

Kürekte Anaerobik Eşik: Ventilasyon ve Laktat Eşiği İlişkisi

Anaerobic Threshold in Rowing: Relationship of Ventilatory and Lactate Threshold

Fırat AKÇA,^a
Cengiz AKALAN,^a
Mitat KOZ,^a
Gülfem ERSÖZ^a

^aAnkara Üniversitesi Beden Eğitimi ve
Spor Yüksekokulu, Ankara

Geliş Tarihi/Received: 23.06.2009
Kabul Tarihi/Accepted: 01.10.2009

Yazışma Adresi/Correspondence:
Fırat AKÇA
Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve
Spor Yüksekokulu, Ankara,
TÜRKİYE/TURKEY
akca@sports.ankara.edu.tr

ÖZET Amaç: Bu çalışmada; kürekçilerde anaerobik eşiğin belirlenmesi için Ventilasyon eşiği (VE) ve Laktat eşiğine (LE) verilen fizyolojik cevapları karşılaştırmak, aralarındaki ilişkileri belirlemek ve birbirleri yerine kullanılabilirliklerini araştırmak amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya 12 kürekçi gönüllü olarak katılmıştır (yaş 18.8±2.1 yıl). Denekler boy ve vücut ağırlığı ölçümlerinin yanı sıra, Avustralya Spor Enstitüsünün önerdiği yedi aşamalı kürek ergometresi testini tamamlamışlardır. Protokol giderek artan hızlarda, aralarında birer dakika dinlenme bulunan yedi aşamadan oluşmaktadır. Dinlenmelerde laktik asit alımı yapılmış ve tüm test süresince oksijen tüketimi ergospirometre ile ölçülmüştür. Laktat ve ventilasyon eşiğine karşılık gelen oksijen tüketimi, kalp atım hızı, iş yükü, güç, maksimal oksijen tüketimi yüzdesi gibi değerler saptanmıştır. **Bulgular:** Maksimal oksijen tüketimi değerleri 59.9 ± 3.6 ml/kg/dk bulundu (4.30 ± 0.27 L/dk). Laktat ve ventilasyon eşiğindeki oksijen tüketiminin maksimal oksijen tüketimi'ne yüzdesi sırasıyla 83.2 ± 3.5 ve 78.7 ± 4.1 bulundu. Yapılan çarpım momentler korelasyon analizi sonucunda L.E ve V.E mutlak ve relatif oksijen tüketimi ve kalp atım hızı değerleri arasında anlamlı ilişki bulunmuştur (sırasıyla; r= 0.83, r= 0.80, r= 0.95, p< 0.01) L.E ve V.E'ne karşılık gelen iş yükü ve güç değerleri de yüksek ilişki göstermektedir (sırasıyla; r=0.88, r=0.89, p<0.01). **Sonuç:** Bu çalışmanın bulguları; gaz değişim parametrelerinin kullanıldığı non-invasif yöntemle anaerobik eşik belirlenmesinin kürekçilerde anaerobik eşiğin belirlenmesinde invazif yöntemlere alternatif olarak geçerli ve kullanışlı bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Maksimal oksijen tüketimi; anaerobik eşik; laktat; ventilasyon

ABSTRACT Objective: To compare physiological responses to ventilatory threshold (VT) and lactate threshold (LT) and demonstrate relationships between LT and VT to determine anaerobic threshold and investigate usability of these parameters in place of each other in rowers. **Material and Methods:** Twelve rowers participated in this study voluntarily (age 18.8±2.1 years). 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 LT and VT were determined. **Results:** VO₂max values of subjects were determined as 59.9 ± 3.6 ml/kg/min. (4.30 ± 0.27 L/min). Percent VO₂Max values at LT and VT were found 83.16 ± 3.5%, 78.74 ± 4.1%, respectively. Results of Pearson product moment correlations indicated that absolute and relative VO₂ and heart rate values at LT and VT were significantly correlated (respectively; r= 0.83, r= 0.80, r= 0.95, p< 0.01). Workload and power values at LT and VT were also found highly correlated (respectively; r= 0.88, r= 0.89, p< 0.01). **Conclusion:** As a conclusion, the findings of the present study indicated that noninvasive determination of anaerobic threshold with the use of gas exchange parameters could be valid and useful alternative to invasive methods to determination of anaerobic threshold in rowers.

