

THE EFFECTS OF STRENGTH TRAINING ON ENDURANCE PERFORMANCE

ABSTRACT

To determine the effects of 12 weeks of strength training on endurance performance and aerobic capacity, 20 healthy male Physical Education Students between 18-30 years of age were randomly assigned to either strength training (N=12) or control (N = 8) groups.

Despite no change in treadmill V02 max., an increase in cycling to time exhaustion at 75 % of peak V02 was observed following training. Training group showed statistically insignificant increases in anaerobic threshold, due to strength training program.

There were significant reduction in bodyfat percentage and RPE values at 2nd, 4th and 6th (P < 0.05) cycle exercise minutes in the training group. Also, training group showed significant improvements in 1RM for bench press and half squat and anaerobic capacity test (P < 0.05). Control group did not show any significant changes in these tests.

These findings are showed that, strength training on endurance performance, improves muscle endurance performance independent from increase in V02 max and this increase can be explained as, increase in leg muscle strength.

Key Words : Strength Training, Aerobic Capacity, Muscle Endurance Performance, Strength

GİRİŞ ve AMAÇ

Kuvvet antrenmanlarının kas gücünü, dayanıklılık performansını arttırmasına rağmen aerobik kapasitenin göstergesi olan maksimum oksijen tüketimini (V02 max) etkilemediği düşünülmektedir. Kuvvet antrenmanları sonrası dayanıklılık performansındaki artış bisiklet ergometresinde ve koşu bandında çalışma süresindeki uzama ile bir çalışmada gösterilmiştir. Aynı çalışmada, dayanıklılıktaki artışa karşılık V02 max değişimi saptanmamıştır (7). Dayanıklılık performansındaki artışın büyük ölçüde kas gücü ve dayanıklılığından artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir (5,6,7,8).

Egzersiz süresini kısıtlayan faktörlerden birisi laktat eşiğidir. Bu nedenle kas gücü artışı ile dayanıklılığın artmasında anaerobik eşik ve laktat eşiğinde değişim olabileceği öne sürülmüştür. Bu ilişkiyi araştıran bir çalışmada, kuvvet antrenmanı ile V02 max değerinde değişim olmaksızın laktat eşiğinde yükselme olduğu gösterilmiştir (6).

Bu çalışmada da kuvvette devamlılık antrenmanının dayanıklılık performansı, aerobik ve anaerobik kapasite ile anaerobik eşik üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Çalışmaya Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Öğrencisi olan 20 erkek denek katıldı. Yaş ortalaması 24.5 ± 2.8 olan 12 denek çalışma grubuna, 19.8 ± 1.7 olan 8 denek ise kontrol grubuna dahil edildi. Çalışma grubu, 12 hafta süre ile haftada 3 gün sıklıkla, alt ve üst ekstremite kas gruplarına yönelik kuvvette devamlık antrenman programını uyguladı. Kontrol grubu ise antrenmanlara katılmadı. Çalışma ve kontrol grubundan hiç bir denekin en az 3 ay öncesine kadar düzenli antrenman programına katılmamış olmasına dikkat edildi. Bununla beraber, denekler Spor Yüksekokulu öğrencisi olduklarından, kendi pratik ders programlarına ve rekreasyonel faaliyetlere katıldılar. Testler, Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu laboratuvarında ve Ankara Üniversitesi İbni Sina Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı laboratuvarında yapıldı. Çalışma grubuna antrenman öncesi ve sonrasında bir tekrarlı maksimum (One Repetition Maximum, IRM) testi, V02 max, anaerobik eşik ölçümü, bisiklette zorlanma süresi, yağ oranı, anaerobik kapasite ve güç testleri yapıldı. Kontrol grubuna da aynı testler uygulandı.

Maksimal V02 Ölçümü, koşu bandında maksimal egzersiz testi ile yapıldı. V02max değeri her nefeste solunum gazlarının ergospirometrik analizi (Vmax 29 ergospirometri, Yorba Linda California) ile direkt yöntemle ölçüldü. Her test öncesinde standart gaz kalibrasyonları yapıldı, egzersiz testinde (3) 220 - yaş formülünden hesaplanan maksimal kalp hızının % 75'inde ve % 0 eğimde 4 dakikalık ısınma sonrasında test başlatıldı. Test süresince ısınmada saptanan hız sabit tutuldu. İlk 3 dakika % 0 eğim, sonraki 2 dakika % 4 eğim verildi ve daha sonra test sonlandırılana kadar dakikada % 2'lik eğim artışı verildi. Test tüm deneklerde yorgunluk nedeni ile sonlandırıldı. Ergospirometrik egzersiz testi, denek ve kontrol grubuna çalışma başlangıcında ve sonunda tekrarlandı. Egzersiz testine ait istirahat ve maksimal kalp atım hızları, $V_{0_{2max}}$, maksimal egzersizde ulaşılan MET parametreleri değerlendirmeye alındı.

