

## Maksimal Aerobik Egzersiz Sonrası Laktat Seviyelerinde Cinsiyet Farklılıkları\*

Ali İŞİN<sup>1</sup>, Berkay LÖKLÜOĞLU<sup>2</sup>, Ayşen TÜRK<sup>3</sup>, Tuba MELEKOĞLU<sup>4†</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, <https://orcid.org/0000-0003-4666-2117>

<sup>2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, <https://orcid.org/0000-0003-2177-1624>

<sup>3</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, <https://orcid.org/0000-0002-1978-0401>

<sup>4</sup>Akdeniz Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, <https://orcid.org/0000-0001-9223-8849>

### Öz

Bu çalışmanın amacı; bitkinliğe varan ve kademeli olarak artan şiddetteki egzersiz sonrasında kanda oluşan laktat düzeylerinin cinsiyete göre değişimini incelemektir. Çalışmaya gönüllü olan ve araştırmaya dâhil edilme kriterlerine göre (18-20 yaş aralığında, benzer antrenman geçmişine, normal vücut kütle indeksi değerlerine (18.5-24.9 kg/m<sup>2</sup>) ve egzersiz öncesi normal laktat düzeyine sahip olan (<2 mmol)); 70 erkek (yaş: 19.15±0.06 yıl; boy: 177.64±6.62 cm ve ağırlık: 67.99±6.52 kg) ve 30 kadın (yaş: 18.98±0.11 yıl; boy: 168.51±6.50 cm ve ağırlık: 58.16±7.34 kg) katılmıştır. Maksimal aerobik gücü belirlemek ve kademeli olarak artan şiddette egzersiz uygulamak üzere 20 m mekik testi uygulanmıştır. Kan laktat konsantrasyonları aerobik performans testinden önce ve hemen sonrasında kulak memesinden alınmıştır. Erkeklerin 20 m mekik testi değerlerine göre hesaplanan aerobik güçleri beklenildiği şekilde kadınlara göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir (53.44±2.29 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> karşın 43.35±4.95 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>, p<0.001). Maksimal oksijen tüketimi değerleri erkeklerde daha yüksek bulunmasına karşın, maksimal aerobik performanstan sonraki laktat seviyelerinin kadın ve erkekler arasında benzer olduğu görülmüştür (9.90±1.95 mmol/l karşın 9.46±1.69 mmol/l, p=0.28). Araştırmadan elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, erkeklerin aerobik kapasitelerinin ve egzersiz performanslarının kadınlara göre yüksek olmasıyla birlikte, kanda biriken laktat düzeyleri benzerlik göstermektedir. Kadın ve erkeklerin maksimal egzersizden sonraki laktat düzeyleri arasında anlamlı farklılık tespit edilememiştir.

### Orijinal Makale

#### Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi:23.10.2018  
Kabul Tarihi:21.12.2018  
Online Yayın Tarihi:31.12.2018

DOI:10.30769/usbd.474015

#### Anahtar kelimeler:

Aerobik performans,  
Maksimal oksijen tüketimi,  
Laktat,  
Cinsiyet

## Gender Differences in Maximal Aerobic Performance and Lactate Levels

### Abstract

The aim of this study was to examine the differences of blood lactate levels in response to incremental exhausting exercise according to gender. 70 men (mean ± SD: age:19.15±0.06 years; height:177.64±6.62 cm and weight: 67.99±6.52 kg) and 30 women (age: 18.98 ± 0.11 years; height:168.51±6.50 cm and weight: 58.16±7.34 kg) aged 18-20 who had similar training history, normal body mass index values (18.5-24.9 kg/m<sup>2</sup>) and normal lactate level in pre-exercise (<2 mmol) were included in this study. A 20 m shuttle test was used to determine maximal aerobic power. Blood lactate concentrations were taken from the earlobe before and immediately after the aerobic performance test. The aerobic power values of males were higher than females as expected. (53.44±2.29 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> versus 43.35±4.95 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>, p<0.001). Although maximal oxygen consumption values were found higher in males, it was seemed that the lactate levels were similar between groups after maximal aerobic performance (9.90±1.95 mmol/l vs 9.46±1.69 mmol/l, p=0.28). Our results indicate that, even if aerobic capacity and exercise performance of males was higher than females, they have similar blood lactate levels. There was no significant difference between peak lactate levels of males and females.

