

GENÇ ATLETLERDE WINGATE TESTİ SONRASI ZİRVE LAKTAT CEVABININ GÜVENİLİRLİĞİ*

Cem Ş. Bediz*, Yithzak Weinstein**, Baretet Falk**,
Raffi Dotan**, A. Kasım Baltacı**

ÖZET

Wingate anaerobik testi (WAnT) hem anaerobik gücün değerlendirilmesinde, hem de supramaksimal egzersizde ortaya çıkan fizyolojik cevapların araştırılmasında kullanılan standart bir testtir. Egzersiz sonrası laktat ölçümleri egzersizdeki glikolitik katkının değerlendirilmesinde gerek sahada gerekse laboratuvar çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada standart supramaksimal bir egzersiz testinden sonra zirve laktat ("peak lactate", Lax) ölçümlerinin test-retest güvenilirliği ve ortalama güç ("mean power", MP) ile laktat ve hematokrit değişiklikleri arasındaki ilişkiler araştırıldı. Yirmi (9 bayan, 11 erkek) genç atlete (yaş=15.0±0.8 yıl, vücut ağırlığı=52.2±5.3 kg) iki gün arayla WAnT uygulandı. Testten önce ve testten sonraki 3, 5, 7, 9 ve 13. dakikalarda parmak uçlarından kapiller kan örnekleri alındı. Egzersiz öncesi ve sonrası hematokrit (Htc) değerlerinden plazma volüm değişiklikleri (ΔPV) hesaplandı. MP ve Lax ve ΔPV ölçümlerinin test-retest güvenilirliği sınıf içi güvenilirlik ile değerlendirildi. Laktat ve Htc ölçümlerindeki değişikliklerin belirlenmesinde tekrarlanan ölçümler için ANOVA kullanıldı. Deneklerin MP değerleri her iki testte 8.74±1.11 ve 8.72±1.20 W/kg bulundu (r=.988, P<0.001). Her iki testte de zirve laktat değerleri 5-7. dakikalarda gözlemlendi (9.42±1.71 ve 9.70±1.55 mM) (r=.959, P<0.001). Toparlanmanın üçüncü dakikasındaki ΔPV değişimi her iki testte % 11.7±4.1 ve % 11.7±3.0 bulundu (r=.710, P<0.01). Testlerdeki

* Bu çalışma 6. Spor Bilimleri Kongresinde (5-6 Kasım 1998, Ankara) sunulmuştur.

* Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, KONYA

** Ribstein Center for Sports Medicine Science & Research, Wingate Institute, Netanya, ISRAEL

MP sonuçları ile Lax ve Δ PV arasındaki korrelasyonlar düşük bulundu ($r=.190$ ve $r=-.080$). Sonuç olarak WAnT sonrasında ortaya çıkan Lax ve Δ PV değişiklikleri güvenilir ölçümlerdir.

Anahtar sözcükler: Egzersiz, laktat, anaerobik performans, genç sporcular

SUMMARY

RELIABILITY OF PEAK LACTATE RESPONSE FOLLOWING THE WINGATE ANAEROBIC TEST IN JUNIOR ATHLETES

The Wingate anaerobic test (WAnT) is used to assess anaerobic power. It also provides a standard supramaximal exercise for researchs evaluating physiological responses to exercise. Measurement of post-exercise blood lactate is widely used in evaluating anaerobic glycolysis in laboratory and field studies. The reliability studies of WAnT has revealed high correlation coefficients ($r=.90$ to $.98$). The primary aim of this study was to evaluate the test-retest reliability of the peak lactate (Lax) measurement following a supramaximal exercise in junior athletes. The second aim of the study was to investigate the relation of mean power (MP), with lactate and hematocrit (Htc) changes following exercise. Twenty (9 females, 11 males) junior athletes (Age= 15.0 ± 0.8 yrs, body weight= 52.2 ± 5.3 kg) performed two WAnTs two days apart. Capillary blood samples were drawn from finger tips before the test and at the 3rd, 5th, 7th, 9th and 13th minutes of recovery. The changes in plasma volume (Δ PV) was calculated from pre- and post-exercise Htc values. The test-retest reliability of La, MP ve Δ PV was assessed using an intraclass reliability procedure. Changes in lactate and Htc following tests were analyzed with ANOVA for repeated measures. MPs in the two tests were 8.74 ± 1.11 and 8.72 ± 1.20 W/kg ($r=.988$, $P<0.001$). Lax was attained at the 5th to 7th minutes following the tests (9.42 ± 1.71 and 9.70 ± 1.55 mM) ($r=.959$, $P<0.001$). Δ PVs at the 3rd minute of recovery in both tests were % 11.7 ± 4.1 and % 11.7 ± 3.0 ($r=.710$, $P<0.05$). Low correlations were demonstrated with MP, La and Δ PV ($r=.190$ and $r=-.08$). While the reliability of Δ PV is relatively low, Lax following the WAnT is a reliable measure.

