

WINGATE ANAEROBİK GÜÇ TESTİNİN GÜVENİRLİĞİ

.....
Şükran Nazan KOŞAR*, Tahir HAZIR**
.....

ÖZET

Bu çalışma; Spor Okulu öğrencilerinde Wingate Anaerobik Güç Testi (WAN)'de ölçülen tüm performans parametrelerinin ve bir metabolik değişimin göstergesi olarak maksimum kalp atım hızı(maksKAH) cevaplarının güvenilirlik katsayısını(R) saptamak amacıyla yapılmıştır. 15 spor okulu öğrencisine (yaş:24.0~1.89 yıl; VA: 73.64~7.52 kg; boy: 175.52~5.28) bir hafta ara ile iki kez WAN uygulanmış ve ölçülen parametrelerin güvenilirlik katsayısı sınıf içi korelasyon tekniği ile belirlenmiştir. Güvenirlik katsayısı R; maksimum anaerobik güç(MAG) için R= 0.955, minimum güç (MinG için) R=0.901, maksimum anaerobik kapasite(MAK) için R= 0.904, Güç kaybı(GK) için R=0.917, yorgunluk indeksi(YI) için R=0.889 ve maksimum KAH (Maks KAH) için R= 0.968 olarak bulunmuştur. Relatif değerler için bu katsayılar; MAG ve GK' de daha da yükselirken, MinG ve MAK' de düşmüştür (Sırasıyla R= 0.997; R= 0.920; R= 0.889; R= 0.873). Sonuç olarak spor okulu öğrencilerinde yapılan Wan'de ölçülen parametreler yüksek bir güvenilirlik katsayısına sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Anaerobik Güç, Wingate Anaerobik Güç Testi, Güvenirlik.

* ODTÜ Eğt. Fak. Beden Eğitimi ve Spor Bölümü - Ankara

** H.Ü. Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu - Ankara

RELIABILITY OF THE WINGATE ANAEROBIC POWER TEST

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the reliability of the all performance parameters of the Wingate Anaerobic Power Test(WAn) and maximal heart rate(maxHR) as an indicator of metabolic change.

15 male physical education students(Age: 24.0~1.89 years; weight: 73.64~7.52 kg; height: 175.52~5.28 cm) performed the WAn test twice with seven days in between. Reliability coefficient(R) of the measured parameters was determined by intraclass correlation technique. For absolute parameters reliability coefficients were found: R= 0.955 for the maximal anaerobic power(MAP), R=0.941 for the minimum power(MinP), R= 0.904 for the maximal anaerobic capacity(MAC), R=0.917 for the power drop(PD), R=0.889 for the fatigue index(FI), R= 0.968 for the MaxHR. For relative values these reliability coefficients were higher for MAP and PD(R= 0.997; R= 0.920 respectively) but were lower for MinP and MAC [R= 0.889; R= 0.873 respectively).

In conclusion, a high degree of reliability was found for all measured parameters of the WAn test performed by physical education students.

Key words: Anaerobic Power, Wingate Anaerobic Power, Reliability.

GİRİŞ

Anaerobik güç ve kapasite; birkaç saniye ile birkaç dakika arasında süren yüksek şiddet-
teki kas aktiviteleri için performansın göstergesidir. Bu şartlar altında ATP' nin hidroliz hızı din-
lenlik duruma göre 500-600 kat artar(9). Çok kısa süreli(8-10 sn) yüksek şiddette egzersizler
ile daha uzun süreli maksimal egzersizlerde ATP'nin yeniden sentezinde sırasıyla kas içi ener-
jice zengin fosfatlar(ATP-CP sistem) ve anaerobik glikoliz(Laktasit sistem) temel rolü oynar(
12). Bu enerji sistemlerinin güç ve kapasiteleri antrenmanlı bireylerde antrenmansız bireyler-
den önemli derecede farklıdır (1). Yaş ve cinsiyet (4,10,16,21,25), kalıtsal özellikler (26,27),
kasın yapısı(24) ve kas kesit alanı (21), fibril kompozisyonu (3,13,19) ve antrenman (25,26)
anaerobik performansı belirleyen en önemli faktörler olarak sıralanabilir.

