



**T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İZOMETRİK, KONSENTRİK VE EKSENTRİK
KONTRAKSİYONLARLA YAPILAN DİRENÇ EGZERSİZLERİ
SONRASI TOPARLANMA SÜRECİNDE KAS HASARI VE EMG
CEVAPLARININ İNCELENMESİ**

Uzm. Fzt. Tamer ÇANKAYA

**ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Yard. Doç. Dr. Ümid KARLI**

Bu çalışma Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje numarası 2011.16.03.429).

**KASIM 2012
BOLU**

Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.


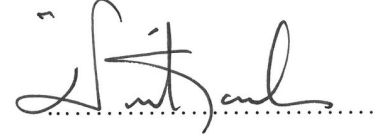

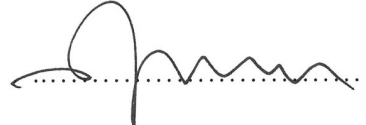
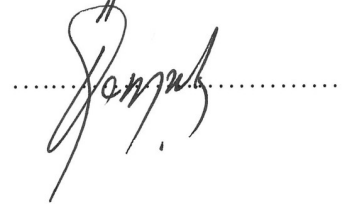
Doç. Dr. Nevin ATALAY GÜZEL*
(Fizyoterapi ve Rehabilitasyon A. D.,
Gazi Üniversitesi)

Yrd. Doç. Dr. Ümid KARLI**
(Antrenörlük Eğitimi A. D.,
Abant İzzet Baysal Üniversitesi)

Doç. Dr. Necmiye ÜN YILDIRIM
(Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon A. D.,
Abant İzzet Baysal Üniversitesi)

Doç. Dr. Yeşim BAKAR
(Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon A. D.,
Abant İzzet Baysal Üniversitesi)

Yrd. Doç. Dr. Önder ŞEMŞEK
(Antrenörlük Eğitimi A. D.,
Abant İzzet Baysal Üniversitesi)


.....

.....

.....

.....

.....

Tarih***27/11/2012

Bu tez ile AİBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Tamer ÇANKAYA****'nın Doktora derecesini onaylamıştır.

Doç. Dr. Esra KOÇOĞLU
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

*Jüri Başkanı
**Tez danışmanı
***Savunma tarihi
****Öğrenci

ÖZET

İZOMETRİK, KONSENTRİK VE EKSENTRİK KONTRAKSİYONLARLA YAPILAN DİRENÇ EGZERSİZLERİ SONRASI TOPARLANMA SÜRECİNDE KAS HASARI VE EMG CEVAPLARININ İNCELENMESİ

Bu araştırmanın amacı izometrik, konsentrik ve eksentrik kontraksiyonlarla yapılan direnç egzersizleri sonrası toparlanma sürecinde kas hasarı ve EMG cevaplarını incelemektir.

Araştırmaya 15 futbolcu [$(\bar{X} \pm SS)$ yaş: 22,4 \pm 2,52 yıl; vücut ağırlığı: 70,18 \pm 9,43 kg; boy uzunluğu: 173,53 \pm 5,30 cm] gönüllü olarak katılmıştır. İki aşamadan oluşan araştırmada ilk olarak tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi sonrası toparlanma sürecinin değerlendirilmesi amacıyla; 1 tekrar maksimumun sırasıyla %85'i ile 10 tekrarlı konsentrik, %115'i ile 10 tekrarlı eksentrik ve %85'i ile tutabildiği kadar izometrik uygulamalar yapılmıştır. M.Vastus Medialis ve M.Rectus Femoris kaslarından egzersiz öncesi ile egzersiz sonrası 8 dakika boyunca 1'er dakika arayla EMG aktiviteleri kaydedilmiştir. İkinci olarak kas hasarı egzersizi sonrası toparlanma sürecinin değerlendirilmesi amacıyla; 1 tekrar maksimumun sırasıyla %70'i ile 2x25 tekrar konsentrik, %100'ü ile 2x25 tekrar eksentrik uygulamalar yapılmıştır. Egzersiz öncesi, egzersizden hemen sonra ve 24, 48, 72 ve 168. saatlerde aynı kaslardan kaydedilen EMG verileri ve CK, LDH ve miyogloblin değerleri takip edilmiştir.

Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolünde M. Vastus Medialis ve M. Rectus Femoris EMG verilerine uygulanan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş ($p < 0,05$), ancak Uygulama x Zaman etkileşiminde ve uygulamalar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Kas hasarı egzersiz protokolü için uygulanan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre ise M.Rectus Femoris kasının EMG maksimum değerinin zaman içindeki anlamlı ($p < 0,05$) değişimi dışında diğer verilerde herhangi bir istatistiki fark gözlenmemiştir.

Sonuç olarak, şiddetli direnç egzersizleri sonrasında toparlanma sürecinde; EMG ve kas hasarı cevaplarında zaman içinde değişim kaydedilmiştir. Ancak bu çalışmada kontraksiyon tiplerine göre fark gözlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Kas kontraksiyonu, miyogloblin, CK, LDH ve sEMG.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF MUSCLE DAMAGE AND EMG RESPONSES DURING THE RECOVERY PERIOD FOLLOWING RESISTANCE EXERCISES DONE WITH ISOMETRIC, CONCENTRIC AND ECCENTRIC CONTRACTIONS

The aim of this study was to investigate the muscle damage and EMG responses during the recovery period following resistance exercises done with isometric, concentric and eccentric contractions.

Fifteen soccer players [$(\bar{X} \pm SS)$ age: 22,4 \pm 2,52yr; body mass: 70,18 \pm 9,43kg; height: 173,53 \pm 5,30cm] participated in this study as volunteer. In the first phase; in order to evaluate the recovery period following one set maximum loading resistance exercise, concentric (85% of 1 repetition maximum) and eccentric (115% of 1 repetition maximum) exercises were performed 10 repetition and isometric (85% of 1 repetition maximum) exercises were done as long as the subject maintained the contraction. Pre and post-exercise (8-minute course with one minute intervals) EMG activity was recorded from M.Vastus Medialis and M.Rectus Femoris. In phase 2, in order to evaluate the recovery period after muscle damage exercise, concentric (70% of 1 repetition maximum) and eccentric (100% of 1 repetition maximum) exercises were performed in a manner of 2x25 repetition. EMG activity, lactatedehydrogenase, creatine kinase and myoglobin values were measured before and immediately after, at 24th, 48th, 72nd, 168th hours following exercise.

Two way ANOVA with repeated measures on EMG values collected from M. Vastus Medialis and M. Rectus Femoris before and after one set maximum loading resistance exercise showed significant main effect for time ($p < 0,05$), however there was no significant main effect for trial by time interactions and for trials. According to the two way ANOVA with repeated measures, which was conducted for the muscle damage exercise protocol, no significant difference was observed in the data, except the change in the EMG maximum value of M.Rectus Femoris ($p < 0,05$).

As a conclusion, changes were recorded over time regarding to EMG and muscle damage responses during the recovery period following intensive resistance exercises. However, no differences were observed among the types of contractions.

Keywords: Muscle contraction, myoglobin, CK, LDH, sEMG.

TEŞEKKÜR

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı doktora eğitimim boyunca ve araştırma süresince her aşamada destek olan mesleki bilgi ve becerilerini esirgemeyen, bilinçli yönlendirmelerde bulunan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ümid KARLI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tezimin Tez İzleme Komitesi Üyeleri Doç. Dr. Yeşim BAKAR ve Yrd. Doç. Dr. Önder ŞEMŞEK'e değerli fikirlerinden dolayı teşekkür ederim.

Doktora eğitimim süresince başta K.D. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Müdürü Doç. Dr. Necmiye ÜN YILDIRIM üzere bütün mesai arkadaşlarıma yardım, anlayış ve sabırlarından dolayı teşekkür ederim.

Tezimin uygulama kısmında, literatür taramasında ve yazımında desteğini esirgemeyen değerli arkadaşım (torunum) Dr. Fzt. Nuriye ÖZENGİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin makale çevirileri konusunda ve literatür taramada bana yardımcı olan Yrd.Doç.Dr.Şebnem AVCI, Arş. Gör. Fzt. Ömer Osman PALA ve Arş. Gör. Fzt. Ramazan KURUL'a teşekkür ederim.

Tezimde kullandığım Myomed 932 EMG cihazının kullanımı için izin veren Prof. Dr. Bülent DURAN'a teşekkür ederim.

Kan analizlerinin yapılması için Biyokimya Laboratuvarının kullanımına müsaade eden Doç. Dr. Güler BUĞDAYCI ve Biyokimya Laboratuvarı personeline teşekkür ederim.

Kan alımını bizzat yaparak desteğini esirgemeyen Hemşire Aysel ÜSKÜLÜPLÜ'ye teşekkür ederim.

Tezime gönüllü olarak katılıp düzenli olarak tezin gerekliliklerini yerine getiren sporculara teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimim boyunca tezimi hazırlarken yaşadığım sıkıntılara üzülen, yardımı ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Eşim Hatice'ye, onlarla ilgilenecek zamanlarında çaldığım oğlum Yusuf ve kızım Ela Sare'ye sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim annem ve babama, kardeşime ve tüm aile fertlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

• ONAY SAYFASI	ii
• ÖZET	iii
• ABSTRACT	iv
• TEŞEKKÜR	v
• İÇİNDEKİLER	vi
• TABLOLAR	viii
• ŞEKİLLER	x
• FOTOĞRAF DİZİNİ	xii
• SİMGELER ve KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem	3
1.2. Alt problemler	4
1.2.1. Tek set maksimum direnç egzersizi protokolü için alt problemler	4
1.2.2. Kas hasarı egzersizi protokolü için alt problemler	4
1.3. Çalışmanın Amacı	5
1.4. Çalışmanın Önemi	5
1.5. Çalışmanın Varsayımları	5
1.6. Çalışmanın Sınırlılıkları	5
2. GENEL BİLGİLER	7
2.1. Diz Eklemi Anatomisi ve Biomekaniği	7
2.1.1. Diz eklemine ekstansiyon yaptıran uyluk kasları	7
2.1.2. Diz eklemine fleksiyon yaptıran uyluk kasları	9
2.2. EMG ve Spor Bilimlerinde Kullanımı	11
2.2.1. Elektriksel potansiyellerin oluşumunu sağlayan kimyasal ve mekanik olaylar	12
2.2.2. EMG sinyalini etkileyen faktörler	17
2.2.3. Elektrot çeşitleri	18
2.2.4. Deri yüzeyinin hazırlanması ve elektrot yerleşimi	19
2.2.5. Elektromiyografinin tanımı ve spor bilimlerinde kullanım alanları	23
2.3. Kas Hasarı	24

2.3.1. Kas yapısı ve hasar mekanizması	25
2.3.2. Egzersize bağlı kas hasarı ve enzim aktiviteleri	26
2.3.3. Kreatin Kinaz	27
2.3.4. Miyoglobin	28
2.3.5. Laktat dehidrogenaz	29
2.3.6. Kas hasarı nedenleri	29
2.3.7. Eksantrik kas kasılmaları ve kas hasarı	29
2.4. Literatür	30
3. GEREÇ ve YÖNTEM	41
3.1. Araştırma Modeli	41
3.1.1. Tek set maksimum direnç egzersizi protokolü modeli	41
3.1.2. Kas hasarı egzersizi protokolü modeli	42
3.2. Uygulama Grupları	43
3.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması	44
3.3.1. Ön çalışma protokolü	45
3.3.2. Tek set maksimum direnç egzersizi protokolü	46
3.3.3. Kas hasarı egzersizi protokolü	53
3.3.4. Borg skala analiz prosödürü	53
3.3.5. Serum örneği alım prosödürü	54
3.3.6. Biyokimyasal testlerin çalışma prosödürü	54
3.3.7. İstatistiksel analiz	55
4. BULGULAR	57
4.1. Betimsel istatistik sonuçları	57
4.2. Tek set maksimum direnç egzersizi protokolü verileri	58
4.3. Kas hasarı egzersizi protokolü verileri	67
5. TARTIŞMA	78
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	89
7. KAYNAKLAR	91
8. EKLER	97
9. ÖZGEÇMİŞ	105

TABLULAR

Tablo

2.1. Yüzey ve iğne elektrotunun avantajları ve dezavantajları	18
3.1. Sporcuların egzersiz uygulama öncesi yapılan ön çalışma sonuçları	46
4.1. Sporcuların betimsel istatistikleri (n=15)	
4.2. Sporcuların egzersiz uygulaması öncesi ölçülen	
M. Quadriceps Femoris için 1 maksimum tekrar değerleri	57
4.3. Sporcuların M. Vastus Medialis kasının EMG değerleri ortalamaları	58
4.4. Sporcuların M. Rektus Femoris kasının EMG değerleri ortalamaları	58
4.5. M. Vastus Medialis kasının EMG Maks değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	59
4.6. M. Vastus Medialis kasının EMG güç değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	61
4.7. M. Rektus Femoris kasının EMG Maks değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	63
4.8. M.Rektus Femoris kasının EMG Güç değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	65
4.9. Kas hasarı egzersizi protokolü için Sporcuların betimsel istatistikleri (n=10)	67
4.10. Kas hasarı egzersizi protokolü için Sporcuların egzersiz uygulaması öncesi ölçülen M. Quadriceps Femoris için 1 maksimum tekrar değerleri	67
4.11. Kas hasarı egzersizi protokolü için Sporcuların M. Vastus Medialis kasının EMG değerleri ortalamaları	67
4.12. Kas hasarı egzersizi protokolü için Sporcuların M. Rektus Femoris kasının EMG değerleri ortalamaları	68
4.13. Kas hasarı egzersizi protokolü için Sporcuların kan analiz (miyogloblin, CK, LDH) değerleri ortalamaları	68
4.14. Kas hasarı egzersizi protokolü M.Vastus Medialis kasının EMG Maks değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	68

4.15. Kas hasarı egzersizi protokolü M. Vastus Medialis kasının EMG güç değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	70
4.16. Kas hasarı egzersizi protokolü M. Rektus Femoris kasının EMG Maks değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	71
4.17. Kas hasarı egzersizi protokolü M. Rektus Femoris kasının EMG güç değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	72
4.18. Miyogloblin değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	73
4.19. CK değerleri için Friedman testi sonuçları	75
4.20. LDH değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	76
4.21. Kas hasarı egzersizi protokolü için konsentrik ve eksentrik uygulama sırasındaki BORG skala skoru değerleri ortalama ve standart sapmaları	77

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Uyluk ön yüz kasları	9
2.2. Uyluk arka yüzü kasları	11
2.3. Aksiyon potansiyeli	13
2.4. Topa vuruş anında Vastus Medialis kasına ait sEMG sinyalinin analizi: A) Ham veri; B) Kesiti alınmış veri; C) Rektife edilmiş veri; D) İntegrasyonu alınmış veri	22
3.1. TANITA BC 418 tartı	45
3.2. Myomed 932 EMG Cihazı	50
3.3. Borg Skalası	54
4.1. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Vastus Medialis kasının EMG maksimum değerleri	60
4.2. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Vastus Medialis kasının EMG maksimum % değerleri	60
4.3. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Vastus Medialis kasının EMG güç değerleri	62
4.4. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Vastus Medialis kasının EMG güç % değerleri	62
4.5. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Rektus Femoris kasının EMG Maks değerleri	64
4.6. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Rektus Femoris kasının EMG Maks % değerleri	64
4.7. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Rektus Femoris kasının EMG güç değerleri	66
4.8. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Rektus Femoris kasının EMG güç % değerleri	66
4.9. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının M. Vastus Medialis kasının EMG Maksimum değerleri	69
4.10. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının M. Vastus Medialis kasının EMG güç değerleri	70

4.11. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının	
M. Rektus Femoris kasının EMG Maks değerleri	72
4.12. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının	
M. Rektus Femoris kasının EMG g¼c değerleri	73
4.13. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının miyogloblin değerleri	74
4.14. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının CK değerleri	75
4.15. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının LDH değerleri	76

FOTOĞRAFLAR

Fotoğraf	Sayfa
3.1. Maksimum için başlangıç pozisyonu	46
3.2. Isınma prosedürü örnekleri	47
3.3. Konsentrik uygulama başlangıç pozisyonu	47
3.4. Konsentrik uygulama tam ekstansiyon pozisyonu	48
3.5. Konsentrik uygulama ağırlığın alınarak başlangıç pozisyonuna dönülmesi	48
3.6. Ağırlığın araştırmacı tarafından kaldırılıp deneğin bacağına bırakılması	48
3.7. Ağırlığın sporcu tarafından kontrollü olarak indirilmesi	49
3.8. İzometrik uygulama	49
3.9. Elektrotların yerleştirilmesi	50
3.10. Elektrot yerlerinin işaretlenmesi	51
3.11. Referans elektrotun yeri	51
3.12. EMG ölçüm pozisyonu ve uygulaması	52
3.13. Myomed 932 ölçüm modu ve bir ölçüm örneği	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°	Derece
ACh	Asetilkolin
Ag/AgCl	Gümüş-Gümüş Klorürdür
AST	Aspartad Aminotransferaz
ATP	Adenozin Trifosfat
ATPase	Adenozin Trifosfataz
CK	Kreatin Kinaz
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekare
EMG	Elektromyografi
Hz	Hertz
ISEK	Uluslararası Elektromiyografi ve Kinesiyoloji Topluluğu
Kg	Kilogram
LDH	Laktad Dehidrogenaz
m	Metre
M.	Muskulus
m ²	Metrekare
mmH ₂ O	Milimetre Su
mmHg	Milimetre Civa
MSS	Merkezi Sinir Sistemi
MUAP	Motor Ünite Aksiyon Potansiyeli
n	Olgu Sayısı
OO	Olasılık Oranı
p	İstatistiksel Yanılma Payı
SD	Serbestlik Derecesi
sEMG	Yüzeyel Elektromiyografi
sn	Saniye
SR	Sarkoplazmik Retikulum
SS	Standart Sapma

US	Ultrason
VKI	Vücut Kütle İndeksi
X	Aritmetik Ortalama
μ V	Mikrovolt
MYO	Miyoglobin
1TM	1 Tekrar Maksimum
MR	Magnetic Rezonans

GİRİŞ

Farklı türdeki egzersizler farklı boyutlarda kas hasarı meydana getirir. Bunun yanında eksentrik kasılma diğer kasılma türlerine göre daha fazla kas hasarı meydana getirmektedir (1). Alışık olunmayan eksentrik kasılmanın yol açtığı hasar myofibrillere özgü yapının bozulmasına sebep olur. Özellikle Z bandındaki kopmalara miyofibril iskeletindeki kırılmalar eşlik eder (2).

Kas hasarının tespitinde yaygın olarak iki metot kullanılır. Birincisi direkt yöntem olan görüntüleme teknikleridir. Bu yöntem hem pahalı hem alana uygulanabilirliği zor yöntemlerdir (Manyetik rezonans spektroskopi, mikrografi, elektron mikroskobu). Bunun yanında biyopsi tekniklerinden kaynaklanan farklılıklar sonuçları etkileyebilmektedir. İkinci yöntem ise kas içi enzimlerinin plazmadaki miktarlarının tespit edilmesini içeren yöntemdir. Kas hasarıyla birlikte plazmada bulunan kasa özel enzim ve protein yapıları artar. Temelde bu mekanizmadan faydalanılarak egzersizde kas hasarının boyutu tespit edilir. Araştırmalarda yaygın olarak bu yöntem kullanılmaktadır (3).