Anaerobik Eşik, egzersiz testi sırasında sürekli ölçülen O₂-CO₂ değişimine göre 'V slope' yöntemi ile bulundu (9).

Vücut yağ oranı, Holtain marka kaliper ile denek ve kontrol grubunun sağ tarafından 3 bölgeden (Göğüs, Karın ve Uyluk) alınan deri kıvrım kalınlıklarının, Jackson-Pollack yöntemine göre ölçülüp hesaplanması ile bulundu ve % yağ olarak ifade edildi (2).

Vücut Kitle İndeksi (BMI, Body Mass Index), boy uzunluğunun vücut ağırlığına bölünmesiyle bulundu. (kg/m^2)(1).

Peak V02 ölçümü için Monark marka bisiklet ergometresinde denek. 100 Watta (2 kg), 50 RPM'de 3 dakika ısındı. 3 dakikanın sonunda her 2 dakikada bir yük 50 Watt (1 kg) artırıldı. Her yük artışında deneklerin kalp atım hızları ve RPE'leri izlendi. Test, deneklerin dayanabildiği yük artışına kadar devam ettirildi (7).

Bisiklette zorlanma süresinin ölçümünde, denek 25 Watta (0.5 kg), 50 RPM'de 5 dakika ısındı. 5 dakikanın sonunda, denekten pedal hızının 50 RPM'den , 90 RPM'e yük-

seltimesi istendi. Aynı zamanda yük, deneğin peak V02'nin % 75'ini sağlayan yüke kadar arttırıldı. Çalışma, deneğin tükenme noktasına kadar ve çalışılan hız ise, 50 RPM'e düşene kadar devam ettirildi. Her iki testte de denekler dışarıdan motive edildiler Egzersiz zorluk derecesi Rated Perceived Exertion (RPE) ölçümü, Borg'un 20 değerli skalasına göre yapıldı (1).

Bir tekrarlı maximum (One Repetition Maximum, IRM) testi, deneklerde 12 haftalık ağırlık antrenmanı öncesinde ve sonrasında Bench Press ve Half Squat hareketinde uygulandı. Kısa bir ısınma periyodundan sonra, deneğin bir kez kaldırdığı maksimum ağırlık tespit edildi (7).

Anaerobik kapasite testi, 40 cm yüksekliğinde bir basamak kullanılarak uygulandı. Basamağın yanında duran denek, bir ayağı basamakta, diğer ayağı basamağın yanında yerde, başla komutu ile 1 dakika süre ile yapabileceği en hızlı şekilde doğrularak boşta kalan ayağı ile yere dokundu. Her basamak üzerine çıkış sayılarak deneğin ilk 15 sn de yaptığı adım sayısı anaerobik güç, kg.m./sn olarak hesaplandı. Bir dakikadaki adım sayısı ise anaerobik kapasite, kg m/dk olarak değerlendirildi (7).

Antrenman Programı:

Antrenmanlar, haftada 3 gün ve 12 hafta süre ile giderek artan yüklenmelerle uygulandı. Antrenman Öncesi çalışma grubuna her hareketin tekniği uzman kişi tarafından tek tek gösterildi ve kontrol edildi. Her bir antrenman, 10 istasyonlu hareketin 3 set olarak tekrarlanması ile uygulandı. Bu hareketler sırasıyla, diz fleksiyonu, bench press, leg press, arm curl, half squat, lat pull down, mekik, rise on toose, şnav, diz ekstansiyonu idi.

Her antrenman seansında denekler kol ve sırt kaslarına yönelik hareketleri 8-12 RM'de çalıştılar. Alt ekstremité kaslarına yönelik diz ekstansiyonu, diz fleksiyonu, leg press, half squat, mekik, şnav ve rise on toose hareketleri 15-20 RM'de çalıştılar. Her harekete geçişte dinlenme 30 saniye olarak belirlendi. Ağırlık ayarlama, antrenman programı doğrultusunda, ağırlık artışı ile orantılı olarak arttırıldı. Deneklerin, ağırlık antrenmanına uyumu gözlendikten sonra (1 hafta sonra), IRM testi uygulandı. IRM testi, ağırlık antrenmanı öncesinde ve sonrasında Bench Press ve Half Squat hareketlerinde, çalışma ve kontrol grubuna uygulandı.