Anaerobik güç testleri rutin test olarak egzersiz fiziyojisi laboratuvarlarında yaygın olarak
kullanılmaktadır. Bouchard ve ark. (1); bu alanda kullanılan laboratuvar testleri ile ilgili yaptık-
ları çalışmada, anaerobik kapasitenin değerlendirilmesinde 17 değişik test kullanıldığını sap-
tamışlardır. Bu testlerin güvenilirlik katsayıları 0.76-0.98 arasında değişmektedir (1).

Wingate Anaerobik Güç Testi(WAn), 1970'li yılların başında Wingate Enstitüsünde gelişt-
rilmiştir. 1974 yılından sonra bütün dünyada kasın gücünü, dayanıklılığını ve yorulabilirliğini

ölçmek, kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersizlerde kas metabolizması hakkında bilgi edinmek ve atletik performansı değerlendirmek amacıyla egzersiz fizyolojisi laboratuvarlarında çok sık olarak kullanılmaya başlanmıştır(3-7,10,12,14,15,17,20,22,23,28). Kas gücünü biyokimyasal, histokimyasal ve fizyolojik ölçütlere bakmaksızın indirekt olarak ölçmesi; kasın maksimal gücü, dayanıklılığı ve yorgunluğu hakkında bilgi vermesi; basit, emniyetli ve objektif olması her yerde bulunabilecek pahalı olmayan araç ve gerece ihtiyaç duyması; özel bir beceri gerektirmemesi ve her yaş, cinsiyet ve fiziksel uygunluk düzeyine sahip kişilere uygulanabilir olması bu testin yaygın olarak kullanılmasının ana nedenleridir(11). Çeşitli denek gruplarında yapılan çalışmalarda WAN'nin güvenilirlik katsayısı 0.89-0.99 arasında bulunmuştur(1,2,11).

Bu çalışmanın amacı Spor Okulu öğrencilerinde WAN' de ölçülen tüm performans parametrelerinin ve bir metabolik değişimin göstergesi olarak maksimum kalp atım hızı(maksKAH) cevaplarının güvenilirliğini saptamaktır.

YÖNTEM

Denekler: Bu çalışmaya 15 erkek spor okulu öğrencisi gönüllü olarak katılmıştır. Araştırma grubunun fiziksel özellikleri tablo 1'de verilmiştir. Araştırma grubu; ikisi sedanter, yedisi rekreasyonel olarak aktif, ikisi kuvvet, üçü triatlon ve biri voleybol antrenmanı yapan bireylerden oluşmuştur. Deneklere çalışmanın amacı ve test hakkında ayrıntılı bilgi verildikten sonra vücut ağırlıkları (VA) (± 200 gr) banyo başkülü ile(Seга), boy uzunluğu(± 1 mm) stadiometre (Holtain Ltd. England) ile ölçülmüştür.

WAN: Bu test için modifiye edilmiş Monark 834 E(Sweden) kefeli bisiklet ergometresinde yapılmıştır. Her denek için ayrı ayrı sele ve gidon ayarı yapıldıktan sonra deneklerin ayakları klipsler yardımı ile pedala sabitlenmiştir. Her deneğin vücut ağırlığının % 7.5'ine karşılık gelen ağırlık test esnasında uygulanacak direnç olarak bisikletin kefesine yerleştirildikten sonra test başlatılmış; belirli bir pedal hızına ulaşmaları için(130-150 rpm) başlangıçta 3-4 sn yüksüz, daha sonra yüklü olarak 30 sn süre ile mümkün olan en yüksek maksimal istemli pedal hızını korumaları istenmiştir (11). Denekler test boyunca sözel olarak teşvik edilmişlerdir. Test esnasında pedal hızı bilgisayara (Simens Nixdorf) bağlı fotosel yardımı ile otomatik olarak kayıt edilmiştir. Test parametrelerinin (maksimum anaerobik güç (MAG), maksimum anaerobik kapasite(ortalama güç)(IVIAK), minimum güç (MinG), ve güç kaybı (GK) absolut ve relatif değerleri bilgisayarda bulunan yazılım programı ile hesaplanmıştır. Yorgunluk İndeksi(YI)= (MAG) - (MinG) /MAG) x 100 formülü ile saptanmıştır(11).

