

## GENÇ BİSİKLETÇİLERDE 4.0 mmol/l LAKTAT EŞİK DEĞERİNİN LABORATUVAR VE PİST KOŞULLARINDA KARŞILAŞTIRILMASI

Sema Özan (Şemin)\*, S. Oğuz Karamızrak\*\*, Faruk Turgay\*

### ÖZET

Bisiklet sporcularının performanslarının değerlendirilmesi ve anaerobik eşik yüklerinin saptanması ile bunların ışığında antrenmanlarının bilimsel bir yaklaşımla programlanmasının hedeflenmesi bu araştırmanın temelini oluşturmaktadır. Çalışmaya yaş ortalaması  $16.6 \pm 1.9$  olan 11 erkek yol bisikletçisi katıldı. Sporcuların laboratuvarda aerobik güç ve anaerobik eşik testleri ayrı günlerde yapıldı. Aerobik gücün belirlenmesinde maksimal oksijen kullanımları direkt ve indirekt yöntemle saptandı. Anaerobik eşik testinde sporcuların 4.0 mmol/l laktat eşiğindeki güç değerleri ve kalp atım sayıları bulundu. Sporculara başka bir gün uygulanan saha testinde, 20 dakika süreli ve kesintisiz devam eden üç ayrı hızdaki bisiklet kullanımında kan laktik asid değerleri ve kalp atım sayıları saptandı. Laboratuvar ve saha testleri Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi ile karşılaştırılıp aralarındaki korrelasyonlar SPSS for Windows istatistik programı aracılığıyla belirlendi. Laboratuvar ve saha koşullarındaki anaerobik eşik testleri arasında anlamlı ilişki saptanmadı. Buna karşılık, sporcuların dayanıklılıklarını laboratuvar koşullarındaki maksimal kalp atım sayılarının % 78.8-84.3'ü; eşik kalp atım hızlarının ise % 87.2-93.1'i arasındaki iş yüklerinde antrenman yapmakla geliştirebilecekleri hesaplandı.

**Anahtar sözcükler:** Bisikletçiler, anaerobik eşik, aerobik güç, kan laktatı, test.

---

\* GSGM Sporcu Sağlık Merkezi, İzmir

\*\* Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı, İzmir

## SUMMARY

### COMPARING 4.0 mmol/l LACTATE THRESHOLD LEVELS IN LABORATORY AND FIELD CONDITIONS IN JUNIOR CYCLISTS

*To evaluate performance and anaerobic threshold levels of endurance cyclists and to scientifically apply the results to road training was the main purpose of this research. Male road cyclists (n=11) aged  $16.6 \pm 1.9$  participated in the study. Aerobic power and anaerobic threshold tests were performed on different days. Maximal oxygen consumption was measured both directly and indirectly during the aerobic test. In the anaerobic threshold test, power output and heart rate at the 4.0 mmol/l blood lactate level were determined. On a separate day, during an incremental speed field test using three steps of 20 min duration, blood lactate levels and heart rates were measured at the end of each step. Using the SPSS for Windows program, statistical differences were assessed using paired two sample Wilcoxon test and correlations between laboratory and field tests were calculated. No significant correlation was found between laboratory and field anaerobic threshold tests. But it was estimated that cyclists could improve better their endurance levels using workouts between 78.8 to 84.3 % of their maximal heart rates, and between 87.2 to 93.1 % of their threshold heart rates obtained during laboratory tests.*

**Keywords:** Cyclists, anaerobic threshold, aerobic power, blood lactate, testing

## GİRİŞ

Günümüzde sportif yarışlarda önceki performansların daha ileri götürülmesi giderek zorlaşmaktadır. Başarıya ulaşmada ekip çalışması bu açian giderek fazla önem taşımaktadır. Laboratuvar veya saha koşullarında yapılan araştırmaların sonuçları; spor hekimi, antrenör, psikolog, diyetisyen ve fizyoterapist işbirliğinde sporcuya aktarıldığında başarı düzeyi arttırılabilmektedir.