Yapılan araştırmalarda kas hasarının belirlenebilmesi için kan örnekleri alınarak serum kreatin kinaz (CK), laktad dehidrogenaz (LDH), aspartad aminotransferaz (AST), alanin amino transferaz, miyoglobin ve nötrofil yüzde oranları kullanılmıştır (4,5).

Serum CK aktivitesi kas yaralanmalarında ve proteinlerin enerji metabolizması olarak kullanıldığında artmaktadır (6). Bunların yanında egzersize bağlı kas hasarı olduğunda plazma ve serumda hücre içi enzim olan CK'nın aktivitesi artar (2,6). CK'nın en aktif olduğu yer iskelet kasıdır. Egzersizin sebep olduğu kas hasarında CK aktivitesi cinsiyet, yaş, egzersizin tipi gibi değişkenlerden etkilenir.

Egzersizden sonra artan CK'nın pik zamanı egzersizin türüne, şiddetine ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Literatürdeki çalışmalarda CK miktarının egzersizden 1-5 gün sonra en yüksek seviyesine geldiği bildirilmektedir (2).

Eksentrik egzersizin konsentrik egzersizden daha fazla kas hasarı meydana getirdiğini bildiren çalışmalarda mevcuttur (1). Diz kasının eksentrik kasılma, tekrar

sayıları ve kas hasarına etkisi üzerine yaptıkları çalışmada tekrar sayısının arttıkça serum CK seviyesinin de arttığını tespit etmişlerdir (1). Eksentrik kasılmanın konsentrik kasılmadan daha fazla kas hasarı meydana getirdiği sonucuna varan başka çalışmalar da mevcuttur. Eksentrik kasılmadaki bu zedelenmenin diğer kasılma türlerine göre fazla olması iki teoriyle açıklanmaktadır. İlki, azalan motor ünite aktivasyonudur; aynı iş yükünde ve hareket fazında konsentrik kasılmayla karşılaştırıldığında aktif motor ünite miktarı 5/1 oranında azalmaktadır (2). Bunun sonucu olarak eksentrik kasılmada fibril başına düşen yükün artması mekanik kopmaları beraberinde getirir. İkinci teori ise; eksentrik kasılmada baskı altındaki kas uzamasından kaynaklanan kopmalardır. Normalden daha kısa olan motor üniteler eksentrik kasılmada daha fazla uzamak zorunda kaldıklarından kopmalar meydana gelmektedir (2).

Kasılan kas hücreleri, fonksiyon gören diğer hücreler gibi elektriksel potansiyeller oluştururlar ve bu potansiyellerindeki değişiklikler elektromyografi (EMG) ile kayıt edilerek, iskelet kaslarının aktiviteleri değerlendirilir (7). EMG ölçümü bize kasılma tipi veya kas kasılması sonucu meydana gelen kuvveti vermemekle birlikte, motor ünite aksiyon potansiyellerinin analizi ile devreye giren kaslar ve motor sinirler hakkında bilgi verir. Ayrıca EMG izometrik veya dinamik egzersizler sırasında kastaki gerimin değerlendirilmesinde veya yorgunluk derecesinin saptanmasında kullanılır (7). Kasılan kas hücrelerinin ürettiği elektrik sinyalleri, kasın statik ve dinamik kasılması sırasında kullanılan motor ünite sayısı ve üretilen kuvvet ile doğru orantılıdır (7). Çalışan motor ünitelerin sayısı, ateşlenme frekansı ve senkronizasyonu EMG aktivitesinin miktarını belirlemektedir. Kasların bu aksiyon potansiyeli iğne, tel veya yüzey elektrotu kullanılarak ölçülür ki, özellikle yüzey elektrotlar ile yapılan ölçümler spor araştırmalarında sıklıkla kullanılır (8). Uzun yıllardan beri çeşitli spor dallarında ve çeşitli pozisyonlarda EMG ölçümü ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Ağırılık kaldırırken antagonist ve sinerjist bacak kaslarının EMG aktivitesi, farklı diz açılarındaki yapılan skuat hareketinde bacak kaslarının EMG aktiviteleri, skuat ve bacak presi hareketinde farklı ayak açılarındaki bacak kaslarının EMG aktivitesi gibi çalışmalar bunlardan bazılarıdır (8, 9).

İzometrik kontraksiyon kelime anlamı olarak izo (aynı-sabit) ve metrik (uzunluk) kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur. Bu kasılmanın olduğunu, fakat

gözle görülür bir eklem hareketi olmadığını gösterir. Kas tonusunda artma olur. Kasın uzunluğu ise oluşan gerilimle değişiklik göstermez.

Konsentrik kasılma da eklem veya kas grubu dirence karşı kontraksiyon boyunca hareket eder. Kas kontraksiyonu sonucu oluşan gerilim origo ile insersiyoyu yaklaştırır.

Eksentrik kasılma da ise devamlı bir direnç uygulanırken bile, kasılma boyunca kas uzar, böylece origo insersiyoyu arasındaki uzaklığın artması ile sonuçlanır (10).

Eksentrik veya konsentrik kasılmayla meydana gelen kuvvetle eklemlerde hareket gerçekleştirilirken, izometrik kasılma ile sabit cisimlere karşı kuvvet uygulanmakta, kas aktif olmasına rağmen, kas-tendon uzunluğunda değişme olmamaktadır. Bu nedenle konsentrik kasılma ile postür korunur ve eklem stabilizasyonu sağlanır (7).

Litaratürde sporcularda eksentrik, konsentrik ve izometrik kasılmaların ne kadar kas hasarına sebebiyet verdikleri hakkında birçok araştırma vardır. Fakat eksentrik, konsentrik ve izometrik kontraksiyonlardan oluşan antrenmanlar sırasında setler arası sürenin ne kadar olması gerektiği ve bu kasılma tiplerini içeren antrenmanlardan sonra toparlanma süreci arasında fark olup olmadığı hakkındaki araştırma sayısı sınırlıdır. Bu konu ile ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu araştırma farklı kasılma tiplerini içeren setler sırasında ve sonrasında EMG cevapları ve kas hasarı düzeyleri kan analizleri ile takip edilerek toparlanma süreci hakkında bilgi edinmek amacıyla yapılmıştır.

1.1. Problem

İzometrik, konsentrik ve eksentrik kasılmalarla yapılan çeşitli direnç egzersiz protokolleri sonucu toparlanma süreçleri nasıl bir değişim gösterir? Toparlanma süreçleri bakımından kasılma tipleri arasındaki fark var mıdır?

1.2. Alt Problemler

1.2.1. Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi

1-Konsentrik kasılmalarla yapılan tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi sonrası 8 dakikalık toparlanma sürecinde EMG değerleri nasıl bir değişim göstermektedir?

2-Eksentrik kasılmalarla yapılan tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi sonrası 8 dakikalık toparlanma sürecinde EMG değerleri nasıl bir değişim göstermektedir?

3-İzometrik kasılmalarla yapılan tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi sonrası 8 dakikalık toparlanma sürecinde EMG değerleri nasıl bir değişim göstermektedir?

4-İzometrik, konsentrik ve eksentrik kasılmalarla yapılan tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi sonrası 8 dakikalık toparlanma sürecinde kontraksiyon tipleri arasında EMG değerleri bakımından fark var mıdır?

1.2.2. Kas hasarı egzersizi için alt problemler

1-Konsentrik kasılmalarla yapılan kas hasarı egzersiz protokolü sonucu 168 saatlik toparlanma sürecinde EMG değerleri nasıl bir değişim göstermektedir?

2-Eksentrik kasılmalarla yapılan kas hasarı egzersiz protokolü sonucu 168 saatlik toparlanma sürecinde EMG değerleri nasıl bir değişim göstermektedir?

3-Konsentrik ve eksentrik kasılmalarla yapılan kas hasarı egzersiz protokolü sonucu 168 saatlik toparlanma sürecinde kontraksiyon tipleri arasında EMG değerleri bakımından fark var mıdır?

4-Konsentrik kasılmalarla yapılan kas hasarı egzersiz protokolü sonucu 168 saatlik toparlanma sürecinde Miyogloblin, CK, LDH değerleri nasıl bir değişim göstermektedir?

5-Eksentrik kasılmalarla yapılan kas hasarı egzersiz protokolü sonucu 168 saatlik toparlanma sürecinde Miyogloblin, CK, LDH değerleri nasıl bir değişim göstermektedir?

6-Konsentrik ve eksentrik kasılmalarla yapılan kas hasarı egzersiz protokolü sonucu 168 saatlik toparlanma sürecinde kontraksiyon tipleri arasında Miyogloblin, CK, LDH değerleri bakımından fark var mıdır?

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı izometrik, konsentrik ve eksentrik kontraksiyonlarla yapılan direnç egzersizleri sonrası toparlanma sürecinde kas hasarı ve EMG cevaplarını incelemektir.

1.4. Çalışmanın Önemi

Antrenman planlaması yapılırken birçok kontraksiyon tipi bir arada kullanılmaktadır. Hangi tip kontraksiyonları içeren antrenmanlar sonucunda toparlanma sürecinin nasıl bir değişim gösterdiği çalışmamızla ortaya konularak özellikle direnç egzersizlerinin planlanmasında öneriler geliştirilecektir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda, direnç egzersizlerinin planlanması sırasında setler arası dinlenme sürelerinin belirlenmesinde katkı sağlanacaktır. Ayrıca direnç egzersizleri sonrası toparlanma sürecinde kas hasarı ve EMG cevapları incelenerek nasıl bir değişim sergiledikleri saptanacaktır. Bu anlamda çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.5. Çalışmanın Varsayımları

1-Çalışmamıza katılan bireylerin çalışmaya istekli ve üst düzey performansla katıldıkları varsayılmıştır.

2-Bireylerin kas hasarı egzersiz protokolü için yapılan yükleme yapılmadan 48 saat önce ve 168 saat sonrası boyunca ağır aktiviteler yapmadığı ve bireylerin testlere tam dinlenik geldikleri varsayılmıştır.

3-Çalışmamıza katılan bireylerin benzer beslendikleri, son öğünü çalışmadan 3 saat önce aldıkları varsayılmıştır.

1.6. Çalışmanın Sınırlılıkları

1-Araştırmamıza katılan gönüllü bireyler orta düzeyde aktif olarak düzenli futbol oynayan bireyler ile sınırlıdır.

2-Araştırmamızda EMG değerleri MYOMED 932 cihaz ölçümleri ile sınırlıdır.

3-Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü konsentrik yüklenmeler için 1 tekrar maksimumun (1TM) %85'i ile 10 tekrar, eksentrik

yüklenmeler için 1TM %115'i ile 10 tekrar ve izometrik yüklenmeler 1TM %85'i ile tutabildiği süre ölçütünde sınırlıdır.

4-Kas hasarı egzersizi protokolü için konsentrik yüklenmeler 1TM %70'i ile 2x25 tekrar, eksentrik yüklenmeler 1TM %100'ü ile 2x25 tekrar ile sınırlıdır.

5-Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü takibi 8 dakika ile sınırlıdır.

6-Kas hasarı egzersizi protokolü takibi 168 saat ile sınırlıdır.

7-Araştırmamıza katılan bireyler 19-28 yaşları arasındaki erkek sporcular ile sınırlıdır.

GENEL BİLGİLER

2.1. Diz Eklemi Anatomisi ve Biomekaniği

Diz, alt ekstremitede bir ara eklemdir. Vücudumuzun en büyük eklemlerinden biri olan dizin temel fonksiyonu vücut ağırlığının taşınması ve yürümenin sağlanmasıdır (11). Diartrodial (tam oynar) ve menteşe eklem yapısında olan diz, patella ile femurun eklemleşmesinden oluşan patellafemoral eklem ve femur ile tibianın eklemleşmesinden oluşan tibiofemoral eklem olarak iki fonksiyonel eklemden meydana gelir (11).

Anatomi olarak diz eklemi menteşe tipi eklem olarak kabul edilir. Ancak birçok kinematik çalışma göstermiştir ki, dizde basit menteşe hareketi yoktur, aksine değişik eksenlerde oluşan karmaşık hareketler dizisi vardır. Fleksiyon ve ekstansiyon sabit birçok eksen etrafında olan polisentrik rotasyon şeklindedir. Çünkü fleksiyon ve ekstansiyon femur ve tibia kondilleri arasındaki yuvarlanma ve kayma hareketleri ile yapılmaktadır. Ayrıca sagittal düzlemde fleksiyon ve ekstansiyon olurken, aynı anda koronal düzlemde abduksiyon ve adduksiyon, transvers düzlemde iç ve dış rotasyon oluşmaktadır. Transvers rotasyon tibianın medial epikondilinden geçer. Bu nedenle dizin hareketi sırasında lateral epikondil medial epikondilin çevresinde rotasyon yapıyor olabilir. Fleksiyonda medial epikondil posteriora dönerken, lateral kondil anterior olarak rotasyon yapar (11). Normal dizin bu iç düzlemdeki hareketi yürüme sırasında elektrogonyometre ile ölçülecek olursa fleksiyon ve ekstansiyon salınma fazında 70, basma fazında 20; her bir yürüme siklusunda 10 abduksiyon ve adduksiyon, 10-15 iç ve dış rotasyon tespit edilir (11).

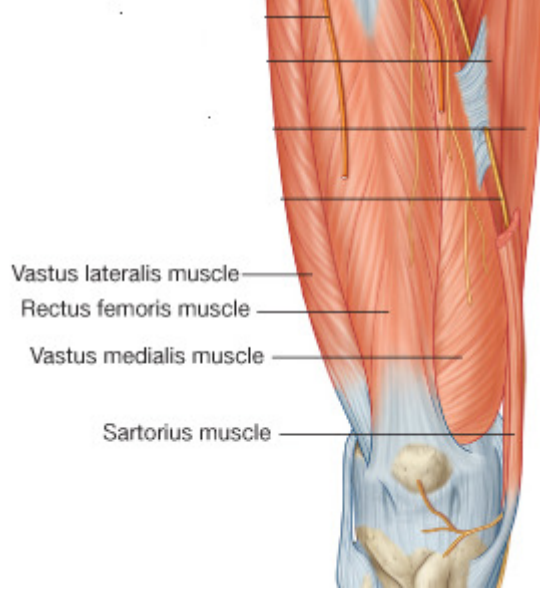
2.1.1. Diz eklemine ekstansiyon yaptıran uyluk kasları

Uyluğun arka yüzünden bacağın arka yüzün uzaklaşması şeklinde yapılan harekete ekstansiyon denir. Normal olarak yandan bakıldığında uyluk ve bacak düz bir aks üzerindedir. Aktif ekstansiyon 0 derece veya nadiren biraz daha fazladır (11). Uyluğun ön kısmında bulunan Muskulus (M.) Quadriseps Femorisin esas etkisi diz eklemi üzerindedir. Rektus Femoris, Vastus medialis, Vastus İntermedius ve Vastus Lateralis adı verilen dört kasın birleşmesinden meydana gelen M. Quadriseps Femorisin en önemli görevi bacağa ekstansiyon yaptırmaktır (Şekil 2.1)(12). Bu kas,

insandaki en büyük ve en kuvvetli kastır. Vastuslar monoartiküler ve Rektus Femoris biartikülerdir (11). Quadriseps Femorisi meydana getiren kasların geniş ve uzun kirişlerinin etrafında toplanmış olması nedeniyle, kas liflerinin sayısı çok ve liflerin meydana getirdikleri kuvvet, önce kendi kirişleri üzerinde, sonra bu kirişler birleşerek meydana getirdikleri ortak bir kiriş ligamentum patella üzerinde toplanır. Bu şekilde; dört büyük kasın kasılmasıyla meydana gelen kuvvet, bir kuvvet çizgisi üzerinde toplanır ve ligamentum patella aracılığı ile tibia üzerine iletilir. Ligamentum patella içerisinde yer alan patella, kuvvet çizgisini eklem üzerinden uzaklaştırmak suretiyle, M. Quadriseps Femorisin bacak üzerine olan ekstansiyon etkisini artırır. Patella sayesinde diz eklemi bir miktar fleksiyon durumunda iken ayakta durduğumuzda, M. Quadriseps Femoris gövde ağırlığına karşı koyabilir ve ağırlığının etkisi ile diz eklemının daha fazla bükülerek gövdenin çökmesine engel olur. Üzerimize ağır bir yük aldığımızda, kasın faaliyeti bilhassa önemlidir. M. Quadriseps Femoris çalışmadığı takdirde, gövde ağırlığının etkisi ile diz eklemi kendiliğinden bükülür ve kişi dik olarak ayakta duramaz. Ayağa kalkarken, merdiven veya dağa çıkarken bacağımızı doğrultmak, yani femur ve tibiayı düz bir çizgi üzerine getirmek suretiyle gövdemizi yukarı kaldırırız. Bu hareketi yaparken kalça kasları femuru arkaya, M. Quadriseps Femoris ise tibiayı öne çeker. Bu hareketlerden biri noksan olursa ayakta dik durmak imkansız olur (11). M. Quadriseps Femorisi meydana getiren dört kastan biri olan rektus femoris, diz ekleminden başka kalça eklemi üzerine de etki yapar. Bu kas kalça eklemının transvers ekseninin önünden geçtiği için, uyluğa fleksiyon hareketi yaptırır. Kasın bu etkisi özellikle yürürken ve bacak bükülmüş durumdayken daha fazladır. Yürüyüş, koşma ve sıçrama gibi hareketler sırasında bacağımızın öne atılması bakımından m. rektus femoris çok önemli rol oynar (12).

M. Quadriseps Femorisi oluşturan diğer üç kas sadece diz eklemının ekstansiyonu üzerine etkilidir. M. Vastus medialisin patellayı tespit etmesi ve patellanın dış yana kaymasının önlenmesi bakımından özel bir önemi vardır. Çünkü M. Quadriseps Femorisin büyük bir bölümü patellayı dışa doğru çekme eğilimindedir. Bu etki Vastus medialis yardımıyla dengelenir. M. Vastus medialis diz eklemi zedelenmelerinde en çok etkilenen kastır (12). Bacağın en kuvvetli ekstansör kası olan M. Quadriseps Femoris postural bir kastır. Kasın tümü diz eklemінде

bacağa ekstansiyon yaptırır ve yürüme, koşma, tırmanma, sıçrama ve tekme atmada çok önemli bir fonksiyona sahiptir (12).



Şekil 2.1. Uyluk ön yüz kasları.