Key Words: Maximal oxygen consumption; anaerobic threshold; lactate; ventilation

Kürek yarışması sırasında kürekçiler, hem maksimal oksidatif hem de anaerobik metabolizma eforlarını kullanırlar.¹ 2000 m'lik kürek yarışı 5.5-8 dk. arası yüksek oranda kuvvet gerektiren bir efordur.² Enerjinin %70-75'inin aerobik enerji sisteminden gelmektedir. Geri kalan %20-25 ise anaerobik metabolizma tarafından karşılanır.^{3,4} Steinacker yarış ortamında enerji ihtiyacının %67'sinin aerobik sistem tarafından, %21'inin alaktik anaerobik ve %12'sinin de laktik anaerobik sistemce karşılandığını belirtmektedir.¹

Aerobik metabolizmanın kapladığı büyük orandan dolayı VO_{2Max} kürekte yarış performansının ve başarısının önemli bir belirleyicisidir. VO_{2Max} 'ın mutlak değeri ile birlikte spesifik kan laktat konsantrasyonlarında VO_{2Max} 'ın ne kadarının (% VO_{2Max}) kullanıldığı büyük önem taşır. Anaerobik eşik VO_{2Max} 'ın sürekli kullanılan yüzdesinin ve çalışma kapasitesinin belirlenmesinde önemli bir kriterdir.⁵ $2Max$ şarılı kürekçilerin başarısı sadece VO_{2Max} 'ın büyüklüğüne değil atletin anaerobik eşikte kullanabildiği VO_{2Max} 'ın yüzdesine de bağlıdır.⁶ $2Max$ yanıklılık açısından önemli bir kriter $2MaxO_{2Max}$ 'ın büyüklüğü genetik faktörlere bağlı olmasına rağmen (%80-90), anaerobik eşik noktasının büyüklüğü tamamen antrenmanlara bağlıdır. Antrene olmayanlarda anaerobik eşik VO_{2Max} 'ın %50-60'ında iken bu oran antrenmanlılarda VO_{2Max} 'ın %80-90'ı gibi değerlere çıkabilmektedir.⁷

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 simülatörler (ergometreler) yer alır.⁸ Kürekçinin performansının tekne üzerinde belirlenmesinde rüzgar ve akıntı gibi dış etmenler nedeniyle zorluklar yaşanır. Bu nedenle antrenman sürecinin izlenmesi için kürek hareketinin modellendiği araçların kullanımı gerekir. Bunun için en yaygın olarak kullanılanlardan biride Concept II kürek ergometresidir.^{1,9}

Kürek sporunda ergometre, belirlenen test protokolleri ile bize kürekçinin kondisyon durumu

ve çeşitli performans parametreleri hakkında $2Max$ sağlayarak antrenmanın daha iyi kontrol edilmesini ve planlanmasını sağlar. $2Max$ imal oksijen tüketim kapasitesi ölçümlerinde elde edilen sonuçlar antrenman planlaması ve mevcut durumun anlaşılmasında kullanılır.^{9,10,11}

Aerobik güç 2 ile 10 dakika arasındaki performanslar için Maksimal Oksijen Tüketimi (VO_{2Max}) ile tanımlanır. Kürekte bunun için 6 dakikalık sonuna kadar test veya 2000 veya 2500 m testi uygulanır.^{1,6,10}

Kürek performansında VO_{2Max} değerinin yüksek olması önemli bir faktörken, $2Max$ 'in 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.^{9,12} Kürek sporunda erkeklerde 72,5 kg'dan daha hafif sporcular hafif kilo kategorisinde yarışabilirler. Kürek çekme sırasında vücut ağırlığı tekne tarafından desteklendiğinden uygun bir vücut yapısına sahip olduğunda vücut ağırlığının fazla olması dezavantaj teşkil etmemektedir. Bu bakımdan ağır kilo kürekçilerde VO_{2Max} değerlerinin mutlak (L/dk) olarak değerlendirilmesi gerekirken, her sporcunun en fazla 72,5 kg vücut ağırlığına sahip olduğu hafif kilo kürekçilerde ölçüm sonuçlarının relatif (ml/kg/dk) olarak değerlendirilmesi performans analizinin doğru yapılabilmesi açısından önemlidir.

Anaerobik eşiğin belirlenmesi aerobik dayanıklılığın ölçümünde önemli olmakla birlikte eşik noktasının belirlenmesinde değişik yaklaşımlar mevcuttur. Bunlardan egzersiz fizyolojisinde sıklıkla kullanılanlarda ikisi de ventilasyon eşiği ve laktat eşiğidir.

