

KUVVET ANTRENMANI SONRASI OLUŞAN KAS AĞRISININ KAS HASARIYLA İLİŞKİSİ

Serkan HAZAR *

Emre EROL **

Kadir GÖKDEMİR **

ÖZET

Kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının kas hasarıyla ilişkisinin araştırılması amacıyla yapılan çalışmaya (yaş ortalaması 28,636±2,730 yıl, boy ortalaması 179,090±7,660 cm, ağırlık ortalamaları 78,272±5,386 kg, vücut kitle indeksleri 24,442±1,671 kg/m²) 11 sedanter erkek katılmıştır. Deneklerin maksimal kuvvetleri baz alınarak alt ve üst ekstremitelere yönelik aletlerle piramidal metoda göre antrenman programı hazırlanmıştır. Antrenman programı uygulanmadan önce, uygulandıktan hemen sonra, 6 saat sonra, 24 saat sonra, 48 ve 72 saat sonra kan örnekleri alınarak kreatin kinaz (CK) değerleri tespit edilmiştir. Deneklerin antrene edilen kaslarına ilişkin ağrı değerleri Likert ağrı skalası ile tespit edilmiştir. Plazmada CK antrenmandan sonra artmaya başlayarak antrenmandan 24 saat sonra pik yaptığı 48. saatte düşmeye başladığı ve 72. saatte antrenmandan hemen sonraki seviyeye yaklaştığı tespit edilmiştir. Bu da kuvvet antrenmanından sonra sedanterlerde bir kas hasarının oluştuğunu göstermektedir. Ağrı değerlerinin CK değerlerine benzer olarak antrenmandan sonra yükselmeye başladığı, 24. saatte pik yaptığı, 48. saatte düşmeye başladığı ve 72. saatte oldukça düştüğü tespit edilmiştir.

Sonuç olarak maksimal kuvvet antrenmanının önemli düzeyde kas hasarı meydana getirdiği tespit edilmiştir. Kuvvet antrenmanı sonrası kas ağrılarında anlamlı ölçüde artış olduğu ve bu artışın kas hasarı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Kas hasarı kuvvet antrenmanlarından sonra oluşan ağrıyı açıklamada önemli bir faktördür.

Anahtar kelimeler: Kas Hasarı, CK, Kas Ağrısı, Antrenman

Geliş tarihi: 28.05.2006; Yayına kabul tarihi: 23.03.2007

* Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, NİĞDE

** Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Yüksek Okulu, ANKARA

RELATIONSHIP BETWEEN THE MUSCLE DAMAGE AND DELAY ONSET MUSCLE SORENESS AFTER STRENGTH TRAINING

ABSTRACT

The aim of this study is to find out the relationship between the muscle damage and muscle soreness after strength training. 11 sedantary males (age: $28,636 \pm 2,730$ years, height: $179,090 \pm 7,660$ cm, weight: $78,272 \pm 5,386$ kg, BMI: $24,442 \pm 1,671$ kg/m²) participated in this study. A training program which was based on the subjects' maximal strength was prepared using pyramidal method with the equipments for the inferior and posterior extremities. Blood samples were taken before the training program, immediately after, 6, 24, 48 and 72 hours after the training. CK levels were evaluated from the blood samples taken. Subjects' soreness values of the muscles trained were determined using the Likert scale. It was found out that CK started to increase immediately after the training and reached its highest level 24 hours after the training, started to decrease after 48 hours and approached the level of immediately after training. This indicated that a muscle soreness occurs in sedanteries after strength training. Just like CK levels, soreness levels also increased immediately after the training and reached its highest level 24 hours after the training, started to decrease after 48 hours and after 72 hours decreased significantly.

As a result, it was found out that maximal strength training caused significant muscle damage. Muscle soreness increased significantly after strength training and this increase was related to muscle damage. Muscle damage is an important factor to explain the soreness occurs after strength training.

Key Words: Muscle Damage, CK, Muscle Soreness, Strength Training

GİRİŞ VE AMAÇ

Sportif performansa ulaşabilmek için belirli bir sistem içerisinde, performans bileşenlerini geliştirmeye yönelik çalışmalar antrenmanı oluşturur. Bilinen tanımıyla antrenman, yüklenmeler sonucu organizmada bir değişikliğin meydana gelmesi ve sonuçta verim artışına neden olmasıdır. Antrenmanın önemli bileşenlerinden biride kuvettir. Kuvvet terimi temelde aynı olmakla beraber farklı alanlarda çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. İskelet kası kendilerine gelen sinir uyarıları ve bu uyarıların sebep olduğu birtakım biyokimyasal olay sonucu bağlı bulunduğu eklem veya eklem gurubunu hareket ettirir ya da sabit bir şekilde durmasını sağlar⁽¹²⁾.