İstatistiksel Yöntem:

Araştırma verilerinin istatistiksel analizi, çalışma ve kontrol grubunda, grup içinde tekrarlayan ölçümlerde farkın anlamlılık testi (Wilcoxon testi) ile, ilk ve son ölçümler arasındaki farkın anlamlılık testi (Mann Whitney U testi) ile yapıldı. Değerler Aritmetik Ortalama + Standart Hata olarak ifade edilerek, $p < 0.05$ anlamlılık düzeyi olarak kabul edildi.

BULGULAR

Deneklerin fiziksel ve fizyolojik özellikleri Tablo 1'de görülmektedir. Çalışma grubunda, vücut ağırlığı ve BMI değerlerinde hafif değişimler olmasına karşın, iki ölçüm

arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Benzer şekilde, dinlenim sistolik ve diastolik kan basıncında anlamlı fark gözlenmemiştir. Vücut % yağ oranında, peak V02 testindeki maksimal kalp atım hızında ve bisiklet testinin 2, 4 ve 6. dakikalarındaki RPE değerlerinde anlamlı olarak farklılık gözlenmiştir (P < 0.05).

Tablo 1: Deneklerin Fiziksel ve Fizyolojik ** Özellikleri

	Çalışma Grubu (N = 12)		Kontrol Grubu (N = 8)	
	1. Ölçüm	2. Ölçüm	1. Ölçüm	2. Ölçüm
Yaş (Yıl)	24.5 ±2.8		19.8 ±1.7	
Boy (m)	1.82 ±0.06	1.82 ±0.06		
Kilo (kg)	73.92 ±5.87	74.05 ±6.10	71.27 ±3.84	71.95 ±3.65
BMI (kg/m ²)	22.19 ± 1.32	22.26 ± 1.53	22.76 ± 1.75	23.03 ±1.87
% VYO	*10.37±2.42	7.73 ± 2.68	7.98 ± 2.79	8.42 ± 3.96
Din. KAH (atım/dk)	66.41 ±7.28	65.0 ±7.17	69.0 ± 7.74	68.75 ± 2.25
Din. sist. kan bas. (mm Hg)	103.33±7.48	101.25±4.82	103.75 ±7.44	101.87±5.30
Din. diast. kan bas. (mmHg)	81.25 ±7.42	81.66 ±5.36	82.50±4.62	80.62±4.17
Bisiklet dayanıklılık süresi (dk)	5.00 ± 1.74	5.89 ± 1.69	4.51 ± 1.08\	4.61 ± 1.04
Sub. max. yük (W)	300 ±30.15	300 ±42.65	262.50±35.35	262.50±23.14
Peak. KAH. (atım /dk)	* 188.25 ±5.94	183.83 ±7.22	177.87 ± 12.66	173.75±48.41
RPE (2. dk)	* 11 ± 2.25	7.91 ±0.99	10.75 ±1.90	9.12±1.72
RPE (4.dk)	*13.16±1.64	11.0 ± 3.51	13.87 ±1.12	13.0 ± 1.19
RPE (6. dk)	* 15.75 ± 1.41	14.58 ±0.99	16.62 ±0.5	15.75 ±1.48

*p < 0.05, Değerler X ± SD olarak verilmiştir.

** Fizyolojik performans değerleri, bisiklet dayanıklılık testinde elde edilen değerlerdir.

Deneklerin aerobik ve anaerobik kapasiteleri ve bisiklet testinde dayanıklılık süreleri ile ilişkili veriler Tablo H'de yer almaktadır. Çalışma grubunda, koşu bandında uygulanan ergospirometrik egzersiz testinde saptanan maksimum V02 düzeylerinde hafif bir artış elde edilmekle birlikte, bu sonuç istatistiksel anlamlılık göstermemiştir. Ancak peak V02'nin % 75 şiddetinde uygulanan bisiklet testinde zorlanma süresinde anlamlı olarak farklılık saptanmıştır. ($P < 0.05$). Ergospirometrik testle belirlenen anaerobik eşik çalışma öncesi ve sonucunda değerlendirildiğinde çalışma grubunda istatistiksel anlamlılık düzeyine erişmeyen yükselme saptanmıştır ($29.79 \pm 7.64 - 33.57 \pm 6.03$ ml/kg/dk). Kontrol grubunda herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Anaerobik güç ve kapasite testlerinde ise çalışma sonrası anlamlı artış saptanmıştır ($P < 0.05$).

