate level on power output during cycling. *Can J Appl Physiol* **18**: 19-30, 1993.
3. Akgün N: *Egzersiz Fizyolojisi*. Cilt 1, 4<sup>ncü</sup> baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1993.
4. Astrand PO, Rodahl K: *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise*, 3<sup>rd</sup> ed, McGraw Hill Co, New York, 1986.
5. Bangsbo J, Nørregaard L, Thorsøe F: Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci* **16**: 110-6, 1991.
6. Brooks GA: Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research (Review). *Med Sci Sports Exerc* **17**: 22-34, 1985.
7. Brooks, GA. Lactate production under fully aerobic conditions: the lactate shuttle during rest and exercise (Review). *Fed Proc* **45**: 2924-9, 1986.
8. Brooks, GA, Dubouchaud H, Brown M, Sicurello JP, Butz CE: Role of mitochondrial lactate dehydrogenase and lactate oxidation in the intracellular lactate shuttle. *Proc Natl Acad Sci USA* **96**: 1129-34, 1999.
9. Casajús JA: Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* **41**: 463-9, 2001.
10. Coyle EF: Integration of the physiological factors determining endurance performance ability (Review). *Exerc Sport Sci Rev* **23**: 25-63, 1995.
11. Dubouchaud H, Butterfield GE, Wolfel EE, Bergman BC, Brooks GA: Endurance training, expression, and physiology of LDH, MCT1, and MCT4 in human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab* **278**: E571-9, 2000.
12. Fox EL, Bowers RW, Foss ML: *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. Çev. M Cerit, Bağırçan Yayinevi, Ankara, 1999.
13. Föhrenbach R, Buschmann J, Liesen H, Hollmann W, Mader A : Speed and endurance in soccer players of various sport classes. *Schweiz Z Sportmed* **34**: 113-9, 1986.
14. Francaux MA, Jacqmin PA, Sturbois XG: The maximum lactate clearance: a new concept to approach the endurance level of an athlete. *Arch Int Physiol Biochim Biophys* **101**: 57-61, 1993.
15. Heck H, Mader A, Hess G, Mücke S, Müller R, Hollmann W: Justification of the 4 mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med* **6**:117-30, 1985.
16. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J: Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc* **33**: 1925-31, 2001.



17. Kindermann W, Simon G, Keul J: The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur J Appl Physiol* **42**: 25-34, 1979.
18. Koutedakis Y, Sharp NC: Lactic acid removal and heart rate frequencies during recovery after strenuous rowing exercise. *Br J Sports Med* **19**: 199-202, 1985.
19. Lau S, Berg K, Latin RW, Noble J: Comparison of active and passive recovery of blood lactate and subsequent performance of repeated work bouts in ice hockey players. *Strength Cond Res* **15**: 367-71, 2001.
20. Messonnier L, Freund H, Bourdin M, Belli A, Lacour JR: Lactate exchange and removal abilities in rowing performance. *Med Sci Sports Exerc.* **29**: 396-401, 1997.
21. Mohr M, Bangsbo J: Development of fatigue towards the end of a high level soccer match. *Med Sci Sports Exerc* **33**: 215, 2001.
22. Reilly T: Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci* **15**: 257-63, 1997.
23. Shephard RJ: *Biochemistry of Physical Activity*. Charles C Thomas Publ, Springfield, Illinois, 1984.
24. Stallknecht B, Vissing J, Galbo H: Lactate production and clearance in exercise: effects of training. A mini-review. *Scand J Med Sci Sports* **8**: 127-31, 1998.
25. Taoutaou Z, Granier P, Mercier B, Mercier J, Ahmaidi S, Prefaut C: Lactate kinetics during passive and partially active recovery in endurance and sprint athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* **73**: 465-70, 1996.
26. Thomas C, Sirvent P, Perrey S, Raynaud E, Mercier J: Relationships between maximal muscle oxidative capacity and blood lactate removal after supramaximal exercise and fatigue indexes in humans. *J Appl Physiol* **97**: 2132-8, 2004.
27. Tomlin DL, Wenger HA: The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise (Review). *Sports Med* **31**: 1-11, 2001.
28. Walsh ML, Banister EW: Possible mechanism of the anaerobic threshold (Review). *Sports Med* **5**: 269-302, 1988.

**Yazışma için e-mail adresi:** metin.dalip@unite.edu.mk  
dalip.metin@t-home.mk  
fturgay@yahoo.com