Egzersiz sonrasında başlayan kas ağrısı yapılan egzersizi takiben iskelet kaslarındaki travma şartlarında geçici olarak oluşan ağrıdır. Alışık olunmayan egzersizin sebep olduğu zedelenme gecikmiş kas ağrısına tekamül eden kas ağrısı sansasyonu ile ilişkilidir. Geç dönemde başlayan kas ağrısı (DOMS) kasta duyarlılık artışı ve beraberinde sertleşmeyi de içeren ağrıdır^(5,22). Çoğu sporcunun sezon arası fiziksel antrenmandan uzak olması sezon başındaki antrenmanların başlangıcında egzersizin eksantrik fazına alışkanlıklarını yitirmiş olmaları sebebinden dolayı ortaya çıkmaktadır⁽⁶⁾. Bu sebepten sporcuların müsabaka döneminden önce en az 2 ay hazırlık periyodu geçirmeleri gerektiği ileri sürülmektedir⁽⁶⁾. İnsan deneklerin kullanıldığı geniş katımlı ve iyi kontrol edilmiş çalışmalar kuvvet ile kas hasarı ve kas ağrısının ilişkili olduğunu göstermektedir⁽²¹⁾.

Özellikle yokuş aşağı yürüme ve izokinetik eksantrik kas kasılmalarında daha yüksek oranda kas ağrısı ortaya çıkmaktadır. Kas hasarı belirleyicisi olan kreatin kinazın (CK) kas hasarı esnasında plazmadaki oranı artar. CK'nın plazmadaki seviyesinin artması kas doku hasarının göstergesidir^(7,11,18,19,24). MR ve elektromiyogram kullanılarak egzersizin kaslar üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada egzersiz sonrası kaslarda geniş yaralanmalar olduğu ve egzersizin dinlenme fazında kasın elektrik aktivitesinin anlamlı şekilde azaldığı bildirilmektedir⁽²⁰⁾.

Egzersizle kaslarda hücresel düzeyde bir hasar meydana gelmektedir. Bu hasar literatürde mikro travma, mikro yaralanma ve kas hasarı terimleriyle ifade edilmektedir⁽²¹⁾. 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. Kas hasarının tespitinde temelde iki metot kullanılır. Birincisi görüntüleme teknikleridir⁽¹⁰⁾. İkincisi ise kasa özel enzim aktivitelerinin 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⁽⁶⁾. Bu, insanlarda spesifik kas hasarı göstergesi olan serum CK ve LDH düzeylerinde artış şeklinde gözlenir⁽¹⁴⁾. Farklı türdeki egzersizlerin farklı boyutlarda ağrı meydana getirdiği gibi kas hasarına etkisi de farklıdır. Bunun yanında eksantrik kasılma diğer kasılma türlerine göre daha fazla kas hasarı meydana getirmektedir⁽⁴⁾. Alışık olunmayan eksantrik kasılmanın yol açtığı hasar myofibrillere özgü yapının bozulmasına sebep olur. Özellikle Z bandındaki kopmalara myofibril iskeletindeki kırılmalar eşlik eder⁽¹⁰⁾.

Oluşan ağrının muhtemel nedeni kas hasarının da katkısıyla kas içinde oluşan ödem ve bu ödemin oluşturduğu baskı olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur⁽⁹⁾. Bu noktadan yola çıkarak yapılan çalışmada kuvvet antrenmanlarının sedanter bireylerde iskelet kasında meydana getirdiği hasar tespit edilerek kas hasarı ve kas ağrısı ilişkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Denekler

Yapılan çalışmaya yaş ortalaması 28,636±2,730 yıl, boy ortalaması 179,090±7,660 cm, ağırlık ortalamaları 78,272±5,386 kg, vücut kitle indeksleri 24,442±1,671 kg/m² olan 11 kişi alınmıştır. Yapılan çalışmadan önce deneklere çalışmayla ilgili ayrıntılı bilgi verilerek deneklere Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi okunmuştur. Deneklere gönüllü olduklarına ilişkin belge imzalatılmıştır.