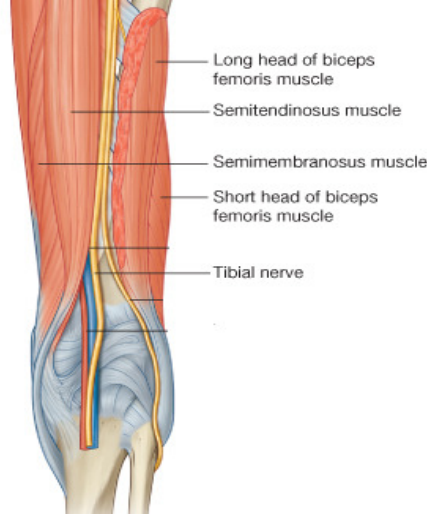
2.1.2. Diz eklemine fleksiyon yaptıran uyluk kasları

Dizin fleksiyonu, bacağın uyluğun arka yüzüne doğru yaptığı hareketidir. Fleksiyonun ilk 20° yuvarlanma, 20° sonrası kayma şeklindedir. Bu açıdan sonra başlar gevşediği için kaymayla birlikte aksiyel rotasyon da yapılabilir (11). Kalça fleksiyonda iken aktif diz fleksiyonu yapılırsa açıklık 140°, kalça ekstansiyonda iken yapılırsa 120°dir. Bu durum, kalça ekstansiyonda iken hamstring kaslarının etkisinin gevşemeden dolayı azalmasından kaynaklanır (11). Fleksiyon pasif olarak yapıldığı zaman 160° ulaşır ve topuk gluteal bölgeye dokunur. Dizin ekstansör mekanizmasındaki retraksiyon veya kapsüler ligamanların kısalması diz fleksiyonunu kısıtlar (11). Dizin fleksör kasları Hamstringler, Gracilis, Sartorius ve Popliteusdur. Bisepsin kısa başı ve Popliteus monoartiküler ve diğerleri biartikülerdir. Biartiküler Hamstring kasları diz fleksörleri olmasının yanında kalça ekstansörleridirler. Bu yüzden, kalçanın pozisyonu dizin fleksiyonunu etkiler (11). Uyluğun ön tarafında bulunmasına rağmen bacağa fleksiyon yaptıran tek kas M. Sartoriusdur. Çünkü kasın kuvvet çizgisi diz eklemine transvers ekseninin arkasından geçerek tibia üzerinde sonlanmaktadır. Bundan başka M. Sartorius, bacak

flexiyonda iken iç rotasyon yaptırır. M. Sartorius pelvis üzerinden başladığı için, kalça eklemine flexiyon yaptıran diğer kuvvetli kaslarla sinerjist olarak çalışır (12).

Diz eklemine flexiyon yaptıran diğer uyluk kasları, uyluğun arka kısmında yerleşen Hamstring kas grubudur (M. Biseps Femoris, M. Semitendinosus, M. Semimembranosus)(Şekil 2.2). Hamstring kas grubunun pelvis ile bacak kemikleri arasında uzandığı göz önüne alınırsa, kalça eklemine ekstansiyon ve diz eklemine flexiyon yaptırabileceği kolayca anlaşılabilir.

Biseps Femoris kası flexiyonda ki dize dışa rotasyon yaptırır. M. Semitendinosus ve M. Semimembranosus kasları ise diz flexiyonda iken dize içe rotasyon yaptırırlar. Bu kasların kalça eklemi üzerine etkileri zayıf, buna karşın diz eklemi üzerine etkileri kuvvetlidir. Diz eklemine flexiyon yaptıran Hamstring kas grubu, diz eklemine ekstansiyon yaptıran kaslara göre daha zayıftır. Diz ekstansörleri fleksörlerinden üç kez daha güçlüdür. Örneğin, futbolda uyluğun arkasında yer alan bu kasların kasılması ile bacak arkaya savrulur ve bacak şut atmaya hazır hale getirilir. Hemen ardından şut atmak için M. Quadriceps Femorisin kasılarak bacağı ekstansiyona getirmesi gerekir ve topa vurulduktan sonra bacak yavaşlatılmalıdır. İşte bu yavaşlatma işi, Hamstring kas grubu tarafından yapılmaktadır. Topa gerektiği kadar sert şut çekebilmek için gevşek olan bu kaslar şut çekildikten sonra kasılarak, bacağın öne gitmesini engeller. Eğer bu kaslar yeterince çalıştırılmamış ve bacağın öne gitmesini engelleyecek kadar kuvvetlendirilmemişlerse, diz eklemi sık sık sakatlanacaktır (12). Hamstringler hem kalça ekstansörü hem de diz fleksörleridir. Bundan dolayı kalçanın konumu hamstringlerin diz üzerindeki aktivitelerini etkiler. Başlangıç ile bitişlerindeki mesafe artacağı için kalça ne kadar flexiyona gelirse onlar da o derece gerilirler. Böylece diz fleksörü olarak etkileri artar. Kalça flexiyonda iken Hamstring kasları gerileceği için diz ekstansiyonunun maksimal derecede yapılması engellenir. Kalça ekstansiyona geldiği zaman ise diz fleksörü olarak etkileri azalır (11). Monoartiküler kaslar (Popliteus ve Biseps Femorisin kısa başı) kalçanın konumu ne olursa olsun aynı etkiye sahiptirler (11). Gracilis ise primer olarak kalça addüktör ve yardımcı fleksördür. Aynı zamanda diz fleksördür ve iç rotasyona katkıda bulunur (11).



Şekil 2.2. Uyluk arka yüzü kasları

2.2. EMG ve Spor Bilimlerinde Kullanımı

İnsan organizmasında hücreler arası iletişim elektrik akımları ile sağlanmaktadır. Bu akımlar mikro ya da milivoltlar düzeyindedir. Bu voltajların gerek merkezi sinir sistemi (MSS) ve gerekse periferel bölgelerde yorumlanıp anlamlandırılması insan hayatının açıklanması, kolaylaştırılması ve geliştirilmesi konusunda önemli ipuçları sağlamaktadır. Özellikle egzersiz yapan bireylerde gerek egzersizin sergilenişi sırasında gerekse egzersizin kronik etkilerinin ortaya çıkarılması konusunda elektro-fizyolojik yaklaşımlar önem kazanmaktadır. Sportif uygulamalar sırasında ise kaslarda oluşan elektriksel aktiviteleri ölçerek uygun yöntemlerle analiz edip, yorumlanması yeni yaklaşımlar arasında yer almaktadır.

Farklı spor branşlarına ait teknik becerilerin ve farklı egzersiz türlerinin insan organizması tarafından algılanıp, yorumlandığı bölüm MSS'dir. Egzersize veya herhangi bir sportif performansa oluşan cevap beyinden gönderilen bilgiler doğrultusunda periferde oluşan tepkileri içermekte ve bunun nasıl oluşturulduğunun incelenmesi büyük önem taşımaktadır. İnsanoğlunun yaptığı hareketlerin büyük çoğunluğu bilinçli olarak öğrenildikten sonra bu bilgilerin beyin bazal ganglionun'da otomatikleştiği bilinmektedir. Bununla birlikte, sportif etkinliklerde yanlış yönde otomatikleşmiş bir motor becerinin düzeltilmesi oldukça güçtür. Özellikle genç yaşlarda motor becerinin yeni öğrenildiği süreçte erken alınan önlemler bu problemi ortadan kaldırabilir. Bu yüzden, motor beceri gerektiren teknik oluşumların en iyi şekilde tanımlanması ve uygulama alanına aktarılması gerekir. Bu

bağlamda, kullanılan en yaygın ve pratik yöntem yüzeysel elektromiyografi (sEMG) uygulamalarıdır.

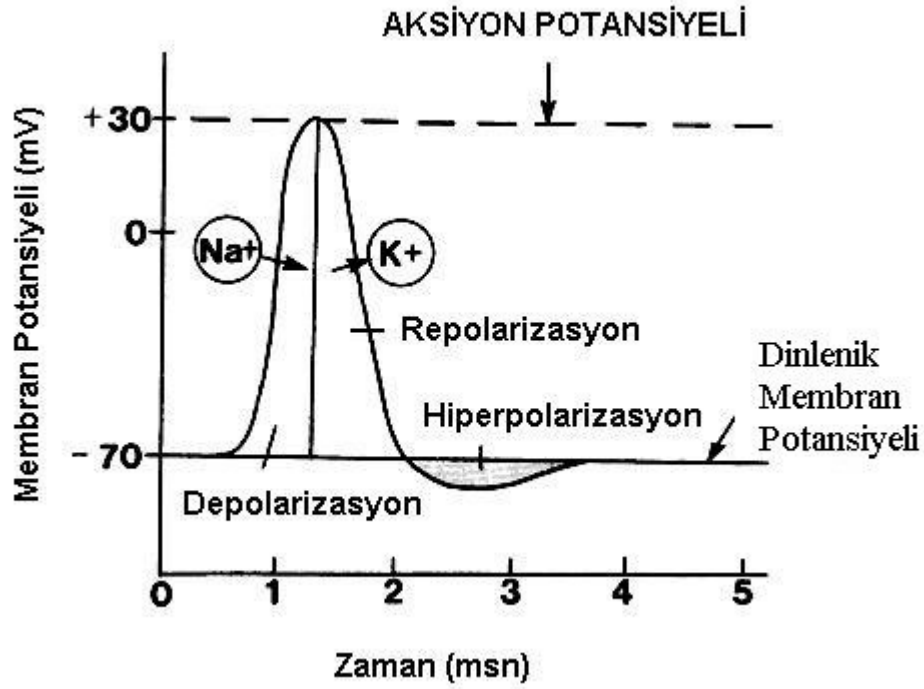
sEMG, uzun yıllar boyunca laboratuvar araştırmalarında kullanılan bir araç olarak karşımıza çıkmasına rağmen, elektrik, elektronik, bilgisayar ve biyomedikal alanlarda teknolojinin de gelişmesiyle birlikte kinesiyojoloji, rehabilitasyon, spor tıbbı, spor bilimleri ve birçok spor branşında farklı amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır. Bu uygulamaların büyük çoğunluğunun temel amacı, kasların aktivasyon zamanlarını ölçmek, kasların kasılma profillerini tanımlamak ve kas kasılmasının fiziksel yükünü ve yorgunluk oluşumunu tanımlamak için kullanılmaktadır.

sEMG spor bilimlerinde tek başına ölçüm aracı olarak kullanıldığı gibi, görüntü analizi, kuvvet platformu, izokinetik dinamometre vb. cihazlardan alınan bilgileri destekleyici unsur olarak da kullanılmaktadır (13).

2.2.1. Elektriksel potansiyellerin oluşumunu sağlayan kimyasal ve mekanik olaylar

2.2.1.1. Kassal kasılma

Kasların kasılması, sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu motor ünite aksiyon potansiyeli (MUAP) olarak bilinen elektriksel potansiyeller sayesinde olur. Bir motor sinir birçok kas fibriline bağlanır ve bağlandığı kas fibrilini sinirle donatır. Bir motor sinir hücresi ve tüm kas fibrilleri birlikte motor üniteyi oluşturur. Motor nöron ile kas fibrili arasında bulunan sinaps (boşluk) sinir kas kavşağı olarak adlandırılır. Burası sinir ve kas sistemi arasındaki iletişimin meydana geldiği yerdir. Sinir iletilerinin sinir uçlarına vardığı yerler sarkolemmaya yakın olarak yerleşen akson terminalleri olarak adlandırılır. Sinir iletileri bu bölgeye vardığında, bu sinir uçları tarafından bir nörotransmitter olan asetilkolin (ACh) salgılanır. Salgılanan bu ACh'ler sarkolemma üzerinde bulunan reseptörlere tutunur. Eğer yeterli sayıda ACh reseptörlere tutunursa kas hücresi zarlarında bulunan iyon kapıları açılır. Sodyumların içeri girmesi sonucu da elektriksel ileti başlamış olur. Bu süreç depolarizasyon olarak adlandırılır ve aksiyon potansiyelinin başlamasıyla sonuçlanır. Depolarizasyon süresince kalsiyum iyonları (Ca^{+2}), sarkoplazmik retikulumdan (SR) salgılanır ve miyofilamentlere doğru kas kasılmasını başlatmak üzere hareket eder (13, 14).



Şekil 2.3. Aksiyon potansiyeli.

Depolarizasyon sırasında iyonların hareketleri elektrot aracılığıyla tespit edilebilen elektromanyetik bir alan oluşturur. Şekil 2.3'de görüldüğü gibi, zar potansiyelindeki değişiklikler, -70mV'luk dinlenik zar potansiyeli değerinden +30mV değerine kadar gider ve hızla dinlenim değerine geri döner (13, 14). Oluşan bu elektriksel akımın bir bölümü de deriye yayılır. MUAP sonucu deriye yayılan bu elektriksel potansiyeller iki elektrotu (bipolar) kasın orta noktasına ve kas fibrillerine paralel olacak şekilde deri üzerine yapıştırılarak ölçülebilir (13). Birden çok kas lifi eş zamanlı kasılırsa deride elektrik potansiyellerinin summası çok büyük değerlere yükselebilir.

Kasılmanın miktarı MUAP'ların sayısının ve sıklığının artması ile artar. Kasların kasılı olduğu veya olmadığı durumlarda MUAP'ların incelenmesi, şeklinin ya da sıklığının normal sınırlar içinde olup olmaması veya normalde karşılaşılmayan elektriksel aktivitelere rastlanması kaslardaki sorunları belirlemek için incelenen değişkenlerdir (15, 16).

2.2.1.2. Kassal gevşeme

Kas kasılması Ca⁺² salınımı tükenene kadar devam eder. Kas simülasyonu Ca⁺² salınımını durdurduğu zaman troponin, aktin ve miyozin etkileşimini durdurur.

Daha sonra yeni bir sinir iletişi kas fibril zarına ulaşana kadar Ca^{+2} depolandığı yer olan SR'a aktif kalsiyum-salgılama sistemi ile geri pompalanır (14). Deaktivasyon iki amaca hizmet eder; (a) miyozin çapraz köprüleriyle aktin filamentler arasındaki mekaniksel iletiyi engeller, (b) Adenozin Trifosfat (ATP) parçalanmasında rol alan miyozin Adenozin Trifosfataz (ATPase) aktivitesini engeller. Kasın gevşeme durumu, aktin ve miyozin filamentlerinin orijinal durumlarına geri dönmesi sonucu oluşur (13).

2.2.1.3. Kas kasılma çeşitleri

İnsan vücut ağırlığının %40-50'si kas dokusundan oluşur. Kas, uyarıldığında kasılır ve normal uzunluğunun ötesinde gerilebilir ve gerilme fonksiyonu ortadan kalkınca yeniden normal uzunluğuna döner. Bir hareketin oluşumu iskelet kaslarının kasılmasına bağlı olduğundan, iskelet kasları egzersiz fiziolojisi içerisinde ayrı bir öneme sahiptir (17,18).

Kasların kasılması ile iskelet sisteminin hareketleri, kanın kalpten pompalanmasını, solunum ve sindirim gibi organik faaliyetleri gerçekleştirir. İskelet kasları özellikle egzersiz açısından ayrı bir önem taşır. Çünkü her türlü fiziksel iş ve spor aktiviteleri bu kaslar tarafından oluşturulur. Hemen hemen organik faaliyetlerin tamamı kas kasılmaları ile gerçekleştirilir (19).

Kas kuvveti, bir kas grubunun bir dirence karşı oluşturduğu güç veya gerilim olarak tanımlanır. Kas kasılma türleri üzerine yazarların yaklaşımları farklıdır. Günay ve arkadaşlarına göre (19) bazı yazarlar statik kasılma olarak izometrik, dinamik kasılmalar olarak da izotonik ve izokinetik kasılmadan söz edip, her üç tip kasılmanında özellik olarak konsentrik ya da eksentrik şekilde olabileceğini söylerken, bazı yazarlar yalnızca dinamik kasılmaların eksentrik ve konsentrik şeklinde sınıflandırılabilirliğini iddia etmektedirler. Bu teknik tartışmaların tamamını kapsayan bir sınıflandırma yapmak istersek; statik kasılmaları izometrik, dinamik kasılmaları da izokinetik ve izotonik kasılmalar olarak kabul etmek gerekir.

2.2.1.4. İzometrik kasılma

Statik bir kasılmadır. İzo (iso): eşit veya aynı, metrik ise uzunluk birimini ifade eder. Tanımı ise kasta herhangi bir uzunluk değişikliği olmaksızın, kasın geriliminde artış meydana gelen kasılmalar şeklinde yapılabilir. Yani kasın uzunluğu

sabit kalırken gerilimi artmaktadır. Ayakta dik durmamızı sağlayan antigravite kasları izometrik olarak kasılmaktadırlar. En çok güreş sporunda görülür. Elimize aldığımız bir pazar filesini dirsek ekleminde hareket ettirmeden taşırsak, fileyi tutarak taşımamızı sağlayan kaslar izometrik olarak kasılırlar (19).

İzometrik kasılma, uzunluğu sabit kalan fakat tonusu artan, statik bir kasılma şeklidir. İzometrik kasılmada yine de kaslar arası (intramüsküler) esnetmeler görülür (20). İzometrik çalışmada fizik kanunlarına göre mekanik bir iş yapılmış olmaz (21).

2.2.1.5. İzotonik kasılma

İzo, sabit, tonik ise gerilim anlamını taşıdığı için bu tip kasılmaya kasın uzunluğunda bir değişimin olduğu fakat geriliminin sabit kaldığı dinamik kasılmalara izotonik kasılma denir. İzotonik kasılmalar çoğu kez konsantrik kasılmalarla eş anlamlı kullanılsa dahi, konsantrik ve eksantrik kasılmalar şeklinde de sınıflandırılmaktadır. Kasılma ile bir hareket oluşur ve mekanik bir iş yapılır (17).

2.2.1.6. Konsantrik kasılma

Kas kasılması sırasında kasın gerilimi (tonusu) sabit kalırken kasın boyu kısalır. Kasılma ile hareket gerçekleşir ve mekanik bir iş yapılır. Bir ağırlığın yerden bir yere kaldırılması bununla sağlanır (17). Konsantrik kasılma türünde kontraktıl element kısalırken, elastiki element bir düzen içerisinde belli bir gerilimi ve uzunluğu korur. Konsantrik kasılmada pozitif mekanik bir iş yapılır. Bir dambılı kaldırırken kol kaslarının kasılması örnek olabilir (21). Elimize aldığımız bir ağırlıkla dirsek eklemine fleksiyon yaptırırsak, biceps brachii kası konsantrik olarak kasılır. Kas boyu kısalır, ön kol üst kola doğru mekanik bir hareket (iş) yapmıştır (19).

2.2.1.7. Eksantrik kasılma

Eksantrik kasılma; dinamik bir kasılma şeklidir. Kasın tonusu (gerilimi) artarken boyu uzar. Eksantrik kasılmalarda yapılan iş negatif karakterdedir, merdiven inme veya ağırlığı indirme gibi hareketler örnek olabilir. Eksantrik kasılma sırasında kasın gerilimi sabit kalırken, konsantrik kasılmasının aksine kasta uzama meydana gelir. Negatif bir mekanik iş yapılır. Dik duruştan vücudu yere doğru yavaş yavaş eğme esnasında Soleus ve Gastrocnemius kasları eksantrik kasılır. Bir ağırlıkla

dirsek fleksiyon sonrası ekstansiyon yaparsa Biceps Brachii kasının eksentrik olarak boyunda uzama görülmektedir (19).

2.2.1.8. İzokinetik kasılma

Hareket, sabit hızda yapılırken direnç ya da yük kasın o açıda üreteceği güce göre farklılık gösterir (17). İzokinetik kasılma; kas kasılma süratinin sabit tutulduğu maksimal bir kasılma şeklidir. Kas sabit bir süratle kasılırken kasta oluşan tansiyon bütün hareket boyunca eklem bütünü açılarında maksimal tutulur. Örneğin; serbest stil yüzmede kol kulaçları (21).

Fiziksel aktivitelerde kas kasılmaları izometrik ve izotonik kasılmaların beraber olması, yani kasılma esnasında kasın hem uzunluğunun hem de geriliminin değişmesi ile sağlanır. Yani izometrik ve izotonik kasılmalar birbirinin ardı sıra gerçekleşir. Bu tür kasılmalara oksotonik kasılmalar adı verilir. Örneğin koşma sırasında bacak kaslarında oksotonik kasılma görülür. Bacağın yere basma fazında izometrik, ekstremitte hareketi sırasında izotonik kasılma görülür (19).