Test sırasında KAH telemetrik monitör(Sport Tester P3000, Finland) ile beş saniye aralık-

larla sürekli olarak izlenmiş, test sonunda okunan en yüksek KAH egzersize ait Maks KAH olarak kabul edilmiştir.

Testler yedi gün ara ile iki kez uygulanmıştır. Denekler; spor ayakkabısı, şort ve atlet şeklinde standart giysi içinde, ısınmadan ve her zamanki olağan kahvaltılarında 2-3 saat sonra, öğleden önce 10.00-12.00 saatleri arasında teste alınmışlardır.

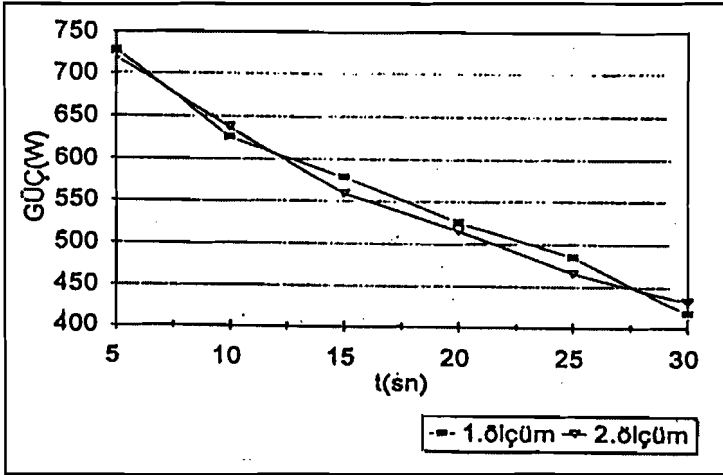
İstatistik: WAn'de ölçülen parametrelerin klasik tanımlayıcı istatistikleri yapıldıktan sonra test-tekrar test ortalamaları arasındaki farklar Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA ile araştırılmıştır. Güvenirlik Katsayısı (R), Sınıfıçı (Intraclass) Korelasyon Tekniği ile Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA yardımı ile saptanmıştır (29). İstatistik işlemleri Windows için SPSS paket programında yapılmış, $p=0.05$ yanılma düzeyi kullanılmıştır.

BULGULAR

Araştırmaya katılan deneklerin Yaş,VA, Boy ve dinlenik KAH değerleri tablo 1'de sunulmuştur. Dinlenik KAH'ları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Araştırma grubunun her iki teste de benzer fizyolojik şartlarda girdikleri söylenebilir. Test-tekrar test ölçümlerinde her 5 sn' deki güç değişimleri Şekil 1'de verilmiştir. Test-tekrar test ölçümlerinde testin başlatıldığı andaki (0. sn'deki) pedal hızları arasında fark bulunmamıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Deneklerin fiziksel özellikleri ile test-tekrar test ölçümlerinde 0. sn pedal hızları ve dinlenik KAH(n = 15).		
	X	SD
Yaş(yıl)	24.0	1.89
VA(kg)	73.64	7.52
Boy(cm)	175.52	5.28
0.sn Pedal Hızı(devir/dk)		
1. Ölçüm	174.92*	16.12
2. Ölçüm	174.08	16.88
Din KAH1(atım/dk)	82.2*	16.43
Din KAH2(atım/dk)	82.73	14.81

* $p > 0.05$ İkinci ölçümlerden.