Sporcuların performans düzeylerinin saptanmasında, gelişmelerinin izlenmesinde ve antrenmanlarının yönlendirilmesinde maksimal oksijen kullanımlarının ( $VO_{2max}$ ) yanısıra anaerobik eşik düzeylerinin belirlenmesi de yaygın olarak kullanılmaktadır (1,2). Antrenman sonunda maksimal oksijen kullanımında artış görülmekle birlikte, anaerobik eşikteki artış daha belirgin olmakta ve bu eşik performans ile daha yüksek korrelasyon göstermektedir.

Bisiklet sporu genelde tipik bir dayanıklılık sporudur. Bu dalda da ilerlemeler yavaş gerçekleşmekte; performans hızındaki yıllık artış yaklaşık % 1 kadar olmakta ve üst düzeye ulaşmak için 6-10 yıl gibi uzun bir antrenman süreci gerekmektedir (10). Diğer birçok spor dalında olduğu gibi antrenörlerin bisikletçilere hazırlayacakları antrenman programları, grup çalışmaları kadar bireysel çalışmaları da hedeflemelidir. Sezon öncesi ve ortasında hedeflenen başarılarla ulaşma açısından sporculara laboratuvar ve sahada uygulanacak performans değerlendirme testlerinin önemle üzerinde durulmalıdır.

Bu çalışmada amacımız bisikletçilerin saha koşullarında yaptıkları antrenmanların bilimsel temele ne kadar dayandığının araştırılması idi. Bu amaçla laboratuvarda uygulanan maksimal oksijen kullanımı ve anaerobik eşik testleri ile saha testinde elde edilen kalp atım hızı ve laktat değerleri arasındaki ilişkiler araştırıldı. Sporcuların sürekli uyguladıkları saha antrenmanları dayanıklılık performanslarının gelişimi açısından değerlendirildi.

### GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmaya, sigara ve alkol kullanmayan sağlıklı 11 erkek yol bisikletçisi katıldı. Yaş, boy ve vücut ağırlığı ortalamaları sırasıyla  $16.6 \pm 1.9$  yıl,  $170.9 \pm 4.7$  cm ve  $64.2 \pm 7.7$  kg idi. Sporculara aralarında en az iki günlük dinlenmenin verildiği üç ayrı günde üç ayrı test uygulandı. Laboratuvar testlerinden önce ısınma amacıyla bisiklet ergometresinde 10 dk'lık çalışma yaptırıldı ve ısınma sonu nabız değerinin 120/dk'yı aşmasına özen gösterildi.

**Maksimal oksijen kullanımı:** Bu parametreyi ve maksimal güçlerini ( $W_{max}$ ) saptamak için laboratuvarda, elektrik dirençli Godart (De Bilt, Holland) marka bisiklet ergometresi kullanıldı. Denekler test sırasında kendilerine ait pedal, ayakkabı klipsi ve seleyi kullandılar. Test süresince pedal hızı 85-90 rpm arasında sabit tutuldu. Test protokolü olarak Hawley ve ark.'nın maksimum gücü saptamada kullandıkları protokol uygulandı (5). Bu protokole göre ısınma sonrası teste  $3.33$  W/kg'lık yüklerle başlanıp sonraki basamaklarda  $25$  W'lık artışlar uygulandı. Her bir yükleme süresi 2.5 dakika idi. Maksimuma ulaşma ve testi sonlandırma kriterleri olarak  $220 - \text{yaş} \pm 10$  formülü (1,2), pedal hızının 85 rpm'in altına düşmesi ve kişinin testi sürdürmeyeceğini hissetmesi kullanıldı. Test sonrası 3. ve 5. dakikalarda parmak ucundan kapiller kan örneği alınarak total kan laktatı ölçüldü. Ulaşılan en yüksek yük şiddeti

(Wmax) Kuipers ve ark.'nın geliştirdikleri formüle göre belirlendi (5). Burada:

$$W_{max} = W_{son} + T \times 25/150,$$

$W_{son}$  = 2.5 dakika boyunca sürdürülüp tamamlanabilen son egzersiz şiddeti,

T = Saniye cinsinden son basamağın süresidir.