2.2.1.9. Gerilme kısıalma döngüsü

Geleneksel olarak, kassal egzersiz statik ve dinamik olmak üzere sınıflara ayrılır. Her ne kadar bu sınıflama daha ayrıcalıklı olan izometrik, konsentrik ve eksentrik kasılmalar olarak sınıflansa da, aslında kas kasılmasının tam anlamıyla doğasını ve kasılma formunu açıklamamaktadır (13). Vücut segmentleri koşu ve sıçrama egzersizlerinde olduğu gibi periyodik olarak çarpma kuvvetlerinin etkisi altında kaldığından veya yerçekimi gibi dış etkiler kasın boyunu kısalttığından dolayı farklı kasılma çeşitleri (eksentrik, konsentrik, izometrik) normal bir kas hareketi sırasında çok nadir olarak yalnız başlarına oluşur. Bu tür durumlarda genellikle kasta eksentrik kasılma oluşur ve bunu takiben konsentrik kasılma meydana gelir. Bu yüzden eksentrik ve konsentrik kasılmalarının kombinasyonu kas fonksiyonunun doğal formunu oluşturmaktadır ve “Gerilme Kısıalma Döngüsü” olarak adlandırılır (13).

2.2.1.10. Tek veya grup halinde kas kasılması

Hareket yalnızca bir kasın aktive olması sonucu oluşmaz. Birçok uzuv ve vücut hareketlerinde kas grupları tek bir hareketi gerçekleştirebilmek için birlikte

kasılır. Hareketin oluşumu sırasında en büyük katkıda bulunan kaslar agonist kaslardır ve en önemli görev bu kaslara aittir. Hareket sırasında agonist kaslara yardımcı olan bazı kaslar bulunmaktadır. Yardımcı kaslar, olarak adlandırılabilen bu kaslar küçük kas grupları veya hareket açısının yapısından dolayı harekete tam olarak katılamayan; ancak oluşumunda katkıda bulunan kaslardır. Herhangi bir hareket sırasında, ekleme zıt tarafta ve harekete zıt yönde kasılan kaslarda antagonist olarak adlandırılır. Bu kaslar, agonist kaslara zıt yönde kasılma gerçekleştirirler. Bazı araştırmacılar agonist ve antagonist kasların ko-aktivasyon çeşitlerini araştırmışlar ve antagonist kasların tüm hareket boyunca zıt yönde güç ürettiğini ortaya koymuşlardır (13,22). Kontrollü hareketleri gerçekleştirmek için kas gruplarının ortak olarak görev aldığı başka yollarda bulunmaktadır. Eklemi sabitleyerek ve hareket süresinde istenmeyen düzensizlikleri engelleyerek harekete indirek olarak katılan kaslara sinerjist kaslar denir. Sinerjist kaslar agonist kaslarla aynı anda aktive olur ve agonist kaslara yardımcı olarak veya hareketi gerçekleştiren uzuv sabit tutarak stabilizasyonunu sağlar. Bu şekilde agonist kaslar daha etkili bir şekilde çalışır (13).

2.2.2. EMG sinyalini etkileyen faktörler

EMG sinyali kaydedilirken sinyalin doğruluğunu etkileyen en önemli unsurlardan biri, sinyal/gürültü oranıdır. Yani EMG sinyalindeki enerjinin gürültü enerjisine oranıdır (13). Gürültü, genellikle sEMG sinyallerindeki istenmeyen elektriksel sinyal olarak tanımlanır. Bu gürültünün frekansı sıfırdan birkaç bin Hertz (Hz)'e kadar değişebilir. Gürültü farklı kaynaklardan oluşabilir:

1. Elektrostatik alan; deri ile elektrot arası,
2. Elektronik cihazlar; televizyon, havalandırma, güç hatları, lambalar vb.
3. Hareket artifaktı; hareket sırasında kablo, amplifikatör veya elektrotun yerinden oynamasına bağlı olarak oluşan istenmeyen sinyal
4. Yanses; ölçüm yapılmak istenen kasa komşu olan diğer kas gruplarından gelen aksiyon potansiyelleri,
5. Elektrot özelliği ve yerleşimi; kasın yüzey alanına bağlı olarak kullanılan elektrotların büyüklüğü ve ölçüm yapılacak kasa ait yüzey alanına uygun yerleşimi (13,23).

Bu bağlamda; ölçüm uygulamalarına geçilmeden önce sEMG sinyalinin güvenilirliğini arttırmak için bazı faktörler göz önünde bulundurulmalıdır; derinin

hazırlanması, elektrot çeşidi ve yerleşimi, gürültüsüz bir ölçüm ortamının hazırlanması, amplifikatörün giriş empedansı, maksimal istemli kasılma ölçümünün uygun eklem açısında yapılması (24).

2.2.3. Elektrot çeşitleri

EMG’de genelde iğne elektrot ve yüzeysel elektrotlar kullanılır. Özellikle spor bilimlerinde kullanım kolaylığı açısından yüzeysel elektrotlar daha çok tercih edilir. Her iki elektrot tipinde de Tablo 2.1’de ifade edilen avantaj ve dezavantajlar bulunmaktadır (13).

Tablo 2.1. Yüzeysel ve iğne elektrotunun avantajları ve dezavantajları.

YÜZEYEL ELEKTROD		İĞNE ELEKTROD	
AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
-Uygulaması çabuk ve basittir.	-Sadece yüzeysel kaslar için kullanılır.	-Aşırı derecede duyarlıdır.	- Aşırı derecede duyarlıdır.
-Tıp uzmanı ve sertifikası gerektirmez	-Yansıma etkilenemez.	-Tek bir kasın kasılma sinyallerini kaydeder.	-Personel tıp sertifikası gerekmektedir.
-Rahatsızlık verme oranı en azdır.	-Standart elektrot yerleşimi yoktur.	-Derin kaslara ulaşabilir.	-Yeniden yerleştirme neredeyse imkansızdır.
	-Deneğin hareket kabiliyetini engelleyebilir.	-Çok az yansıma ihtimali vardır.	-Ölçülen bölge belki tüm kası temsil etmeyebilir.
	Dinamik kassal aktiviteleri kayıt etmede sınırlılıklar vardır.		

Bipolar sEMG kullanımında non-invaziv şekilde kasların değerlendirilmesinde yüzeysel EMG (SENIAM)’ın önerilerine göre EMG ölçümünde kullanılan elektrotlar; birçok uygulamada, aksiyon potansiyeli kas üzerindeki deri yüzeyine yerleştirilen iki elektrot aracılığıyla (bipolar olarak adlandırılan yöntem) ölçülür. Bu yüzden, kas kasılması sırasında aksiyon potansiyeli kası örten doku boyunca hareket eder ve deri yüzeyindeki elektrotlar aracılığıyla tespit edilir (25). Elektrotun fonksiyonu iyonik biyoelektronik akımı elektron akımına çevirerek EMG sinyalini monitöre aktarmaktır. Bu değişim elektrotta meydana gelir. sEMG analizinde kullanılacak elektrot sisteminin temel ihtiyacı, elektrot sisteminin döndürülebilir ya da nonpolarize olmasıdır. Alüminyum ve altın gibi maddeler çok

kolay polarize olur ve çok yüksek elektrik potansiyelleri sergilerler. Bu yüzden ideal olanı yüzeyel elektrotlarda oldukça yaygın kullanılan gümüş-gümüş klorürdür (Ag/AgCl)(26). sEMG sinyali bu elektrotlardan geçerek gürültüyü kaldırmak için amplifikatöre gelir, büyüklüğünü yükseltir ve daha sonra bilgisayara aktarılarak analize hazır hale getirilir (13).

Elektrot şekli: Her iki elektrotun uygulama şekli aynı olmalıdır. Bu şekilde girdi empedansı birbirine yakın olur. Ancak SENIAM uygun elektrot şekli hakkında tam olarak açık bir öneride henüz bulunmamıştır.

Elektrot cinsi: SENIAM Ag/AgCl elektrot kullanımını önermektedir.

Elektrotlar arası mesafe: SENIAM bipolar sEMG elektrotları arası mesafeyi merkezden merkeze 20 mm olarak önermektedir.

Elektrot büyüklüğü: Elektrotun iletken kısmı anlamına gelmektedir ve SENIAM maksimum 10 mm olarak önermektedir (13).

2.2.4. Deri yüzeyinin hazırlanması ve elektrot yerleşimi

sEMG sinyalini etkileyen en önemli etmenlerden birisi deri yüzeyinin hazırlanması ve elektrot yerleşimidir. Deri yüzeyinin hazırlanmasındaki en önemli sebeplerin başında elektrotların sabitlenmesi ve düşük deri empedansının oluşmasını sağlamak gelmektedir. En iyi sEMG amplifikatörleri arasındaki deri empedansı, 5-50 kOhm olarak dizayn edilmiştir. Genellikle elektrot yerleşiminden önce derinin hazırlanması aşağıdaki basamaklardan oluşur;

Deri yüzeyindeki kılların temizlenmesi: Bu işlem jilet yardımıyla kuru deri üzerine uygulanır. Bu esnada deri üzerinde bulunan kıllar temizlenirken ölü derininde yüzeyden ayrılması sağlanır. Elektrotların daha iyi yapışmasını sağladığı gibi, nemli ve terli ortamın oluşmasını engellemekte ve böylece kastan gelen elektriksel aktivitenin uygun kaydedilmesini sağlamaktadır.

Ölü derinin temizlenmesi: Ölü derinin kaldırılmasını sağlayan özel macunlar, zımpara kağıdı, daha yumuşak tekstil ürünleri deri yüzeyine fazla zarar vermeden kullanılabilir ve bunu takiben alkolle deri yüzeyi silinerek kir, ter ve ölü deri ortadan kaldırılmaktadır.

Hangi metot kullanılırsa kullanılsın, deri yüzeyi açık kırmızı renk aldığı anda uygun deri empedans ortamının yaratılmış olduğu anlaşılır (13).

Elektrot yerleşimi: Elektrot yerleşimi kastan gelen iletinin en uygun şekilde bilgisayar ortamına aktarılmasında büyük öneme sahiptir. Farklı deneklerde elektrot yerleşimi mümkün olduğunca aynı nokta üzerinde yapılmaya çalışılmalıdır. Elektrotlar yerleştirilirken dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır; elektrotlar, bir motor nokta ve tendon bağlantıları arasına veya iki motor nokta arasına yerleştirilmelidir. Ayrıca kasın uzunlamasına çizgisi boyunca da yerleştirilebilir. Elektrotun uzunlamasına olan eksenini ise kas fibrillerine paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir. Referans elektrotu mümkün olduğunca en uzak noktada kemik prominans (çıkıntı) üzerine yerleştirilmelidir (23).

2.2.4.1. sEMG sinyalinin bilgisayar ortamına aktarılması

A/D dönüştürücü: Kastan alınan sEMG sinyali bilgisayar ortamına aktarılmadan önce, analog voltajdan dijital sinyale dönüştürülmelidir (A/D dönüştürme). A/D dönüştürücü istenilen amplitüt oranını (örneğin, +/-5V) en uygun şekilde dönüştürmelidir. A 12 bit A/D dönüştürücü girdi sinyalinin voltaj oranını 4095 intervale ayırır. Bu durum kinesiyojik ölçümler için uygundur.

A/D örnekleme oranı: Diğer bir önemli tekniksel konu, uygun örnekleme frekansının seçilme işlemidir. Bir sinyale ait sıklık spektrumunu en doğru şekilde çevirebilmek için giriş sinyal voltajını tanımlayan A/D dönüştürücüdeki örnekleme oranı beklenen maksimal sinyal frekansına oranla en az iki kat daha büyük olmalıdır. sEMG için sinyal gücü 10-250 Hz arasında bulunur ve SENIAM ve Uluslararası Elektromiyografi ve Kinesiyoloji Topluluğu (ISEK)'nin önerilerine göre amplifikatör bandı 10-500 Hz gerektirmektedir. Sinyal kaybını önlemek için örnekleme frekansının da en az 1000 Hz ve hatta 1500 Hz civarında olması gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır (13).

2.2.4.2. sEMG sinyalinin analizi

Üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmayan sEMG sinyaline ham veri denmektedir. Bu ham veriler aynı zamanda çevredeki elektriksel cihazlardan kaynaklanan gürültüde içermektedir. Bu gürültüler sEMG verisinde hata oluşturduğundan üzerinde düzeltme yapılarak analiz edilmektedir. sEMG sinyal genliği rasgele negatif ve pozitif değerler alan zamana ve kuvvete bağlı olan bir

sinyaldir. Literatürde, sEMG sinyalinin farklı filtreleme yöntemleri kullanılarak analiz edildiği görülmektedir (13,24).

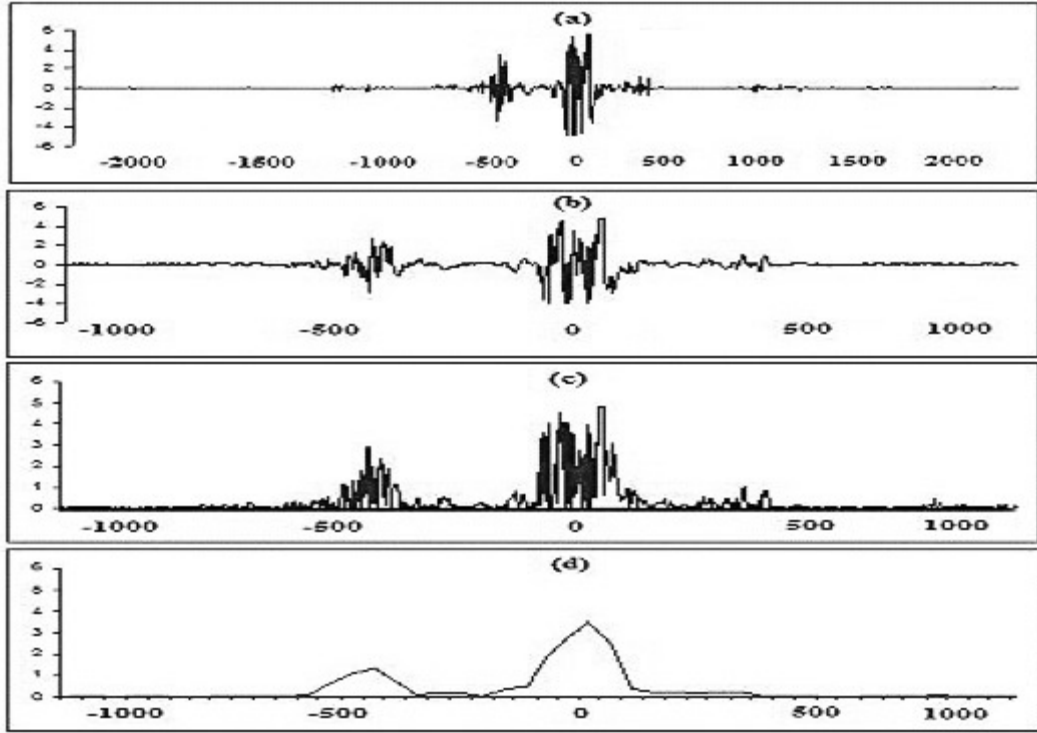
Kesit Alma (EPOCH): Ölçüm sırasında kayıt edilen tüm sEMG verisinin belli bir kısmının analiz ortamına aktarılma işlemine kesit alma denir (26). sEMG elektrotları kaslardan aldıkları verileri saniyenin 1/1000 hızında değerlendirir ve sisteme aktarır. Araştırma planı içinde sEMG verileri belirli bir anın öncesi ve sonrası şeklinde ikiye bölünmesi gerekebilir. Bu sebeple kesintisiz kaydedilmiş veriler belirli bir tetik noktasının öncesindeki ve sonrasındaki veriler olarak ayrılmalıdır (futbolda topa vuruş anından 1sn öncesi 1000 veri ve 1sn sonrası 1000 veri gibi). Tetik noktasından belirli bir veri öncesi ve sonrasındaki aralık kesit alanı olarak tanımlanır. Ancak bunu yapabilmek için ilgili tetik noktasının veya topa değiş anının tespiti gerekir (24, 27).

Rektife etme: Kesiti alınan veri işleme aşamasına gelir. Bu kısımda önce verinin dalga akımdan doğru akıma dönüştürülmesi yani negatif işaretlerin değiştirilmesi gerekir. Rektifikasyon işlemi, sinyalin sadece pozitif kısımlarının değerlendirilmesidir. Bu işlem ya sinyalin negatif kısımları atılarak (yarım dalga rektifikasyonu) ya da sinyalin tamamının mutlak değeri alınarak (tam dalga rektifikasyonu) gerçekleştirilir. Sinyalin negatif ve pozitif değerlerinden dolayı ortalamasının alınamaması, rektifikasyon işleminin işaret uygulamasını gerektirmektedir. Rektifikasyon işlemi, sinyalin bütün enerjisinin korunması amacıyla genellikle sinyalin bütününün mutlak değeri alınarak yapılır. Bu işlemde verinin büyüklüğü değişmez sadece yönü değişir (24, 27).

İntegrasyon: İntegrasyon işlemi verilerin ortalamasının alınması anlamına gelmektedir. İki tane farklı integrasyon işlemi farklı amaçlar için kullanılır. Birincisi, eğer sEMG verisinin mikro yapısından ziyade tüm veriye bakılmak isteniyorsa “lineer zarf” hesaplaması yapılır. sEMG’nin lineer zarf analizi her 10msn’lik küçük zaman aralıklarının integrasyonu anlamına gelmektedir (13, 28). İkincisi ise belirli bir dönem içerisindeki tüm veriyi değerlendirmek için yapılan integrasyon işlemidir. Rektifikasyonu alınan verilerin işleme sokulup değerlendirilebilmesi için örneğin 100, 40, 10’ar msn’lik gruplar halinde ortalamaları alınabilir. Bu sebeple kesiti alınan ve negatif verileri pozitive değiştirilen veri, bir formülasyona sokularak indirgenir. Şekil 2.4’de bir araştırma kapsamında elde edilen sEMG verisinin topa vuruş

anındaki Vastus Medialis kasına ait (0 noktası topa temas anını belirtir) analiz basamaklaması örneği verilmiştir (13).

Normalizasyon: sEMG verisinin normalizasyon işlemi bireyler arasındaki kassal aktivasyon düzeylerini karşılaştırmak için kullanılan bir analiz yöntemidir (29). Ancak normalizasyon işlemi yapılırken ölçüm yapılacak kas grubuna ait eklem açısı ve vücudun konumunun ne olması gerektiği çok iyi bilinmelidir. Çünkü normalizasyon için uygulanacak teknik her sporcu için hemen hemen aynı sonuçları vermelidir (26). Birçok araştırmacı sEMG sinyalinin normalizasyon tekniklerini açıklamışlardır (30,31). En çok kullanılan yöntem izometrik maksimal istemli kasılmayı referans olarak kullanmaktır. Maksimal istemli kasılma ölçümü alınarak kasılan kasın kendisine ait maksimal istemli kasılma değerinin % kaçını hareket geçtiği bilinebilmektedir. Bu süreç dahilinde yapılan işleme normalizasyon işlemi denmektedir (13).



Şekil 2.4. Topa vuruş anında Vastus Medialis kasına ait sEMG sinyalinin analizi: A) Ham veri; B) Kesiti alınmış veri; C) Rektife edilmiş veri; D) İntegrasyonu alınmış veri.

