

KENDİ VÜCUT AĞIRLIĞI VE EK AĞIRLIKLA YAPILAN PLİOMETRİK ANTRENMANIN SERUM ENZİM AKTİVİTESİNE ETKİSİ

Ulviye BİLGİN ATEŞOĞLU *

Serkan HAZAR **

ÖZET

Bu araştırma; kendi vücut ağırlığı ve ek ağırlıkla yapılan pliometrik antrenmanın, serum enzim aktivitelerinden CK, AST ve LDH üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışma; Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu erkek öğrencilerinden 25 sağlıklı - gönüllü deneğin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Denekler tesadüfi dört gruba ayrılarak, 3 deney, 1 kontrol grubu oluşturulmuştur. Kendi Vücut Ağırlığı grubu (A) (n=6) sadece pliometrik çalışmıştır. Kuvvet Yeleği grubu (B) (n=6) vücut ağırlıklarının %10 ek ağırlığı kuvvet yeleği giyerek, Kum Torbası grubu da (C) (n=7) vücut ağırlıklarının % 10 ek ağırlığı ayak bileklerine kum torbası takarak pliometrik çalışmalara katılmışlardır. Kontrol grubu da (D) (n=6) sadece ölçümlere katılmıştır.

Kontrol Grubu hariç diğer gruplar 8 hafta boyunca, haftada 3 gün, yaklaşık 30- 40 dk. pliometrik antrenman yapmışlardır. Ölçümler, ön koldan alınan venöz kanda bakılmıştır. Antrenmanlara başlamadan önce (ilk egzersizin öncesinde (1. ölçüm), sonrasında (2. ölçüm) ve sekiz haftanın bitiminde, (ilk egzersizin öncesinde (3. ölçüm) ve sonrasında (4. ölçüm) alınmıştır.

İstatistiksel analizde, SPSS paket programı kullanılarak, paired sample t testi ve MANOVA ile karşılaştırılmış, gruplar arası farkın tespiti için tukey HSD yöntemi kullanılmıştır.

Grupların CK değerlerinde; 4 grupta da egzersiz sonrası değerlerin (2.4. ölçümler) egzersiz öncesi değerlerden (1.-2. ölçümler) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. AST değerlerinde kontrol grubunun 1. ölçümleriyle 2. ölçümü arasında $p<0,01$ düzeyinde tespit edilen fark, diğer gruplarda $p<0,05$ düzeyindedir. Egzersiz öncesine oranla egzersiz sonrası CK ve AST değerlerindeki artış kas hasarını göstermektedir. LDH değerleri, ölçümler arasında farkın bulunmasına karşın istatistiksel açıdan anlamlı değildir.

Sonuç olarak; yapılan egzersizlerin kas hasarı meydana getirdiği, 8 hafta süren antrenmanlar sonunda ek ağırlıkla antrene edilen grupların kendi vücut ağırlığıyla antrene edilen guruba göre egzersize adaptasyonunun daha iyi olduğu ve antrenmanların egzersize bağlı kas hasarına karşı koruyucu etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında ek ağırlıkla yapılan antrenmanların egzersize bağlı kas hasarına karşı koruyucu etkisinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir

Anahtar kelimeler: Pliometrik Antrenman, AST, LDH, CK

Geliş tarihi: 04.03.2005; Yayına kabul tarihi: 21.04.2006

* Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, ANKARA

** Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, NİĞDE

THE EFFECTS OF PLYOMETRIC TRAINING PERFORMED WITH FREE BODY WEIGHT AND WITH EXTRA LOAD ON SERUM ENZYME ACTIVITY

SUMMARY

This study was done to determine the muscle damage and the effect of training on the damage examining the effects of plyometric training performed with free body weight and with extra load on serum enzyme activity CK, AST, LDH. For this aim totally 25 healthy and volunteered students from The School of Physical Education and Sport participated in this study as subjects. The subjects were divided into four groups as free body weight group (A) (n=6), load vest group (B) (n=6), sand bag group (C) (n=7) performed plyometric training with extra load that was 10% of their own body weight. The control group had only participated in measurement (D) (n=6)

The control groups except all groups participated in plyometric training three times in a week during eight weeks and each session continued 30-40 min. All measurements were done one week (once exercise before (1. samples) and after (2. samples) and eight week (once exercise before (3. samples) and after (4. samples) training program.

Data were expressed using SPSS program and compared by analysis of paired sample t test and MANOVA, to determine the difference among the groups, Tukey HSD method was used.

Post exercise CK values increased in all groups before second and fourth measurement. AST values between first and second measurement of control group are significant at $p < 0.01$ level but in the other groups significant are at $p < 0.05$ level. Increasing of CK and AST values after exercise is point of muscle damage. There are difference in the LDH values among measurement but this difference is not statistical significant.

As a conclusion it was found out that the exercises done caused muscle damage; the adaptation to exercise of the group trained with extra load was better than the group trained with free body weight following 8-week training period and training had a protective effect against exercise induced muscle damage. Meanwhile trainings with extra load had more protective effect against exercise induced muscle damage.