Hawley ve ark. (5) kullandıkları protokol sonucu zirve güç ile deneklerin maksimal oksijen kullanımları arasında yüksek düzeyde anlamlı ( $r=0.97$ ,  $p<0.0001$ ) doğrusal ilişki saptamışlar ve bu ilişkiden yola çıkarak  $VO_2max$ 'ı tahmin etmek için aşağıdaki regresyon formülünü geliştirmişlerdir:

$$VO_2max (l/dk) = 0.01141 \times W_{max} (W) + 0.435 (SE=0.281 l/dk)$$

$VO_2max$  değerleri direkt olarak da aynı test sırasında sporcuların Oxycon 5 gaz analizörüne (Mijnhardt, Holland) bağlanmalarıyla saptandı.

**4.0 mmol laktat eşiği testi:** Bu test için sporcular performans düzeylerine göre iki gruba ayrıldı. Teste başlangıç yükü birinci grup ( $n=5$ ) için ulaşmış oldukları  $W_{max}$  değerlerinin % 65'i iken; ikinci grup ( $n=6$ ) için % 60 oldu. Testin basamakları 8 dk süreli olup her basamakta yük artışı ise bir önceki yüke  $W_{max}$ 'ın % 5'inin eklenmesi şeklindeydi. Aralıksız sürdürülen 4 ya da 5 basamaklı testin her basamağının son 30 saniyesinde total kan laktatını saptamak amacıyla parmak ucundan kapiller kan örnekleri alındı. Test süresince pedal hızı 85-90 rpm arasında sabit tutuldu. Her bir deneğin laktat değerleri ve iş yükleri grafiğe geçirilerek intrapolasyonla 4.0 mmol/l laktat değerlerine karşılık gelen eşik yük ve kalp atım hızı (HR) değerleri saptandı.

**Saha testi:** Sentetik atletizm pistinde 15:00-18:00 saatleri arasında yapıldı. Sporcular üçlü gruplar halinde teste alınıp ısınma için pistte 10 dk hafif tempoda pedal çevirdiler. Yüklenmeler bisikletçilerin günlük antrenmanları sırasında kullandıkları hızlar ve vitesler temel alınarak planlandı. Üç ayrı hız kullanıldı ve her basamak 20 dakika sürdürüldü. Performans düzeylerine göre yedi sporcu için başlangıç hızı  $29 \text{ kmh}^{-1}$ , ikinci basamak hızı  $32-32.5 \text{ kmh}^{-1}$  arası, üçüncü basamak hızı ise  $36 \text{ kmh}^{-1}$  idi. Diğer dört sporcuda hızlar sırasıyla  $32 \text{ kmh}^{-1}$ ,  $36 \text{ kmh}^{-1}$  ve  $40 \text{ kmh}^{-1}$  şeklindeydi. Test sırasında pedal devri 88-92 rpm olarak; vitesler 52 dişli büyük aynaya karşı sırasıyla 19,17,15 ya da 13 dişli

küçük ayna konumunda alındı. Sporcuların karşılaştıkları rüzgar direnci her 400 m'lik turda öndeki sporcunun en arkaya yer değiştirmesiyle dengelendi. Her basamağın sonunda sporcular birer tur ara ile sabit bir noktaya gelerek 40-50 sn'lik süre içinde laktat ölçümü için parmak ucundan kapiller kan örneği verdiler ve teste devam ettiler. Denekler için laktat ve hız değerleri grafiğe geçirilerek anaerobik eşik hızları saptandı (6).

Tüm testler sırasında kalp atım hızının saptanmasında PE 300 Sport Tester (Polar Electro OY, Finland) aleti kullanıldı. Kan laktik asid ölçümleri YSI 23 L laktat analizörü (Yellow Springs Inc., Ohio, USA) ile yapıldı.

## BULGULAR

Laboratuvar testlerinden elde edilen ortalama değerler Tablo 1'de; saha testinden elde edilen ortalama değerler ise Tablo 2'de verilmiştir. Sahadaki testlerde elde edilen ortalama 4.0 mmol/l eşik HR değeri  $164.6 \pm 10.0$ /dk, eşik hız değeri ise  $32.0 \pm 2.1$  kmh<sup>-1</sup> idi.

