

TÜRK ELİT GENÇ KÜREKÇİLERDE OKSİJEN TÜKETİMİ VE LAKTAT PROFİLİNİN İNCELENMESİ

Fırat AKÇA¹, Cengiz AKALAN¹, Mitat KOZ¹, Gülfem ERSÖZ¹

Geliş Tarihi: 15.6.2009

Kabul Tarihi: 21.4.2010

ÖZET

Bu çalışmada elit genç kürekçilerin laktat ve oksijen tüketimi profillerini analiz ederek ortaya koymak amaçlanmıştır. Çalışmaya 10 elit genç kürekçi gönüllü olarak katılmıştır (yaş 18.8±2.1 yıl). Denekler boy ve vücut ağırlığı ölçümlerinin yanısıra, Avustralya Spor Enstitüsü'nün önerdiği yedi aşamalı kürek ergometresi testini tamamlamışlardır. Protokol giderek artan hızlarda, aralarında birer dakika dinlenme bulunan yedi aşama içermektedir. Dinlenmelerde laktik asit alımı yapılmış ve tüm test süresince oksijen tüketimini ergospirometre ile ölçülmüştür. Oksijen tüketimi, 4 mmol laktat konsantrasyonuna karşılık gelen oksijen tüketimi, kalp atım hızı, iş yükü, güç, maksimal oksijen tüketimi yüzdesi gibi değerler saptanmıştır. Maksimal oksijen tüketimi değerleri 58,88 ± 3,8 ml/kg/dk olarak ölçülmüş, 4 mmol laktat seviyesindeki oksijen tüketiminin maksimal oksijen tüketimine yüzdesi 80,98±4,5% olarak hesaplanmıştır. 4 mmol laktat seviyesindeki oksijen tüketimi ve kalp atım hızı sırasıyla 43,47 ± 4,13 ml/kg/dk, 179,7±12,17 atım/dk olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, uluslararası kürekçilerle karşılaştırıldığında elit genç Türk kürekçilerin VO_{2max} değerleri benzer bulunmasına karşın anaerobik eşikteki güç ve oksijen tüketimi değerleri daha düşüktür.

Anahtar Kelimeler: Laktat, Maksimal oksijen tüketimi, Anaerobik eşik, Kürek

INVESTIGATION OF OXYGEN CONSUMPTION AND LACTATE PROFILES IN TURKISH ELITE JUNIOR ROWERS

ABSTRACT

Purpose of this study was to analyze and demonstrate lactate and oxygen consumption profiles of elite junior rowers. Ten rowers participated in this study voluntarily (age 18,2 ±2,9years). Besides the measurements of height and weight, subjects performed incremental seven step rowing ergometer test which is recommended by Australian sports institute. The protocol consisted of 7 progressive stages with 1 min rest intervals. Blood samples for lactate analysis (LA) were collected at rest. Oxygen uptake kinetics also measured via ergospirometer during test. VO₂, percent VO₂, power, workload and heart rate at 4 mmol lactate level were determined.. VO_{2max} values of subjects were determined as 58,88 ± 3,8 ml/kg/min. Percent VO_{2Max} values at 4 mmol were found 80,98±4,5%. VO₂ and heart rate at 4mmol lactate was 43,47 ± 4,13 ml/kg/min, 179,7±12,17 beats per minute, respectively. As a result, although VO_{2Max} values of Turkish elite junior rowers were found to be similar to international class rowers, peak power output and VO₂ values at 4 mmol lactate levels found lower.

Key words: Lactate, Maximal oxygen consumption, Anaerobic threshold, Rowing

GİRİŞ

Kürek yarışması sırasında kürekçiler, hem maksimal oksidatif hem de anaerobik metabolizma eforlarını kullanırlar (18). 2000 m.'lik kürek yarışı 5.5 – 8 dk. arası süren ve yüksek oranda kuvvet gerektiren bir efordur (20). Enerjinin %70-75'i aerobik ve geri kalan %20-25 ise anaerobik metabolizma tarafından karşılanır (13, 7). Steinacker (1993) yarış ortamında enerji ihtiyacının %67'sinin aerobik sistem tarafından, %21'inin alaktik anaerobik ve %12'sinde laktik anaerobik sistemce karşılandığını belirtmektedir (18).