2.2.5. Elektromiyografinin tanımı ve spor bilimlerinde kullanım alanları

Genel anlamda sEMG sinyali; merkezi kontrol stratejileri, sinir hücreleri boyunca olan sinyalin sinir kas kavşağına transferi, motor ünite de kas hücrelerinin elektriksel aktivasyonu, karmaşık biyomekaniksel olaylar zinciri, agonist ve antagonist kas tendonları üzerine etki eden ve kemiklere taşınan baskının üretimi hakkında bilgi vermektedir (13).

Bu bağlamda, sEMG kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir çalışma alanıdır. Diğer tüm disiplinlerde olduğu gibi spor bilimleri alanında da çok yaygın olarak kullanılmaya devam edilmektedir. Bazı durumlarda birincil araştırma aracı, bazen de diğer ölçüm yöntemleri ile elde edilen bulguları destekleyici yöntem olarak kullanılmaktadır. Kasal kasılma gevşeme stratejileri, yorgunluğun değerlendirilmesi vb. konular direkt kullanıma örnek teşkil ederken, hareket analizi sırasında (kinematik değerlendirme) destekleyici bilgi sağlayabilmektedir.

Son yıllarda kinematik değerlendirmelerin yanı sıra iskelet kaslarının kasılma-gevşeme mekanizmalarının değerlendirmeleri, spor bilimlerinde sıkça kullanılmaya başlayan sEMG yöntemiyle analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalar okçuluk (32), tenis (33) ve golf (34) gibi bireysel sporlarda gerçekleştirildiği gibi; softbol (35), futbol (36) ve voleybol (37) gibi takım sporlarında da gerçekleştirilmiştir.

sEMG sistemlerinin kullanıldığı ve spor bilimlerinde uygulanan bu çalışmaların büyük çoğunluğu, takım veya bireysel sporlarda özel beceri gerektiren tekniklerin sergilenişi sırasında ilgili kaslarda meydana gelen kasılma ve gevşeme mekanizmasının tespit edilmesi ile sakatlık oluşumu ve uygun tekniğin tespiti gibi konuları içermektedir. Elde edilen bu veriler; teknik gelişimin değerlendirilmesi, uygun antrenman programlarının oluşturulması, sporcunun gelişiminin takip edilmesi, yetenek seçimi amaçlarıyla kullanılabilir (38).

Spor bilimlerinde takım veya bireysel sporlarda performansın ortaya konması oldukça önemlidir. Performansı yorumlamada son yıllarda kullanılmaya başlanan sEMG uygulamaları, futbolda üst vuruş tekniğinin uygulanışı örneğinden yola çıkarak şu başlıklar altında değerlendirilebilir;

1. Spora özgü motor beceri performansı gerçekleştirilirken hangi kasların kasılıp hangi kasların gevşediği hakkında bilgi sahibi olunabilir. Örneğin, üst vuruş

tekniklerinin uygulanışı sırasında ileri savurma fazında (topa doğru) Quadriseps Femoris grubu kaslar kasılarak dize ekstansiyon yaptırırken Hamstring grubu kaslar gevşeyerek bu hareketi kısıtlamazlar.

2. Spora özgü motor beceri performansı gerçekleştirilirken harekete katkıda bulunan sinerjist kaslar hakkında bilgi sahibi olunabilir. Örneğin, üst vuruş tekniklerinin uygulanışı sırasında ileri savurma fazında dizde oluşan ekstansiyona Vastus Lateralis ve Vastus Medialis kasları gerçekleştirirken Rectus Femoris kası özellikle topla temas yaklaşma anında sinerjist olarak kasılır.

3. Spora özgü motor beceri performansı gerçekleştirilirken kaslarda oluşan kasılma türlerini tanımlamada kullanılabilir. Örneğin, üst vuruş tekniklerinin uygulanışı sırasında topla temas fazında Quadriseps Femoris grubu kaslar konsentrik olarak kasılırken Hamstring grubu kaslar eksentrik olarak kasılmaktadır.

4. Sporcuların beceri düzeylerini ayırt etmeye yarayarak uygun tekniklerin tanımlanması aşamasında kullanılabilir. Örneğin profesyonel futbolcular özellikle vuruş sonrası ileri savurma fazında dize fleksiyon yaptıran kaslarını gevşeterek bacağın kalça yüksekliğine kadar çıkmasına izin verirken, amatör sporcular bu kası kasarak ileri savurma fazını kısıtlayarak performansı olumsuz etkilemektedirler.

5. Uygun teknikleri tanımlayarak, sportif teknikleri düzeltme sağlayıcı feedback (geri bildirim) aracı olarak kullanılabilir. Örneğin: profesyonel ve amatör futbolcularda topla vuruş sırasında gerçekleştirilen ölçümler sonrası tanımlanan kasılma-gevşeme stratejileri, genç ve yeni başlayan futbolculara geribildirim olarak verilebilir.

6. Uygulanan tekrarlı motor becerilerin yorgunluk oluşumuna olan katkısı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Örneğin futbolda ardı ardına uygulanan üst vuruşun veya yoğun interval yüklenmenin kaslarda oluşturduğu periferik yorgunluk yüzeysel sEMG kullanılarak tespit edilebilir (13).

2.3. Kas Hasarı

Kas hasarı temel olarak iki yolla açıklanmaktadır. Birincisi alışık olunmayan egzersiz, ikincisi ise tam olarak karakterize edilmemesine rağmen kas iskemisinin de katkısıyla doku yaralanmasıyla bazı metabolik ve kimyasal olayların ortaya çıkmasıdır. Farklı türdeki egzersizler farklı boyutlarda kas hasarını meydana getirir.

Bunun yanında eksentrik kasılma türlerine göre daha fazla kas hasarı oluşturmaktadır (1).

Alışık olmayan eksentrik kasılmanın yol açtığı hasar myofibrillere özgü yapının bozulmasına sebep olur. Özellikle Z bandındaki kopmalara myofibril iskeletindeki kırılmalar eşlik eder (2). Eksentrik kasılmadaki bu yaralanmaların diğer kasılma türlerine göre fazla olması iki teori ile açıklanmaktadır. İlki azalan motor ünite aksiyonudur. Aynı iş yükünde ve hareket fazında konsantrik kasılma ile karşılaştırıldığında aktif motor ünite miktarı 5/1 oranında azalmaktadır (2). Sonuç olarak eksentrik kasılma fikril başına düşen yükün artması mekanik kopmaları beraberinde getirir. İkinci teori ise; eksentrik kasılmada daha fazla uzamak zorunda kaldıklarından kopmalar meydana gelmektedir (2).

2.3.1. Kas yapısı ve hasar mekanizması

İki Z diski arasında bulunan ve yapısında kalın (miyozin) ve ince (aktin) olmak üzere kontraktıl filamentler bulunan kasın kasılabilen en küçük birimine sarkomer adı verilir. Sarkomer yapısında kontraktıl filamentler stabilize eden ve kas kasılması esnasında meydana gelen gerimin uzunlamasına ve lateral olarak aktarımını sağlayan yapısal proteinlerde bulundurmaktadır. Kontraktıl filamentler (miyozin ve aktin) yapısal proteinler aracılığı ile Z bandına tutunurlar. Bu yapısal proteinler titin, desmin, dystrophin, nebulin, valin ve synemindir. Titin miyozini, desmin ile aktini Z diskiye bağlayan yapısal proteinlerdir (39). Distrofin sarkolemmada (kas zarı) yerleşmiş ve kas zarı bütünlüğünün korunmasında önemli rolü olan bir proteindir (40).

Eksentrik egzersizler sarkomer boyunda aşırı uzamalara neden olmaktadır (41). Eksentrik egzersiz sonrasında optimum kas uzunluğunun %140'a varan uzamalar meydana geldiği hayvan çalışmalarında göstermiştir. Bu alışılmamış mekanik gerilimler kastaki yapısal proteinlerde kopmalara neden olur. Z bandını ve kas zarını stabilize eden bu proteinlerin lokalizasyonunun değişmesi sonrasında; Z bandında kaymalar ve sarkomer bütünlüğünde bozulmalar ortaya çıkar (42).

İnsan kaslarında hasarın doğrudan belirlenmesi biyopsi ve manyetik rezonans görüntüleme gibi zor yöntemler gerektirdiğinden, daha çok dolaylı yöntemlere başvurulmaktadır. Kas hasarının belirtileri fonksiyonel, biyokimyasal ve histokimyasal belirtiler olarak sınıflandırılabilir. Ağrı (Gecikmiş kas ağrısı), şişlik,

kuvvet kaybı, hareket genişliğinde azalma tesbit edilmesi kolay olan fonksiyonel belirtileridir. Aktivite ile meydana gelen ağrı, kas hasarını subjektif belirtileri içerisinde en başta gelenidir. Genellikle 24 saat içerisinde gelişmekte olan ağrıya, giderek kas hassasiyeti ve sertliği de eklenir. Hiçbir ilave aktivite yapılmaksızın ağrı 5-7 gün devam edebilir (43,44).

Kas membranının bozulması sonucunda dolaşıma karışan bazı kas enzimlerinin kandaki seviyelerinin artması kas hasarı ve derecesini gösteren biyokimyasal belirtilerdir. Kas hasarının somut belirtisi ise doku örneği sonucu sarkomer yapısının bozulduğunun gözlemlenmesidir.

2.3.2. Egzersize bağlı kas hasarı ve enzim aktiviteleri

Plazma CK aktivitesi kas yaralanmalarında, akut miyokart enfarktüsü sonrasında ve proteinlerin enerji metabolizması olarak kullanıldığında artmaktadır (6). Bunların yanında egzersize bağlı kas hasarı olduğunda plazma ve serumda hücre içi enzim olan CK'nın aktivitesi artar (6).

İskelet kas hasarı, kasa özel bileşenlerin membrandan kan dolaşımına sızmasına sebep olur. Bunlardan en önemlisi CK olmasına rağmen miyogloblin, LDH ve kas yapı proteinleri hasarın göstergesidir. Kas hasarı tespitinde genellikle CK'nın kullanılmasına rağmen bu enzimin; miyokard hasarında tanıya yardımcı olabilen kardiyak biomarkerler mevcuttur. Bunlardan CK, Kreatin Kinaz Myokardial band (CK-MB), Miyogloblin, Troponin T ve I sıkça kullanılmaktadır. LDH ve AST, duyarlılık ve özgüllüklerinin düşük olması nedeniyle fazla tercih edilmemektedir (2,18,45,46).

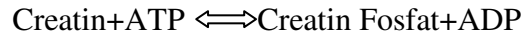
İskelet kasındaki hasar, kasa özgü bileşenlerin, membran yırtıklarından kan dolaşımına akmasına sebep olur. Kasın en çok kaybedildiği bilinen bileşen CK'dır (18,47). Kas hasarını belirleyen diğer göstergeler serumda artmış LDH ve yapısal proteinleri düzeyidir. Yapılan çalışmalar, eksentrik egzersiz esnasında kan laktat seviyelerinin 6-10 kat arttığını göstermiştir (25).

Kas kasılırken gerekli olan ATP üretimi aerobik ve anaerobik yollardan sağlanır. Glikozun anaerobik yolla parçalanması sırasında laktik asit üretilir. Kişi çalışma yoğunluğunu arttırdıkça laktik asit üretimi de artmaktadır. Keza şiddeti yüksek egzersizler kas hasarının oluşumunu arttıran egzersizlerdir. Eksentrik egzersizler daha yüksek kuvvet üretimine yol açarlar. Kanda ortalama CK seviyeleri

egzersizden 3-4 gün sonra en yüksek seviyesine ulaşır. Çalışmalar egzersizden sonra 5. günde CK seviyesinin hala yüksek olduğunu göstermiştir (18,47). Öte yandan, bu pik seviyelere sadece ilk egzersiz sonrasında ulaşılabilceği daha sonraki uygulamalarda erişilen pik değerine ulaşamayacağı bildirilmiştir (25).

2.3.3 Kreatin Kinaz

CK kasılma veya taşıma sistemlerindeki ATP yenilenmesini sağlayan bir enzimdir. CK kas hücresinde fizyolojik bakımdan fonksiyonel hale gelir. Kasın her kontraksiyon döngüsünde Kreatin Fosfat kullanılır ve ATP oluşur ve geri dönüşlü bir reaksiyondur. Bu sonuç kasın ATP düzeyini sabit tutar. Bu reaksiyonda CK katalizör görevi görür.



CK'nın en aktif olduğu yer iskelet kasıdır. Egzersizin sebep olduğu kas hasarında CK aktivitesi cinsiyet, yaş, egzersizin tipi gibi değişkenlerden etkilenirken farklı ırklara mensup kişilerde farklı miktarda ortaya çıktığı bilinmektedir.

Egzersiz sonrası plazma CK aktivitesi incelenirken, bazı çalışmalarda serum CK miktarına göre sonuçlar kategorize edilerek incelenmektedir. Buna göre yüksek CK aktivitesi gösteren denekler *hyperresponder*, düşük CK aktivitesi gösteren denekler *nonhyperresponder* olarak adlandırılmaktadır. Bu gruplandırmada iki kriter göz önünde bulundurulmuştur. Birincisi CK'nın 2. günden sonra pik yapması ikincisi ise CK aktivitesinin 1000 U/L den fazla ya da egzersiz öncesi değerinde %500 oranda artmasıdır. Çok yüksek plazma CK aktivitesinin tatmin edici bir açıklaması yoktur. Vucut kitle indeksiyle ya da kas kitesiyle bir ilişkinin olmadığını bildiren çalışmalar mevcuttur (6).

CK belki tip II liflerinde tip I liflerine oranla daha fazla aktivasyon gösterebilir. Tepe aşağı yürüyüş egzersizlerinde tip II fibrillerinin tip I fibrillerinden daha fazla hasara uğradığı belirtilmektedir. Boş zaman faaliyeti, kassal aktivite ve CK arasında bir ilişki saptanamamıştır. Önceki fiziksel aktivite durumu yüksek CK aktivitesinin bir açıklaması değildir (48). Nitekim poliklinik ortamında, bütün hareketleri kontrol altına alınmış deneklerde de egzersiz sonrası çok yüksek CK aktivitesi görülmüştür (6). Egzersizden sonra artan CK'nın pik zamanı egzersizin türüne, şiddetine ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Farklı çalışmalarda pik zamanı konusunda değişik sonuçlar elde edilmiştir. CK miktarının yapılan

egzersizden 2-4 gün sonra en yüksek seviyeye geldiği bildirilirken yapılan başka bir çalışmada bacak direnç egzersizinden sonra CK seviyesindeki yükselme 3-4. günde en yüksek seviyesine gelmiştir (49). CK seviyeleri erkeklerde kadınlardan daha yüksektir (50).

Bununla birlikte eksentrik egzersizin konsentrik egzersizden daha fazla kas hasarı meydana getirdiğini bildiren çalışmalarda mevcuttur. Brown ve arkadaşları (1) diz kasının eksentrik kasılma, tekrar sayıları ve kas hasarına etkisi üzerine yaptıkları çalışmada tekrar sayısının arttıkça serum CK seviyesini de arttığını tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada 9 deneğe tek kolla 12 maksimal eksentrik kasılma gerçekleştirilmiş, diğer kolla 100 tekrar izometrik kasılma gerçekleştirilmiş. Ölçümler iki hafta arayla yapılmış eksentrik kasılma egzersizinde izometrik kasılma egzersizine oranla daha yüksek CK aktivitesi tespit edilmiştir (51). Başka bir çalışmada yokuş yukarı ve aşağı yürüyüş egzersizinin plazma CK'ya etkisi koşu bandında 13 derecelik eğimle araştırılmış, tepe yukarı yürüyüş egzersizinde CK egzersizinden 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 eksantrik kasılmanın konsentrik kasılmadan daha fazla kas hasarı meydana getirdiği sonucuna varılmıştır (52).

2.3.4 Miyogloblin

Miyogloblin iskelet kasında bulunan ve oksijenin kas hücresindeki mitokondriye taşınmasını sağlayan protein yapıda bir maddedir (17). Miyogloblin en erken yükselen kardiyak biyomarkerlerden biridir. İlk 3 saatte yükselir ancak hem kasta hem de kalpte bulunması özgüllüğünü azaltmaktadır. Özgüllüğünü arttırmak için yapılan çalışmalarda Miyogloblin/Karbonik Anhidraz III oranının 1 olması halinde miyogloblindeki yükselmenin kardiyak kökenli olduğu söylenir (45). Yapılan bir çalışmada ilk 3 saatte CK-MB yükselmesinin tanımsal değerini %90, miyogloblinin ise %100 olduğu bulunmuştur (53). Başka bir çalışmada da, ilk 2 saatte CK-MB yükselmesinin tanımsal değerini %82,1, miyogloblin'in ise yine %100 olduğu bulunmuştur (54).

2.3.5. Laktat dehidrogenaz

LDH, CK enzimi gibi kalp dışında böbrekler, eritrositler, beyin, mide ve iskelet kasında da yaygındır. LDH'nın 5 izoenzimi vardır, bunlardan LDH-1 ve LDH-2 izoenzimleri miyokard iskemisi tanısında kullanılır. LDH-1 enzimi miyokard infarktüsünde ve lösemi gibi durumlarda yükselir. LDH-2 iskelet kası hariç vücudun diğer bütün dokularından ama en belirgin olarak kalpten salınır (55). Serum total LDH aktivitesi göğüs ağrısı başladıktan 8-12 saat sonra yükselir, 24-48 saat sonra tepe değerine ulaşır, yedi gün veya daha uzun süre yüksek kalır. 24 saat aktivitedeki artış genellikle referans değerinin üst sınırının 3-4 katı olmakla birlikte 10 katı kadar da olabilir. LDH-1 izoenzimi kalp kasına daha spesifik olduğundan tanı koymada daha yararlıdır (50). LDH-1/LDH-2 oranı 1'den büyükse miyokard nekrozunu gösterir (56). Normalde serumda LDH-2, LDH-1'den daha fazla miktarda bulunur. Miyokard infarktüsü durumunda ise LDH-1, LDH-2'den daha fazla yükselir. Bu durum 7-10 gün içinde normale döner (57, 58).

2.3.6. Kas hasarı nedenleri

Deneysel kanıtlar egzersize bağlı kas hasarının en önemli sebebinin mekanik faktörlerin olduğu konusunda hemfikirdirler (44). Bu varsayımın desteği başlıca hasarın kasılma mekanizmasında olmasıdır. Mekaniksel stresin destekleyicisi diğer bir sav ise, kas eksentrik kasılmalar esnasında konsentrik kasılmaya kıyasla aynı egzersizde çok daha az motor ünite uyarılır (59). Bunun anlamı eksentrik egzersizin esnasında fibril başına düşen mekanik stres konsentrik egzersizden daha yüksektir. Eksentrik çalışma sonrası kontraktıl elemanlarda hasar, birkaç günlük kas kuvveti ve hareket genişliğinde azalmalara neden olmaktadır (18,60).

2.3.7. Eksentrik kas kasılmaları ve kas hasarı

Eksentrik egzersiz sonucu metabolik olarak tükenen kaslarda izometrik kasılma için elektrik stimülasyonu uygulaması, deneklerin tüm motor ünitelerinin maksimum seviyede uyarılmasına yol açarken daha fazla bir kuvvet üretimine neden olmaktadır (18,61).