Tablo 1. Laboratuvar testlerinden elde edilen ortalama ( $\pm$  SD) değerler.

	Mutlak değer	Kg başına değer
Maksimum güç, W	314.0 $\pm$ 36.0	4.90 $\pm$ 0.37
Direkt VO <sub>2</sub> max, l/dk	4.52 $\pm$ 0.55	70.7 $\pm$ 3.7
İndirekt VO <sub>2</sub> max, l/dk	4.00 $\pm$ 0.40	62.8 $\pm$ 4.0
Maksimum HR, atım/dk	199.8 $\pm$ 6.5	
Maksimum laktat, mmol/l	11.2 $\pm$ 2.5	
Eşik HR, atım/dk	181.4 $\pm$ 8.1	
Eşik güç, W	244.6 $\pm$ 30.4	3.83 $\pm$ 0.27
% Eşik Güç / Maksimum Güç	78.0 $\pm$ 7.8	
% Eşik HR / Maksimum HR	81.8 $\pm$ 5.3	

Tablo 2. Saha testinden elde edilen ortalama ( $\pm$  SD) değerler.

	Birinci 20 dk	İkinci 20 dk	Üçüncü 20 dk
Hız, km/saat	30.1 $\pm$ 1.5	33.6 $\pm$ 1.8	37.4 $\pm$ 1.9
Kan laktatı, mmol/l	3.24 $\pm$ 0.87	5.35 $\pm$ 2.5	10.1 $\pm$ 3.3
Saha HR, atım/dk	157.0 $\pm$ 14.6	168.0 $\pm$ 11.4	184.1 $\pm$ 7.2
Saha HR/eşik HR, %	87.2 $\pm$ 10.6	93.1 $\pm$ 8.6	101.5 $\pm$ 2.0
Saha HR/maksimum HR, %	78.8 $\pm$ 7.8	84.3 $\pm$ 6.5	92.9 $\pm$ 2.0

## TARTIŞMA

Eşik testinin ilk basamağındaki oksijen kullanımına karşılık gelen yük değerleri ile maksimal testte aynı oksijen değerlerine denk gelen yükler arasında (sırasıyla  $201.2 \pm 26.0$  ve  $202.2 \pm 29.5$  W)  $r = 0.95$ ,  $p < 0.00001$  düzeyinde anlamlı korrelasyon vardı. Aynı yüklerde HR değerleri arasında (sırasıyla  $159.8 \pm 9.3$  ve  $162.0 \pm 9.6$  atım/dk) da  $r = 0.89$ ,  $p < 0.0001$  düzeyinde anlamlı korrelasyon saptandı. fark yoktu. Bu ilişki, eşik testindeki eşik HR değerleri ile maksimal testteki eşik yük değerlerine karşılık gelen HR değerleri arasında (sırasıyla  $181.4 \pm 8.1$  ve  $181.1 \pm 8.3$ ) da  $r = 0.78$ ,  $p < 0.05$  düzeyinde anlamlı korrelasyon şeklinde devam ediyordu. Bu bulgular, submaksimal iş yüklerinde iş yükü artışı ile oksijen kullanımı arasındaki lineer ilişkinin (1,2,8,11) ve iş yükü artışı ile HR arasındaki lineer ilişkinin varlıklarını (1,2,7,8) doğrulamaktadır. Buna göre, iş yükü basamaklarının süreleri farklı olsa da (8 dk-2.5 dk) eşik testi ile maksimal oksijen kullanım testi arasında ekstrapolasyon uygulanarak 4.0 mmol/l laktat eşiğine uyan eşik oksijen kullanım değerinin saptanabileceği ileri sürülebilir.