Uygulanan antrenman programı

Bütün deneklerin araştırmadan bir hafta önce uygulanan antrenmanda yer alan aletlerde maksimal kuvvetleri tespit edilmiştir. Daha sonra bu maksimal kuvvetleri baz alınarak antrenman programları hazırlanmıştır. Antrenman piramidal metoda göre hazırlanmıştır. Maksimal kuvvet

antrenmanı maksimal kuvvetin %80-95 arasında, sırasıyla %80-8 tekrar, %85-6 tekrar, %90-4 tekrar ve %95-2 tekrar olacak şekilde hazırlanmıştır. Deneklere setler arasında yüklenme sürelerinin iki katı kadar, istasyonlar arasında ise 3-5 dakika dinlenme verilmiştir. Uygulanan antrenman dört farklı alet kullanılarak yapılmıştır. Bu aletler seçilirken alt ve üst ekstremitelerdeki kas guruplarına hem ekstensiyon hem fleksiyon yaptıracak özellikte olmaları dikkate alınmıştır. Üst ekstremitelere yönelik kelebek (butterfly), çekiş (arm pull) alt ekstremitelere yönelik suquat ve bacak fleksiyonu yaptırılmıştır.

Testler

Deneklerden egzersiz öncesinde, egzersizden hemen sonra, 6 saat, 24 saat, 48 saat ve 72 saat sonra venöz kan örnekleri alınmıştır. Santrifüjlenen kanlardan elde edilen serumlar Hitachi 912 marka biyokimya cihazında Roche Diagnostik kitiyle CK kütle oranları tespit edilmiştir. Deneklerin kas ağrılarını tespit etmek için Likert ağrı skalası kullanılmıştır. Deneklerin antrene edilen kas gurupları elle yoklanarak hissettikleri ağrıyı, 0 hiç ağrı yok ve 10 düşünebilecekleri en şiddetli ağrı olacak şekilde numaralandırmaları istenmiştir. Kas guruplarına ait ağrı ortalamaları kişiye ait ağrı değeri olarak kayıt edilmiştir.

İstatistiksel analiz

Yapılan çalışmadan elde edilen veriler SPSS 10.0 paket programında kişisel bilgisayarda analiz edilmiştir. Verilerin karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Farkların hangi ölçüm zamanlarından kaynaklandığını tespit için Post Hoc çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey HSD yöntemi kullanılmıştır. Ağrı ve kas hasarı arasındaki ilişkinin kuvvetini ve yönünü belirlemek için ise regrasyon ve korelasyon testleri uygulanmıştır.

BULGULAR

Tablo 1: Deneklerin Özellikleri

Değişkenler	X	SD
YAŞ (yıl)	28,636	2,730
BOY (cm)	179,09	7,660
KİLO (kg)	78,272	5,386
BMI (kg/m ²)	24,442	1,671

Yapılan çalışmaya katılan deneklerin yaşları (Aritmetik ortalama \pm standart sapma) 28,636 \pm 2,730 yıl, boyları 179 \pm 7,660 cm, ağırlıkları 78,272 \pm 1,671 kg, vücut kitle indeksleri 24,442 \pm 1,671 kg/m² dir.

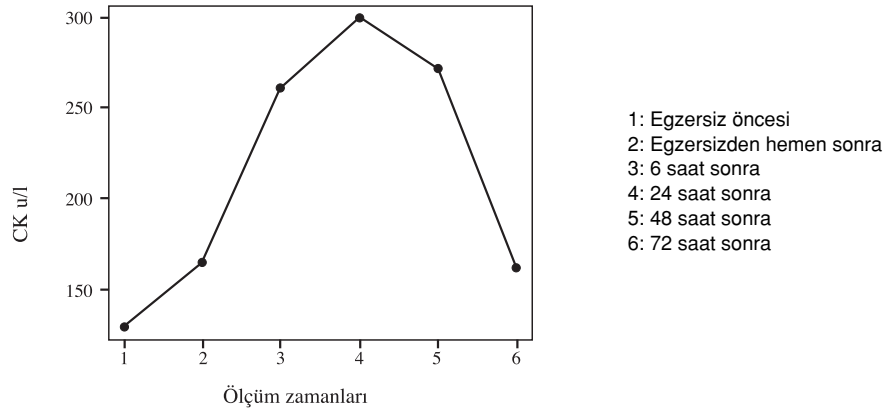
Tablo 2: Deneklerin CK ve Ağrı değerleri