Çalışmalar kas fibrillerinin eksentrik egzersiz sonucu hasara uğradıklarını göstermiştir. Eksentrik egzersizden 2 gün sonra alınan biopsilerde Z bandında zikzaklama, sarkomerlerde gerilme şeklinde myofibril hasarları gözlenmiştir. Kuvvet

kayıplarını hasar gören miyofibrillerle ilişkilendirmek mümkündür. Ayrıca, Friden ve arkadaşlarına (2) göre, egzersizden 2 gün sonraki miyofibriller hasar egzersizin hemen sonrasında daha yüksektir. Bu durum kuvvet kayıplarının miyofibriller hasardan bağımsız olduklarını gösterebilir.

Eksentrik kasılmalar yay ve darbe emici görev alırlar. İnsan sıçrayıp yere inerken, Quadriceps Femoris kası eksentrik kasılma aracılığıyla şok emici rolü alıp yer çekimi tepki kuvvetinin oluşmasını sağlar. Quadriceps Femoris kasları belirli bir noktaya kadar uzadıktan sonra normal dinlenik boyuna dönerler, bu işlev vücudun bir yay gibi dik pozisyona gelmesini sağlar. Eksentrik antrenman, önemli kuvvet ve hacim kazanımı elde etmek için kullanılabilir. Eksentrik antrenman bir sonraki seviyeye geçmek ve geçirilen sakatlıkların azaltılmasında anahtar rolü oynayabilir (18).

2.4. Literatür

Sbriccoli ve arkadaşları (62) yaptıkları çalışmada eksentrik egzersizle oluşan kas hasarının toparlanma ve sürecin içeriğini sEMG, ultrason (US) ve kan enzimlerinin vasıtasıyla araştırılmasını amaçlamıştır. 5 kişiye dominant olmayan koldaki M. Biceps Brachii 35 maksimum eksentrik kontraksiyonuyla 2 devrede egzersiz yapmışlar, 5 kişiye eksentrik egzersiz olmadan (Kontrol Grup: CNT) yaptırmışlardır. Maksimum izometrik kuvveti ölçmüşlerdir. Kuvvet ve sEMG sinyalleri izometrik kontraksiyonun %80'inde kaydetmişlerdir. Eksentrik kontraksiyon ve kontrol grubun non dominant taraf M. Biceps Brachii ultrasonda değerlendirmişler, CK ve LDH seviyelerinde değerlendirilmiştir. Kuvvet, sEMG ve CK-LDH ölçümleri eksentrik egzersizden önce ve sonrasında 4 hafta boyunca periyodik olarak yapmışlardır. sEMG zaman ve frekans olarak analiz edilmiştir; sEMG'nin doğrusal olmayan analizi de yapmışlardır. Eksentrik egzersizden sonra, maksimal izometrik kuvvet eksentrik egzersiz öncesi değerinden ortalama %40 daha azaldığını görmüşler. İlk frekans içeriğinde önemli bir düşüş (%13-42 Eksentrik kontraksiyon öncesindeki değerlerden daha az) bozulma gözlemlenmiştir. Eksentrik egzersiz sonrasında sEMG amplitüdünde değişiklik olmadığını ifade etmişlerdir. Kabul edilen parametrelerin tamamının toparlanması 2 haftada gerçekleştiğini ortaya koymuşlar ve sonuç olarak, sEMG analizleri kas hasarının erken göstergesi olduğu doğrulanmıştır. Kas hasarının toparlanması hem sEMG hem

US vasıtasıyla takip edilebileceğini ve bu faydalı klinik etkilere sahip olabilir sonucuna varmışlardır. Doğrusal olmayan analizin (L1) eksentrik egzersiz vasıtasıyla erken sEMG modifikasyonlarına duyarlı olduğu ve eksentrik egzersiz sonrasındaki sEMG'deki değişiklikleri takip edebildiğini ortaya koymuşlardır.

Lazarim ve arkadaşları (52) Brezilya futbol liginin mevcut programı oyunculara maçlar arasında yeterli toparlanma vakti verilmediğini ifade etmişler ve bunun performanslarının azalması ve kas hasarı ihtimalini arttırdığını tahmin ederek plazma kreatin kinaz aktivitesi oyuncunun kasa aşırı yüklemesinin indirek güvenilir işaretçisi olabilir, bu yüzden gerçek yaşam mücadelesi sırasında CK aktivitesini üst sınırı için referans değerleri tespit etmeye çalışmışlardır. Bu çalışma 128 profesyonel futbolcunu Brezilya Ligi süresince farklı zamanlarda plazma CK aktivitelerindeki değişiklikleri analiz edilmiş ve CK aktivitesi için belirlenen %97.5 ve % 90 oranında üst sınır sırasıyla 1.338U/L ve 975U/L bulundu ve bu literatürde önceden rapor edilmiş değerlerden belirgin şekilde yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada bir takımı lig boyunca aylık olarak değerlendirilmiştir. %90 oranında üst sınır, 975U/L, karar sınırı olarak alındı. 6 oyuncu 1 haftalık antreman ile daha yüksek olan plazma CK değerleri düşürülmek istenmiş, bu oyuncularda daha sonra düşük CK değerleri bulmuşlardır. Sadece bir oyuncu CK değeri karar limitinden daha yüksek değerle maça çıkmıştır. (1800 U/L, maçtan bir gün önce) ve maç esnasında sakatlanmıştır. Diğer bütün oyuncularda CK aktivitesi lig boyunca önemli bir azalma gösterdi ve sonunda değerler daha homojen oldunu bulmuşlardır. Burada sunulan sonuçlar plazma CK üst limit değerlerinin futbolcuların kasa aşırı yüklenmelerinin erken tanısında pratik bir alternatif olarak kullanılabilmesi sonucuna varmışlardır.

Hody ve arkadaşları (53) aşırı eksentrik kontraksiyonun plazma CK aktivitesini artırarak iskelet kası hasarına sebep olabilir hipotezi ile bireyler arasındaki uzama kontraksiyonunda büyük değişkenlik gösteren CK yanıtı iyi tanımlanmış olsada bunun altında yatan neden henüz anlaşılamadığını düşünerek çalışmalarında eksentrik kontraksiyon ile kas hasarı ve egzersiz sırasında ki azalmış kas performansı arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. 27 sağlıklı ve eğitimsiz erkek birey diz ekstansörü için 3 set 30 maksimal izokinetik eksentrik kontraksiyon yapmışlardır. Kas fonksiyonu çeşitli kas yorgunluk indeksleri ile izokinetik dinamometre kullanılarak değerlendirilmiştir. Plazma CK aktivitesi, kas ağrısı ve

sertliği çalışmadan 1 gün önce ve sonra ölçmüşler ve sonuçta eksentrik egzersiz programı 3 indirekt kas hasarı belirtecinde belirgin değişiklikler oluşturmuş ve bireyler arasında tüm kriterler de büyük değişkenlik görmüşlerdir.

Rodrigues ve arkadaşları (54) alışmalarında setler ve egzersizler arasında farklı dinlenme aralıkları olan dirençli egzersiz programları sonrasında belirli zamanlardaki CK LDH konsantrasyonlarını karşılatırmayı amaçlamışlar ve eğitimsiz 20 erkek deneğe setler ve egzersiz arasında 1 dk ve 3 dk dinlenme periodu olan 2 direli egzersiz seansına tabi tutmuşlardır. 2 seans içinde CK ve LDH seviyeleri egzersiz öncesinde ve 24, 48, 72 saat sonrasında llmştir. Denekler 3 dk dinlenme periodunda 1 dk a göre %24 daha fazla yükleme gerçekleştirmişlerdir. 1 dk dinlenme periodu olanda 24 ve 72 saatler hariç pek çok ölçüm noktasında büyük CK konsantrasyon farklılıklarını tespit etmişlerdir. 3 dk dinlenmeli olanda 24-72 ve 48-72 saatleri hariç diğer ölçüm zamanları arasında büyük farklar görmüşlerdir. CK konsantrasyonu iki grup içinde en yüksek 48 saatte ölçmüşlerdir. 2 grup arasındaki CK konsantrasyonu karşılaştırıldığında herhangibir zaman aralığında kayda değer bir fark bulamamışlardır. 1 dk dinlenme periyodu verilen grupta LDH seviyelerinde 48-72 saat arasında büyük fark görmüşler fakat 3 dk olanda ise farklılık egzersiz öncesi ölçüm-24 saat ve egzersiz sonrası 48 saat arasında bulmuşlardır. LDH konsantrasyonu 1 dk'lık dinlenme periyodu için en fazla 72 saat, 3 dk'lık dinlenme periyodu için 24. saatte gösterilmiştir. LDH konsantrasyonları 1-3 dk dinlenme periyotları için karşılatırıldığında herhangibir zamanda belirgin fark bulamamışlardır. Test sonuçları kas hasarının dinlenme periyotları arasında benzer olduğunu yine de 3 dk dinlenme uygulandığın yüke bağlı kas hasarının daha az olduğu görülmüş, bu nedenle ölçülen yükleme mikratları göz önüne alındığı zaman 1 dk dinlenme periodu olan grup daha fazla kas hasarına uğradığını ifade etmişlerdir.

Pincivero ve arkadaşları (55) sağlıklı erkek ve kadınlarda M Quadriceps Femoriste istemli kontraksiyonla olan orta frekans değişimlerin EMG ile ölçülmesini amaçlamışlar ve 30 sağlıklı gönüllüden oluşan grubun Vastus Medialis, Vastus Lateralis ve Rektus Femoris kaslarının diz 60 derece fleksiyonda izometrik kontraksiyon yaparken değerlendirmişlerdir. Denekler 10 üzerinden 10 olarak nitelendirdikleri 5 sn maximal izometrik kontraksiyon setleri yapmışlar. Daha sonra rastgele sıra algı seviyesi 1-9 arasında değişen submaximal kontraksiyon yapmışlar.

Deneklere her algı seviyesinde kontraksiyonu 5 sn sürdürmesini istemişler ve sonuçlara göre Vastus Lateralisin EMG ortalama değerleri diğer 2 kasa göre oldukça yüksek, Rektus Femorisin ise Vastus Medialisten den yüksek olduğunu bulmuşlardır. Kontraksiyon sonunda Vastus lateralisin EMG ortalama değerleri artarken diğer iki kasta düşme gözlemlenmişler ve erkekler Vastus Medialis de kadınlara göre daha yüksek EMG ortalama değerleri ve Vastus Lateralis için kas kasılması kuvveti daha fazla çıktığını görmüşlerdir. Denekler arasında EMG ortalama değerleri değişkenliği Vastus Medialis için diğer kaslara göre çok daha fazla görülmüştür. Sonuçlar EMG ortalama değerlerinin Vastus Lateralis için kontraksiyon miktarına karşı daha hassas olduğunu ve erkeklerin Vastus Lateralis-Vastus Medialis kas değerlerinin daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir.

Selseth ve arkadaşları (56) Vastus Medialis Obligus ve Vastus Lateralis kaslarının yan adım alma testi sırasında ki konsentrik ve eksentrik aktivitelerini araştırmayı amaçlamışlar ve Vastus Medialis Obligus ve Vastus Lateralis kaslarının eksentrik ve konsentrik kasılması ile yapılan çalışmalar sonrasında EMG ile maximum istemli izometrik kontraksiyon sırasında tekrarlı ölçümlerini yapmışlardır. Daha önce diz cerrahisi ve ön diz ağrısı olmayan 20 sağlıklı birey araştırmaya katılmış ve aktivite sırasında yüzeysel elektrotlar Vastus Medialis Obligus ve Vastus Lateralis üzerine koyularak veri toplandığını sonuçta 2 kas kasılması şekli bağımsız değişkenler ayrı ayrı göz önüne alındığında konsentrik kontraksiyon çok daha fazla kas aktivitesine yol açtığını ifade etmişlerdir. Yan adım alma testinde konsentrik kontraksiyonun daha fazla kas aktivitesi açığa çıkarması daha büyük bir kas kütlelerinin uyarılmasına bu da daha fazla kuvvetin açığa çıkmasına yol açtığı çıkarımında bulunmuşlardır.

Lippi ve arkadaşları (57) ağır egzersiz sonrası kas ve kalp hasarı biyokimyasal markerları ile ilgili pek çok bilgi olmasına rağmen atletlerde submaksimal egzersiz sonrası bu markerların kinetiği ile ilgili sınırlı bilgiye sahip olduklarını ifade ederek 15 sağlıklı eğitimli kafkas erkek deneğe 21 km'lik koşuya tabi tutup kan örneklerini koşudan önce hemen ardından 3 saat, 6 saat ve 24 saat sonra alınmışlar, kas ve kalp hasarının biyokimyasal markerları özel ajanlar kullanılarak moduler sistemde değerlendirmişlerdir. Hiç birinde troponin T 0.03 değerinin üzerine çıkmamış, AST, CK, LDH, CK-MB, myoglobin seviyelerinde büyük

artış görünmüş bu artış egzersiz sonrası hemen başlamış ve 24 saat devam ettiğini ifade etmişlerdir. Çalışmalarında üst sınırların üzerinde değerleri olan deneklerde AST ve LDH ta bir değişim görülmezken CK, CK-MB ve myoglobinde büyük artış gözlemlenmiştir. En büyük değişim 3 katına çıkan myoglobinde görülürken AST 1.1 LDH 1.3 katına çıkmıştır. Sonuç olarak submaksimal egzersiz kas hasarını gösteren birkaç biyokimyasal artışına neden olmuş fakat kalp kası hasarına yol açmadığı ifade edilmiştir.

Skurvydas ve arkadaşları (58) çalışmalarında diz ekstansörlerinde uygulanan 4 farklı eğitimin sonucunda nöromuskuler adaptasyonu özellikle de nöromuskuler yorgunlukla egzersize bağlı kas hasarı arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlar. Denekler sağlıklı eğitimsiz erkeklerden oluşuyor ve 4 zıplama endurans eğitimi 3 er gün arayla ve her birisi 20 tekrardan 5 set halinde setler arasında 10 s dinlenme arası verilerek uygulamışlar ve maksimal istemli kasılma kuvveti, alçak ve yüksek frekanslı elektrik uyarımla kasılma kuvveti, zıplama yüksekliği, kas ağrısı, CK aktivitesi ve laktat konsantrasyonu 1. ve 4. zıplama endurans eğitimin öncesi ve sonrasında değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak bulunanlar zıplama endurans eğitimi den sonra 3 dk zıplama yüksekliği ve maksimal istemli kasılma miktarında ve toparlanma zamanında değişiklik olmamış, zıplama endurans eğitiminden 3 dk sonra alçak frekanslı akım ile olan yorgunluğun daha az olduğu, 3 dk yüksek frekanslı akımla uyarılmış kas kuvvetinde sekonder azalma 60 dk ya kadar daha az olduğu ve zıplama endurans eğitiminden 24 saat sonrası indireck kas hasarının küçük belirtilerinin ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. Bu araştırma göstermiştir ki zıplama endurans eğitimi zıplama performansında değişikliğe yol açmamıştır fakat iskelet kasının egzersize bağlı kas hasarına olan direnci artmıştır. Kısa süreli egzersizlerde elektrik uyarımı ile olan kas performansının istemli performansdan daha fazla olduğu araştırmacılar tarafından gösterilmiştir.

Chen ve arkadaşları (59) yaptıkları çalışmada ilk egzersiz seansının 3 gün ardından 2. bir maksimal egzersiz seansı uygulanması ile olan kas hasarı ve EMG aktivitesindeki değişiklikleri görmeyi amaçlamışlardır. 26 erkek öğrenci rastgele deney 70, deney 30 ve kontrol gruplarına ayrılmış, ana grup 60"/sn hızla non dominant dirsek fleksörleri için istemli 30 tekrarklı izokinetik kontraksiyon yapmışlar, deney 70 ve 30 grupları 2. seansta 3 gün sonra ayrı ayrı 70 ve 30 kontraksiyon yapmışlardır.

Kol çevresi, eklem hareket açıklığı, kuvvet, EMG ve güç frekansı değerleri çalışma öncesi hemen sonrası ve günde 1 kere 9 gün boyunca ölçülmüş, kas ağrısı ve CK seviyesi ilk egzersizden önce ve 9 gün sonra ölçülmüştür. Toplam iş, kontraksiyon başı yapılan iş, EMG, güç frekansı da ilk egzersiz ve ikincisi sırasında kaydedilmiştir. İlk egzersiz sonrası tüm deneklerde kas hasar belirteçleri değişmiş fakat 2. seans sırasında ek bir değişim her 2 grupta görülmemiştir. EMG ve güç frekansı her 2 grupta 1. seansa göre 2.de daha az çıkmış, bu hasarlı kasa ilk seanstan 3 gün sonra yapılan 2. bir eksentrik kontraksiyon seansının ki bu 1. seanstan daha ağır bir egzersiz bile olsa daha fazla hasara sebep olmadığını ve toparlanmayı önlemediğini gösterilmiştir. EMG sonuçları hızlı kasılan motor liflerde 2. seansta azalmış aktivasyon göstermiştir. Sonuçlar nöral koruyucu mekanizmanın sonucu olarak yorumlanabileceğini belirtmişlerdir.

Brancaccio ve arkadaşları (60) yazdıkları derlemede total kreatin kinaz seviyesini yaşa, cinse, ırka, kas kütlelerine, fiziksel aktivite ve iklime bağlamışlardır. Sağlıklı bireylerdeki yüksek ck seviyesi fiziksel aktivite miktarı ile ilişkilendirilebilir ki bu sarkomer hasarını gösterir. Kas hücrelerine zarar veren ağır egzersizler CK seviyesini artırır. En fazla egzersiz sonrası serum enzim aktivitesi eksentrik kontraksiyon içeren moraton koşusu, ağırlık kaldırma yokuş ağağı koşu gibi uzun süre devam ettirilen sporlar sonrası görülmüştür. Total serum CK aktivitesi belirgin olarak egzersiz setinden 24 saat sonra yükselip denek dinlenince zamanla basal seviyeye düşer. Israrcı artmış serum CK seviyesi nadiren de olsa sağlıklı bireylerde görülebilmekle beraber özellikle kas hastalıklarının klinik öncesi evresine işaret ederler. Bazı yazarlar dinlenmede yüksek CK seviyesine sahip olan deneklerin yıllar sonra meydana gelen kas zayıflığını göstererek myopatinin erken safhalarının asemptomatik olabileceğini ileri sürüyorlar. Diğerleri göstermiştir ki hiperCKmia pek çok bireyde hastalığa işaret etmez. Pek çok örnekte tanı hastaların dinlenmede muayene ile değil semptomların belirginleştiği aktivite sonrası konmuştur. Bazı yazarlar şu anki egzersiz prgoramlarının yetersiz olduğu halde kuvvetlendirme programlarının myopati hastalığı için güvenli olduğunu düşünüyor. Diğerleri bu koşullar altında yoğun uzun egzersiz negatif etki edebileceğini düşünüyor ki bu eğitim sürekli kas proteini kaybı olduğunda fizyolojik kas adaptasyonu sağlamayamaz. Atletlerde tam dinlenme sonrası görülen yüksek CK seviyesi kas

zayıflığının özel işaretleri ve basit belirtilerle birlikte hem atlet hem sedanterlerde kolayca tanı koydurabilir genede tanı her zaman belirgin değildir. Belirtiler yüklenme ile olan aşırı yorgunluğa bağlı oluşup semptom vermemiş kas hastalığını gösterebilir. Myopati şüphesi olan atletlere yaptıkları fiziksel aktivite yoğunluğunu azaltmaları öğütlenerek aşırı yoğun egzersizin oluşturduğu kas hasarı önlebilir ve kasa yeterli dinlenme süresi sağlanabilir. CK değerleri kişiler arasında büyük farklılık göstermektedir. Bazı atletler fiziksel işe kronik düşük CK seviyesi ile daha az tepki verirken bazı atletler eğitim miktarı, kas kütlesi, kas lifi tipi, egzersiz sonrası CK salınımına bağlı olarak yüksek enzim seviyesi fazla tepki vermektedir. Ayrıca hiperCKinemia ile ilgili daha fazla bilgi sağlıklı atletlere stress sonrası oluşan yüksek CK ile dinlenme sonrası görülen ısrarlı hiperCKinemia olanların karşılaştırılması ile ilde edilebilir. Sonuç olarak myopati olan atletler için hastalığın prognozunu kötüleştirmeyecek egzersiz türünün ve yoğunluğunun belirlenmesi daha önemli olacağını ifade etmişlerdir.