Key words: Exercise, lactate, anaerobic performance, junior athletes

GİRİŞ

Wingate anaerobik testi (WAnT) 1970'lerde İsrail'de, Wingate Beden Eğitimi ve Spor Enstitüsünde anaerobik güç ölçümü için geliştirilmiştir (2). Karmaşık ve pahalı aletler gerektirmemesi, farklı denek gruplarına kolayca uygulanabilmesi, geçerli ve güvenilir bir test olması nedeniyle WAnT supramaksimal egzersize olan fizyolojik yanıtları inceleyen araştırmacılar tarafından da standart bir test olarak kullanılmaktadır (4,8, 11,32).

WAnT, deneğin vücut ağırlığına göre seçilmiş yüksek bir dirence karşı 30 saniye süresince bütün gücüyle pedal çevirmesi esasına dayanır. Otuz saniye boyunca deneğin ortaya koyduğu ortalama güç ("mean power", MP) anaerobik gücün bir göstergesi olarak kabul edilir (3,4). WAnT'den elde edilen MP'nin tekrar edilebilirliği ve güvenilirliği farklı yaş grupları, spor dalları, hastalar üzerinde araştırılmış ve yüksek bulunmuştur (3,4,12,13,21,25,26).

Kan laktat konsantrasyonu anaerobik-glikolitik enerji çıkışının ve toparlanma durumunun en iyi göstergesidir (19-23). Egzersiz sonrası zirve laktat (Lax) değerleri glikolitik sistemin antrenman düzeyini belirlemede kullanılır (15,23,34). Önceki araştırmalarda koşu bandı ve izokinetik bisiklet ergometresinde yapılan supramaksimal egzersizler sonrası laktat cevaplarının test-retest güvenilirlikleri bildirilmesine rağmen (15,24,27) sabit yüklü bir test olan WAnT sonrası laktat cevabının test-retest güvenilirliği konusunda henüz yeni çalışılmaktadır (33). Farklı yaş ve antrenman düzeyindeki deneklerde test-retest güvenilirliklerini bildiren çalışmalara rastlanamamıştır.

Yüksek şiddetteki egzersizlerde sıvı kayması nedeniyle plazma hacminde azalma meydana gelir (9). Plazma hacmindeki bu değişim (Δ PV) kan hematokrit (Htc) değerindeki yükselmeyle saptanabilir (28, 31). WAnT sonrası ortaya çıkan laktat konsantrasyonu plazma hacmi değişikliklerinden etkilenebilir. Bu çalışmanın amacı 14-16 yaşlarındaki antrenmanlı gençlerde WAnT sonrası ortaya çıkan laktat cevabının test-retest güvenilirliğini ve zirve laktat değeri ile DPV arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Denekler: En az üç yıldır düzenli antrenman yapan yirmi atletizm öğrencisi (9 bayan ve 11 erkek) bu araştırmaya gönüllü olarak katıldı.