Aerobik metabolizmanın kapladığı büyük orandan dolayı VO_{2Max} kürekte yarış performansının ve başarısının önemli bir belirleyicisidir. VO_{2Max}'in mutlak değeri ile birlikte çeşitli kan laktat konsantrasyonlarında ne kadarının (%VO_{2Max}) kullanıldığı büyük önem taşır. Anaerobik eşik VO_{2Max}'in sürekli kullanılan yüzdesinin ve çalışma kapasitesinin belirlenmesinde önemli bir kriterdir (3). Başarılı kürekçilerin başarısı sadece VO_{2Max}'in büyüklüğüne değil, atletin anaerobik eşikte kullanabildiği VO_{2Max}'in yüzdesine de bağlıdır (13). Dayanıklılık açısından önemli bir kriter olan VO_{2Max}'in

¹ Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Ankara

büyükliğünde genetik faktörler önemli olmasına karşın anaerobik eşik noktasının büyüklüğü tamamen antrenmanlara bağlıdır (5, 12, 14). Antrene olmayanlarda anaerobik eşik VO_{2Max} 'ın %50-60'ında iken bu oran antrenmanlılarda VO_{2Max} 'ın %80-90'ı gibi değerlere çıkabilmektedir. Kürek performansında VO_{2Max} değerinin yüksek olması önemli bir faktörken, kürekçinin anaerobik eşiğe ulaştığı noktada VO_{2max} 'ının ne kadarlık bir yüzdesini kullanabildiği de önemli bir faktördür. Üst düzey kürekçilerin anaerobik eşik noktasında VO_{2Max} 'larının %80-85'lerini kullanabildikleri bilinmektedir (13, 18, 5, 17, 19).

Kürek sporu kuvvet-dayanıklılık ve fizyolojik yetilerin yanında yüksek düzeyde teknik beceriye gereksinim duyulan bir spordur. Antrenman programlarında genellikle kara çalışmalarının içinde kürek hareketine yakın simülasyonlar (ergometreler) yer alır (8). Kürekle ilgili performans testlerinin küreğin yarış ortamında yani su üzerinde yapılmasında hava koşullarının sürekli değişmesi ve teknenin hızı ve dolayısıyla kürekçinin performansı üzerinde önemli etkisinin olması gibi nedenlerden doğan standardizasyon problemi büyük bir sorun teşkil eder. Bundan dolayı, kürek ergometresinde performans ölçümü standart koşullar daha iyi sağlandığı ve performansı olumsuz etkileyen çevresel faktörlerin (dalga, rüzgar) etkisi en aza indirilebildiği için kürekte ölçümler için tercih edilmektedir. Kürek sporunda ergometre, belirlenen test protokolleri ile bize kürekçinin kondisyon durumu ve çeşitli performans parametreleri hakkında bilgi sağlayarak antrenmanın daha iyi kontrol edilmesini ve planlanmasını sağlar. Maksimal oksijen tüketim kapasitesi ölçümlerinde elde edilen sonuçlar antrenman planlaması ve mevcut durumun anlaşılmasında kullanılır (18, 10, 20, 4, 12).

Bu çalışmayla; elit genç Türk kürekçilerin oksijen tüketimi ve laktat profillerinin analiz edilmesi ve uluslararası düzeydeki kürekçilerle karşılaştırılarak güçlü ve zayıf yönlerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Denekler

Araştırmaya lisanslı olarak spor yapmakta olan 10 elit düzeyde genç erkek kürekçi katılmıştır. Tüm sporcular ulusal yarışmalarda madalya kazanmış, 6 sporcu milli takım sporcusu olarak Türkiye'yi temsil etmiştir. Spor yaşları 3.45 ± 1.01 yıl'dır.

Veri Toplama Araçları

Sporcuların boy ölçümleri Holtain Ltd (Uk) stadiometre, vücut ağırlığı ölçümleri ise 0,1 kg hassasiyetle ölçüm yapan Avis (Korea) vücut kompozisyonu analizöründe ölçülmüştür. Kürekçilerin VO_{2Max} ve laktat ölçümü testleri için Concept II-C (Morrisville, USA) modeli kürek ergometresi, oksijen tüketimi ölçümlerinde Viasys Masterscreen CPX (USA) ergospirometre kullanılmıştır. Dinlenik ve testler esnasında alınan kan örneklerinde laktik asit hiçbir işleme tabi tutulmadan ve bekletilmeden elektroenzimatik yöntemle YSI 1500 laktik asit analizöründe (Yellow Springs Instrument, USA) hemolize tam kan şeklinde ölçülmüştür. Analizörün kalibrasyonu her denek için 5 ve 30 mmol laktat standart çözeltileri ile testlere başlamadan önce ve çözelti değişikliklerinde yapılmıştır.