Ventilasyon eşiği, aşamalı bir egzersiz sırasında pulmoner ventilasyonun artışının oksijen tüketimi artışına olan lineerliğinin bozulduğu oksijen tüketimi veya iş yükü değeri olarak tanımlanır.^{13,14} Laktat eşiği ise aşamalı artan bir egzersiz sırasında kan laktat konsantrasyonunun belirgin şekilde artmaya başladığı egzersiz şiddetine karşılık gelen iş yükü veya oksijen tüketimi değeri olarak tanımlanır.

maktadır.^{14,15} Laktat eşiğine denk gelen egzersiz şiddetinin ventilasyon eşisindeki değerle kesiştiği düşünülmekte, kan laktat konsantrasyonundaki PH düşüşüyle ilişkili olarak ortaya çıkan artışın ve hidrojen iyonlarının tamponlanması ile oluşan karbondioksit üretiminin artışının dakika ventilasyonunu uyardığı varsayılmaktadır.^{15,16} Laktat eşiiyle de ilişkili kimyasal uyaranlar dışında kas afferent ve efferent sinyalizasyonu, katekolaminler ve potasyum iyonu da ventilasyon eşiiğini oluşturan önemli etkenler olarak bilinmektedir.^{13,17} Laktat eşii ve ventilasyon eşiiğinin birbirlerini ne kadar yansıttığı ve birbirlerinin yerine kullanılabilirliği egzersiz fizyolojisinin önemle bir araştırma konusudur.

Çalışmada kürekçilerde oksijen tüketimi ve laktat profilini aynı anda ölçerek kan laktat ölçümü ile belirlenen anaerobik eşik ve gaz değişimlerinin kullanımı ile hesaplanan ventilasyon eşiiğindeki ilişkisinin ortaya konması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

DENEKLER

Araştırmaya Ankara Üniversitesi spor kulübü kürek şubesinde lisanslı olarak spor yapmakta olan 12 elit düzeyde erkek kürekçi katılmıştır. Yapılan tüm ölçümler Helsinki deklarasyonu 2008 prensiplerine uygun olarak yapılmıştır.

VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

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

MAKSİMAL OKSİJEN TÜKETİMİ VE LAKTAT ÖLÇÜMLERİ

Maksimal oksijen tüketimi ve laktat ölçüm protokolü olarak Avustralya Spor Enstitüsü'nün aşamalı artan protokolü kullanıldı.¹⁸ Protokol 4'er dakikalık, aralarında 1'er dk dinlenme bulunan ve bu sırada kulak memesinden kan 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 istendi. Test sırasında sporcuların oksijen tüketimi ölçümleri Viasys ergospirometre ile yapıldı, kalp atım hızları ise Polar heart rate monitor kemeri takılarak ergospirometrenin alıcısı vasıtasıyla bilgisayara aktararak kaydedildi. Test sonrası laktat eşii ve ventilasyon eşiiğindeki değerlerine karşılık gelen oksijen tüketimi, kalp atım hızı, güç ve iş yükü değerleri hesaplandı, 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 belirlenerek hesaplandı. Laktat ve ventilasyon eşikleri, Anderson ve Mahon'un önerdiği yöntemle hesaplandı.¹⁶ Microsoft Excel paket programında yapılan hesaplamalarda laktat ve ventilasyon eşikleri, grafikteki laktat, oksijen tüketimi ve dakika ventilasyonu verilerinin exponential (üstel) eğilimi hesaplanarak, bu eğilim çizgisinin üzerine eklenen lineer eğilim çizgisinden ortaya çıkan kırılma noktasına göre saptandı. Sporcuların laktat ve ventilasyon eşisindeki oksijen tüketimleri ve bulunan değerlerin maksimal oksijen tüketimine yüzdeleri hesaplandı.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Tüm verilerin tanımlayıcı istatistikleri yapıldıktan sonra laktat eşii ve ventilasyon eşisindeki fizyolojik cevapların ilişkisinin hesaplanmasında Pearson çarpım momentler korelasyon katsayısı istatistikleri SPSS 16 paket programında 0.05 anlamlılık düzeyi kullanılarak uygulandı.

BULGULAR

Araştırma grubunun gelen fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Deneklerin aşamalı artan test sırasında tespit edilen dinlenik Laktat (La), Dinlenik Kalp Atım hızı (K.A.H), Maksimal Laktat ve Maksimal Kalp atım hızı değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Deneklerin aşamalı artan test sırasında tespit edilen VO_{2Max} , Laktat Eşiğindeki O_2 tüketimi (L.E), Ventilasyon Eşiğindeki O_2 tüketimi (V.E) değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Deneklerin aşamalı artan test sırasında tespit edilen laktat eşiğindeki ve ventilasyon eşiğindeki kalp atım hızı, iş yükü ve güç değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Test sonucu belirlenen VO_{2Max} değerinin laktat eşiği ve ventilasyon eşiğinde tüketilen oksijen miktarına yüzdesi Tablo 5'te verilmiştir.