Deneklerin (ortalama \pm standart sapma) yaşları, boyları, vücut ağırlıkları ve vücut yağ yüzdeleri sırasıyla 15.0 ± 0.8 yıl, 163.0 ± 5.5 cm, 52.2 ± 5.3 kg ve $\% 15.4\pm 3.4$ idi. Deneklerin ebeveynlerinden yazılı izinleri alındı. Laboratuvara ilk gelişlerinde denekler fizik muayeneden geçirildi ve dört bölgeden deri kıvrım kalınlıkları ölçüldü. Deneklere testlerin bitimine kadar diyet alışkanlıklarını değiştirmemeleri, test günü egzersiz yapmamaları, kafeinli ve alkollü yiyecek ve içecek tüketmemeleri, ilaç almamaları, ve son yemeklerini testten en az ik saat önce yemeleri söylendi. Her testten önce doldurulan diyet ve fiziksel aktivite anketleri ile deneklerin talimatlara uyup uymadıkları kontrol edildi.

Deneyin yapılışı: Bütün denekler 3-5 gün ara ile, her defasında günün aynı saatinde olmak üzere, ik kez WANt uyguladılar. Deneklerin ısınma ve test düzenekleri ve pedal dirençleri her iki testte de aynıydı. Testler Fleisch bisiklet ergometresinde yapıldı. Denekler WANt için hesaplanan yükün $\% 20$ 'sinde, pedal hızı 55-65 rpm olacak şekilde 5 dakika süreyle ısındırıldılar. Isınma sırasında 5 saniyeyi aşmamak koşuluyla iki kez yüksüz sprint yaptırıldı ve sprint sırasında ulaştıkları maksimum pedal hızları kaydedildi. On dakikalık istirahatten sonra deneklerden çevirebildikleri kadar hızlı pedal çevirmeye başlamaları istendi. Denekler maksimum pedal hızlarının $\% 75$ 'ine ulaştıklarında önceden belirlenen direnç pedallara uygulandı. Dirençler erkekler için 0.050 kg/kg vücut ağırlığı, kızlar için 0.045 kg/kg vücut ağırlığı şeklindeydi. Otuz saniye boyunca yüksek pedal hızlarını devam ettirmeleri için denekler sözlü olarak sürekli cesaretlendirildiler. Her saniyedeki pedal sayıları kaydedilerek 30 saniye içindeki ortalama güç hesaplandı.

Laktat analizleri için ısınma öncesi, testten hemen önce ve test sonrası 3, 5, 7, 9, 11 ve 13. dakikalarda parmak uçlarından kapiller tüpe kan örnekleri alındı. Kan alınmadan önce eller 38°C 'lik suda ısıtılarak periferik vazokonstrüksiyon önlendi. Kan örneklerinde YSI 1500 Sport analizörüyle laktat analizi yapıldı. Ayrıca hematokrit ölçümleri için ısınma öncesi, testten hemen önce ve test sonrası 3. ve 13. dakikalarda heparinize tüplere kan örnekleri alındı. Bu kan örnekleri 3000 devirde santrifüje edilerek hematokrit değerleri okundu. Plazma hacmi değişiklikleri (ΔPV) van Beaumont'un (31) bildirdiği eşitliğe göre hesaplandı.

İstatistiksel değerlendirme: Her iki test sonrası tekrarlanan Laktat ve Htc değerlerindeki değişikliklerin değerlendirilmesinde tekrarla-

yan ölçümler için ANOVA kullanıldı. Isınma öncesi ve testten hemen önceki değerler çok yakını oldukları için sadece testten hemen önceki değerler karşılaştırmalarda kullanıldı. Normal dağılım gösterdiği için ortalamalar t-testi ile karşılaştırıldı. Lax, MP ve Δ PV değerlerinin test-retest güvenilirlikleri sınıf içi güvenilirlik katsayısı (intraclass reliability) yöntemi ile değerlendirildi (1). Önceki çalışmalarla karşılaştırabilmek amacıyla tekrarlanan ölçümler arasında Pearson korrelasyon katsayıları hesaplandı. Anlamlılık düzeyi $P < 0.05$ kabul edildi. Tekrarlanan ölçümlerin karşılaştırmalarında Bonferroni düzeltmesi uygulandı.