Kürek Ergometresi

Araştırmada Concept II-C modeli kürek ergometresi kullanılmıştır. Concept II-C kürek ergometresi hava direncinin etkisiyle farklı çalışma yüklerini sağlar. Kürekçi fanı kuvvetini, fanı çevirmeye yarayan zinciri çekerek uygular. Concept II-C'de kuvvet ve katedilen mesafe direkt olarak monitörden izlenir. Bu zincirin yarattığı etkiyi fanı ve dişliye bağlı alıcılara analog veya dijital olarak bilgisayara aktarılır. Bu sayede direkt olarak bazı parametrelerdeki ölçüler anında gözlenir.

Concept II-C kürek ergometresinin üzerinde bulunan performans monitörü ile kat edilen mesafe, süre, her kürekteki ve antrenmanın ortalama güç (watt) değeri, tempo (bir dakikada çekilen kürek sayısı), kalori/saat cinsinden enerji harcaması ve ortalama 500 m. geçiş süresi gibi bilgiler elde edilerek ve bu bilgiler kaydedilip bilgisayara aktarılarak antrenman takibi de yapılabilir (12, 15).

Maksimal Oksijen Tüketimi ve Laktat Ölçümleri

Maksimal oksijen tüketimi ve laktat ölçüm protokolü olarak Avustralya Spor Enstitüsü'nün aşamalı artan protokolü kullanılmıştır (6). Protokol 4'er dakikalık, aralarında 1'er dk dinlenme bulunan ve bu sırada kulak memesinden laktik asit alımının yapıldığı hızı giderek artan 7 aşamadan oluşmaktadır. Her denek için 2000 m. maksimal ergometre derecesindeki her 500 m. geçiş zamanı ortalamasının üzerine 4 sn. eklenerek testin 6. aşama derecesi olarak belirlenmiş; 6. aşamadan önceki aşamalar ise bir önceki aşama hızının üzerine 6 sn. eklenerek aşamalı olarak daha yavaş bir şekilde uygulanmıştır. 6. Aşamadan sonraki testin 7. ve son aşamasında ise kürekçiden yapabildiği en yüksek hızda aşamayı tamamlaması istenmiştir. Test sırasında sporcuların oksijen tüketimi ölçümleri Viasys ergospirometre ile yapılmış, kalp atım hızları ise Polar heart rate monitor kemeri takılarak ergospirometrenin alıcısı vasıtasıyla bilgisayara aktarılarak kaydedilmiştir. Testin her aşamasındaki laktat, oksijen tüketimi, kalp atım hızı, güç ve iş yükü değerleri

kullanılarak laktat-VO₂, laktat-kalp atım hızı, laktat-güç ve laktat-iş yükü grafikleri oluşturularak anaerobik eşik (4 mmol/L laktat) değerlerine karşılık gelen oksijen tüketimi, kalp atım hızı, güç ve iş yükü değerleri hesaplanmıştır. VO_{2max} ise Avustralya spor enstitüsünün önerdiği gibi testin herhangi bir dakikası boyunca (1 dk'lık ölçümlerin ortalaması alınarak) ulaşılan en yüksek oksijen tüketimi olarak belirlenmiştir. Anaerobik eşikteki oksijen tüketiminin maksimal oksijen tüketimine olan yüzdesi de hesaplanmıştır. Maksimal 2000 metre derecesi 7:00 dk ve her 500 m. ortalama geçiş süresi 1dk 45 sn olan bir sporcunun aşamalı artan protokolde kullanması gereken hızlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 – Örnek aşamalı artan kürek ergometresi testi protokolü.

AŞAMA	500 metre geçiş derecesi (dk)
1	2:20
2	2:13
3	2:07
4	2:01
5	1:55
6	1:49
7	En hızlı

İstatistiksel Analiz

Araştırmanın tanımlayıcı istatistikleri SPSS 16 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR

Teste katılan sporcuların genel özellikleri ve performans testleri sonucu elde edilen değerler Tablo 2 ve Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 2 – Elit Türk genç kürekçilerin genel fiziksel özellikleri.

PARAMETRE	X±SD
Yaş (yıl)	18.2 ±2.09
Spor Yaşı (yıl)	3.45 ±1.01
Boy (cm)	180.8 ±6.37
Vücut Ağırlığı (kg)	71.88 ± 5.48

Tablo 3- Elit Türk genç kürekçilerin oksijen tüketimi ve laktat profilleri.