Şekil 1: Test-tekrar test ölçümlerinde her 4 sn'deki güç değerleri (n=15).

WAN' de performansı değerlendirmek için genellikle üç parametre kullanılır: MAG(30 sn içinde ölçülen en yüksek güç), MAK(30 sn' deki ortalama güç) ve YI (11). Bazı çalışmalarda test süresince ortaya çıkan GK da değerlendirilmektedir. Bu çalışmada absolut MAG, MAK ve YI'nin yanında; YI ile yakından ilgili olmakla beraber MinG ve GK ile tüm parametrelerin relatif karşılıkları da değerlendirilmiştir.

YI, absolut MinG ve GK' da test-tekrar test ölçümlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 2). Absolut MAG, MAK ve Maks KAH ortalamaları benzerdir ($p > 0.05$) (Tablo 2). Güvenirlik katsayısı R; MAG için $R = 0.955$, MinG için $R = 0.901$, MAK için $R = 0.904$, GK için $R = 0.889$ YI için $R = 0.917$ ve Maks KAH için $R = 0.968$ olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2: WAN test-tekrar test ölçümlerinde absolut güç, YI ve maks KAH cevaplarının ortalamaları ve güvenirlilik katsayıları(R) ($\bar{X} \pm SD$) (n=15).

Değişkenler	I. Ölçüm	II. Ölçüm	F	R
MAG(W)	728.38 ± 69.32	718.96 ± 70.02	1.69	0.955
MAK(W)	552.97 ± 44.39	559.78 ± 51.79	0.85	0.904
MinG(W)	417.8 ± 46.23	432.1 ± 44.78	5.18*	0.901
YI (%)	42.23 ± 7.94	39.43 ± 7.0	7.33*	0.917
GK(W/sn)	10.85 ± 1.25	9.56 ± 2.24	6.90*	0.889
Maks KAH atım/dk	174.6 ± 13.66	174.27 ± 14.85	0.06	0.968

* $p < 0.05$

Relatif değerlere ait ortalamalar ve R katsayıları tablo 3'de verilmiştir. Test,tekrar test ortalamaları arasındaki istatistiksel sonuçlar absolut değerlere benzerdir. MinG ve GK' de istatistiksel olarak anlamlı bir fark varken($p<0.05$), MAG ve MAK' de anlamlı bir fark saptanmamıştır(Tablo 3). R katsayıları MAG ve GK' de daha da yükselirken MinG, MAK'de düşmüştür(Sırasıyla $R= 0.997$; $R= 0.920$; $R= 0.889$; $R= 0.873$).

Tablo 3: WAn Test-Tekrar test ölçümlerinde relatif güç ortalamaları ve güvenilirlik katsayıları(R) ($X\pm SD$) (n=15).

Değişkenler	I. Ölçüm	II. Ölçüm	F	R
MAG(W/kg)	10.02 ± 1.25	9.87 ± 1.13	1.97	0.997
MAK(W/kg)	7.59 ± 0.60	7.67 ± 0.52	1.0	0.873
MinG(W/kg)	5.73 ± 0.61	5.93 ± 0.55	5.96*	0.889
GK(W/kg/sn)	0.14 ± 0.03	0.13 ± 0.04	6.45*	0.920

* $p<0.05$

TARTIŞMA

Maud ve Shultz(18), spor okulu öğrencisi ve aktif bireylerden oluşan karma bir grupta absolut ve relatif MAK'yi sırasıyla 562.7 ± 66.5 W ve 7.28 ± 0.88 W/kg; MAG'ü sırasıyla 699.5 ± 94.7 W ve 9.18 ± 1.43 W/kg; YI' ni % 37.67 ± 9.89 olarak saptamışlardır. Bu çalışmada elde edilen absolut ve relatif değerler ile YI, Maud ve Shultz'un bulgularına benzerdir (Tablo 1 ve 2). Aynı şekilde spor okulu öğrencilerinde saptanan relatif MAG dayanıklılık sporcularına benzer, sprint ve kuvvet sporcularından düşüktür (1).