Key Words: Plyometric Training, CK, AST, LDH

GİRİŞ

Her oyuncu ve antrenörün temel amacı, en yüksek performansa ulaşmaktır. Performansa ulaşmada bilimsel prensiplerin kullanımı da bu açıdan önem kazanmaktadır. Kas geliştirici çeşitli antrenman türlerinin etkileri, kas lif türleri, kas biyokimyası, sinir kas tepkisi hakkında edinilen bilgilerin artması, sporcuyla daha iyi yetiştirmek için antrenörlere imkan sağlamıştır⁽⁴⁾.

Pliometrikler, gücü ya da rölatif patlayıcı hareketi artıran, sürat ve kuvvet karışımı olan egzersizler olarak tanımlanır^(11,12). Pliometrik çalışmalar alt ekstremiteleri (bacaklar) içeren sıçrama hareketleri ve üst ekstremiteleri (kollar) içeren sağlık topu v.b aletlerle yapılan hareketlerden oluşmaktadır^(5,6,7).

Pliometrik çalışmaların amacı, vücut ağırlığından ve ekzantrik kasılma sırasındaki yerçekimi kuvveti sayesinde elde edilen elastik enerjiyi, konsantrik kasılma sırasındaki zıt ve eşit kuvvete çevirmektir^(11,12). Egzantrik (negatif) kasılmadan sonra, konsantrik (pozitif) kasılma ile kısa zaman biriminde yüksek miktarda kuvvetin hızlı bir şekilde uygulanmasını sağlamaktır. Böylece yüksek hızda bir kasılma ile kas sinir sisteminin üstesinden gelmesi ile elastik kuvvet oluşur^(6,7,8,12,16).

Sıçramalar çok kısa bir zaman birimi içinde patlayıcı olarak yapıldığı için hem patlayıcı gücü hem de patlayıcı özelliği geliştirir^(4,8,11,12,13,16,21,37,41).

Antrenmanlarda doku zedelenmeleriyle birlikte hücresel düzeyde de bir hasar meydana gelmektedir. Bu zedelenme türü terminolojide tam tanımlanmamış olmakla birlikte mikro travma (microtrauma), mikro yaralanma (microinjury) ve kas hasarı (muscle damage) terimleri yaygın olarak kullanılmaktadır⁽⁴⁰⁾.

Sürekli veya aralıklarla yapılan ekzantrik egzersiz şeklindeki çalışmaların sonucunda egzersize bağlı kas hasarı meydana geldiği bilinir. Bu, insanlarda da kemirgenlerde de spesifik kas hasarı göstergesi olan serum CK ve LDH düzeylerinde artış şeklinde gözlenir⁽²⁴⁾. Bu hasar temel olarak iki yolla açıklanmaktadır. Birincisi alışık olunmayan egzersiz, ikincisi ise tam olarak karakterize edilmemesine karşın, kas iskemisinin de katkısıyla doku zedelenmesiyle bazı metabolik ve kimyasal olayların ortaya çıkmasıdır⁽⁴⁰⁾.

Yapılan antrenman; türüne ve şiddetine göre farklı boyutlarda kas hasarı meydana getirir. Bunun yanında ekzantrik kasılma diğer kasılma türlerine göre daha fazla kas hasarı meydana getirmektedir⁽⁹⁾. Alışık olunmayan ekzantrik kasılmanın yol açtığı hasar, myofibrillere özgü yapının bozulmasına sebep olur. Özellikle Z bandındaki kopmalara miyofibril iskeletindeki kırılmalar eşlik eder⁽¹⁹⁾. Kas hasarının tespitinde temelde iki metot kullanılır. Birincisi görüntüleme teknikleridir. İkincisi ise kasda özel enzim aktivitesinin serumdaki düzeylerinin belirlenmesine dayanır. Genetik olarak hangi dokuya ait oldukları belirlenmiş olan izoenzimlerin serumdaki miktarlarının artması, ilgili dokudaki hasarı ve hasarın oranının tespit etmede belirleyici rol oynar⁽³²⁾. Kas dokusu hasarının tespitine yönelik çalışmalarda kullanılan yapılar; başta Kreatin Kinaz (CK) ve alt izoformları, myoglobulin, aspartat aminotransferaz (AST), laktat dehidrogenaz (LDH), beyin natriüretik peptid (BNP), atrial natriüretik peptid (ANP), karbonik anhidraz, troponin ve kas yapı proteinleridir. Bu yapılardan en önemlisi ve en çok kullanılanı CK'dır⁽²⁵⁾. CK, kasılma veya taşıma sistemlerindeki ATP yenilenmesini sağlayan bir enzimdir. CK, kas hücrelerinde fizyolojik bakımdan fonksiyonel hale gelen dominant bir enzimdir. Çizgili kas, kalp kası ve beyinde bulunur⁽²⁵⁾.