### Original Article

#### Article Info

Received:23.10.2018  
Accepted:21.12.2018  
Online Published:31.12.2018

#### Keywords:

Aerobic performance,  
Maximal Oxygen  
Consumption,  
Lactate,  
Gender

\*Bu çalışma, 15-18 Kasım 2017 tarihleri arasında Antalya'da gerçekleştirilen 15.Uluslararası Spor Bilimleri Kongresinde sunulmuştur.

†Sorumlu Yazar: Tuba Melekoğlu, Tel: 02423106828, E-posta: tmelekoglu@akdeniz.edu.tr.

## GİRİŞ

Aerobik güç sporcular için önemli bir performans değişkenidir. Aerobik performansı etkileyen faktörlerin; yaş, cinsiyet, genetik, vücut kompozisyonu, kondisyon seviyesi ve egzersiz modeli olduğu bilinmektedir. Bu faktörlerden cinsiyet ele alındığında, aerobik performansın kadınlarda erkeklere göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte aerobik performansı etkileyen kas-iskelet, solunum ve dolaşım sistemi faktörleri göz önüne alındığında; kadınların aerobik performansını etkileyen en önemli etken olarak, dolaşım sistemi gösterilmektedir. Kadınların kalp büyüklüğüne bağlı olarak atım hacimlerinin ve hemoglobin miktarlarının daha düşük olması aerobik performans açısından dezavantaj oluşturmaktadır (Cureton, 1981; Wells, 1985). Bununla birlikte kasın enerji metabolizması ve laktat eşiği de aerobik performansı etkileyebilecek diğer etkenlerdir (Facey, Irving ve Dilworth, 2013).

Maksimal oksijen tüketimi ( $VO_2max$ ), vücut ağırlığının kilogramı başına dakikada tükettiği maksimum oksijen miktarını ifade eder. Yapılan çalışmalarda  $VO_2max$ 'ın antrenman ile arttığı (Skinner ve ark., 2000), yaş ile azaldığı belirtilmektedir (Rogers, Hagberg, Martin, Ehsani ve Holloszy, 1990).  $VO_2max$ 'da yaşa bağlı düşüş, sedanter bireylerin yanı sıra elit sporcularda da görülmektedir. Fakat bu düşüş dayanıklılık antrenmanlarında yapılan çalışmalara bağlı olarak daha az belirgin olabilmektedir. Ayrıca erkeklerin maksimal oksijen tüketim kapasitesinin kadınlara göre daha yüksek olduğu da belirtilmektedir (Cureton ve ark., 1986). Yüksek  $VO_2max$  seviyesine sahip bireylerin oksijeni kullanma kapasitesi daha fazladır ve anaerobik yola daha az bağımlıdır. Bu nedenle özellikle antrenmanlı sporcularda yüklenme sonrasında laktat seviyelerinin daha az yükselmesi beklenir (Facey ve ark., 2013).  $VO_2max$ , aerobik kapasite ölçümü için altın standart olarak kabul edilmektedir (Sutton, 1992).  $VO_2max$ 'ın doğrudan ölçümü karmaşık materyal, fazlaca zaman ve eğitimli personel gerektirdiği bildirilmiştir. Bu nedenlerden dolayı, direk şekilde  $VO_2max$  ölçümü için uygun alternatifler olarak hizmet edebilecek tahmin edici testlere ilgi duyulmaktadır (Ramsbottom, Brewer ve Williams, 1988). Bu testler arasında en çok kullanılanlardan biri 20 metrelik mekik koşu testidir. 20 metrelik mekik koşu testi, 8-12 dakikalık sürede bitkinliğe ulaştıran kademeli egzersiz protokolünü içermektedir. Yapılan çalışmalarda 20 metrelik mekik koşu testinin ses sinyallerinin yardımıyla hızın ayarlanabilmesi, kalp atım hızında kademeli artış içermesi, yüksek derecede güvenilirliği (Leger ve Lambert, 1982) ve aynı anda çok sayıda katılımcının test edilebilmesi gibi sebeplerden dolayı ideal bir test olduğunu vurgulanmıştır (Paliczka, Nichols ve Boreham, 1987; Stickland, Petersen ve Bouffard, 2003).