Tablo 2 : Deneklerin Aerobik ve Anaerobik Kapasite Değerleri

	Çalışma Grubu (N = 12)		Kontrol Grubu (N = 8)	
	1. Ölçüm	2. Ölçüm	1. Ölçüm	2. Ölçüm
V02 Max (ml/kg/dk)	53.15 + 6.07	56.42 ±4.47	65.01 ±6.05	61.20 ±5.23
Anaerobik Eşik Ölçümü (V02 max ml/kg/dk)	29.79 + 7.64	33.57 ±6.03	34.71 ±7.01	34.82 ± 7.46
Maksimal KAH (Atm /dk)	199.41 ±7.26*	194.41 ±6.57	189.50 ± 10.23	190.12 ± 14.78
PEAK An P. (Kg.m /sn)	47.23 ±6.11 *	52.97 ± 5.42	41.61 ±4.64	45.98 ±5.19
Anaerobik Kap. (Kg.m/dak.)	2.88 ±0.29 *	3.11 ± 0.26	2.52 ± 0.26	2.73 ± 0.28

$p < 0.05$, Değerler $X \pm SD$ olarak verilmiştir.

Deneklerin IRM değerleri Tablo ffl'de görülmektedir. Bench Press ve Half Squat hareketlerinde uygulanan IRM testi, çalışma grubunda, antrenman sonrasında, antrenman öncesine göre anlamlı olarak artış göstermiştir ($P < 0.05$). Bu ölçümlerde kontrol grubunda anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir.

Tablo 3 : Deneklerin IRM Değerleri

	Çalışma Grubu (N = 12)		Kontrol Grubu (N = 8)	
	1. Ölçüm	2. Ölçüm	1. Ölçüm	2. Ölçüm
Bench Press (Kg)	59.88 ± 8.10*	73.54 ± 9.56	55 ± 9.25	57.5 ± 5.97
Yarım Squat (Kg).	101.66 ± 20.81 *	134.16 ± 12.76	91.25 ± 15.52	92.50 ± 15.58

* P < 0.05, Değerler X ± SD olarak verilmiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışma, 12 haftalık, haftada 3 gün sıklıkta yapılan kıvvette devamlılık antrenmanının, aerobik kapasite artışından bağımsız olarak kassal dayanıklılık performansını artırdığı ve artışın bacak kas kuvveti artışı ile ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Çalışma grubunda, koşu bandında direk ölçümle elde edilen V02 max değerinde 12 haftalık antrenman sonrasında anlamlı değişiklik sağlanmamıştır. Marcinek ve arkadaşlarının (1991) benzer çalışmasında da koşu bandında maksimal V02'de artış olmaksızın, egzersiz süresinin, bisiklet ergometresinde % 47, koşu bandında % 12 arttığını belirten çalışmalar mevcuttur (3). Peak V02 nin % 75'i şiddetinde çalışılan bisiklet testinde zorlanma süresi bu çalışmada yaklaşık 1.5 dk artmıştır.

Marcinek ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada bisiklette zorlanma süresi 8.8 dk artmıştır (6). Olasılıkla giderek artan ağırlık çalışmasının bacak kas kuvvetini arttırması sonucu bisiklet testinde zorlanma süresi artmıştır. Bir çok araştırma sonuçları ağırlık antrenmanının kassal güç ve kuvveti önemli oranda arttırdığı doğrultusundadır (3,4,5). Kuvvet antrenmanı sonrası fibrill oranı değişiminin dayanıklılık performansını arttırdığı ve sabit yükteki egzersiz esnasındaki yavaş fibril /hızlı fibril oranının artması ile quadiceps kasında kuvvetin arttığını belirtmişlerdir (4). Ağırlık antrenmanı ve vücut kompozisyonu arasındaki ilişki ise, erkek kolej öğrencileri üzerinde yapılan çalışmada incelenmiş, ağırlık antrenmanı programı sonrasında vücut Sfrflığında anlamlı değişim gözlenmezken, vücut yağ oranında önemli azalma olduğu (7) ve kas yoğunluğundaki önemli artıştan dolayı, vücut ağırlığında önemli artış olduğu belirtilmiştir. (7,10). Bizim çalışmamızda kuvvet antrenmanı ile vücut ağırlığında önemli değişim olmazken, yağ oranında önemü bir azalma ortaya çıkmıştır. Benzer ağırlık antrenmanını uygulayan 25-32 yaş grubu erkek deneklerde yapılan çalışmada Vücut yağ oranında anlamlı değişiklik gözlenmiştir (6). Bu bulgu çalışmamızı destekler özelliktedir.