Ölçümler sonucu elde edilen Laktat ve Ventilasyon eşiklerindeki O_2 tüketimi ve K.A.H değerlerinin birbirleriyle ilişkileri Tablo 6'da verilmiştir.

Kürekçilerin Laktat ve Ventilasyon eşiklerindeki güç ve iş yükü değerlerinin birbirleriyle ilişkileri Tablo 7'de verilmiştir.

TABLO 1: Laktat eşiği ve ventilasyon eşiğindeki fizyolojik cevaplar.

Parametre	X±SS
Yaş (yıl)	18.8 ± 2.11
Boy (cm)	181.7 ± 4.47
Vücut Ağırlığı (kg)	71.77 ± 4.14
Dinlenik La (mmol/L)	1.14 ± 0.18
Maksimal La (mmol/L)	13.28 ± 1.34
Dinlenik K.A.H (atım/dk)	62.8 ± 7.77
Maksimal K.A.H (atım/dk)	197 ± 8.77
VO_{2Max} (ml/kg/dk)	59.88 ± 3.6
VO_{2Max} (L/dk)	4.3 ± 0.27
L.E O_2 Tüketimi (ml/kg/dk)	49 ± 4.27
L.E O_2 Tüketimi (L/dk)	3.51 ± 0.26
V.E O_2 Tüketimi (ml/kg/dk)	46.32±3.2
V.E O_2 Tüketimi (L/dk)	3.33±0.31
L.E K.A.H (atım/dk)	182.6±10.66
V.E K.A.H (atım/dk)	178.4±11.97
L.E iş yükü (m/dk)	251±11.32
V.E iş yükü (m/dk)	244.3±30.92
L.E Güç (watt)	213.3±26.21
V.E Güç (watt)	199.8±25.68
L.E % VO_{2Max} (yüzde)	83.16±3.49
V.E % VO_{2Max} (yüzde)	78.74±4.11

TARTIŞMA VE SONUÇ

VO_{2Max} ve anaerobik eşikte tüketilebilen O_2 değeri kürek sporunun fizyolojik özellikleri gözönüne alındığında hayati önem taşımaktadır ve kürekçi-

TABLO 2: Laktat ve Ventilasyon eşiklerindeki O_2 tüketimi ve K.A.H değerlerinin korelasyon analizi sonuçları.

	L.E VO_2 ml/kg/dk	V.E VO_2 ml/kg/dk	L.E VO_2 L/dk	V.E VO_2 L/dk	L.E K.A.H Atım/dk	V.E. K.A.H Atım/dk
L.E VO_2^* ml/kg/dk	1					
V.E VO_2^* ml/kg/dk	.796**	1				
L.E VO_2^{**} L/dk	.503	.636*	1			
V.E VO_2^{**} L/dk	.098	.549	.829**	1		
L.E K.A.H	-.141	-.124	-.536	-.402	1	
V.E. K.A.H	-.322	-.125	-.468	-.182	.949**	1

* p<0.05; ** p<0.01

TABLO 3: Laktat ve Ventilasyon eşiklerindeki güç ve iş yükü korelasyon analizi sonuçları.

	L.E İŞ YÜKÜ (m/dk)	V.E İŞ YÜKÜ (m/dk)	L.E GÜÇ (Watt)	V.E GÜÇ (Watt)
L.E İŞ YÜKÜ (m/dk)	1			
V.E İŞ YÜKÜ (m/dk)	.875**	1		
L.E GÜÇ (Watt)	.946**	.860**	1	
V.E GÜÇ (Watt)	.766**	.910**	.884**	1

* p<0.05; ** p<0.01

lerde sıklıkla ölçülmektedir. Ingham ve ark, 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. 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.¹⁸ 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, 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.¹⁹ 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 elit genç Türk kürekçilerde büyük oranda daha düşüktür.

Avustralyalı kürekçilerin, VO_{2Max} 'larının ağır kilo ve hafif kilo kürekçilerde sırasıyla %86 ve 84'ünü anaerobik eşik düzeyinde kullanabildikleri

görülmektedir.¹⁹ Bunc ve Leso, Çek kürekçilerde ventilasyon eşğinde kullanılan VO_{2Max} 'ın yüzdesini 85.0 ± 4.4 olarak tespit etmiştir.²⁰ Ingham ve ark. kürekçilerde laktat eşğinde kullanılan VO_{2Max} 'ın yüzdesini kulüp ve elit düzey kürekçiler için sırasıyla 78.1 ± 1.9 ve 85.7 ± 1.7 olarak tespit etmiştir.¹⁸ Roels ve ark. aşamalı artan testte yüzücüler ve triatloncularda ventilasyon eşğinde kullanılan VO_{2Max} 'ın yüzdesini %80'in üstünde bulmuşlardır.²¹ Elit genç Türk kürekçilerde bu değerler ventilasyon eşğinde %78, laktat eşğinde ise %80 olarak bulunmuştur. Avustralyalı erkek kürekçilerde aşamalı artan protokole göre belirlenen anaerobik eşikteki iş yükü ağır kilo ve hafif kilolar için sırasıyla 289 ± 6 ve 278 ± 7 m/dk olarak saptanmıştır.¹⁹