Yapılan egzersiz esnasında ihtiyaç duyulan enerji aerobik yollardan karşılanamadığı durumlarda laktat birikmeye başlar. Laktat iskelet kasları tarafından egzersiz esnasında salgılanır ve kana diffüze olur. Laktat karaciğer, kalp kası ve iskelet kasları gibi çeşitli dokular tarafından uzaklaştırılır. Fakat kasılan iskelet kasları tarafından üretilen laktat miktarı, bu uzaklaştırma mekanizmalarından yüksek olursa, laktat konsantrasyonunda artış olur. Bu nedenle kanda laktat birikmesi, enerji üretiminde glikolitik yolların kullanımının artması ve bunu takiben kandan uzaklaştırılmasına kıyasla, kastan kana laktat difüzyon hızının artması olarak değerlendirilir (Zhang ve Ji, 2016). Laktat, enerji metabolizmasında önemli bir ara maddedir. Ayrıca kastan kana ve kandan kas hücrelerine transferi oldukça önem

taşımaktadır. Özellikle kısa süreli yüksek yüklenmeleri içeren egzersizler esnasında kaslar çok hızlı laktat üretirlerken kan laktatını temizleme hızı azalır. Bu da kas içi laktat konsantrasyonunun artmasıyla birlikte kastan kana yapılan laktat çıktısını arttırır. Bu tür egzersiz sonrasındaki toparlanma esnasında ise, dinlenimdeki veya hafif-orta düzeyde egzersiz yapan kaslar tarafından, kandan laktat emilir. Uzun süreli orta şiddetteki egzersizler esnasında, normalde kana laktat çıktısı veren kaslar rolünü değiştirerek kandan laktatı çeken bir doku haline dönüşür (Facey ve ark., 2013). Laktat eşiği, kan laktat konsantrasyonunda ani bir artış meydana getiren egzersiz yoğunluğu olarak tanımlanabilmektedir. Ayrıca performans seviyesinin tahmini hakkında bilgi verir ve koşu performansının en iyi tahminçisi olarak kabul edilmektedir. Kaslardaki laktat birikimi, performans seviyesinin bir göstergesi olarak kullanılabilir ve bu yüzden üretime katkıda bulunan tüm fizyolojik özellikler daima dikkate alınmalıdır (Facey ve ark., 2013). Yapılan yoğun ve şiddetli antrenmanlar laktat eşiğini ve dolayısıyla performansı da arttırmaktadır. Laktat eşiği dikkate alınarak atletik performans değerlendirilebilir ve geliştirilebilir. Bununla birlikte VO<sub>2</sub>max analizi de performansın değerlendirilmesi için kullanılabilir.

Genel olarak erkekler ve kadınlar kıyaslandığında, erkeklerin daha büyük kas kütlelerine, daha fazla kan hacmine, hemoglobin sayısına ve daha yüksek maksimal oksijen tüketim kapasitesine sahip oldukları bilinmektedir (Zhang ve Ji, 2016). Bu farklılıklardan dolayı bitkinliğe varan yüksek şiddetteki egzersizlerden sonra da kadın ve erkeklerin laktat düzeyleri arasında farklılık olacağı düşünülebilir. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı bitkinliğe varan maksimal aerobik egzersizden sonra kan laktat düzeyinin cinsiyete göre nasıl değiştiğini ölçmektir.