LDH, vücut hücrelerinde ve sıvılarında yaygın olarak bulunur. Özellikle kalp, alyuvarlar, böbrek, iskelet kası, akciğer ve deride bulunur. Bu dokulardaki nekrozlarda düzeyi artar. Kuvvetli egzersiz sonrasında düzeyi yüksek bulunur⁽⁴³⁾.

AST, diğer bir adı da glutamat – oksaloasetat transaminaz olan enzimin önemli tanınmış değerleri vardır. Hemen hemen tüm karaciğer hastalıklarında, myokard infarktüsünde ve kas hasarı gibi durumlarda yükselir. Bunların yanında kas travmasında ve intramusküler enjeksiyonda da serum miktarı artar^(10,17).

Bu çalışma; kendi vücut ağırlığı ve ek ağırlıkla yapılan pliometrik antrenmanın serum enzim aktivitesinden CK, AST, LDH üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Denek Grupları

Kendi vücut ağırlığı ve ek ağırlıkla yapılan pliometrik antrenmanın iskelet kası hasarına etkisinin araştırılması amacıyla yapılan bu çalışma, Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu erkek öğrencilerinden 25 sağlıklı - gönüllü deneğin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Denekler tesadüfi dört gruba ayrılarak 3 deney, 1 kontrol grubu oluşturulmuştur. Denek grupları sekiz hafta boyunca pliometrik antrenman yaparken; Kendi Vücut Ağırlığı Grubu herhangi bir ağırlık kullanmamış, Kuvvet Yeleği Grubu vücut ağırlıklarının % 10'u ek bir ağırlığı yelek olarak, Kum Torbası Grubu da vücut ağırlığının % 10'u ek bir ağırlığı ayak bileklerine kum torbası olarak kullanmışlardır. Kontrol Grubu ise sadece ölçümlere katılmış antrenmanlara katılmamıştır. Grupların yaş, boy ve vücut ağırlığı değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Araştırmaya Katılan Deneklerin Fiziksel Değerleri

Değişkenler	A Grubu (n:6)	B Grubu (n:6)	C Grubu (n:7)	D Grubu (n:6)
Yaş (yıl)	22.33±1.58	21.30±1.49	21.00±1.12	21,56±1,67
Boy Uzunluğu (cm)	174.28±3.40	179.60±5,15	176.72±5.61	175,56±6,39
Vücut Ağırlığı (kg)	68.61±4.34	71.75±7.15	70.77±6,65	73,05±10,80

Uygulanan Paket Antrenman Programı:

Hazırlanan paket antrenman programı tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Uygulanan Paket Antrenman Programı

Hafta	Hafta. Ant. Sayısı	Set Say X Tek. Say	Set Sayısı X Kasa Yüksekliği (cm)	Haftalık Toplam Sıçrama Sayısı
1	3	5x10	5 x 40 cm	150
2	3	3x10, 3x10	3 x 40 cm, 3 x 50 cm	180
3	3	3x10, 3x10, 1x10	3 x 40 cm, 3 x 50 cm, 1 x 60 cm	210
4	3	2x10, 3x10, 3x10	2 x 40 cm, 3 x 50 cm, 3 x 60 cm	240
5	3	1x10, 4x10, 4x10	1 x 40 cm, 4 x 50 cm, 4 x 60 cm	270
6	3	3x10, 4x10, 2x10	3 x 50 cm, 4 x 60 cm, 2 x 70 cm	270
7	3	2x10, 4x10, 3x10	2 x 50 cm, 4 x 60 cm, 3 x 70 cm	270
8	3	1x10, 4x10, 4x10	1 x 50 cm, 4 x 60 cm, 4 x 70 cm	270

Denek gruplarının beraber sıçradığı ağırlık sabit tutulurken, atladığı kasa yüksekliği (40 cm-70 cm) ve sıçrama sayıları (50-90) progresif olarak artırılmıştır. Çalışmalar çift ayak sıçrama şeklinde olup, bir set yarım çömelik pozisyonda yapılırken, diğer set tam çömelik pozisyonundan çabuk ve dinamik sıçramaya geçiş şeklinde uygulanmıştır.

Haftada 150-270 arasında değişen sıçrama sayısına göre, sekiz haftalık yapılan antrenman programı sonucunda toplam 1860 adet sıçrama yapılmıştır. Isınma sırasında yapılan sıçramalar değerlendirmeye alınmamıştır. Set sayıları birinci haftada 5 setten başlayıp artırmalı olarak sekizinci haftada 9 sete çıkarılmıştır. Setler arası 1-2 dakika dinlenme uygulanmıştır. Antrenmanlara başlamadan önce 15-20 dakika ısınma çalışmaları yapılmıştır.

Laboratuvar Testleri: Deneklerden vakumlu cam tüplere (BD Vacutainer Sytems) 5 ml venöz kan alınarak oda sıcaklığında bekletildi. 30 dk sonra Ermax 18 marka hemogram cihazında serumlara ayrıldı. Santrifüjlenen kanlardan elde edilen serumlarda Hitachi 912 marka biyokimya cihazında Roche Diagnostik kitiyle CK, AST, LDH'ye bakıldı.