Baird ve arkadaşları (61) yazdıkları derlemede genel popülasyonda serum CK'nın temel seviyesi 35-175 U/L den başlayarak 20 den 16000U/L e kadar değişiklik göstermektedir, bu geniş aralık subklinik hastalıklar, minor yaralanma, genetik faktörler, fiziksel aktivite ve ilaçlardan etkilenmektedir. Rabdomyoliz örneğinde CK seviyesi 10-200000 U/L aralığında hatta 300000 U/L seviyesine kadar yükselmiştir. Bu seviyeler açıkça çizgili kas hasarı ve kas dokusundaki parçalanma sonucu hücre içi kas içeriğinin dolaşıma karışması ile görülür. Beyin yada kalpte olan enfarktüs, fiziksel travma, fiziksel hastalık gibi durumlar olmadığında serum CK seviyesinin 5000U/L den fazla olması genellikle ciddi kas hasarını gösterir. Üst ekstremité için CK seviyesinin üst sınırı egzersize bağlı olmayan durumlar için normal sınırların 1.5 katı biopsi için endikasyon içé 3 katı olan durumlardır. Genede bu evrensel nitelikli kabul gören bir standart değildir. Artmış CK seviyesinin rabdomyoiz tanısında kullanılmasının pek çok olası nedeni var. Aşırı yükselmiş CK seviyeleri kas hastalığı ile ilişkilendirebilir yine de bu artış sağlıklı bireylerde de olabilir. Literatürde serum CK seviyesinin kas hasarını göstermedeki güvenilirliği üzerine büyük fikir ayrılıkları vardır. CK değerleri normalde kasa olan egzersiz etkisi yerine Myokard enfarktüsü ve stroke'un tanısı konmada kandaki enzim aktivitesinin zaman bağımlı olarak ölçülmesinde kullanılır. CK'nın kandan temizlenme mekanizması tam olarak

anlaşılamamıştır ve gözlenen serum CK değerlerine göre enerji seviyesi ve kas hasarı miktarına bağlı refleks mekanizma ile olduğu düşünülmektedir. Bunula birlikte ölçülen serum CK miktarına bağlı olarak salınan CK miktarını salınan CK enzim aktivite derecesi ve serumdan temizlenen CK miktarını yansıtır. Bazı etnik gruplarda ki yüksek serum CK seviyesi doğal bir genetik durum olup kas dokusu enzim aktivitesi yüksek olabilir. Normalden yüksek CK seviyesinin hücre içi kullanıma hazır enerjisini artırdığı ve myofibril kontraksiyon cevabını geliştirdiği ileri sürülmüş. Bu nedenle yüksek CK seviyesi kas harası ve diğer patolojik bulguları bulunmayan bireylerde enzim aktivitesini yansıtabilir. Serum CK seviyesi tek başına kas hücrelerindeki yapısal hasarı tam olarak yansıtamayabilir. Bazı çalışmalarda bildirildiğine göre erkek deneklerde birbirinden farklı miktarlarda eksentrik egzersiz öncesi alınan su mikratının serum ck seviyesini etkilerken kas biyopsilerinin gösterdiğine göre ultrastüktürel yapıdaki liflerinin hasarı kas yorgunluğu ile birlikte aynı bulunmuştur. Biopsiler küçük alanları incelediği için egersize bağlı geniş kas hasarını gösteremiyor olabilir. Aslında biopsinin kendisinde kas hasarına sebep oluyor olabilir. Kandaki kimyasal markerlar ile birlikte MR, DOMS gibi ek kas hasarının indirekt olan değerlendirmeleri pek çok çalışmada kullanılmış bu ek parametler kas hasarını doğrulama ve ölçmede yardımcı olmuştur.

Clarkson ve arkadaşları (42) yazdıkları derlemede pek çok çalışma da eksentrik egzersiz sonrası kasta ki hasarı dolaylı olarak göstermek için LDH, Aspartat aminotransferaz karbonik andihraz izoenzim 2 ve CK kan proteinlerini değerlendirmiştir. Hasarı göstermek için myogloblin, kalp yağ asidi bağlayıcı protein, troponin ve myozin ağır zincir gibi diğer kas proteinleride kullanılmıştır. Yine de CK daha fazla öne çıkmıştır bu diğer proteinlere göre artışının çok fazla olması veya test giderlerinin makul olmasıyla ilgili olabilir. Tüm bu göstergeleri bir arada incelemeyi sağlayacak bir sistem yok bu yüzden kandaki yüzdelerindeki artışa bağlı ya da uzamış sürelerdeki birbirleri ile ilişkileri hakkında çok az bilgiye sahibiz. Bu durum iki farklı egzersizin kas hasarını göstermede (yokuş aşağı koşu ve aşırı kas kasılması) birlikte eş baskın olarak daha da karmaşıklştırmıştır ve farklı CK yanıtları görülmüştür. Örneğin yokuş aşağı koşu sonrası ck seviyesi 100 den 600ıu seviyesine fırlamış ve bu egzersiz sonrası 12-24 saat devam etmiştir, halbuki maksimal kontraksiyon içeren eksetrik egzersiz sonrası artış 48 saate kadar başlamamış ve 4-6

gün sürmüştür. Herhangi bir kan proteininin gösterge olarak kullanılmasını olumsuz etkileyen üretilmesi ve kandan uzaklaştırılmasına bağlı kandaki konsantrasyon değişikliği vardır. Eksentrik egzersizden günler sonra uygulanan konsentrik egzersiz CK seviyelerinin artırdığı görülmüş fakat MRI ile kas hasarına rastlanmamıştır. Clarkson PM ve arkadaşlarının (42) belirttiğine göre Sorichter ve arkadaşları masajla CK'nın hasarlı kasta uzaklaştırılabileceğini ileri sürmüştür. Bununla birlikte Saxton ve Donnelly aşırı eksentrik egzersiz sonrasında yapılan hafif egzersizin sadece egzersiz yapandan daha az serum CK aktivitesine neden olduğunu göstermiştir. Bunun sadece hasarlı kasta salınımının azalttığını değil CK'nın kandan daha hızlı uzaklaştırıldığına yormuşlardır. Nosaka ve Clarkson önceki egzersize bağlı artmış CK seviyelerindeki değişikliği ikinci bir egzersiz programı uygulayarak değerlendirmiş ve başlangıç seviyesi yüksek olduğu için CK miktarındaki artışın beklenenden daha az olduğunu buna da ilk egzersiz sonrası CK'nın kandan temizlenmesinin aktifleştirildiğini ve buna bağlı ikinci egzersiz sonrası daha hızlı temizlendiği gösterilmiştir. CK kasta lenf sistemine salınır oradan thorasik duktusa geçer ve sonra kan dolaşımına girer. Havas ve arkadaşları egzersiz sonrası CK aktivitesindeki artışın lenfatik akımdan etkileneceğini incelemiştir. 18 km lik koşu sonrası denekler yatakta istirahat grubu (lenf akışını azaltır) ve normal aktivite olarak ikiye ayrılmış sonucunda CK aktivitesinde artışın yatak grubunda çok daha az olduğu gözlenmiştir. Benzer sonuçlar dirsek fleksiyonuna eksentrik egzersiz uygulandıktan sonra 4 gün immobilize edilen, normal harekete izin verilen gruplarla deney yapan Clarkson PM ve arkadaşlarının (42) belirttiğine göre Sayers ve arkadaşları tarafından da rapor edilmiştir. CK'nın kas hasarında göstermede kullanımındaki en büyük sorun cevabının denekler arasında 236-25244 IU gibi büyük değişiklik göstermesidir. Genellikle kan CK seviyeleri yüksek olanlarda MRI en fazla kas hasarını göstermiştir yine de bu güvenilir bir ilişki değildir diye ifade etmişlerdir (41).

Hazar ve arkadaşları (73) kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının kas hasarıyla ilişkisinin araştırılması amacıyla yapılan çalışmaya (yaş ortalaması $28,636 \pm 2,730$ yıl, boy ortalaması $179,090 \pm 7,660$ cm, ağırlık ortalamaları $78,272 \pm 5,386$ kg, vücut kitle indeksleri $24,442 \pm 1,671$ kg/m²) 11 sedanter erkek almışlar ve deneklerin maksimal kuvvetleri baz alınarak alt ve üst ekstremitelere yönelik aletlerle piramidal metoda göre antrenman programı hazırlamışlardır.

Antrenman programı uygulanmadan önce, uygulandıktan hemen sonra, 6. saat sonra, 24 saat sonra, 48 ve 72 saat sonra kan örnekleri alınarak CK değerlerini tespit etmişlerdir. 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 gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ağrı değerlerinin CK değerlerine benzer olarak antrenmandan sonra yükselmeye başladığı, 24. saatte pik yaptığı, 48. saatte düşmeye başladığı ve 72. saatte oldukça düştüğünü tespit etmişlerdir. 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 diye görüş belirtmişlerdir.

Connolly ve arkadaşları (74) yüksek derecede eksentrik kas kasılmaları içeren alışılmadık bir egzersizle karşı karşıya kalan bireyler genellikle gecikmiş kas ağrısı yaşadıklarını belirtmişlerdir. Hasar esneklik kaybı, kas enzim aktivitesinde artış, şiş, kuvvet kaybı ve hassasiyet ile kendini gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Başlangıç hasar çalışma dönemini takiben, tekrarlanan bir çalışma dönemi semptomlarda zayıflama ile sonuçlandığını belirtmişlerdir. Bu koruyucu etki tekrarlanan çalışma dönemi etkisi (RBE) olarak bilinir ve 24 haftada (2 çalışma arası) sonlanabileceğini ifade etmişlerdir. RBE mekanizması açık değildir ve lokal mekanizmalar önerilmiştir hipotezi test etmek için 12 denek (ortalama yaş = 22.5±4 yıl, 167±9 cm boy, 71.5±13.5 kg kitle) bir bacakta eksentrik egzersizin yapıldığı bir egzersiz protokolünü yaptı ve devamında tam dinlenimi takiben diğer bacakta aynı biçimde egzersiz yaptırmışlardır. Denekler 46cm'lik bir basamakta dakikada 15 adım atacak bir ritimde 20 dakika basamak inip çıkmıştır. Bir bacak basamak inmek (eksentrik) için zıt bacak basamak çıkmak için kullanılmış ve yaklaşık olarak 2 hafta sonra tam dinlenimi takiben protokol, konsentrik egzersiz yapan bacak eksentrik yapacak şekilde tekrarlanmıştır. Verilerin analizi 4 gün takip döneminde kuvvet kaybı (1. çalışma p= 0.001; 2. çalışma p <0.001), ağrı skoru (1. çalışma p= 0.0001; 2. çalışma p <0.001) ve hassasiyet (1. çalışma p= 0.05; 2. çalışma p <0.01) değişikliği ışığında

her iki çalışmada eksentrik egzersiz yapan bacakta kas hasarının oluştuğunu göstermişlerdir. Konsentrik egzersiz yapan bacakta başlangıçla karşılaştırıldığında hassasiyet olmadığını (1. Çalışma $p= 0.13$; 2. Çalışma $p <0.06$), ağrı 1. Çalışma ile karşılaştırıldığında 2. Çalışmada anlamlı ($p < 0.04$) olarak düştüğünü görmüşler ve bunu tahammül etkisi olarak yorumlamışlardır. Ne kuvvet kaybı ne de hassasiyet çalışma dönemleri arasında anlamlı fark bulamamışlar ve sunulan çalışmada, hasar eksentrik egzersiz yapan bacaklarda her iki çalışma döneminde de oluştuğunu ifade etmişlerdir. Bu n veriler bir bacakta ilk çalışmada eksentrik egzersiz kullanımı 2 hafta sonra diğer bacakta tekrarlanan çalışmada hasara karşı korunma olarak ifade edebileceğimiz merkezi mekanizma için delil oluşturmayacağını belirtmişlerdir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, araştırma grubu, verilerin toplanması ve veri toplama araçları tanıtılmaktadır. Ayrıca bu çalışmada yapılacak istatistiksel analizler sunulmaktadır.

3.1. Araştırma Modeli

Araştırma iki aşamadan oluşmaktadır.

3.1.1. Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü

Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolünde 10 tekrar yapılan eksentrik, konsentrik ve izometrik uygulamalar sonrası 8 dakikalık süreci değerlendirmek amacıyla; araştırmaya gönüllü olarak 15 futbolcu katılmıştır. Çalışmada uygulamalar için rasgele çapraz deney deseni kullanılmıştır.

U1	O1.1	X1	O1.2	O1.3	O1.4	O1.5	O1.6	O1.7	O1.8	O1.9
U2	O2.1	X2	O2.2	O2.3	O2.4	O2.5	O2.6	O2.7	O2.8	O2.9
U3	O3.1	X3	O3.2	O3.3	O3.4	O3.5	O3.6	O3.7	O3.8	O3.9

U1: Konsentrik uygulama

U2: Eksentrik uygulama

U3: İzometrik uygulama

X1: Konsentrik yüklenme (1 tekrar maksimumun (1TM) %85'i 10 tekrar)

O1: Konsentrik uygulama ölçümleri

X2: Eksentrik yüklenme (1TM %115'i 10 tekrar)

O2: Eksentrik uygulama ölçümleri

X3: İzometrik yüklenme (1TM %85'i tutabildiği kadar)

O3: İzometrik uygulama ölçümleri

O1.1: Konsentrik yüklenme öncesi referans ölçümü

- O1.2: Konsentrik yüklenme sonrası 1.dk ölçümü
- O1.3: Konsentrik yüklenme sonrası 2.dk ölçümü
- O1.4: Konsentrik yüklenme sonrası 3.dk ölçümü
- O1.5: Konsentrik yüklenme sonrası 4.dk ölçümü
- O1.6: Konsentrik yüklenme sonrası 5.dk ölçümü
- O1.7: Konsentrik yüklenme sonrası 6.dk ölçümü
- O1.8: Konsentrik yüklenme sonrası 7.dk ölçümü
- O1.9: Konsentrik yüklenme sonrası 8.dk ölçümü
- O2.1: Eksentrik yüklenme öncesi referans ölçümü
- O2.2: Eksentrik yüklenme sonrası 1.dk ölçümü
- O2.3: Eksentrik yüklenme sonrası 2.dk ölçümü
- O2.4: Eksentrik yüklenme sonrası 3.dk ölçümü
- O2.5: Eksentrik yüklenme sonrası 4.dk ölçümü
- O2.6: Eksentrik yüklenme sonrası 5.dk ölçümü
- O2.7: Eksentrik yüklenme sonrası 6.dk ölçümü
- O2.8: Eksentrik yüklenme sonrası 7.dk ölçümü
- O2.9: Eksentrik yüklenme sonrası 8.dk ölçümü
- O3.1: İzometrik yüklenme öncesi referans ölçümü
- O3.2: İzometrik yüklenme sonrası 1.dk ölçümü
- O3.3: İzometrik yüklenme sonrası 2.dk ölçümü
- O3.4: İzometrik yüklenme sonrası 3.dk ölçümü
- O3.5: İzometrik yüklenme sonrası 4.dk ölçümü
- O3.6: İzometrik yüklenme sonrası 5.dk ölçümü
- O3.7: İzometrik yüklenme sonrası 6.dk ölçümü
- O3.8: İzometrik yüklenme sonrası 7.dk ölçümü
- O3.9: İzometrik yüklenme sonrası 8.dk ölçümü

3.1.2. Kas hasarı egzersiz protokolü

Kas hasarı egzersiz protokolünde 2x25 tekrar eksentrik ve konsentrik uygulamaların hemen sonrası, 24, 48, 72 ve 168 saatlik süreci değerlendirmek amacıyla; araştırmaya gönüllü olarak 15 futbolcu katılmıştır. Çalışma sırasında

uygulama protokolüne uymayan 5 sporcu araştırma dışı bırakılmış ve araştırma 10 kişi ile tamamlanmıştır. Çalışmada rasgele çapraz deney deseni kullanılmıştır.

U1 O1.1 X1 O1.2 O1.3 O1.4 O1.5 O1.6

U2 O2.1 X2 O2.2 O2.3 O2.4 O2.5 O2.6

U1: Konsentrik uygulama

U2: Eksentrik uygulama

X1: Konsentrik yüklenme (1TM %70'i 2x25 tekrar)

X2: Eksentrik yüklenme (1TM %100'ü 2x25 tekrar)

O1: Konsentrik uygulama ölçümleri (EMG ve kan numuneleri)

O2: Eksentrik uygulama ölçümleri (EMG ve kan numuneleri)

O1.1: Konsentrik yüklenme öncesi referans ölçümler

O1.2: Konsentrik yüklenme hemen sonrası ölçümler

O1.3: Konsentrik yüklenme 24 saat sonrası ölçümler

O1.4: Konsentrik yüklenme 48 saat sonrası ölçümler

O1.5: Konsentrik yüklenme 72 saat sonrası ölçümler

O1.6: Konsentrik yüklenme 168 saat sonrası ölçümler

O1.1: Eksentrik yüklenme öncesi referans ölçümler

O1.2: Eksentrik yüklenme hemen sonrası ölçümler

O1.3: Eksentrik yüklenme 24 saat sonrası ölçümler

O1.4: Eksentrik yüklenme 48 saat sonrası ölçümler

O1.5: Eksentrik yüklenme 72 saat sonrası ölçümler

O1.6: Eksentrik yüklenme 168 saat sonrası ölçümler

3.2. Uygulama Grupları

Çalışma evreni ve örneklemini futbol lisansı olan ve düzenli futbol oynayan gönüllü bireylerden oluşturulmuştur.

Bu çalışma için Abant İzzet Baysal Üniversitesi Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır (no: 2010/53) (Bkz. Ekler). Çalışmaya katılmadan önce sporculara bilgilendirilmiş olur formu (Bkz. Ekler) imzalatılmıştır.

Çalışmaya katılma kriterleri;

*Düzenli futbol oynamak

*30 yaşın altında olmak

*Akut hastalığı, instabil kardivasküler durumu bulunmamak

Çalışmaya alınmama kriterleri;

*Yukarıdaki şartları karşılamayan bireyler araştırmaya alınmamıştır.