## YÖNTEM

### Araştırma Grubu

Çalışmaya, gönüllülük esasına dayalı olarak 110 erkek ve 56 kadın arasından araştırmaya dahil edilme kriterlerine göre; 18-20 yaş aralığında, benzer antrenman geçmişine (en az 4 yıllık antrenman geçmişine sahip) ve normal vücut kütle indeksi değerlerine (18.5-24.9 kg/m<sup>2</sup>), egzersiz öncesi normal laktat düzeyine sahip (<2 mmol/l) (Tschakert & Hofmann, 2013) ve test sonunda bitkinliğe ulaşmış, 70 erkek (19.15±0.06 yıl) ve 30 kadın (18.98±0.11 yıl) dahil edilmiştir.

### Araştırma Prosedürü

Katılımcılara çalışmanın amacı ve içeriği hakkında gerekli bilgilendirmeler yapılmış ve gönüllü olur formları alınmıştır. Ayrıca test günü uyku, beslenme ve fiziksel aktivite gibi durumlara dikkat etmeleri istenmiştir. Katılımcıların boy uzunlukları ve vücut ağırlıkları ölçülmüştür. Vücut kütle indeksi değerleri hesaplanmıştır. Katılımcıların VO<sub>2</sub>max değerlerini belirlemek amacıyla 20-m mekik koşusu testi uygulanmıştır (Leger ve ark., 1988). Gönüllülerin kan laktat düzeylerini belirlemek amacıyla 20-m mekik koşusu testi öncesi ve

hemen sonrasında kan örnekleri kulak memesinden alınmıştır (Dassonville ve ark., 1998). Bu araştırma Akdeniz Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır.

### **Uygulanan Ölçümler**

*Boy Uzunluğu Ölçümü:* Vücut ağırlığı iki ayağa eşit dağıtılmış durumda, topuklar birleşik, ayaklar çıplak ve kollar omuzlardan serbestçe yanlara sarkıtılmış durumda iken (Mitchell ve ark., 2006) stadiometre (Holtain Ltd., UK) kullanılarak  $\pm 1$ mm hassasiyetle ölçülmüştür.

*Vücut Ağırlığı Ölçümü:* İki ayak tartıya eşit oranda basmış şekilde, gönüllüler dik ve hareketsiz durumdayken (Mitchell ve ark., 2006). Tanita Body Composition Analyzer Type SC330 kullanılarak ölçülmüştür

*Vücut Kütle İndeksi (VKİ):* VKİ değerleri, vücut ağırlığı/boy uzunluğunun karesi ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) formülünden elde edilmiştir.

*20-m Mekik Koşusu:* Aerobik kapasiteyi ölçmek amacıyla yaygın olarak kullanılan bir testtir. Test öncesi katılımcıların gerekli ısınmaları yapmaları sağlanmıştır. Düzgün ve kaygan olmayan bir zemin üzerine 20 metre uzunluğunda bir alan çizilerek ve bantlanarak belirlenmiştir. Deneğin görebilmesi için alan sonları kulelerle belirgin hale getirilmiştir. Test belirli hızda başlayıp her seviyede 0.5 km/saat artan hızla bir ritim dahilinde sinyal sesleriyle devam etmiştir. Katılımcıların bitkinliğe ulaşana kadar testi devam ettirmeleri istenmiştir. Bir katılımcı bitkinliğe ulaştığında ve testi bıraktığında o katılımcı için test sona ermiştir. Testi sonlandıran katılımcılar için gerekli soğuma egzersizleri yaptırılmıştır (Leger & Lambert, 1982; Leger ve ark., 1988).

*Laktat Ölçümü:* 20-m mekik koşusu testi öncesi ve hemen sonrasında kan örnekleri kulak memesinden alınmış (Dassonville ve ark., 1998) ve alınan örnekler portatif laktat analizörü Lactate Scout (+) (LSP, SensLab GmbH, Germany) ile değerlendirilmiştir.

### **Verilerin Analizi**

Elde edilen verilerin basıklık ve çarpıklık değerleri ile histogram, normal Q-Q ve kutu grafiklerinin görsel değerlendirmesi ve Shapiro-Wilk testi sonrasında verilerin normal dağıldığı tespit edilmiş ve gruplar arası farklılığı değerlendirmek için Bağımsız Örneklem T testi uygulanmıştır ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ). Verilerin analizi SPSS 24 paket programıyla yapılmıştır.