Değişkenler	n	CK DEĞERLERİ U/LA O±SD	AĞRI DEĞERLERİ Birim AO±SD
Egzersiz Öncesi	11	125,27±34,18	
Egzersiz Sonrası	11	160,91±42,98	1,18±0,40
6 saat sonra	11	260,45±72,07	3,18±0,87
24 saat sonra	11	299,55±88,70	5,64±0,81
48 saat sonra	11	272,55±152,72	4,55±1,13
72 saat sonra	11	164,88±57,37	2,63±0,92

Tablo 3: Deneklerin CK Değerlerinin Karşılaştırılması (ortalamalar arasındaki fark ve anlamlılık düzeyleri)

Değişkenler	Egzersiz Öncesi	Egzersiz Sonrası	6 saat sonra	24 saat sonra	48 saat sonra	72 saat sonra
Egzersiz Öncesi		35,73	131,27**	170,36**	143,36**	33,09
Egzersiz Sonrası	-35,73		95,55*	134,64**	107,64*	-2,64
6 saat sonra	-131,27**	-95,55*		39,09	12,09	-98,18*
24 saat sonra	-170,36**	-134,64**	-39,09		-27,00	-137,27**
48 saat sonra	-143,36**	-107,64*	-12,09	27,00		-110,27*
72 saat sonra	-33,09	2,64	98,18*	137,27**	110,27*	

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



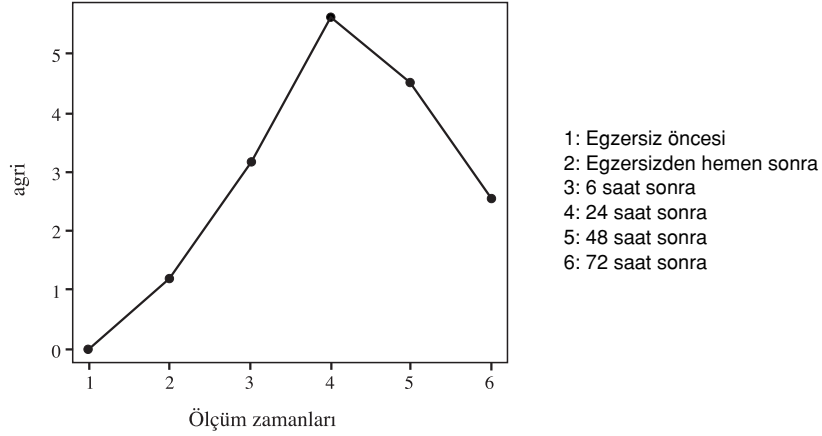
Grafik 1: Deneklerin CK Değerlerinin Zamanlara Göre Değişimi

Deneklerin CK değerlerine bakıldığında egzersiz öncesi değerlerin egzersizden 6, 24 ve 48. saatlerden sonra ölçülen değerlerden anlamlı şekilde ($P<0,01$) düşük olduğu, egzersizden hemen sonra ve 72 saat sonra alınan ölçümle olan farkın ise istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Egzersizden hemen sonraki değere bakıldığında egzersizden 6, 24, ve 48 saat sonraki değerlerden anlamlı şekilde düşük ($P<0,01$) olduğu, egzersiz öncesi ve egzersizden 72 saat sonraki değerlerle arasındaki farkın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Egzersizden 6 saat sonra alınan ölçümlere bakıldığında egzersiz öncesi, egzersizden hemen sonra ve 72. saatte alınan ölçümlerden anlamlı şekilde farklı olduğu, 24. ve 48. saatlerde ki değerlerle arasındaki farkın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Egzersizden 24 saat sonraki değerlere bakıldığında egzersiz öncesi, egzersiz sonrası ve 72. saatte alınan ölçümlerden anlamlı şekilde farklı olduğu, 6 ve 48. saatlerde alınan ölçümler arasındaki farkın ise anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Egzersizden 48 saat sonra tespit edilen değerler; egzersiz öncesi, egzersiz sonrası ve egzersizden 72 saat sonra alınan ölçümlerden anlamlı şekilde farklı olduğu tespit edilmiştir. 6. ve 24. saatlerde alınan ölçümlerle arasındaki farkın ise anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Egzersizden 72 saat sonra alınan ölçümlere bakıldığında ise 6. 24 ve 48. saatlerde alınan ölçümlerle anlamlı şekilde farklı olduğu, egzersiz öncesi ve egzersizden hemen sonraki değerlerle arasındaki farkın ise anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 4: Deneklerin Ağrı Değerleri (ortalamalar arasındaki fark ve anlamlılık düzeyleri)