Eşik testi ile saha testlerinde aynı HR değerlerine denk gelen hız ve yük değerleri arasında anlamlı korrelasyonlar saptanamadı. Aynı HR değerlerine denk gelen kan laktat değerleri arasında da anlamlı korrelasyon saptanamadı, ayrıca  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlı farklılıklar bulundu. Sabit laktat değerleri gözönüne alınarak sonuçlar incelendiğinde saha ve eşik testlerinde sırasıyla 3.0 ve 4.0 mmol/l laktat değerlerine karşılık gelen hız ve yük değerleri arasında da anlamlı korrelasyon bulunamadı. Eşik yük değerleri ile saha testindeki eşik hız değerleri arasında da anlamlı korrelasyon saptanamadı. Eşik HR değerleri arasında da anlamlı korrelasyon bulunamazken anlamlı farklılık saptandı ( $p < 0.01$ ).

Brettoni ve ark. 17-20 yaşları arasında 6 bisikletçide yaptıkları saha ve laboratuvar testlerini karşılaştırdıklarında 4.0 mmol/l laktat eşisindeki HR'ler arasında  $r = 0.96$ ,  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlı korrelasyon bulurken, 4.0 mmol/l laktat eşisindeki laboratuvar yükleri ile saha hızları arasında istatistiksel olarak anlamlı korrelasyon saptamamışlardır (3). Onlar laboratuvar ve sahadaki iş yükleri arasında korrelasyon bulunamamasını laboratuvarda bisiklet ergometresinde pedal hızının tüm yüklerde sabit tutulmasına karşın; sahada pedal hızının, dolayısı ile de hızın progresif artışına bağlamışlardır. Bizim çalışmamızda laboratuvar eşik ve saha testlerindeki iş yükü basamaklarının (sırasıyla 8 ve 20 dk) süreleri farklı idi. Brettoni ve ark. ise laboratuvarda her dakika

için 20 W'lık yük artışları, sahada ise her bir 333 m'lik dönüş için 1-2 kmh<sup>-1</sup>'lik hız artışları uygulamışlardır. Bizim amacımız temel olarak laboratuvar ve saha koşullarında aynı yöntemi karşılaştırmak değil, HR'i kriter olarak laboratuvar da elde edilen verilerin sahaya uyarlanması idi. Ayrıca; saha testlerinde rüzgar hızı, nem, saha yüzeyi ve koşulları gibi değişkenleri kontrol etmek güç olup sporcu performansının saha koşullarında değişiklik göstermesi olağandır (8).

Dayanıklılık antrenmanlarında 2.0-4.0 (7,9) ile 3.0-5.0 mmol/l'lik (12) kan laktat değerlerine neden olan yüklerde çalışılması önerilir. Çalışmamızdaki sporcuların saha testinin ilk ve ikinci basamaklardaki kan laktat ortalamaları incelendiğinde (3.24 ± 0.87 ve 5.35±2.50 mmol/l), bu şiddetteki hızların dayanıklılık antrenmanı açısından uygun olduğu söylenebilir. Saha testinin üçüncü basamağındaki kan laktat ortalaması ise 10.1 ± 3.3 mmol/l olup laktat tolerans antrenmanları için bildirilen 6.0-10.0 mmol/l'lik değerler arasındadır (7).

Submaksimal eforlarda iş yükleri ile arasında varolan lineer ilişkinin yanısıra kolay izlenebilir bir parametre de olması nedeniyle; HR, iş yükünü izlemede pratik bir ölçüm olarak kullanılmaktadır. Dayanıklılık antrenmanları için önerilen HR değerleri farklılık göstermektedir. Anaerobik eşik gelişimi için 4.0 mmol/l laktat eşik hızında 150-170 atım/dk arası HR değerleri önerilirken; dayanıklılık antrenmanları için 140-180 atım/dk arası HR değerleri uygun görülmekte (7); aerobik enerji metabolizması kullanılarak çalışılacak iş yüklerinde ise 140-170 atım/dk arası HR değerleri verilmektedir (4). Bu durumda, saha testlerinin ilk iki basamağında elde ettiğimiz sırasıyla 157.0 ± 14.6 ve 168.0 ± 11.4 atım/dk'lık ortalama HR değerleri dayanıklılık antrenmanları için literatürde önerilen değerlere uygundur.