## BULGULAR

Araştırmaya katılan kadın ve erkeklerin demografik verileri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Kadın ve erkek katılımcıların demografik değerleri

Değişkenler	Erkek (n=70) Ort ± SS	Kadın (n=30) Ort ± SS	t
Yaş (yıl)	19.15±0.53	18.98±0.62	1.391
Vücut Ağırlığı (kg)	67.99±6.52	58.16±7.34	6.713***
Boy Uzunluğu (cm)	177.64±5.62	168.51±6.50	7.178***
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	21.55±1.93	20.45±2.04	2.588*

**VKİ:** Vücut Kütle İndeksi, **Ort ± SS:** Ortalama ± Standart Sapma, (p<0.05\*, p<0.001\*\*\*)

Çalışmaya katılan gönüllülerin yaşları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır (p=0.167). Çalışmaya katılan erkek ve kadınların boy uzunlukları (177.64±5.62 cm karşın 168.51±6.50 cm, p<0.001), vücut ağırlıkları (67.99±6.52 kg karşın 58.16±7.34 kg, p<0.001) vücut kütle indeksleri (21.55±1.93 kg/m<sup>2</sup> karşın 20.45±2.04 kg/m<sup>2</sup>, p<0.05) olarak ölçülmüştür (Tablo 1).

**Tablo 2.** Kadın ve erkek katılımcıların maksimal oksijen tüketimi ve laktat değerleri

Değişkenler	Erkek (n=70) Ort ± SS	Kadın (n=30) Ort ± SS	t
VO <sub>2</sub> max (ml.kg <sup>-1</sup> .dk <sup>-1</sup> )	53.44±2.29	43.35±0.62	14.234***
LA-1 (mmol/l)	1.65±0.39	1.72±0.51	-0.772
LA-2 (mmol/l)	9.90±1.95	9.46±1.69	1.068

**VO<sub>2</sub>max:** Maksimum oksijen tüketimi, **LA-1:** Test Öncesi Laktat Düzeyi, **LA-2:** Test Sonrası Laktat Düzeyi, **Ort ± SS:** Ortalama ± Standart Sapma, (p<0.001\*\*\*)

VO<sub>2</sub>max verileri kıyaslandığında ise erkeklerin kadınlara göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek değerlere sahip olduğu (53.44±2.29 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> karşın 43.35±4.95 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>, p<0.001) tespit edilmiştir. Bununla birlikte her ne kadar VO<sub>2</sub>max değerleri erkeklerde daha yüksek olsa da maksimal yüklenme sonrasındaki laktat düzeylerinin gruplar arasında oldukça benzer düzeylerde (9.90±1.95 mmol/l karşın 9.46±1.69 mmol/l) olduğu ve gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olmadığı görülmüştür (Tablo 2).

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Maksimum oksijen tüketimi aerobik performansın değerlendirilmesinde önemli bir bileşendir. Ulaşılabilir, düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle 20-m mekik koşusu testi aerobik performansı ölçmek için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir. VO<sub>2</sub>max'ın değerlendirilmesi için 20-m mekik koşusu testinin geçerliliği araştırmalarda değerlendirilmiştir. Yapılmış olan araştırmalarda 20-m mekik koşusu ile koşu bandı testinin benzer sonuçlar ortaya koyduğu, geçerli ve güvenilir bir test olduğu bildirilmiştir (Chatterjee, Banerjee, ve Das, 2011; Leger ve Lambert, 1982). Yapılan başka çalışmalarda da 20-m mekik koşusu ile VO<sub>2</sub>max arasında yüksek ilişki bulunduğu ve bu testin maksimal aerobik gücün belirlenmesinde geçerli bir yöntem olduğu vurgulanmıştır (Paliczka ve ark., 1987; Ramsbottom ve ark., 1988; Van Mechelen, Hlobil, ve Kemper, 1986).