PARAMETRE	Minimum	Maksimum	X±SS
Dinlenik La (mmol/L)	0.85	1.78	1.18 ±0.25
Maksimal La (mmol/L)	9.72	15.49	12.39 ±1.59
Dinlenik K.A.H (atım/dk)	50	80	66.8 ±9.77
Maksimal K.A.H (atım/dk)	181	205	196 ±9.07
VO _{2Max} (ml/kg/dk)	54.95	66.6	58.88 ±3.8
VO _{2Max} (L/dk)	3.90	4.53	4.21 ±0.23
AE O ₂ Tüketimi (ml/kg/dk)	41.61	52.50	43.47 ±4.13
AE O ₂ Tüketimi (L/dk)	3.13	3.87	3.16 ±0.26
AE %VO _{2Max}	74.84	91.04	80.98 ±4.5
AE K.A.H (atım/dk)	157	192	179.7 ±12.17
AE İş yükü (m/dk)	224	263	246 ±12.37
AE Güç (watt)	143	236	205.3 ±27.26

TARTIŞMA VE SONUÇ

VO_{2Max} ve anaerobik eşikte tüketilebilen O₂ değeri kürek sporunun fizyolojik özellikleri gözönüne alındığında hayati önem taşımaktadır ve kürekçilerde sıklıkla ölçülmektedir. Ingham ve ark (2007), İngiltere'deki kulüp ve olimpiik düzey kürekçilerin oksijen kinetiklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, kulüp düzeyi kürekçilerde VO_{2Max}'ı 55.6 ±1.2, olimpiik düzey kürekçilerde ise 61.1 ±0,6 ml/kg/dk olarak tespit etmişlerdir (9). Maksimal kalp atım hızları kulüp düzeyi kürekçilerde 193 ±2, olimpiik düzey kürekçilerde ise 189 ±2 atım/dk olarak belirlenmiştir. Araştırmamıza katılan kürekçilerin VO_{2Max}'ları kulüp düzeyi İngiliz sporculardan yüksek, olimpiik düzey kürekçilerden ise düşüktür. Avustralyalı

kürekçilerde aşamalı artan yüklenmeli protokolle belirlenen VO_{2max} hafif kilo erkeklerde 65.0 ± 3.4 , ağır kilo erkeklerde 59.5 ± 4.4 ml/kg/dk bulunmuş, kürekçilerin bireysel anaerobik eşik laktat değerlerinin 3.9 mmol/L olarak tespit edildiği bu çalışmada hafif kilo erkeklerin anaerobik eşikte kullandıkları O_2 4.11 l/dk, anaerobik eşik kalp atım hızları ise 180 ± 7 atım/dk, ağır kilo erkeklerde anaerobik eşikte kullandıkları O_2 4.69 l/dk, anaerobik eşik kalp atım hızları ise 178 ± 8 atım/dk olarak tespit edilmiştir. Avustralyalı erkek kürekçilerde aşamalı artan protokole göre belirlenen anaerobik eşikteki iş yükü ise ağır kilo ve hafif kilolar için sırasıyla 289 ± 6 ve 278 ± 7 m/dk olarak saptanmıştır (6). Çalışmamıza katılan kürekçilerin VO_{2Max} değerleri ağır kilo Avustralyalı kürekçilerle benzer bulunurken, hafif kilo Avustralyalı kürekçilerden düşük olduğu görülmektedir. Anaerobik eşik kalp atım hızı benzer bulunurken, anaerobik eşikte kullanılan O_2 miktarı Türk kürekçilerde büyük oranda daha düşüktür. Avustralyalı kürekçiler, VO_{2Max} 'larının ağır kilo ve hafif kilo kürekçilerde sırasıyla %86 ve 84'ünü anaerobik eşik düzeyinde kullanabildikleri görülmektedir, Bunc ve Leso (1993), Çek kürekçilerde ventilasyon eşliğinde kullanılan VO_{2Max} 'ın yüzdesini 85.0 ± 4.4 olarak tespit etmiştir (2). Ingham ve ark (2007) kürekçilerde 4 mmol anaerobik eşikte kullanılan VO_{2Max} 'ın yüzdesini kulüp ve elit düzey kürekçiler için sırasıyla 78.1 ± 1.9 ve 85.7 ± 1.7 olarak tespit etmiştir. Aynı çalışmada 4mmol anaerobik eşikte üretilen güç klüp düzeyi ve elit kürekçilerde sırasıyla 272 ± 9 ve 391 ± 11 watt olarak tespit edilmiştir (9). Roels ve ark. (2005) aşamalı artan testte yüzücüler ve triatloncularda 4 mmol anaerobik eşikte kullanılan VO_{2Max} 'ın yüzdesini % 80'in üstünde bulmuşlardır (16). Brezilyalı ulusal düzey erkek kürekçilerde 4mmol anaerobik eşikte üretilen güç değerleri ağır kilo ve hafif kilolar için sırasıyla 312 ± 44.02 ve 277.50 ± 25.98 watt, 4 mmol anaerobik eşik kalp atım hızı ise 174 ± 10.09 ve 177 ± 3.79 atım/dk olarak tespit edilmiştir (1). Klusiewicz (2005); Polonyalı elit genç erkek kürekçilerde 4mmol anaerobik eşikte üretilen güç değerlerini 307 ± 41 watt, 4mmol anaerobik eşik kalp atım hızını ise 164 ± 9 atım/dk olarak saptamıştır (11).