Anderson ve Mahon ventilasyon ve laktat eşği arasında mutlak değerlerde 0.76, relatif değerlerde 0.87'lik anlamlı ilişki bulunmuştur¹⁶, bu bulgular bizim bulgularımızla paralellik göstermektedir. Sonuç olarak, ventilasyon eşği ve laktat eşğindeki oksijen tüketimindeki benzerliklerle birlikte iş yükü ve güç sonuçlarının da yüksek ilişkili bulunması ventilasyon eşğinin kürekçilerde anaerobik eşik belirlemede geçerli ve güvenilir bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Kürekçilerde invazif metotlara alternatif olarak gaz değişim parametrelerinin anaerobik eşik belirlemede kullanılabilirliğinin yüksek olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Steinacker JM. Physiological aspects of training in rowing. *Int J Sports Med* 1993; 14(Suppl 1): 3-10.
- Steinacker JM, Lormes W, Lehmann M, Altenburg D. Training of Rowers before World Championships. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30(7): 1158-1163.
- Messonier L, Freund H, Bourdin M, Belli A, Lacour J. Lactate exchange and removal abilities in rowing performance. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29(3): 396-401.
- Gullstrand L. Physiological responses to short-duration high-intensity intermittent rowing. *Can J Appl Physiol* 1996; 21(3): 197-208.
- Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti P, Codeca L. Determination of the Anaerobic Threshold by Noninvasive Field Test in Runners. *J Appl Physiol* 1982; 52(4): 869-873
- Nolte V. Rowing faster. *Human Kinetics: USA*; 2006.
- Garrett WE, Kirkendall DT. *Exercise and Sport Science*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
- Hahn A, Bourdon P. Protocols for the physiological assessment of rowers. *Australian Sports Commission* 1995; Section 3.
- Lormes W, Buckwitz R, Rehbein H, Steinacker JM. Performance and blood lactate on Gjessing and Concept II rowing ergometers. *Int J Sports Med* 1993; 14(Suppl 1): 29-31.
- Koutedakis Y. The role of physiological assessment in team selection with special reference to rowing. *Br J Sports Med* 1989; 23(1): 51-52.
- Urhausen A, Weiler B, Kindermann W. Heart rate, blood lactate and catecholamines during ergometer and on water rowing. *Int J Sports Med* 1993; 14(Suppl 1): 20-23.
- Roth W, Shwartz P, Bauer P. Force time characteristics of the rowing stroke and corresponding physiological muscle adaptations. *Int J Sports Med* 1993; 14(Suppl 1): 23-34.
- Powers SK, Beadle RE. Onset of hyperventilation during incremental exercise: a brief review. *Res Q Exerc Sport* 1985; 56: 352-360.
- Svedahl K, MacIntosh BR. Anaerobic Threshold: The concept and methods of measurement. *Can J Appl Physiol* 2003; 28: 299-323.

15. Davis JA. Anaerobic threshold: Review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sports Exerc* 1985; 17: 6-18.
16. Anderson CS, Mahon AD. The Relationship between ventilatory and lactate thresholds in boys and men. *Res Sports Med* 2007;15: 189-200.
17. Paterson DJ. Potassium and breathing in exercise. *Sports Med* 1997; 23: 149-63.
18. Ingham SA, Carter H, Whyte GP, Doust JH. Comparison of the oxygen uptake kinetics of club and olympic champion rowers. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39(5): 865-71.
19. Gore CJ. *Physiological Tests for Elite Athletes*. Human Kinetics: USA; 2000.
20. Bunc V, Leso J. Ventilatory threshold and work efficiency during exercise on a cycle and rowing ergometer. *J Sports Sci* 1993; 11(1): 43-8.
21. Roels B, Schmitt L, Libicz S, Bentley D, Richalet JP, Millet G. Specificity of VO2Max and the ventilatory threshold in free swimming and cycle ergometry: comparison between triathletes and swimmers. *Br J Sports Med* 2005; 39: 965-8.