Araştırmada aerobik gücü belirlemek üzere 20 metre mekik testi kullanılmış ve dolaylı olarak maksimal oksijen tüketimini belirlenmiştir. Beklenildiği üzere erkeklerin aerobik güçleri kadınlardan yüksek tespit edilmiştir (53.44±2.29'a karşın 43.35±0.62 ml/kg/dk, p<0.001). Stickland ve ark. (2003) yaptığı bir çalışmada, beklendiği gibi ölçülen VO<sub>2</sub>max değerlerinde kadınlar ve erkekler arasında önemli farklılık bulunmasına rağmen regresyon analiz eğrisinin benzer bir görünüm sergilediği belirtilmiş, bu benzerliğin artan koşu hızında gruplar arası koşu ekonomilerinin benzer olduğuna işaret ettiği ifade edilmiştir. Erkeklerin kas kütleleri başına ortaya konulan iş miktarı hesaplandığında, kadın ve erkek arasındaki relatif işin benzer olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Zhang ve Ji (2016) erkeklerin VO<sub>2</sub>max değerlerinin kadınlardan daha yüksek olduğunu (50.9±3.2 ml.kg-1.dk-1; 44.6±4.2 ml.kg-1.dk-1) ve erkekler ile kadınlar arasındaki bu farklılığın kadınların yağ yüzdesinin erkeklere oranla daha fazla olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Araştırmada dinlenimdeki kan laktat konsantrasyonlarının ortalama değerleri erkek ve kadınlar için sırasıyla 1.65±0.39'a karşın 1.72±0.51 mmol/l olarak tespit edilmiştir ve istatistiksel olarak bu değerler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Lehmann ve arkadaşları (1986) dinlenimdeki laktat düzeylerini erkek ve kadınlar için sırasıyla 1.43±0.17 ve 0.97±0.19 mmol/l olarak bildirmişlerdir. Benzer şekilde Zhang ve Ji (2016) dinlenimdeki kan laktat konsantrasyonlarının ortalama değerleri erkek ve kadınlar için sırasıyla 0.99±0.41'e karşın 0.97±0.39 mmol olarak benzer olduğunu bildirmişlerdir. Bitkinliğe varan kademeli artan bir egzersiz protokolü sonrasında ise kadın ve erkeklerde laktat düzeylerinin benzer şekilde arttığı tespit edilmiştir.

Erkeklerde artan kas kütlesi ile birlikte özellikle laktat eşığının üzerindeki işler için daha fazla laktatın birikebileceği bildirilmiştir (Anderson ve Rhodes, 1989). Laktat birikimi laktat üretimi ile kullanımı arasındaki dengenin bozulmasıyla gerçekleşir. İskelet kası, yorucu egzersiz sırasında başlıca laktat üretimi kaynağı olduğundan ve erkeklerin kadınlara göre daha fazla kas kütlesi olduğu için, erkeklerin daha fazla laktat üretmesi ve daha yüksek laktat konsantrasyonuna sahip olması beklenebilir. Bununla birlikte, kadınların yorucu egzersiz sırasında daha yüksek plazma epinefrin konsantrasyonlarına sahip olduğuna dair bazı kanıtlar bulunmaktadır. Epinefrin, glikojenolizi uyarır ve bu nedenle laktat üretimini artırabilir (Lehmann ve ark., 1986; McGrail, Bonen, ve Belcastro, 1978). Bu nedenle kadınların yorucu egzersiz sırasında daha yüksek bir kan epinefrin konsantrasyonuna ve dolayısıyla daha