Değişkenler	Egzersiz Sonrası	6 saat sonra	24 saat sonra	48 saat sonra	72 saat sonra
Egzersiz Sonrası		2,00**	4,45**	3,36**	1,36**
6 saat sonra	2,00**		2,45**	-1,36**	-,64
24 saat sonra	-4,45**	-2,45**		1,09	-3,09**
48 saat sonra	-3,36**	-1,36**	1,09*		-2,00**
72 saat sonra	-1,36**	,64	3,09*	2,00	

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



Grafik 2: Deneklerin Zamanlara Göre Ağrı Değerleri

Deneklerin ağrı değerlerine bakıldığında, egzersiz sonrası değerlerin 6, 24, 48 ve 72. saatte tespit edilen değerlerden anlamlı şekilde düşük olduğu tespit edilmiştir ($P<0,01$). Egzersizden 6 saat sonra alınan değerlerin egzersizden hemen sonraki değerden yüksek ($P<0,01$) 24. ve 48. saatteki değerlerden anlamlı biçimde düşük ($P<0,01$) olduğu tespit edilmiştir. 72. saatteki değerlerden yüksek olmasına karşın aradaki fark anlamlı değildir. 24. saatteki değerlere bakıldığında egzersizden hemen sonraki, 6. ve 72. saatlerdeki değerlerden anlamlı şekilde yüksek olduğu ($P<0,01$) 48. saatteki değerden yüksek olmasına karşın aradaki farkın anlamsız olduğu tespit edilmiştir. 48. saatte tespit edilen ağrı değerlerine bakıldığında egzersizden hemen sonraki, 6 ve 72. saatlerdeki değerlerden anlamlı şekilde yüksek olduğu ($P<0,01$) tespit edilirken 24. saatteki değerle arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir. 72. saatte tespit edilen değerler ise egzersizden hemen sonraki değerlerden anlamlı şekilde yüksek iken ($P<0,01$) 24. saatteki değerden düşüktür. ($P<0,05$) 6. ve 48. saatlerdeki değerlerle arasındaki fark ise anlamlı değildir ($P>0,05$).

Yapılan regresyon analizinde oluşan ağrıyı açıklamada CK'nın belirleyici olduğu tespit edilmiştir. ($r^2=0,335$). Oluşan ağrının % 33,5'ini CK açıklamaktadır. CK'nın ağrı değerlerinin değişimi üzerine etkisi anlamlıdır. ($F= 32,262$, $P<0,01$) CK değerleri ile ağrı değerleri arasındaki korelasyona bakıldığında CK ile Kas ağrısı arasında doğrusal ve güçlü bir ilişki olduğu ($r=0,579$) tespit edilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Kuvvet çalışmalarının sedanter bireylerde iskelet kasında meydana getirdiği hasar ve bu hasarın kas ağrısı ile ilişkisinin araştırıldığı çalışmada kas hasarı markırı olan CK değerlerine bakıldığında CK'nın egzersizden sonra artmaya başladığı görülmektedir. Egzersizden 24 saat sonra pik yaptığı 48. saatte düşmeye başladığı ve 72. saatte egzersizden hemen sonraki seviyeye yaklaştığı tespit edilmiştir. Bu da kuvvet antrenmanından sonra sedanterlerde bir kas hasarının oluştuğunu göstermektedir. Ağrı değerlerine bakıldığında CK değerlerine benzer olarak egzersizden sonra yükselmeye başladığı, 24. saatte pik yaptığı, 48. saatte düşmeye başladığı ve 72. saatte oldukça düştüğü tespit edilmiştir. Ağrı değerleriyle CK değerleri benzer değişim eğrisine sahiptir. Yapılan regresyon analizinde oluşan ağrıyı açıklamada CK'nın belirleyici olduğu tespit edilmiştir. ($r^2=0,335$) Oluşan ağrının % 33,5'ini CK açıklamaktadır. CK'nın ağrı değerlerinin değişimi üzerine etkisi anlamlıdır. ($F= 32,262, P<0,01$) Ağrı ile CK arasındaki korelasyona bakıldığında ilişkinin doğrusal yönde ve anlamlı olduğu görülmektedir ($r= 0,579$). Bu da CK arttıkça ağrının arttığı ya da azaldıkça azaldığını göstermektedir.