BULGULAR

Test 1 ve 2'de ölçülen değişkenlerin ortalamaları \pm standart sapma değerleri Tablo 1'de sunulmuştur. Her iki testteki zirve laktat (Lax), MP ve Δ PV değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Bu değişkenlerin test-retest korrelasyon katsayıları sırasıyla $r = .959$ ($P = .000$), $r = .988$ ($P = .000$), $r = .710$ ($P = .01$) olarak bulunmuştur.

Tekrarlanan ölçümlerdeki kan laktat konsantrasyonu değişimleri açısından her iki testte de WAnT sonrası laktat artışları ileri derecede anlamlı bulunmuştur (1. ve 2. testler için sırasıyla: $F = 289.8$, $P = .000$ ve $F = 332.7$, $P = .000$). Post-hoc karşılaştırmalarda her iki testte de en yüksek laktat değerlerinin 3-7. dakikalar arasında olduğu bulunmuş, Lax değerlerine en çok 5. dakikada rastlanmıştır.

Her iki testteki Htc değerleri ve hesaplanan Δ PV değerleri tabloda sunulmuştur. Htc değerlerinde test sonrasındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (1. ve 2. testler için sırasıyla: $F = 87.4$, $P = .000$ ve $F = 133.3$, $P = .000$). Her iki test için hesaplanan PV değerleri arasında fark bulunmamıştır.

Tablo 1. İki WAnT'den elde edilen sonuçlar (ortalama \pm standart sapma) (n=20).

	Test 1	Test 2	t değeri	P
MP (W/kg)	8.74 \pm 1.11	8.72 \pm 1.2	0.29	>0.05
Lax (mM)	9.4 \pm 1.7	9.7 \pm 1.5	1.14	>0.05
Δ PV (%)	-11.7 \pm 4.1	11.7 \pm 3.0	0.09	>0.05

Tablo 2. Test öncesi ve WAnT'den 3 ve 13 dakika sonra hematokrit değerleri ve Δ PV (ortalama \pm standart sapma) (n=20).

	Test öncesi	Toparlanma 3. dk		Toparlanma 13. dk	
	Htc	Htc	Δ PV	Htc	Δ PV
Test 1	39.5 \pm 3.7	42.5 \pm 4.6*	-11.7 \pm 4.1*	41.1 \pm 4.4*	-6.6 \pm 4.6*
Test 2	39.3 \pm 3.7	42.3 \pm 4.3*	-11.7 \pm 3.0*	41.2 \pm 4.3*	-7.5 \pm 3.6*

*P<0.001 WAnT öncesi değerlerle karşılaştırma.

TARTIŞMA

Güvenilirlik, bir ölçüm sürecinde ölçüm işleminin tekrarlanabilirliği ya da tekrarlardaki tutarlılıktır (1). Bu çalışmada WAnT sonrası elde edilen Lax, MP ve Δ PV değerlerinin test-retest güvenilirlikleri yüksek bulunmuştur. Egzersiz sonrası zirve laktat cevabının güvenilirliği, önceki egzersizdeki performans ölçüsünün güvenilirliği ile yakından ilgilidir (21,22,27,32). Bu çalışmada da güç çıktıları (MP) için bulunan korrelasyonlar fizyolojik cevaplar için bulunan korrelasyonlardan az yüksek, ancak yakın bulunmuştur. WAnT güç çıktılarının güvenilirliğinin yüksek olduğu bir çok çalışmada vurgulanmıştır. Bu çalışmada MP için bulunan korrelasyon değerleri de diğer çalışmalarda bildirilenler kadar yüksektir (2,4,12,13,26). Egzersiz sonrası Lax ölçümlerinin test-retest güvenilirlikleri için araştırmalar sınırlıdır. Weinstein ve ark. (33) yaş ve antrenman düzeyi açısından homojen olmayan bir grup yetişkinde WAnT sonrası Lax için korrelasyonu $r=.86$ olarak bulmuştur. Bu tip çalışmalarda örnekleme hatasının en aza indirilebilmesi için deneklerin yaş ve antrenman durumu açısından eşitliklerine dikkat edilmelidir (29). Aynı tip egzersize karşı metabolik cevaplar yetişkinlerde ve çocuklarda farklı olabilmektedir (6,18). Bu çalışmada sınıf içi korrelasyonların daha yüksek olması deneklerin antrenman düzeyi ve yaş açısından daha homojen olmasından kaynaklanabilir.