yüksek laktat düzeyine sahip olabileceği bildirilmiştir (Zhang ve Ji, 2016). Her ne kadar laktat üretiminin ana kaynağı olan kas dokusu kadınlarda daha az olsa da yüksek epinefrin konsantrasyonu erkeklerle benzer düzeyde laktat birikimine yol açabilir. Diğer taraftan erkeklerdeki kas dokusunun fazla olması, daha fazla laktat oluşturmalarının yanı sıra laktatın daha etkili temizlenmesinde de rol oynayarak laktat düzeyinin kadınlarla benzer düzeyde olmasını sağlayabilir (Hermansen ve Stensvold, 1972). Araştırmada erkek ve kadınların bitkinliğe varan aerobik test protokolü sonrasında laktat düzeyleri incelendiğinde benzer laktat düzeyine sahip oldukları tespit edilmiştir ( $9.90 \pm 1.95$ 'e karşın  $9.46 \pm 1.69$  mmol/l,  $p > 0.05$ ). Bu sonuçlara göre laktat toleranslarının erkek ve kadınlarda benzer olduğu öngörülebileceği gibi, erkeklerin laktatı uzaklaştırma mekanizmalarının daha etkili olduğu da düşünülebilir.

Zhang ve arkadaşları (2016) araştırmalarında maksimal oksijen tüketimi için yaptıkları arttırılmalı koşu bandı testinden sonra laktat düzeyini erkek ve kadınlar için sırasıyla  $9.26 \pm 2.0$ 'a karşın  $9.01 \pm 2.3$  mmol/l olarak ölçmüşlerdir. Maksimal yüklenmeden sonra ve toparlanma aşamasında kadın ve erkeklerin laktat seviyeleri arasında anlamlı farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmalarında egzersiz sonrası laktat birikimi ve uzaklaştırılmasında farklılık görülmemesini, yağsız kas kütlesi dikkate alındığında ortaya konulan işin kadın ve erkeklerde benzer olması ile açıklanabileceğini bildirmişlerdir. Benzer araştırmalarda bitkinliğe varan egzersiz sonrasında kadın ve erkeklerin benzer laktat düzeyine sahip olduğunu bildirilmiştir (Froberg ve Pedersen, 1984). Yine benzer sonuçlar başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Froberg ve Pedersen, 1984; Green, Bishop, Muir ve Lomax, 2000; Komi ve Karlsson, 1978; Vescovi, Falenchuk ve Wells, 2011). Green ve ark. (2000) ise terdeki laktat düzeyini cinsiyete göre karşılaştırmışlar ve maksimal oksijen tüketimi testinden sonra ter laktat düzeyinin benzer olduğunu rapor etmişlerdir.

Bu araştırmadaki sonuçlar göstermektedir ki; her ne kadar erkeklerin  $VO_2$ max değerleri kadınlara göre yüksek olsa da, bitkinliğe varan egzersizden sonra laktat seviyeleri arasında bir farklılık yoktur. Diğer taraftan egzersiz sonrasında her ne kadar laktat düzeyleri aynı ölçülse de, ortaya konulan iş başına laktat düzeyleri değerlendirildiğinde kadın ve erkeklerin farklı laktat üretim ve temizleme mekanizmalarına sahip olduğu görülmektedir. Erkeklerde laktat üretiminin sahip oldukları daha fazla kas dokusuyla paralel olarak artabileceği bilinmekle birlikte, laktatı uzaklaştırma mekanizmalarının da daha etkin olabileceği öngörülmektedir. Bununla birlikte kadınların daha az kas dokusuna sahip olmalarına rağmen yüksek epinefrin konsantrasyonları daha fazla laktat üretmelerine yol açabilir.