Bu çalışmada güvenilirlik katsayısı(R) sınıfı körelasyon tekniği ile saptanmıştır. Güvenirlik; bir ölçme aracının tekrarlanan ölçümleri arasındaki tutarlılıktır(29). Güvenirliğin derecesi 0.0-1.0 arasında değişen katsayılarla gösterilir. Katsayının 1.0'e yaklaşması testte istatistiksel hatanın(testi etkileyen kontrol edilemeyen faktörlerin etkisi) az olduğunu, ölçülen değerlerin gerçeğe yakınlığını gösterir. Güvenirliği hesaplamada kullanılan körelasyon tekniği geçerlikten farklıdır. Güvenirliğin saptanmasında Pearson'un "r" katsayısı yaygın olarak kullanılmakla beraber, bu tekniğin üç zayıf noktası vardır (29): Birincisi; r katsayısı birimleri aynı yada farklı iki farklı değişken(ikili-bivariate) arasındaki ilişkinin miktarını verir. Buna karşılık tekrarlı ölçümler-

de aynı bir değişkenin farklı zamanlarda elde edilen değerleri söz konusu olduğundan ortaya çıkan veri tek değişkene (univariate) aittir. Bu nedenle iki ölçüm sonucunda ortaya çıkan veri doğası gereği ilişkilidir (Korelatif veri). İkincisi; r katsayısı iki değişken arasındaki ilişki ile sınırlıdır. Halbuki güvenilirlikte üç ölçüm yapılabilir. Bu durumda " r " katsayısı tümüyle zayıf kalır ve anlamını yitirir. Çünkü 1. ölçüm-2. ölçüm; 1. ölçüm-3. ölçüm ve 2. ölçüm-3. ölçüm şeklinde " r " katsayıları bulmak doğru olmadığı gibi yorumlanması da zordur. Üçüncüsü; " r " katsayısı farklı zamanlarda yapılan ölçümlerin ortalama ve standart sapmalarında meydana gelen değişimlerle ilgilenmez. ANOVA ile yapılan sınıfıçi koresasyon tekniği bu değişimleri dikkate alır. Bu nedenlerden dolayı " r " katsayısı güvenilirliğin saptanmasında çok uygun değildir (29).

WAN'nin güvenilirliği ile ilgili çalışmalarda test-tekrar test katsayıları 0.89-0.99 arasında değişmekle beraber genellikle 0.94' den yüksektir (11). Sağlıklı çocuklarda test-tekrar test sonuçları 0.92-0.98 arasında (2,8); nöromusküler bir hastalığı olan 6-20 yaş arası deneklerde 0.95-0.98 (11); 18-24 yaş erkeklerde 0.93-0.99 (8); aktif veya atletik gençlerde 0.96 (11), askeri personelde ise 0.91-0.93 (23) arasında bulunmuştur.

Kaczowski ve ark. (12), benzer yaşlarda spor okulu öğrencisi ve aktif denekler üzerinde yaptıkları çalışmada Pearson'un " r " katsayısını kullanarak, güvenilirlik katsayısını absolt MAG için 0.97, MAK için 0.95 bulmuşlardır. Bu çalışmada absolt MAG'ün güvenilirlik katsayısı 0.955, MAK'nin 0.904 olarak saptanmıştır. Relatif değerler dikkate alındığında MAG'de güvenilirlik 0.997, buna karşılık MAK'da 0.873 gibi düşük bir değer elde edilmiştir. MAG için elde edilen güvenilirlik katsayısının daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumlu olduğu söylenebilir. Ancak özellikle relatif MAK için bunu söylemek mümkün değildir. 30 sn test süresince ortaya çıkan güç (MAK) en yüksek istatistiksel hataya sahiptir. Bir başka deyişle MAK'ın güvenilirliği MAG'ın güvenilirliğinden daha düşüktür. Bu sonuç Kaczowski ve ark. (12)'nin bulguları ile aynı doğrultuda olmakla beraber, WAN'nin güvenilirliği ile ilgili çalışmalarda genellikle MAK'ın güvenilirliği, MAG'ün güvenilirliğinden daha yüksektir (11).