Aynı testin tekrarlandığı durumlara ilişkin güvenilirliği hesaplamak amacıyla bazı araştırmalarda korrelasyon katsayısı kullanılmaktadır. İki ölçüm sonucunda değişkenlerde sistemik bir artış veya düşüş varsa korrelasyon katsayısı yüksek çıkar. Böyle bir durumda iki denekdeki ölçümlerin ortalamaları farklı olduğu halde korrelasyon katsayılarının yüksek olması güvenilirliğin yüksek olduğu şeklinde bir yanılgıya yol açabilir (1). Yine de, sonuçların önceki çalışmalarla karşı-

laştırılabilmesi için, bu çalışmada da korrelasyon katsayıları hesaplanmıştır. İki testteki Lax, MP ve Δ PV değerleri arasında hesaplanan katsayılar sırasıyla $r=.937$, $r=.978$ ve $r=.558$ bulunmuştur. Bu sonuçlar güvenilirliği korrelasyon ile bildiren araştırmalardaki korrelasyonlardan yüksektir (15,24).

WAnT sonrası Lax değerleri literatürde bildirilen sınırlar içinde (4,5,14,16), ancak benzer yaş grupları için bildirilenlerden yüksek bulunmuştur (6,17). MP değerlerinin de yüksek olması dikkate alındığında, bu yükseklik deneklerin antrenman durumları ile açıklanabilir. WAnT sonrası yükselen laktat değerleri 5-7. dakikalarda zirve değerlere ulaşmıştır. Diğer çalışmalarda da WAnT sonrası Lax seviyesinin toparlanmanın 5-10. dakikaları arasında olduğu bildirilmektedir (8,9,17). Lax değerleri arasındaki varyasyon katsayısı (CV) iki test için %18.2 ve %16.0 olarak bulunmuştur. Bu değer Weinstein ve ark.'nın (33) bulgularıyla (%17.7) uyumludur. Buna karşın farklı tip egzersizlerden sonra ölçülen Lax değerleri için daha düşük ve daha yüksek CV değerleri de bildirilmektedir (7,15). Laktat ölçümlerindeki korrelasyon ve varyasyon katsayılarındaki bu farklılıklar birkaç nedenden kaynaklanıyor olabilir. Yapılan egzersizlerde glikolitik ve aerobik katkılar farklıdır (5). Buna bağlı olarak laktat cevaplarının da farklı olması beklenir. Egzersizin sabit veya artan yüklü olması, koşma veya pedal çevirme şeklinde olması, deneklerin antrenman durumları, egzersizi öğrenmeleri alınan cevapların farklı olmasına neden olabilir. Bu çalışmada yaş ve antrenman düzeyi açısından oldukça homojen bir grup kullanılması daha yüksek korrelasyonların elde edilmesini sağlamış olabilir. Denekler cinsiyetlerine göre değerlendirildiğinde erkekler ve kızlar için korrelasyonların yüksekliği değişmemiştir (sırasıyla $r=.961$ ve $r=.945$).

Ortalama güç, anaerobik kapasitenin bir göstergesi olarak kabul edilir. Ancak bu çalışmada MP ve Lax değerleri arasında anlamlı bir ilişki gösterilememiştir. Benzer şekilde Goslin ve Graham (16) WAnT güç çıktıları ile Lax arasında korrelasyonları düşük bulurken başka çalışmalar anlamlı korrelasyonlar olduğunu bildirmektedir (30). Farklı egzersiz modelleriyle yapılan çalışmalarda da benzer çelişkiler göze çarpmaktadır. Fujitsuka (15) kısa mesafe koşularına dayanan performans ölçümleriyle Lax arasında anlamlı ilişkiden söz ederken, Okhuwa (24) benzer koşularda korrelasyonları düşük bulmuştur. WAnT sonrası laktat değerlerinin güç çıktıları ile anlamlı korrelasyon göstermemesi laktat

değişkenliğinde kas lifi tipi, aerobik katkılar, mekanik verimlilik gibi bir takım faktörlerin etkisinin de araştırılması gerektiğini düşündürmektedir (5,14,21,30).