Yapılan çalışmalar kas hasarı ve kas ağrısının ilişkili olduğunu göstermektedir⁽¹¹⁾. Özellikle yokuş aşağı yürüme ile izokinetik eksantrik kas kasılmalarında daha yüksek oranda kas ağrısı ortaya çıkmaktadır. Kreatin kinazın kas hasarı esnasında plazmadaki oranının arttığını bildiren çalışmalar mevcuttur^(7,11,18,19,24). Yapılan çalışmalarda egzersizin kaslar üzerine etkisi MR ve elektromiyogram ile araştırılmış, egzersiz sonrası kaslarda geniş yaralanmalar olduğu ve egzersizin dinlenme fazında elektrik aktivitesini anlamlı şekilde azalttığı bildirilmektedir⁽²⁰⁾.

Antropometrik özellikler ve antrenman şiddeti kas ağrısının oluşmasında önemli etkenlerdir. Bununla birlikte vücut kitle indeksiyle egzersiz sonrası oluşan kas ağrısı arasında yüksek ilişki olduğu bildirilmektedir⁽³⁾. Yapılan çalışmalarda farklı egzersiz türlerinin farklı düzeyde kas ağrısı meydana getirdiği ileri sürülmektedir⁽²³⁾. Oluşan ağrının muhtemel nedeni kas içinde oluşan ödem ve bu ödemin oluşturduğu baskı olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur⁽⁹⁾. Eksantrik egzersizden sonra kasta biriken ödemin kas yaralanması ya da enfeksiyondan kaynaklanan ödemden farklı olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur. Egzersizden sonra gecikmiş kas ağrı mekanizmaları açıklamakta; kasta biriken laktik asit, kas spazmı, bağ doku hasarı, kas hasarı, iltihaplanma ve enzim artıkları teorileri ileri sürülmektedir⁽⁶⁾. Lokal kas iskemisi kas zedelenmesine sebep olmaktadır^(1,22). Bu mekanizma tam olarak araştırılmamıştır. Eğer bölgesel iskemi egzersiz esnasında oluyorsa bu çeşitli faktörlerle ilişkilendirilebilir. Daha büyük motor ünite aktivasyonundan dolayı daha çok metabolik gereksinim duyulan egzersizin konsantrik fazı bu faktörlerden biridir. Bunun yanında bir diğer faktör ise yüksek yoğunluktaki ve volümdeki egzersizlerle kan plazma volümünün azalması da iskemiye sebep olabilirken ağırlık ve halter gibi yüksek direnç egzersizleri kısa süreli hipoksiya koşulu oluşturarak iskemiye sebep olabilmektedir⁽¹⁾. Dokudaki enerji kaynaklarının oksijenle yanmasıyla doku zedelenmesi arasında ilişkinin olduğunu bildiren çalışmalarda mevcuttur. Hayvan çalışmalarında fosforilasyon gibi enerji üretimiyle ilişkili reaksiyonların engellenmesiyle egzersiz iskemisini karakterize eden durum ortaya çıkarılmıştır⁽¹⁷⁾. Egzersizden sonra meydana