Bisikletçilere saha testi uygulanması, standart koşulların sağlanmasındaki güçlük nedeniyle zor olmaktadır. Bu nedenle, laboratuvar da bisiklet ergometresinde yapılacak maksimal oksijen kullanımı ve anaerobik eşik saptama testlerinden elde edilecek sonuçların HR kriteri kullanılarak saha antrenmanlarına uyarlanması performans gelişiminin izlenmesi açısından önem taşıyabilir. Elde ettiğimiz sonuçlar ışığında; sporcularımızın maksimal HR'lerinin % 78.8'i ile % 84.3'ü arasında, eşik HR'lerinin ise % 87.2'si ile % 93.1'i arasında kalacak iş yüklerinde 20-40 dakika süreyle antrenman yapmaları durumunda, ortalama kan laktat değerleri 3.24 ile 5.35 mmol/l değerleri arasında seyretmektedir. Yani bu aralıktaki iş yükleri metabolik asidoza neden olmamaktadır. Bu

nedenle sporcular sahada, söz konusu edilen HR aralıklarında, belirtilen sürelerde antrenman yapabilirler.

Sporcularımıza uygulanan saha testleri antrenörlerinden alınan bilgiye ve sporcuların sürekli uyguladıkları programa dayanarak planlandı. Ancak son basamakta laktik asid değerlerinde aşırı bir artış gözlemlendi. Bu nedenle, ilk basamaktaki hızdan daha düşük bir hız değerinin birinci basamak olarak alındığı bir çalışmanın planlanabileceği ve bu koşullarda eşik değerleri düzeyinde saha ve laboratuvar sonuçları arasında daha sağlıklı karşılaştırmalar yapılabileceği düşünüldü. Sonuç olarak, bu çalışmadaki protokolde laboratuvar ve sahada uygulanan anaerobik eşik testleri arasında yükler arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken, sahadaki iş yüklerinin laboratuvarda elde edilen verilerle yönlendirilebileceği düşünüldü.

#### KAYNAKLAR

1. Akgün N: *Egzersiz ve Spor Fizyolojisi*, 5. baskı, EÜ Basımevi, İzmir, 1994, s. 19-20, 49-61.
2. Astrand PO, Rodahl K: *Textbook of Work Physiology*, 3<sup>rd</sup> ed, Mc Graw-Hill Book Co, Singapore, 1986, pp. 33-5, 363-4, 650-4.
3. Brettoni M, Alessandri F, Cupelli V, Bonifazi M, Martelli G: Anaerobic threshold in runners and cyclists. *J Sports Med Phys Fitness* **29**: 230-3, 1989.
4. Gündüz N: *Antrenman Bilgisi*, Saray Tıp Kitapevleri, İzmir, 1995, s. 2,12,173.
5. Hawley JA, Noakes TD: Peak power output predicts maximal oxygen uptake and performance time in trained cyclists. *Eur J Appl Physiol* **65**: 79-83,1992.
6. Heck H, Mader A, Hess G, Mücke S, Müller R, Hollman W: Justification of the 4.0 mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med* **6**: 117-30, 1985.
7. Janssen PGJM: *Training Lactate Pulse Rate*, 4<sup>th</sup> ed, Polar Electro Oy, 1987, pp. 11-25, 51-6, 99, 166.
8. Mac Dougall JD, Wenger HA, Green HJ: *Physiological Testing of The High-Performance Athlete*, 2<sup>nd</sup> ed, Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 1991, pp. 111-9, 136-7, 152.
9. Mattner U: *Lactate in Sports Medicine*, Boehringer Mannheim GmbH, 1988, pp. 20-6.
10. Neuman G: Cycling. In: *Endurance in Sport*, Volume II, Encyclopedia of Sports Medicine, RJ Shephard, PO Astrand, Eds, Blackwell Scientific Publications, 1992, pp. 582-96.
11. Storer TW, Davis JA, Caiozzo VJ: Accurate prediction of VO<sub>2</sub>max in cycle ergometry. *Med Sci Sports Exerc* **22**: 704-11, 1990.
12. Svedenhag J: Endurance conditioning. In: *Endurance in Sport*, Volume I, Encyclopedia of Sports Medicine, RJ Shephard, PO Astrand, Eds, Blackwell Scientific Publications, 1992, pp. 290-6.