Sonuç olarak; elit genç Türk kürekçilerde anaerobik eşik kalp atım hızı ve anaerobik eşikte kullanılabilen VO_{2Max} yüzdesi uluslararası seviyedeki kürekçilere benzer bulunurken, anaerobik eşikte kullanılan O_2 miktarı, anaerobik eşikteki iş yükü değerlerinin ise büyük oranda daha düşük olduğu görülmektedir. Deneklerin genç olması bunda etkindir, antrenman yaşlarının artması ve biyolojik gelişimlerini tamamlamaları, antrenmanlarda da bu özellikleri geliştirecek çalışmalar üzerinde durulmasıyla birlikte oksijen tüketimi ve laktat profillerinde de gelişmeler olacağı beklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Baptista RR, Oliveira, LG, Figueiredo GB, Contieri JR, Loss JF, Oliveira AR. Lactate threshold in rowers: comparison between two methods of determination. *Rev Bras Med Esporte* 2005; 11(4): 233-236.
2. Bunc V, Leso J. Ventilatory threshold and work efficiency during exercise on a cycle and rowing ergometer. *Journal of Sports Sciences* 1993; 11(1): 43-48.
3. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti, P, Codeca L. Determination of the Anaerobic Threshold by Noninvasive Field Test in Runners. *Journal of Applied Physiology* 1982; 52(4): 869-873
4. Droghetti, P., Jensen, K., Nilsen, T.S. (1991). The total estimated metabolic cost of rowing. *FISA coach* 1991;2: 1-4.
5. Garrett WE, Kirkendall DT. *Exercise and Sport Science*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
6. Gore CJ. *Physiological Tests for Elite Athletes*. Human Kinetics: USA; 2000.
7. Gullstrand L. Physiological responses to short-duration high-intensity intermittent rowing. *Canadian Journal of Applied Physiology* 1996; 21(3): 197-208.
8. Hahn A, Bourdon P. Protocols for the physiological assessment of rowers. Australian Sports Commission 1995; Section 3.
9. Ingham SA, Carter H, Whyte GP, Doust JH. Comparison of the oxygen uptake kinetics of club and olympic champion rowers. *Medicine and science in Sports and Exercise* 2007; 39(5): 865-871.
10. Jensen, K (1994). Rowing test methods. *FISA coach* 1994; 5(4): 11-19.
11. Klusiewicz A. Relationship between the anaerobic threshold and the maximal lactate steady state in male and female rowers. *Biology of sport* 2005; 22(2): 171-179.
12. Koutedakis Y. The role of physiological assessment in team selection with special reference to rowing. *British Journal of Sports Medicine* 1989; 23(1): 51-52.
13. Lormes W, Buckwitz R, Rehbein H, Steinacker JM. Performance and blood lactate on Gjessing and Concept II rowing ergometers. *International Journal of Sports Medicine* 1993; 14(Suppl 1): 29-31.
14. Messonnier L, Freund H, Bourdin M, Belli A, Lacour J. Lactate exchange and removal abilities in rowing performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1997; 29(3): 396-401.
15. Nolte V. *Rowing faster*. Human Kinetics: USA; 2006.
16. Roels B, Schmitt L, Libicz S, Bentley D, Richalet JP, Millet G. Specificity of VO_{2Max} and the ventilatory threshold in free swimming and cycle ergometry: comparison between triathletes and swimmers. *British Journal of Sports Medicine* 2005; 39: 965-968.
17. Roth W, Shwartz P, Bauer P. Force time characteristics of the rowing stroke and corresponding physiological muscle adaptations. *International Journal of Sports Medicine* 1993; 14(Suppl 1): 23-34.
18. Steinacker JM. Physiological aspects of training in rowing. *International Journal of Sports Medicine* 1993; 14(Suppl 1): 3-10.
19. Steinacker JM, Lormes W, Lehmann M, Altenburg D. Training of Rowers before World Championships. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1998; 30(7): 1158-1163.
20. Urhausen A, Weiler B, Kindermann W. Heart rate, blood lactate and catecholamines during ergometer and on water rowing. *International Journal of Sports Medicine* 1993; 14(Suppl 1): 20-23.