Bu çalışmada toparlanmanın 3. dakikasındaki ΔPV değeri Weinstein ve ark.'nın (33) yetişkin denekler için bildirdiği değerlerle (%-11.8) aynı bulunmuştur. Bu çalışmadaki bir diğer dikkat çekici bulgu da toparlanmanın 13. dakikasında ΔPV 'nin egzersiz öncesi değerlere dönmemiş olmasıdır. WAnT sonrası Htc ölçümü yapan iki ayrı çalışmada ΔPV 'ni Rotstein (28) %-10.4, Hebestreit (18) ise %-16.9 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada ΔPV ile laktat arasındaki korrelasyon düşük bulunmuştur ($r=.415$). Laktat değerlerindeki değişiklikte ΔPV 'nin anlamlı rol oynamadığı söylenebilir. Laktat değişiminde rolü olan faktörlerin belirlenebilmesi için başka çalışmalara gereksinim vardır. Sonuç olarak, WAnT sonrası ölçülen Lax ve ΔPV değerleri güvenilir ölçümlerdir. Bu ölçümler denekler arasında veya tedavi ve/veya antrenmanlar arasında WAnT'ne olan cevapların karşılaştırılmasında kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Alpar R: *İstatistik ve spor bilimleri*. Ankara, Bağrgan Yayınevi, 1998, s. 165-9.
2. Bar-Or O, Dotan R, Inbar O: A 30 second all-out ergometric test: its reliability and validity for anaerobic capacities. *Israel J Med Sci* **13**: 126, 1977.
3. Bar-Or O: *Pediatric Sports Medicine for the Practitioner*, New York, Springer-Verlag, 1983, pp. 323-5.
4. Bar-Or O: The Wingate Anaerobic Test: an update on methodology, reliability and validity. *Sports Med* **4**: 381-94, 1987.
5. Bediz CS, Gökbel H, Kara M, Uçok K, Çıkrıkçı E, Ergene N: Comparison of the contributions to Wingate anaerobic tests performed with two different loads. *J Sports Med Phys Fitness* **38**: 30-4, 1998.
6. Bedu M, Fellmann N, Spielvogel H, et al.: Force velocity and 30-s Wingate tests in boys at high and low altitudes. *J Appl Physiol* **70**: 1031-7, 1991.
7. Coggan AR, Costill DL: Biological and technological variability of three anaerobic ergometer tests. *Int J Sports Med* **5**: 142-5, 1984.
8. Collomp KR, Ahmadi SB, Caillaud CF, Audran MA, Chanal JL, Prefaut CG: Effects of benzodiazepine during a Wingate test: interaction with caffeine. *Med Sci Sports Exerc* **25**: 1375-80, 1993.