YI ve buna bağlı diğer parametrelerin genel olarak MAG ve MAK'dan daha düşük güvenilirlik katsayısı verdiği bildirilmektedir (1). Bu çalışmada YI için güvenilirlik katsayısı 0.917'dir. Bu değer YI gibi istatistiksel hataya açık bir parametre için iyi bir güvenilirlik katsayısı olarak kabul edilebilir.

Bir egzersiz sırasında meydana gelen metabolik değişimler için en pratik gösterge KAH'daki değişimdir. Maks KAH bu çalışmada ölçülen en yüksek güvenilirlik katsayılarından birisidir (Tablo 2). Buna göre WAN'de tekrarlı ölçümlerde meydana gelen metabolik değişimlerin de güvenilir olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak; spor okulu öğrencilerinde yapılan WAN yüksek bir güvenilirlik katsayısına sahiptir ve daha önce değişik denek gruplarında yapılan çalışmaların sonuçlarına paralellik göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Bouchard, C., Taylor, AW., Simoneau, J.-A (Dulac, S. (1991) Testing anaerobic power and capacity . J.D. Macdougall, H.A. Wegner, H.J. Green (Eds.), **Physiological Testing of the High-Performance Athlete** (s. 175-221). Champaign, IL:Human Kinetics.
2. Bar-Or, O. (1996) Anaerobic performance. In David Docherty(Ed.), **Measurement in Pediatric Exercise Science** (s. 161-182). Champaign, IL: Human Kinetics.
3. Bosco, C., Tihanyi, J., Komi, P.V., Fekete, G., Apor, P. (1982) Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscle. **Acta Physiol. Scand.** 116:343-349.
4. Boulay, M.R., Lortie, G., Simoneau, J.-A., Hamel P., Leblanc, C., Bouchard, C (1985) Specificity of aerobic and anaerobic work capacities and powers. **Int. J. Sports Med.** 6:325-328. .
5. Dotan, R., Bar-Or, O. (1983) Load optimization for the Wingate Anaerobic Test. **Eur. J. Appl. Physiol.** 51:409-417.
6. Earnest, C.P., Rash, J., Snell, P.G., Almada A.L., Mitchell T.L.(1995) Effect of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength and body composition. **Acta Physiol. Scand.**, 153:207-209.
7. Goslin, B.R., Graham, T.E. (1985) A comparison of 'Anaerobic' components of O₂ debt and the Wingate Test. **Can. J. Appl. Sport Sci.** 10(3):134-140.
8. Hebestreit, H., Mimura, K., Bar-Or, O. (1993) Recovery of anaerobic muscle power following 30 s supramaximal exercise. Comparing boys and men. **J. Appl. Physiol.** 74:2875-80.
9. Hultman, E., Spriet, L.L., Södelund, K. (1987) Energy metabolism and fatigue in working muscle. D. Macleod, R. Maughan, M.Nimmo, T. Reilly, C. Williams (Eds), **Exercise, Benefits, Limits and Adaptation** (s. 63-84). London, E & F.N. Spon Ltd.
10. Inbar, O., Bar-Or, O. (1986) Anaerobic characteristics in male children and adolescent. **Med. Sci. Sports Exere.**, 18(3):264-269.
11. Inbar, O., Bar-Or, O., Skinner S.J.(1996) **The Wingate Anaerobic Test** (s.2540). Champaign, IL:Human Kinetics.