gelen kas ağrısının yapısal ve biyokimyasal değişikliklerle birlikte kasta meydana gelen akut rahatsızlıklarla ilişkisi saptanmıştır. Egzersize alışıldıkça, egzersiz sonrası oluşan kas ağrısı da azalmaktadır. Başka bir deyişle düzenli egzersiz, egzersiz sonrası oluşan kas ağrısının miktarını azaltmaktadır⁽⁸⁾. Kas ağrısı egzersizden sonraki 24-48 saat içerisinde oluşur, 24-72. saatler arasında pik yaparak ve 5-7. günde azalarak kaybolur. 6-10 hafta kadar süren eksantrik egzersize adaptasyonu bazı mekanizmalarla açıklamak mümkündür. Genellikle egzersizden 72 saat sonra kas yaralanmalarında iyileşmeler başlar. Bu iyileşme esnasında desmin ve titin gibi koruyucu özelliklere sahip proteinlerin artması egzersiz sonrası meydana gelen kas ağrısını azaltmada etkin mekanizmalardan biridir⁽¹³⁾. Sarkoplazmik retikulumdaki ve sarkolemmadaki tamir kalsiyum merkezli hasarın azalmasına ve egzersizden sonra kas içi proteinlerin artması vasıtasıyla kas hasarına karşı direnci artırılmasına yardımcı olmaktadır⁽⁸⁾.

Oluşan ağrının muhtemel nedeni kas içinde oluşan ödem ve bu ödemin oluşturduğu baskı olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur⁽⁹⁾. Eksantrik egzersizden sonra kasta biriken ödemin kas yaralanması yada enfeksiyondan kaynaklanan ödemden farklı olduğunu bildiren çalışmalarda vardır⁽¹⁵⁾. Başka bir çalışmada egzersizden sonra gecikmiş kas ağrı mekanizmaları açıklamakta; kasta biriken laktik asit, kas spazmı, bağ doku hasarı, kas hasarı, iltihaplanma ve enzim artıkları teorileri ileri sürülmektedir⁽⁶⁾.

Egzersizden sonra oluşan ağrıda rol oynayan faktörlerden biride yüksek yoğunluktaki ve şiddetteki egzersizlerle kan plazma volümünün azalması dolayısıyla iskemiye sebep olmasıdır. Ağırılık ve halter gibi yüksek direnç egzersizleri kısa süreli hipoksiya koşulu oluşturarak iskemiye sebep olabilmektedir⁽¹⁾.

Düzenli egzersizin, egzersiz sonrası oluşan kas ağrısının miktarını azalttığını bildiren çalışmalar mevcuttur⁽⁸⁾. Yapılan bir çalışmada genellikle egzersizden 72 saat sonra kas yaralanmalarında iyileşmelerin başladığı ve bu iyileşme esnasında desmin ve titin gibi koruyucu özelliklere sahip proteinlerin artması egzersiz sonrası meydana gelen kas ağrısını azaltmada etkin mekanizmalardan biri olduğu, Sarkoplazmik retikulumdaki ve sarkolemmadaki tamirin kalsiyum merkezli hasarın azalmasına, egzersizden sonra kas içi proteinlerin artmasının vasıtasıyla kas hasarına karşı direncinde artmasına yol açtığı bildirilmektedir⁽⁸⁾.

Maksimal kuvvet antrenmanının kas hasarına ve kas ağrısına etkisinin ve ağrı ile hasarın ilişkisinin araştırıldığı çalışmada sonuç olarak maksimal kuvvet antrenmanının önemli düzeyde kas hasarı meydana getirdiği tespit edilmiştir. Kuvvet antrenmanı sonrası kas ağrılarında anlamlı ölçüde artış olduğu ve bu artışın kas hasarı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Kas hasarı kuvvet antrenmanlarından sonra oluşan ağrıyı açıklamada önemli bir faktördür.