İstatistiksel Analiz

Araştırmada alınan verilere SPSS paket programında grup içi değerlendirmelerde Paired simple t testi, gruplar arası değerlendirmelere de MANOVA ile bakılmış, fark bulunan değerler için ise Tukey HSD yöntemi kullanılarak $p < 0,05$ ve $p < 0,001$ düzeylerinde anlamlılık araştırılmıştır.

BULGULAR

Tablo 3: Grupların Antrenman Öncesi ve Sonrası CK, AST ve LDH Değerleri

Gruplar	Ölçümler	CK (U/L) X±SD	CK (U/L) t Değeri	AST (U/L) X±SD	AST (U/L) t Değeri	LDH (U/L) X±SD	LDH (U/L) t Değeri
Kontrol Grubu (D) n=6	1. Ölçüm	141,2±16,86	1-2 4,76** 1-3 1,26	23,17±2,99	1-2 4,66** 1-3 0,43	323,33±54,00	1-2 0,22 1-3 0,63
	2. Ölçüm	258,2±51,78	1-4 6,95**	30,67±1,97	1-4 4,40**	365,50±38,91	1-4 0,10
	3. Ölçüm	149,2±16,94	2-3 4,68** 2-4 0,93	24,17±3,13	2-3 5,81** 2-4 0,10	314,33±20,47	2-3 2,64* 2-4 0,40
	4. Ölçüm	276,2±46,74	3-4 8,10**	30,50±2,88	3-4 3,67*	371,83±48,09	3-4 2,59*
Kendi Vücut Ağırlığı Grubu (A) n=6	1. Ölçüm	146,50±22,91	1-2 4,72** 1-3 0,62	24,33±5,01	1-2 2,38 1-3 0,31	316,00±64,56	1-2 1,91 1-3 0,10
	2. Ölçüm	239,50±43,99	1-4 4,75**	29,50±1,64	1-4 2,18	364,67±52,29	1-4 1,36
	3. Ölçüm	157,33±38,10	2-3 5,87** 2-4 0,24	25,00±2,37	2-3 5,08** 2-4 0,39	320,50±70,20	2-3 1,26 2-4 0,61
	4. Ölçüm	231,67±37,54	3-4 3,09*	29,83±1,33	3-4 4,04**	360,67±27,15	3-4 1,96
Kum Torbası Grubu (C) n=7	1. Ölçüm	138,67±40,08	1-2 4,35** 1-3 0,42	25,33± 2,73	1-2 3,44* 1-3 0,15	319,00±41,19	1-2 1,44 1-3 0,16
	2. Ölçüm	246,67±34,54	1-4 3,36*	30,00 ±4,10	1-4 1,73	367,17±54,29	1-4 0,80
	3. Ölçüm	148,33±27,10	2-3 7,09** 2-4 3,47*	25,00± 4,56	2-3 2,14 2-4 0,57	316,67±40,90	2-3 1,98 2-4 0,83
	4. Ölçüm	192,17±24,34	3-4 5,19**	28,67± 3,67	3-4 2,75*	340,83±75,83	3-4 1,02
Kuvvet Yeleği Grubu (B) n=6	1. Ölçüm	154,43±25,83	1-2 6,01** 1-3 0,82	24,57± 3,36	1-2 4,11 ** 1-3 0,08	313,57± 35,56	1-2 1,91 1-3 0,23
	2. Ölçüm	247,14±24,75	1-4 3,95**	29,86± 2,67	1-4 2,03	362,43±47,29	1-4 1,92
	3. Ölçüm	145,71±33,75	2-3 5,30** 2-4 2,97*	24,71±2,43	2-3 3,26* 2-4 1,25	318,29±35,09	2-3 3,57* 2-4 0,78
	4. Ölçüm	203,00±37,68	3-4 3,12*	28,00±3,51	3-4 3,03*	343,14±21,58	3-4 1,28

P<0,05 * P<0,01 **

Tukey HSD testine göre sadece CK değerlerinde farklılık vardır. Bunlar;