12. Jacobs, I., Tesch, P.A., Bar-Or, O., Karlsson, J., Dotan, R. (1983) Lactate in human skeletal muscle after 10 and 30 s of supramaximal exercise. **J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.** 55(2):365-367.
13. Kaczowski, W., Montgomery, D.L., Taylor A.W., Klissouras, V.(1982) The relationship between muscle fiber composition and maximal anaerobic power and capacity. **J. Sports Med.**, 22:407-413.
14. LaVoie, N., Dallaire, J., Byraine, S., Barret, D. (1984) Anaerobic testing using the Wingate and Evans-Quinney Protocols with and without toe stirrups. **Can. J. Appl. Sport Sci.** 9 (1):1-5
15. MacIntosh, B.R., MacEachern, P. (1997) Paced effort and all-out 30-second power tests. **Int. J. Sports Med.** 18:594-599
16. Makrides, L., Heigenhauser, G.J.F., McCartney, N., Jones, N. L. (1985) Maximal short term exercise capacity in healthy subjects aged 15-70 years. **Clinical Science** 69: 197-205.
17. Manning, M.H., Dolly-Manning, C., Perrin, D.H. (1988) Factor analysis of various anaerobic power tests. **J. Sports Med.** 28:138-144.
18. Maud, P.J., Shultz, B.B. (1989) Norms for the Wingate Anaerobic Test with comparison to another similar test. **Res. Q. Exerc. Sport** 60(2):144-151
19. McCartney, N., Heigenhauser, G.J.F., & Jones N.L. (1983) Power output and fatigue of human muscle in maximal cycling exercise. **J. Appl. Physiol:Respirat. Environ.Exercise Physiol.** 55(1):218-224.
20. McKartney, N., Spriet, L.L., N., Heigenhauser, G.J.F., Kowalchuk, J.M., Sutton, J.R., Jones N.L. Muscle power and metabolism in maximal intermittent exercise. **J. Appl. Physiol.** 60(4): 1164-1169.
21. Maughan, R.J., Watson, J.S., Weir, J.(1983) Strength and cross-sectional area of human skeletal muscle. **J. Physiol.**, 338 : 37-49.
22. Odland, L.M., Macdougall, J.D., Tarnopolsky, M.A., Elorriaga, A. Borgman,A.(1997) Effect of oral creatine supplementation on muscle (PCr) and shortterm maximum power output. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 29(2): 216-219.
23. Patton, J.F., Murphy, M.M., Frederick, F.A. (1985) Maximal powet outputs during the Wingate Anaerobic Test. **Int. J. Sports Med.** 6(2):82-85.
24. Roy, R.R., Edgerton, R. (1992) Muscle architecture and performance. P.V. Komi (Ed), **Strength and Power in Sport** (115-129). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
25. Serresse, O., Ama, P.F.M., Simoneau, J.A., Lortie, G. L., Bouchard, C., Boulay,

M.R.(1989) Anaerobic performances of sedentary and trained subjects. **Can. J. Spt. Sci.** 14(1):46-52.

26. Simoneau, J-A, Lortie, G., Boulay, M.R., Marcotte, M., Thibault, M.C., Bouchard, C. (1986) Inheritance of human skeletal muscle and anaerobic capacity adaptation to high-intensity intermittent training. **Int. J. Sport Med.** 7: 167-171.

27. Simoneau, J-A, Lortie, G., Leblanc, C., Bouchard, C. (1986) Anaerobic alactacid work capacity in adopted and biological sibling. R. M. Malina, C. Bouchard (Eds.), **Sport and Human Genetics** (s. 165-173). Champaign, IL: Human Kinetics.

28. Tharp, G.D., Newhouse, R.K., Uffelmann, L., Thorland, W.G., Johnson, G.O. (1985) Comparison of sprint and run times with performance on the Wingate Anaerobic Test. **Res. Q. Exerc. and Sport.**, 56(1): 73-76.

29. Thomas, J.R., Nelson, J.K. (1996) **Research Methods in Physical Activity** (s.213-248). Third Edition, Champaign, IL:Human Kinetics.