Ağırlık antrenman programları, kas hipertrofisi ile birlikte kas kuvvet ve dayanıklılığını arttırır (5,7,8). Bu çalışmada, ağırlık çalışması sonucu kassal güç ve da-

yanıklılığın artması aynı iş yükünde kalbin daha düşük hızda ve daha verimli çalışmasına ve RPE değerlerinin anlamlı olarak düşmesine neden olmuştur. Kuvvet artışını tespit etmek için yapılan IRM test değerleri, ağırlık antrenmanı sonrasında önemli oranda artış göstermiştir. Deneklerin antrenman öncesi anaerobik kapasite ortalaması daha önce yapılan çalışmalarda ortalamalarla uyumludur (6). Çalışma sonrası ise bu değerdeki istatistiksel olarak anlamlı artış, kuvvet antrenmanının olumlu etkisi olarak yorumlanabilir. Çalışmanın sonuçları, kuvvette devamlılık antrenmanlarının, antrenmana adaptasyon olarak dayanıklılık performansının artışında tavsiye edilebilir bir model olduğunu göstermektedir.

Marcinik ve arkadaşlarının çalışmasında kuvvet antrenmanı ile laktat eşiğinde yükselme saptanmıştır. Laktat eşiğinin yükselmesi, daha ağır iş yükü düzeyinden sonra laktik asit birikiminin başlamasıdır, bu durumda daha geç dönemde kas yorgunluğu başlar. Kasta kuvvet artışı ile dayanıklılığın artmasını açıklayan bir mekanizma bu olabilir. Bu çalışmada anaerobik eşik gaz değişim analizi ile belirlenmiştir. Çalışma grubunda Anaerobik eşik değerlerinde çalışma öncesine göre yükselme saptanmış, ancak istatistiksel anlamlılık bulunmamıştır. Denek sayısının az olması bu sonucu etkilemiş olabilir. Kontrol grubunda anaerobik eşik değerlerinde hiç bir değişiklik saptanmamıştır.

KAYNAKLAR

1. A.C.S.M.S, Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 5 th . ed. Williams and Wilkins. Philadelphia, 1995, Pp : 67-68.
2. Adams, G.M. , Exercise Physiology Laboratory Manual, Wm C. Brown Publisher, USA, 1990, Pp : 104 - 107
3. Braith, R.W., Graves, J.E., Legget, S.H., Pollack, M.L., Effect of training on the Relationship Between Maximal and Submaximal Strength. Med. Sci. Sports. Exerc, 1993, Vol: 25, No : 1 , Pp : 132 - 138
4. Hakkinen, K., Neuromuscular and Hormonal Adaptations During Strength and Power Training.. A Review, 1989, Vol: 29, No : 1, Pp : 9-26
5. Jones, D.A., Strength of Skeletal Muscle and The Effects of Training, British Medical Bulletin, 1992, Vol : 48, No : 3, Pp : 392- 402.
6. Marcinik, E.J., Potts, J., Schlabach, G., Will, S., Dawson, P and Hurley, B.F., Effects of Strength Training on Lactate Threshold and Endurance Performance., Med Sci. Sport Exercise., 1991, Vol : 3, No : 6, Pp : 739 -743
- 7- Mathews, D. K. And Fox, E. L., The physiological Basis of Physical Education and Athletics., W.B. Saunders Company, USA., 1986, Pp : 139, 468.
- 8- Sharkey, J.B., Fitness and Health, Fourth Addition, USA, 1997. Pp : 1990 - 1993 .
9. Wasserman, K., James, E. Hansen, Darrly, Y. Sue, Brian, J. Whipp, Richard Casaburi, Principles of Exercise Testing and Interpretation. Lea & Febiger, 2 nd Edition. 1994 Pennsylvania, Pp : 52- 79.
- 10- Zatsiorsky, M. V. Science and Practice of Strength Training, Edwards Brothers inc. USA, 1995, Pp : 17- 18