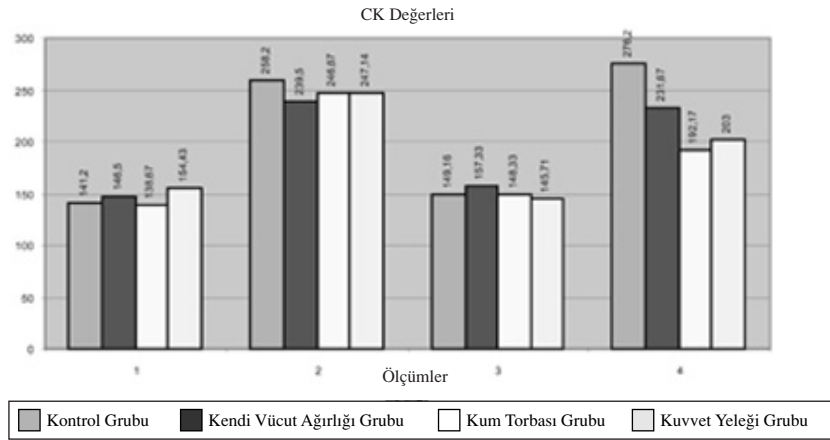
D grubu - B grubu *

D grubu - C grubu**

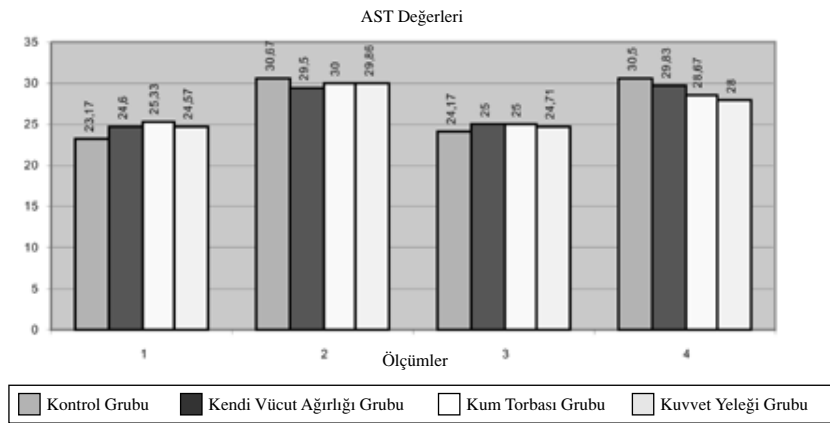
A grubu - D grubu*

Grupların CK değerlerine bakıldığında 4 grupta da egzersiz sonrası değerlerin (2.4. ölçümler) egzersiz öncesi değerlerden (1.-2. ölçümler) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. AST değerlerinde kontrol grubunun 1. ölçümleriyle 2. ölçümü arasında $p < 0,01$ düzeyinde tespit edilen fark diğer gruplarda $p < 0,05$ düzeyindedir. Egzersiz öncesine oranla egzersiz sonrası CK ve AST değerlerindeki artış kas hasarını göstermektedir. LDH değerlerinde ölçümler arasında farkın bulunmasına karşın istatistiksel açıdan anlamlı değildir.

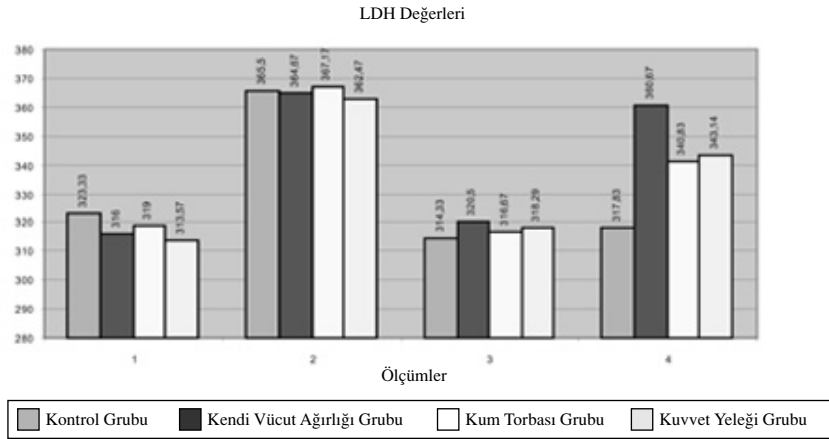
Grafik 1: Pliometrik Antrenmana Katılan Grupların CK Değerleri



Grafik 2: Pliometrik Antrenmana Katılan Grupların AST Değerleri



Grafik 3: Pliometrik Antrenmana Katılan Grupların LDH Değerleri



TARTIŞMA VE SONUÇ

Egzersiz farklı seviyelerde kas hasarı meydana getirdiği bilinmektedir. Özellikle iskelet kaslarındaki hasarın tespitine yönelik çalışmalar mevcuttur^(23,29,31,38). Plazma CK aktivitesi kas yaralanmalarında, akut miyokart enfarktüsü sonrasında ve proteinlerin enerji metabolizması olarak kullanıldığında artmaktadır⁽³⁴⁾. Bunların yanında egzersize bağlı kas hasarı olduğunda plazma ve serumda hücre içi enzim olan CK'nın aktivitesi artar^(22,35,34). Egzersizin sebep olduğu kas hasarında CK aktivitesi, cinsiyet, yaş, egzersizin tipi gibi değişkenlerden etkilenirken farklı ırklara mensup kişilerde farklı miktarda ortaya çıktığı bilinmektedir⁽⁹⁾. Farklı ırkların bu cevabı tam olarak açıklanamamış olmasına karşın bunun kas kitlesiyle yada fiziksel aktivite alışkanlık düzeyleri ile ilişkilerinin olmadığını bildiren çalışmalar mevcuttur^(30,36). Yapılan bir çalışmada bacak direnç egzersizinden sonra CK seviyesindeki yükselme 3-4. günlerde en yüksek seviyesine çıkmıştır⁽⁴²⁾. Clarkson ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, genç ve yaşlı bayanların bacak fleksörlerine ekzantrik kasılma uygulanmış ve CK seviyeleri tespit edilmiştir. Yaşlı bayanların CK seviyeleri 5. günde yüksekliğini korurken genç bayanların CK seviyeleri düşmüştür⁽¹⁴⁾. Diğer bir çalışmada maratoncularda serum CK miktarı koşu sonrasında öncesine oranla 21 kat daha yüksek bulunmuş ve koşudan 4 gün sonra normal seyrine dönmüştür⁽³³⁾. Egzersiz, seviyesinin CK ya etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 30 dakika, nabızın 150 atım/dakika da tutulduğu düşük seviyede egzersiz, basınç altında ellerle bir topu yoruluncaya kadar sıkıp bırakma şeklindeki orta seviyede egzersiz ve bir maraton yarışının tamamlatıldığı ağır egzersizler yaptırılarak CK seviyeleri karşılaştırılmış. Düşük ve orta seviyedeki egzersizin 24 saatte enzim seviyesinde değişiklik yapmadığı, ağır seviyedeki egzersizde ise yüksek seviyede enzim değişikliği tespit edildiği bildirilmektedir⁽¹⁵⁾.