KAYNAKLAR

1. APPELL HJ., SOARES JMC., DAURTE JAR., Exercise, Muscle Damage and Fatigue, Sports Med. 13; 108-115, 1992.
2. ARMSTRONG RB., WALREN GL., WALREN JA., Mechanismes of Exercise İnduced Muscle Fiber Injury, Sports Med. 12; 184-207, 1991.
3. BERNARDI M., CASTELLANO V., FERRARA MS., SBRICCOLI P., SERA F., MARCHETTI M., Muscle Pain İn Athletes With Locomotor Disability, Med. Sci. Sports Science, 35 (2): 199-206, 2003.
4. BROWN S., DAY S., DONNELLY A., İndirect Evidence of Human Skeletal Muscle Damage and Collogen Breakdown After Eccentric Muscle Action, J Sport Science., 17(5): 397-402., 1999.
5. CAMUS G., DEBY-DUPOND G., DUCHATEAU J., DEBY C., PINEMAILO J., MANY N., Are Smilar İnflammatory Factors Involved İn Strenious Exercise And Spesis? Intensive Care Med, 20; 602-610 1994
6. CHEUNG K., HUME P., MAXWELL L., Delayed Onset Muscle Soroness: Treatment Strateges and Performans Faktors., Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol 134(2): 199-206, 2003
7. CLARKSON PM., BYRNES WC, MCCORMICK KM, TURCOTTE LP., WHITE JS., Muscle Soreness And Serum Creatine Kinase Activity Following İsometric, Eccentric, And Concentric Exercise. Int J. Sports Med.;7(3): p. 152-51. 1986.
8. CLEARY M.A., KIMURA İF., SITLER M.R., KENDRICK ZV., Temporal Pattern of Tehe Repeated Bout Effect Eccentric Exercise on Delayed-Onset Muscul Soroness J. Ath. Train, 37 (1) 32-36, 2002
9. FRIDEN A., Morphological Study of delayed muscle soroness., Experientia; 37; 506-507, 1981
10. FRIDEN J., SJOSTROM M., EKBLÖM B., Myofibrillar Damage Falloving İntense Eccentric Exercise in Man., Int. Sports Med. 4, p. 170-176, 1983.
11. GILLUM R.F., FORMANN S.P., PRINEAS R.J., International Diagnostic Criteria For Acute Myocardial İnfarction And Stroke. Am Heart J, 108, pp. 150–158,1984.
12. GÜNAY M., YÜCE A., Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri., Baron Ofset, 2. Baskı, 45-64, 2001
13. HSIEN SS., FRYKMAN PN., MOUGHAN RJ., DOMS Repated Bouts of Downhill Running., J. Appl. Physiol., 59; 710-715, 1985.
14. LOTT J.A., STANG J.M; Serum Enzymes and Isoenzymes in The Diagnosis And Differential Diagnosis Of Myocardial İschemia and Necrosis. Clin. Chem., 26: p. 1241-1250, 1980.
15. MCHUGH MP, CONNOLY DA, ESTON RG, GLEIM GW, Electromyographic Analysis Of Exercise Resulting İn Symtoms Of Muscle Damage, J. Sports Sci., 18 (3), 163-172, 2000
16. ROTH S.M., MARTEL GF., İVEY FM., LEMMER JT., METTER EJ., HURLEY BF., ROGERS MA., High-Volume, Heavy-Resistance Strength Training And Muscle Damage in Young And Older Women. J Appl. Physiol.; 88 (3): 1112-1118, 2000.
17. SABIDO F., MILAZZO VJ, HOTSON RW., DURAN WN., Skeletal Muscle İschemia-Reperfusion Injury: a Rview of Endothelial Cell Leukocyet İnteractions., J. Invest Surg., 7, p. 39-47, 1994.
18. SCHWANE J.A., JOHNSON S.R., VANDENAKKER C.B, ARMSTRONG R.B; Delayed-Onset Muscular Soreness And Plasma CRP And LDH Activities After Downhill Running. Med. Sci. Sports. Exerc., 15, 51-56, 1983
19. SCHWANE J.A., BUCKLEY RT., DIPAOLLO DP, ATKINSON MAL., SHEPHERD JR., Plasma Creatine Kinase Responses Of 18- To 30-Yr-Old African-American Men To Eccentric Exercise , Med. Sci. Sports Exerc. 23(2): 370-378, 2000.
20. SERRAO FV, FOERSTER B., SPADAN S., MORALES MM., MONTEİRE-PEDRO V., TANUS A., SALVINI TF, Functional Changes of Human Quadriceps Muscle İnjured by Eccentric Exercise, Braz J Med Res., 36(6): 781-786, 2003.
21. SIMITH LL., MILES MP., Exercise İnduced Muscle Injury and İnflamation, Exercise and Sport Science (William E., Garrett, J.R., ed.): 163-173, USA 2000.
22. SMIT L. Acute İnflamation: The Underlying Mechanizm in Delayed Onset Muscul Soreness?, Med Sci Sport Exerc. 23; 542-551, 1991.
23. VICKERS A.J., Time Course of Muscle Soreness Falloving Different Types of Exercise., BMC Musculoskeletal Disorders, 2(5): 471-474, 2001.
24. VINCENT HK., VINCENT KR., The Effect Of Training Status On The Serum Creatine Kinase Response, Soreness And Muscle Fonction Falloving Resistance Exercise., J. Sports Med. 18, p. 431-437, 1997.