9. Collomp KR, Ahmadi SB, Audran MA, Chanal JL, Prefaut CG: Effects of caffeine ingestion on performance and anaerobic metabolism during the Wingate test. *Int J Sports Med* **12**: 439-43, 1991.
10. Convertino VA: Fluid shifts and hydration state: effects of long-term exercise. *Can J Sport Sci* **12**(Suppl.1): 136s-9s, 1987.
11. Denis C, Linossier MT, Dormois D, Padilla S, Geysant, Lacour JR: Mechanical and metabolic responses during a Wingate anaerobic test in 100-m and 800-m runners. In: *Life Sciences: Proceedings of the Maccabiah-Wingate International Congress*. G Tenenbaum, D Eiger, Eds, Netanya, Wingate Institute, The Emanuel Gill Publishing House, 1991, pp.111-22.
12. Dotan R, Bar-Or O: Load optimization for the Wingate Anaerobic Test. *Eur J Appl Physiol* **51**: 405-17, 1983.
13. Evans JA, Quinney HA: Determination of resistance settings for anaerobic power testing. *Can J Appl Physiol* **51**: 409-17, 1983.
14. Froese EA, Houston ME: Performance during the Wingate anaerobic test and muscle morphology in males and females. *Int J Sports Med* **8**: 35-9, 1987.
15. Fujitsuka N, Yamamoto T, Okhuwa T, Saito M, Miyamura M: Peak blood lactate after short periods of maximal treadmill running. *Eur J Appl Physiol* **48**: 289-96, 1982.
16. Goslin GR, Graham TE: A comparison of anaerobic components of O₂ debt and the Wingate test. *Can J Appl Sport Sci* **10**: 134-40, 1985.
17. Gökbel H, Dölek C, Bediz CS: The relationship of lactic acid and total testosterone levels after the Wingate test. *Turk J Med Sci* **26**: 201-2, 1996.
18. Hebestreit H, Meyer F, et al.: Plasma metabolites, volume and electrolytes following 30s high intensity exercise in boys and men. *Eur J Appl Physiol* **72**: 563-9, 1996.
19. Jacobs I, Bar-Or O, Dotan R, Karlsson J, Tesch P: Changes in muscle ATP, CP, glycogen and lactate after performance of the Wingate anaerobic test. In: *Biochemistry of Exercise*, HG Knuttgen, JA Vogel, Poormants JR, Eds, Champaign, Human Kinetics Publishers, 1983, pp. 234-8.
20. Jacobs I, Tesch P, Bar-Or O, Karlsson J, Dotan R: Lactate in human skeletal muscle after 10 and 30 s of supramaximal exercise. *J Appl Physiol* **55**: 365-7, 1983.
21. Jacobs I, Tesch P: Short time, maximal muscular performance: relation to muscle lactate and fiber type in females. *Medicine Sport* **14**: 125-32, 1981.
22. Jacobs I, Bar-Or O, Karlsson J, et al.: Changes in muscle metabolites in females with 30-s exhaustive exercise. *Med Sci Sports Exerc* **14**: 457-60, 1982.

23. Jacobs I: Blood lactate: implications for training and sports performance. *Sports Med* **3**: 10-25, 1986.
24. Okhuwa T, Kato Y, Katsumata K, Nakao T, Miyamura M: Blood lactate and glycerol after 400 m and 3000 m runs in sprint and long distance runners. *Eur J Appl Physiol* **53**: 213-8, 1984.
25. Parker DF, Cerriere L, Hebestreit H, Bar-Or O: Anaerobic endurance and peak muscle power in children with spastic cerebral palsy. *Am J Dis Child* **146**: 1069-73, 1992.
26. Patton JF, Murphy MM, Frederick FA: Maximal power outputs during the Wingate anaerobic test. *Int J Sports Med* **6**: 82-5, 1985.
27. Pfitzinger P, Freedson PS: The reliability of lactate measurements during exercise. *Int J Sports Med* **19**: 349-57, 1998.
28. Rotstein A, Bar-Or O, Dlin R: Hemoglobin, hematocrit and calculated plasma volume changes induced by a short, supramaximal task. *Int J Sports Med* **3**: 230-3, 1982.
29. Sümbüloğlu V, Akgül K, Sümbüloğlu K: Deney planlaması. *Türkiye Tıp Dergisi* **5**: 271-4, 1998.
30. Tamayo M, Sucec A, Phillips W, et al.: The Wingate anaerobic power test, peak blood lactate, and maximal oxygen debt in elite volleyball players: a validation study. *Med Sci Sports Exerc* **16**: 126, 1984.
31. Van Beaumont W: Evaluation of hemoconcentration from hematocrit measurements. *J Appl Physiol* **31**: 712-3, 1972.
32. Vandewalle H, Peres G, Monod H: Standard anaerobic exercise tests. *Sports Med* **4**: 268-89, 1987.
33. Weinstein Y, Bediz C, Dotan R, Falk B: Reliability of peak-lactate, heart rate, and plasma volume following the Wingate test. *Med Sci Sports Exerc* **30**: 1456-60, 1998.

Yazışma adresi: Dr. Cem Şeref Bediz, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Konya.

Tel : 0 332-3232600/1651-1663

Fax: 0 332-3232643

e-mail: cbediz@hotmail.com