Brown ve arkadaşları diz kasının ekzantrik kasılma, tekrar sayıları ve kas hasarına etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, tekrar sayısının arttıkça serum CK seviyesinin de arttığını tespit

etmişlerdir⁽⁹⁾. Yapılan başka bir çalışmada 9 denek 1 kolla 12 maksimal ekzantrik kasılma gerçekleştirmiş, diğer kolla 100 defa izokinetik kasılma gerçekleştirmişler. Ölçümler iki hafta arayla yapılmış, ekzantrik kasılma egzersizinde izometrik kasılma egzersizine oranla daha yüksek CK aktivitesi tespit edilmiştir⁽²⁷⁾. Başka bir çalışmada yokuş yukarı ve aşağı yürüyüş egzersizinin plazma CK ya etkisi koşu bandında 13 derecelik eğimle araştırılmış, tepe yukarı yürüyüş egzersizinde CK egzersizden 24 saat sonra en yüksek seviyesine gelirken (60-200 IU/L) tepe aşağı yürüyüşte 4-7. günlerde en yüksek seviyesine gelmiştir (700-1500 IU/L). Çalışmada ekzantrik kasılmanın konsantrik kasılmadan daha fazla kas hasarı meydana getirdiği sonucuna varılmıştır⁽²⁶⁾. Clarkson en yüksek kas hasarının konsantrik kasılmada, daha sonra izometrik kasılmada ve en az ekzantrik kasılmada meydana geldiğini bildirmektedir⁽¹⁴⁾. Nosaka ve Kurumata⁽²⁸⁾, yaş, boy ve vücut ağırlığı ortalamaları; 30 yıl, 171 cm, 70 kg olan yedi erkek denek üzerinde yapmış oldukları çalışmada; her yedi saniyede bir sıçramayı tamamlayacak şekilde 80 cm yüksekliğindeki kasadan, denekler tükenene kadar ortalama 114 adet sıçrama yapmışlar. Sıçrama öncesinde, sıçramanın hemen bitiminde, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120 saat sonrasında aldıkları kan örneklerinden serum CK seviyelerinin egzersizden sonra arttığını bildirmektedir⁽²⁸⁾.

Fu ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada; 12-14 yaş arası erkek ve bayanların 100 m serbest stil yüzme egzersizi öncesi ve sonrasında, alınan kan örneklerinde; CK, LDH ve AST (GOT) değerlerine bakılmış. Egzersiz öncesinde ve sonrasında CK ve LDH konsantrasyonunun da cinsiyet açısından anlamlı farklılığın olduğu, egzersiz sonrası AST ve kan glikoz konsantrasyonunun da yükseldiği, bunun anaerobik egzersiz stresinden kaynaklandığı ifade edilmiştir⁽²⁰⁾.

Ancak grupların aynı zamanlı ölçümleri karşılaştırıldığında kontrol grubunun antrenman öncesi ölçümleriyle diğer grupların antrenman öncesi ölçümleri arasında anlamlı farklılık yokken, 4. ölçümlerde elde edilen CK değerlerinin B grubunda ve C grubunda daha düşük bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında A grubu ile antrenmana katılan grupta CK değeri kontrol grubuna oranla egzersiz sonrasında daha az yükselmesine karşın gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Bu da ek ağırlıkla yapılan antrenmanların yapılan aynı tür egzersizlerde kasın hasarlanmasını azalttığını göstermektedir.

Yapılan çalışmalarda düzenli antrenmanın kas hasarına karşı koruyucu etkisi olduğu bildirilmektedir^(2,18). Bigard ve arkadaşlarının ratlar üzerine yaptıkları bir çalışmada 4 hafta süren antrenmanın kas hasarının tekrarlanmasını azalttığı ve egzersize bağlı kas hasarına karşı koruyucu etki yaptığı bildirilmektedir⁽²⁾. Yapılan başka bir çalışmada antrenmanların kas yapısında yaptığı morfolojik değişikliklerin ve kas performansının artması yoluyla kas hasarına karşı koruyucu etkisinin olduğu bildirilmektedir⁽¹⁸⁾.