Sonuç olarak, benzer antrenman geçmişine ve normal vücut kütle indeksine sahip bireylerde, dinlenik ve maksimal laktat konsantrasyonu üzerine cinsiyetin etkisi yoktur. Erkek ve kadınlar arasındaki laktat metabolizmalarının açıklığa kavuşması için kas lif tipi, kas içi laktat düzeyi, kas içi glikojen depoları ve enerji metabolizması gibi faktörlerin de değerlendirilerek yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Anderson, G., & Rhodes, E. (1989). A review of blood lactate and ventilatory methods of detecting transition thresholds. *Sports Med*, 8(1), 43-55.
- Chatterjee, P., Banerjee, A. K., & Das, P. (2011). A prediction equation to estimate the maximum oxygen uptake of school-age girls from Kolkata, India. *The Malaysian J Med Sci: MJMS*, 18(1), 25.
- Cureton, K., Bishop, P., Hutchinson, P., Newland, H., Vickery, S., & Zwiren, L. (1986). Sex difference in maximal oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 54(6), 656-660.
- Cureton, K. J. (1981). Matching of male and female subjects using VO<sub>2</sub> max. *Res Q Exercise Sport*, 52(2), 264-268.
- Dassonville, J., Beillot, J., Lessard, Y., Jan, J., Andre, A., Le Pourcelet, C., . . . Carre, F. (1998). Blood lactate concentrations during exercise: effect of sampling site and exercise mode. *J Sports Med Phys Fitness*, 38(1), 39-46.
- Facey, A., Irving, R., & Dilworth, L. (2013). Overview of lactate metabolism and the implications for athletes. *Am J Sport Sci Med*, 1(3), 42-46.
- Froberg, K., & Pedersen, P. K. (1984). Sex differences in endurance capacity and metabolic response to prolonged, heavy exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 52(4), 446-450.
- Green, J., Bishop, P., Muir, I., & Lomax, R. (2000). Gender differences in sweat lactate. *Eur J Appl Physiol*, 82(3), 230-235.
- Hermansen, L., & Stensvold, I. (1972). Production and removal of lactate during exercise in man. *Acta Physiol Scand*, 86(2), 191-201.
- Komi, P., & Karlsson, J. (1978). Skeletal muscle fibre types, enzyme activities and physical performance in young males and females. *Acta Physiol*, 103(2), 210-218.
- Leger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub>max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 49(1), 1-12.
- Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*, 6(2), 93-101.
- Lehmann, M., Berg, A., & Keul, J. (1986). Sex-related differences in free plasma catecholamines in individuals of similar performance ability during graded ergometric exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 55(1), 54-58.
- McGrail, J. C., Bonen, A., & Belcastro, A. N. (1978). Dependence of lactate removal on muscle metabolism in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 39(2), 89-97.
- Mitchell, H., Whaley, P., & Medicine, A. C. o. S. (2006). Acsm's guidelines for exercise testing and prescription. In: Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Paliczka, V., Nichols, A., & Boreham, C. (1987). A multi-stage shuttle run as a predictor of running performance and maximal oxygen uptake in adults. *Br J Sports Med*, 21(4), 163-165.
- Ramsbottom, R., Brewer, J., & Williams, C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *Br J Sports Med*, 22(4), 141-144.
- Rogers, M. A., Hagberg, J. M., Martin 3rd, W., Ehsani, A., & Holloszy, J. O. (1990). Decline in VO<sub>2</sub>max with aging in master athletes and sedentary men. *J Appl Physiol*, 68(5), 2195-2199.



- Skinner, J. S., Wilmore, K. M., Krasnoff, J. B., Jaskolski, A., Jaskolska, A., Gagnon, J., . . . Wilmore, J. H. (2000). Adaptation to a standardized training program and changes in fitness in a large, heterogeneous population: the HERITAGE Family Study. *Med Sci Sports Exerc*, 32(1), 157-161.
- Stickland, M. K., Petersen, S. R., & Bouffard, M. (2003). Prediction of maximal aerobic power from the 20-m multi-stage shuttle run test. *Can J Appl Physiol*, 28(2), 272-282.
- Sutton, J. R. (1992). Limitations to maximal oxygen uptake. *Sports Med*, 13(2), 127-133.
- Tschakert, G., & Hofmann, P. (2013). High-intensity intermittent exercise: methodological and physiological aspects. *Int J Sport Physiol*, 8(6), 600-610.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. (1986). Validation of two running tests as estimates of maximal aerobic power in children. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 55(5), 503-506.
- Vescovi, J. D., Falenchuk, O., & Wells, G. D. (2011). Blood lactate concentration and clearance in elite swimmers during competition. *Int J Sports Physiol Perform*, 6(1), 106-117.
- Wells, C. L. (1985). The limits of female performance. *Bone*, 44, 36.30.
- Zhang, J. Q., & Ji, L. L. (2016). Gender differences in peak blood lactate concentration and lactate removal. *Ann Sports Med Res*, 3(7), 1088.