Sonuç olarak yapılan çalışmada egzersizlerden sonra serumda CK, AST ve LDH enzimlerinin artması egzersizin kas hasarı meydana getirdiğini göstermektedir. Sekiz hafta süren antrenmanlar sonunda ek ağırlıkla antrene edilen grupların kendi vücut ağırlığıyla antrene edilen guruba göre egzersize adaptasyonunun daha iyi olduğu ve antrenmanların kas hasarına karşı koruyucu etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında ek ağırlıkla yapılan antrenmanların egzersize bağlı kas hasarına karşı koruyucu etkisinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Açıkada, C.(1991). "Kuvvetin Mekanik Temelleri", Antrenman Bilgisi Sempozyumu 24-25 Mayıs Ankara, Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Ve Teknolojisi Yüksekokulu, Yayın No:4, S.89-103.
2. Bigard Ax, Merino D, Lienhard F, Serrurier B, Guezennec Cy.(1997). "Muscle Damage Induced By Running Training During Recovery From Hindlimb Suspension: The Effect of Dantrolene Sodium". Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 76(5):421-7.
3. Black Hr, Qualich H., Gareleck Cb.(1983). "Racial Differences in Serum Creatin Kinase Levels". Ame J. Med. 81: 478-487.
4. Bosco, A.(1985). "Stretch-Shortening Cycle in Skeletal Muscle Function and Physiological Considerations On Explosive Power in Man". Athletics Studies 1:7-13.
6. Bobbert, M.F.(1987). "Huijing, P.A.;Van-Ingen-Schenau,G.S.;Drop Jumping.1. The Influence of Jumping Technique on the Biomechanics of Drop Jumping". Med. Sci. Sport. Exer. Aug; 19(4):332-338.
7. Bobbert, M.F. (1987). "Huijing, P.A.; Van-Ingen-Schenau, G.C.; Drop Jumping.2.The Influence of Dropping Height on the Biomechanics of Drop Jumping". Med. Sci. Sports. Exer. Aug; 19(4):339-346.
8. Brown, M. E., Mayhew, J. L., Boleach, M. A. (1986). "Effect of Plyometric Trainig on Vertical Jump Performance in High School Basketball Players". J.Sport. Med. Phys. Fitness; 26(1):1-4, March.
9. Brown S., Day S., Donnelly A. (1999). "Indirect Evidence of Human Skeletal Muscle Damage and Collogen Breakdown After Eccentric Muscle Action", J Sport Science., 17(5):397-402.
10. Champe Pc., Harvey Ra. (1997). Biyokimya, Nobel Tıp Kitabevleri, İkinci Baskı, sy. 233-239.
11. Chu, D.A., Chu, D. (1988). Jumping Into Plyometrics, Human Kinetics Pub; Dimension, Illinois, August.
12. Chu, D.A. (1992). Jumping Into Plyometrics, Leisure Press Company, Illinois,1-24.
13. Cicioğlu, İ., Gökdemir K., Erol,E. (1996). "Pliometrik Antrenmanların 14-15 Yaş Grubu Basketbolcuların Dikey Sıçrama Performansı ile Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametreleri Üzerine Etkisi". H.Ü. Spor Bilimleri Dergisi 7(1):11-23.
14. Clarkson Pm, Byrnes Wc, McCormick Km, Turcotte. Lp, White Js.(1986). "Muscle Soreness and Serum Creatine Kinase Activity Following Isometric, Eccentric, And Concentric Exercise". Int J. Sports Med.;7(3):152-51.
15. David S., J. Paul Aston, Nicolas S., Dallimore, Helen M.S., Williams and Neil Willis. (1983). "Effect of Exercise Plasma Pirüvate Kinase And Creatin Kinase Activity". Clinica Chemica Acta., 132:127-132.
16. Dolu, E. (1994). Yüksek Atlamanın Sıçrama Evresi ve Pliometrikler. ABTD, 13:5-12.
17. Duman C., Erden Bf.(2004). "Birinci Basamak Sağlık Hizmetlerine Yönelik Biyokimyasal Labaratuar Verilerinin Kısa Yorumu" Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 13(7).
18. Ebbeling Cb, Clarkson Pm.(1989). "Exercise-Induced Muscle Damage and Adaptation". Sports Med. Apr;7(4): 207-34.
19. Friden J., Sjostrom M., Ekblom B.(1983). "Myofibrillar Damage Falloving Intense Eccentric Exercise In Man". İnt. Sports Med. 4:170-176.
20. Fu, F.H, You Cy, Kong Zw. (2002). "Acute Changeslected Serum Enzyme and Metabolic Concentration İn 12 T0 14 Years Old". Perceptual And Motor Skills, 95:1171- 1178.
21. Gambetta, V. (1989). Pliometrics for Beginner-Basic Considerations. New Studies in Athletics, Roma, I.A.A.F. 1:61-66.
22. Gillu R.F., Formann S.P., Prineas R.J. (1984). "International Diagnostic Criteria for Acute Myocardial M infarction and Stroke". Am Heart J, 108:150-158.
23. Konig D., Schumacher Yo., Heinrich L., Schmid A, Berg A., Dickhuth Hh.(2003). "Myocardial Stres After Competitiv Exercise in Professionel Road Cyclist". Med Sci Sports Exercise, 35(10):1678-1683.

24. Lott J.A., Stang J.M. (1980). "Serum Enzymes and Isoenzymes in the Diagnosis and Differential Diagnosis of Myocardial Ischemia and Necrosis". Clin. Chem. 26:1241-1250.
25. Murray R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwel V.W. (1998). Harper'in Biyokimyası, 24.Baskı, Barış Kitabevi, sy. 24-68 İstanbul.
26. Newham Dj, Jones Da, Edwards Rh. (1986). "Plasma Creatine Kinase Changes After Eccentric and Concentric Contractions". Muscle Nerve. 9(1):59-63.
27. Nosaka K, Clarkson Pm. (1997) "Influence of Previous Concentric Exercise on Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage". J Sports Sci.; 15(5): 477-83.
28. Nosaka, K.; Kuramata, T. (1991). "Muscle Soreness and Serum Enzyme Activity Following Consecutive Drop Jumps". J. Sports. Sci:Summer., 9(2):213-220.
29. Ohba H., Takada H., Musha H., Nagashima J, Mori N, Awaya T, Omiya K., Murayama M. (2001). "Effect of Prolonged Strenuous Exercise on Plasma Levels of Atrial Natriuretic Peptide and Brain Natriuretic Peptide in Healthy Men". Am. Heart J. 142(5):751-758.
30. Olerud Je., Homer Ld., Carrol Hw. (1976). "Incidence of Acute Exertional Rhabdomyolysis". Arch int Med 136:692-697.
31. Rifai N., Douglas Ps., Oteole M., Rimm E., Ginsburg Gs. (1999). "Cardiac Troponin T And I, Electrocardiographic Wall Motion Analys, and Ejection Fraction in Athlets Participation in the Hawai Ironmen Triathlon". Am J Cardiol. 83:1085-89.
32. Roth S.M., Martel Gf., Ivey Fm., Lemmer Jt., Metter Ej., Hurley Bf., Rogers Ma. (2000). "High-Volume, Heavy-Resistance Strength Training and Muscle Damage in Young And Older Women". J Appl. Physiol. 88(3):1112-18.
33. Schneider C.M., Dennehy C.A., Rodearmel S.J., Hayward J.R.(1995). "Effects of Physical Activity on Creatine Phosphokinase and the Isoenzyme Creatine Kinase-Mb". Ann Emerg Med; 25:520-524.
34. Schwane J.A., Buckley Rt., Dipaolo Dp., Atkinson Mal., Shepherd Jr.(2000). "Plasma Creatine Kinase Responses of 18- To 30-Yr-Old African-American Men to Eccentric Exercise", Med. Sci. Sports Exerc. 23 (2):370-378.
35. Schwane J.A., Johnson S.R., Vandenakker C.B, Armstrong R.B. (1983). "Delayed-Onset Muscular Soreness and Plasma Crp and Ldh Activities After Downhill Running". Med. Sci. Sports. Exerc., 15:51-56.
36. Serwood Ra., Lambert A., Newham Dj., Wasif Ws., Peters Tj. (1996). "The Effect of Eccentric Exercise on Serum Creatin Kinase Activity In Different Ethnic Groups". Ahh Clin Biochem; 33:324-329.
37. Sevim, Y. (1992). Antrenman Bilgisi Ders Notları, Gazi Büro Kitabevi, 1. Baskı, sy.22-147, Ankara.
38. Shave Re., Dawson E, Whyte Pg, George K., Ball D., Gaze Cd., Collinson P.(2003). "Cardiac Troponin T in Female Athletes During Two-Day Mountain Marathon", Scott Med J., 48: 41-42.
39. Shave Re., Dawson E, Whyte G, George K., Ball D., Collinson P.Gaze Cd.(2002). "The Cardiospecificity of the Third-Generation Cint Assay After Exercise-Induced Muscle Damage". Med Sci Sports Exercise 34(4): 651-654.
40. Simith Ll., Miles Mp.(2000). "Exercise Induce Muscle Injury and Inflammation," Exercise and Sport Science (William E., Garrett Jr., Ed.) pp.163-173, USA.
- 41.Strong. G.H.(1987). "Pliometric Training Progression". Trak And Field Quarterly Review, 87:51-53.
42. Vincent Hk., Vincent Kr.(1997)."The Effect of Training Status on the Serum Creatine Kinase Response, Soreness and Muscle Fonction Following Resistance Exercise". J. Sports Med. 18:431-437.
43. <http://www.mc.metu.edu.tr/testler/k-laktat.html> 14.04.2006