Araştırmada tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü için çalışmaya katılan bireylere 3 farklı uygulama yapılmıştır. Rasgele çapraz deney deseni gereği araştırmamıza katılan 15 bireyin deney uygulaması;

5'i Konsentrik→ Eksentrik→ İzometrik

5'i Eksentrik→ İzometrik→ Konsentrik

5'i İzometrik→ Konsentrik→ Eksentrik sırası ile yapılmıştır. Uygulamalar arasında tam dinlenme için en az 72 saat ara verilmiştir.

Kas hasarı egzersiz protokolü için ise çalışmaya katılan bireylere 2 farklı uygulama yapılmıştır. 15 birey ile başlanan çalışma 5 kişinin çalışma protokolüne uymaması sonucu 10 kişi ile tamamlanmıştır.

8'i Konsentrik→ Eksentrik

7'si Eksentrik→Konsentrik uygulama sırasıyla yapılmıştır. Uygulamalar birer hafta arayla yapılmıştır.

Araştırma sırasında protokole uymadıkları tespit edilen 5 birey kas hasarı egzersiz protokolü için araştırma dışı bırakıldığında;

6'sı Konsentrik→ Eksentrik

4'ü Eksentrik→Konsentrik uygulama sırası ile yapılmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması

Bu araştırmadaki toplam 15 bireye ait tanımlayıcı bilgiler uygulamalar yapılmadan önce alınmış ve kişilerin boy, vücut ağırlığı (Seca gmbh & co, Germany), vücut kütle indeksi (VKİ), vücut yağ yüzdesi değerleri TANITA BC 418 (Japan) tartı aracılığı ile belirlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. TANITA BC 418 tartı.

3.3.1. Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü yüklenme şiddeti ve tekrar sayısına karar verebilmek için yapılan ön çalışma protokolü

Çalışmaya başlamadan önce uygulamalarda kullanılacak yüklenmelerin şiddetini belirlemek amacıyla ana araştırmaya katılmayacak olan aktif futbol oynayan 10 kişi üzerinde bir ön çalışma yapılmıştır. Ön çalışmaya dahil olan sporcuların 1TM bulunmuş ve 1TM %80-85'i ile konsentrik denemeler ısınmalı ve ısınmasız olarak uygulanmış ve belirtilen yükleri kaç tekrar kaldırabildiği not edilmiştir. Yine 1TM %110-115'i ile eksentrik denemeler uygulanmış ve kaç tekrar yapabildiği not edilmiştir. Uygulamalar arası 24 saat ara verilmiştir. Ön çalışma sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.1. Sporcuların egzersiz uygulaması öncesi yapılan ön çalışma sonuçları

Değişkenler	Ort.	Standart Sapma
1TM ort. (kg)	48,8	6,67
Konsentrik (%80) (tekrar)	11,3	1,05
Konsentrik (%85) (tekrar)	8	1,56
Eksentrik (%110) (tekrar)	11,7	3,59
Eksentrik (%115) (tekrar)	9,1	0,99
Isınmalı Konsentrik (%85) (tekrar)	10,7	2,75
Isınmalı Eksentrik (%115) (tekrar)	10,5	2,79

Ön çalışma sonucu tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü için konsentrik uygulamaların ısınma yapıldıktan sonra 1TM %85 i ile 10 tekrar, eksentrik uygulamaların 1TM %115 i ile 10 tekrar yapılmasına karar verilmiştir.

3.3.2. Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü

Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü için; bireylerin 1TM en fazla 5 deneme sonucu bir defa diz ekstansiyonu (M. Quadriceps Femoris) ile kaldırıp ikinci defa kaldıramadığı ağırlık bulunmuştur. Uygulamalara başlamadan önce 48 saat süre ile bireylerin ağır bir aktivite yapmamaları istenmiştir.



Fotoğraf 3.1. Maksimum için başlangıç pozisyonu.

Bütün uygulamalar öncesi aşağıdaki ısınma prosedürü kullanılmıştır.

- *Hafif tempo koşu (5 dk),
- *M.Quadriceps Femoris germe (10 tekrar),
- *Hamstring kasları germe (10 tekrar),
- *M.Gastro-soleus germe (10 tekrar),
- *Dizleri kendine doğru çekerek yerinde sayma (2-3 dk).



Fotoğraf 3.2. Isınma prosedürü örnekleri.

Konsentrik uygulamalar 1TM %85'i ile 10 tekrar JİMSA PRO marka Leg Extention cihazı ile ağırlığı diz ekstansiyona getirerek kaldırmış ve tam kaldırdığında ağırlık alınmış ve başlangıç pozisyonuna ağırlıksız (boş) dönülmüştür.



Fotoğraf 3.3. Konsentrik uygulama başlangıç pozisyonu.



Fotoğraf 3.4. Konsentrik uygulama tam ekstansiyon pozisyonu.



Fotoğraf 3.5. Konsentrik uygulama ağırlığın alınarak başlangıç pozisyonuna dönülmesi.

Eksentrik uygulamalar 1TM %115'i ile 10 tekrar JİMSA PRO marka Leg Extention cihazı ile ağırlık araştırmacı tarafından kaldırılmış ve diz ekstansiyona getirilerek ağırlık deneğin bacağına bırakılmış ve en az 4 sn içinde ağırlığı kontrollü indirmesi sağlanmıştır.



Fotoğraf 3.6. Ağırlığın araştırmacı tarafından kaldırılıp deneğin bacağına bırakılması.



Fotoğraf 3.7. Ağırlığın sporcu tarafından kontrollü olarak indirilmesi.

İzometrik uygulamalar 1TM %85'i ile JİMSA PRO marka Leg Extention cihazında diz ekstansiyon pozisyonunda tutabildiği kadar tutulmuş, tam diz ekstansiyonu bozulduğunda işleme son verilmiş ve tutabildiği süre kaydedilmiştir.



Fotoğraf 3.8. İzometrik uygulama.

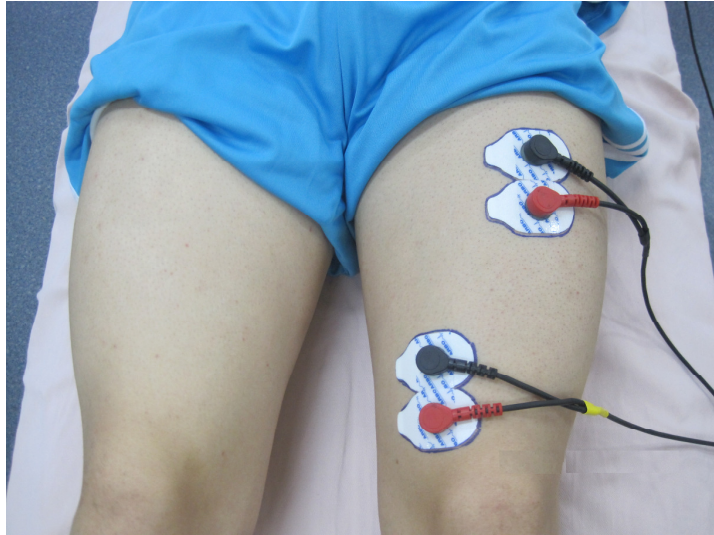
Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolünde konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulamalar dominant taraf için uygulanmıştır.

Araştırmaya katılan bireylere M. Quadriceps Femoris kasının M. Vastus Medialis ve M. Rectus Femoris parçaları üzerine elektromiyografik değerlendirme yapılmış ve kasların normal motor ünite aksiyon potansiyelleri kaydedilmiştir. M. Vastus Medialis ve M. Rectus Femoris kaslarının normal motor ünite aksiyon potansiyellerinin maksimum (μV) ve güç ($\mu\text{V}/\text{sn}$) değerleri Myomed 932 yüzeyel EMG cihazı kullanılarak ölçülmüştür.



Şekil 3.2. Myomed 932 EMG Cihazı

Ölçüm için tek kullanımlık elektrotlar kullanılmış ve elektrotlar tıraşlanmış uylukta M. Vastus Medialis ve M. Rectus Femoris kaslarının motor noktalarına yerleştirilmiştir.



Fotoğraf 3.9. Elektrotların yerleştirilmesi.

Her ölçüm sırasında ölçümün aynı noktadan yapılabilmesi için elektrotların etrafı uzun süre çıkmayan kalemle işaretlenmiştir.



Fotoğraf 3.10. Elektrot yerlerinin işaretlenmesi.

Referans elektrot ise kolun lateral bölgesi alt $\frac{1}{2}$ lik kısmına konulmuştur. EMG ölçümleri sırasında deneklere 3 sn boyunca zamanında maksimum kasılma sağlamak için el ile işaret ve sözlü uyarı yapılmış ekstra hiçbir işitsel veya görsel sinyal kullanılmamıştır.



Fotoğraf 3.11. Referans elektrotun yeri.

Ölçümler her iki kas içinde sırt üstü yatış pozisyonunda 3 saniye maksimum izometrik kontraksiyon istenerek alınmış 3 tekrar yapıldıktan sonra en iyi değer referans değer olarak kullanılmıştır.



Fotoğraf 3.12. EMG ölçüm pozisyonu ve uygulaması.

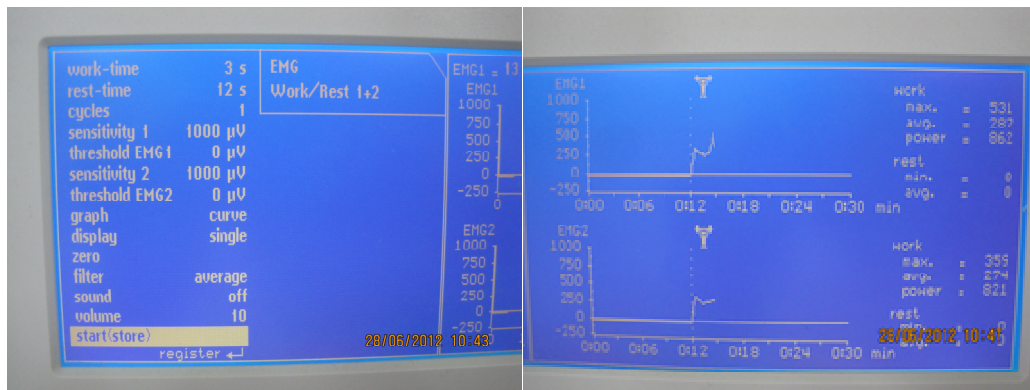
Daha sonra bireye JİMSA PRO marka Leg Extention cihazında belirlenen uygulamalar yapılmış konsentrik ve eksentrik uygulamalar için 100 sn süre ile izometrik uygulamalar için tutabildiği süre içerisinde EMG değerleri kaydedilmiştir. Uygulama biter bitmez kronometreye basılmış birey referans ölçümünün yapıldığı sırt üstü pozisyona alınmış ve birer dakika arayla 8 dakika boyunca EMG değerleri kaydedilmiştir.

Çalışma sırasında Myomed 932 cihazının EMG-Work ve Rest modu kullanılmıştır. Uygulamada;

*Hassasiyet 1000 μV

*Eşik değeri 0 μV

*Filtre: ortalama değerde (dış etkenlerden olabilecek etkilenmeyi en aza indirmek için) kullanılmıştır.



Fotoğraf 3.13. Myomed 932 ölçüm modu ve bir ölçüm örneği.

3.3.3. Kas Hasarı Egzersiz Protokolü

Kas hasarı egzersiz protokolü için; bireylerin 1 maksimumları daha önce tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü bölümünde anlatıldığı şekilde alınmış ve aynı değerler kullanılmıştır. Uygulamalara başlamadan öncesi 48 saat süresince ve uygulama yapıldıktan 168 saat sonrası bireylerin ağır bir aktivite yapmamaları istenmiştir. Uygulamaya katılan 15 sporcuda 5'i belirtilen zaman içinde araştırma prosedürüne uymadıklarından dolayı kas hasarı egzersiz protokolü için araştırma dışı bırakılmıştır.

Konsentrik uygulamalar öncesinde 10 kişi üzerinde yapılan ön çalışma sonucunda 2x25 tekrarın 1TM %70 ile yapılmasına karar verilmiştir. EMG referans değerleri ölçülmüş ve kan alımları yapılmıştır. Uygulamalar 1TM %70'i ile tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolünde anlatıldığı şekliyle sadece dominant bacakla 2x25 tekrar yapılmış setler arasında sporcular 5 dk dinlendirilmiştir.

Eksentrik uygulamalar ise 1TM %100'ü ile sadece dominant bacakla 2x25 tekrar yapılmış setler arasında sporcular 5 dk dinlendirilmiştir (75).

Uygulamalar bittikten hemen sonra EMG değerleri tekrar ölçülmüş ve en geç 5. dakikada uygulama sonrası kanları alınmıştır. Daha sonra 24, 48, 72. saatlerde ve 168 saat sonrasında EMG değerleri ve kan analizleri tekrar edilerek takibi yapılmıştır.

3.3.4. Borg skala analiz prosedürü

Kas hasarı egzersiz protokolü içinde konsentrik ve eksentrik uygulamaların 25 tekrar yapılan 1. ve 2. setlerinde sporcuların zorlanma derecelerini belirleyebilmek için egzersiz bittikten hemen sonra borg skalası ile 6 ile 20 arasında zorlanma dereceleri sorgulanmıştır.

BORG SKALASINA GÖRE ZORLANMA DERECESI

Skor	Zorlanma derecesi
6	
7	Çok çok hafif
8	
9	Çok hafif
10	
11	Oldukça hafif
12	
13	Biraz zor
14	
15	Zor
16	
17	Çok zor
18	
19	Çok çok zor
20	
Skalaya göre	<12; maks. KH'nın % 40-60'ına 12-13; maks. KH'nın %60-75'ine 14-16; maks. KH'nın % 75-90'ına karşılık gelir.

Şekil 3.3. Borg skalası

3.3.5. Serum örneği alım prosedürü

Çalışmaya katılan sporculardan oturur vaziyette venöz kan örnekleri alınmıştır. Serum eldesi için pıhtı aktivatörü içeren jel separatörlü kuru tüpler (Vacuette, Greiner Bio-one GmbH, Kremsmünster, Avusturya) kullanılarak 4 ml kan örnekleri alınmıştır. Alınan kan örnekleri pıhtılaşması için oda ısısında 30 dakika bekletilmiştir. Daha sonra +4 °C' de 1250 g' de 15 dakika santrifüj edilerek serum ve plazma ayrılmıştır. Serum örnekleri analiz yapılacak güne kadar -80°C'de saklanmıştır. Analizden hemen önce dondurulmuş örnekler aşamalı olarak çözülmüştür. Tekrarlanan dondurma ve çözme işleminden kaçınılmıştır.

3.3.6. Biyokimyasal testlerin çalışma prosedürü

Tüm standartlar, kontroller, serumlar, kitler kullanmaya başlamadan önce oda ısısına (18-26°C) getirilmiştir.

3.3.6.1. Serum kreatin kinaz aktivite ölçümü

Serum CK aktivitesi N-asetil-L-sistein metodu ile kinetik yöntem, Abbott ticari kiti (Abbott Laboratories, Chicago, IL, ABD) kullanılarak ölçülmüştür (Referans no: 7D63-21). Testin doğrusalılığı 4267 U/L'ye kadardır. Gün içi tekrarlanabilirliği %1.79, günler arası tekrarlanabilirliği %3.2'dir. Analitik duyarlılığı 5 U/L' nin altındadır. Ölçüm yapılan kitin erkekler için referans aralığı 30-320 U/L ve kadınlar için referans aralık 29-168 U/L'dir.

3.3.6.2 Serum laktat dehidrogenaz aktivite ölçümü

Serum LDH aktivitesi laktatın pirüvata dönüşümünü kinetik yöntem ile, Abbott ticari kiti (Abbott Laboratories, Chicago, IL, ABD) kullanılarak ölçülmüştür. (Referans no: 2P56-21). Testin doğrusallığı 2000 U/L' ye kadardır. Gün içi tekrarlanabilirliği %0.49, günler arası tekrarlanabilirliği %1,01' dir. Analitik duyarlılığı 510U/L' nin altındadır. Ölçüm yapılan kitin erişkin için referans aralığı 125-220 U/L' dir.

Serum LDH ve CK aktiviteleri, Abbott ticari kit kullanılarak Architect Ci 8200 (Abbott Laboratories, Chicago, IL, ABD) Biyokimya otoanalizöründe çalışılmıştır. LDH ve CK testleri için internal kalite kontrol serumları olarak BIO-RAD Lyphocek Assayed Chemistry Control (Katalog no: C-310-5, Hercules, CA, ABD), eksternal kalite kontrol için EQAS Clinical Chemistry (Monthly) Program (Katalog no: BC5L, BC50/QC50, Hercules, CA, ABD) kullanılmıştır.

3.3.6.3 Serum Miyogloblin (MYO) düzey ölçümü

Serum MYO düzeyi solid faz, iki yerli kemiluminesans immunometrik deney prensibi ile, Immulite 2000 ticari kit kullanılarak (Katalog Numarası: L2KMY2) IMMULITE 2000 XPi immün analizörde (Siemens Healthcare Diagnostics, Erlangen, Almanya) ölçülmüştür. Analitik duyarlılık 0.5 ng/ml, testin doğrusallığı 1000 ng/ml, gün içi tekrarlanabilirlik %5.4, günlerarası tekrarlanabilirlik % 7'dir. Ölçüm yapılan kitin erişkin referans aralığı 0-70 ng/ml'dir.

3.3.7. İstatistiksel Analiz

1-Sporcuların demografik özellikleri için betimsel istatistikleri hesaplanmıştır. Elde edilen EMG verileri kan analizi sonuçları ve uygulama sırasındaki borg skala skorlarının aritmetik ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır.

2-Uygulamalar arası farkın belirlenmesi için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır (uygulama X zaman). Zaman içindeki değişimin test edilmesi için kontrast tanımlaması yapılmıştır.

3-Parametrik şartları taşımayan verilere tekrarlanan ölçümlerde varyans analizi testinin nonparametrik karşılığı olan Friedman testi uygulanmıştır. Friedman testinin devamında ikili karşılaştırmalar için Wilcoxon testi yapılmıştır.

4-Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 16.0 istatistik programı kullanılmış ve anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Bu bölümün ilk kısmında betimsel istatistik sonuçları verilmiş, daha sonra tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü ve kas hasarı egzersiz protokolü ile ilgili analizler sunulmuştur.

4.1. Betimsel İstatistik Sonuçları

Tablo 4.1. Sporcuların betimsel istatistikleri (n=15).

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	En Küçük	En Büyük
Yaş (yıl)	22,40	2,53	19,0	28,0
Boy (cm)	173,53	5,30	163,0	184,0
Vücut Ağırlığı (kg)	70,19	9,43	54,8	88,6
VKİ (kg/m ²)	23,26	2,52	18,7	27,5
Vücut yağ %	12,63	5,69	3,8	19,7
Yağ harici kütle (kg)	60,93	5,53	52,2	71,2
Spor yılı (yıl)	10,93	4,32	5,0	19,0

VKİ: Vücut kütle indeksi

Tablo 4.2. Sporcuların egzersiz uygulaması öncesi ölçülen M. Quadriceps Femoris için 1TM değerleri.

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	En Küçük	En Büyük
1TM (kg)	60,47	9,50	47	76

4.2. Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü verileri

Tablo 4.3. Sporcuların M. Vastus Medialis kasının EMG değerleri ortalamaları.

Uygulama	EMG	EÖR	ES1.dk	ES2.dk	ES3.dk	ES4.dk	ES5.dk	ES6.dk	ES7.dk	ES8.dk
Konsentrik	Maks (µv)	484,40	481,20	440,27	435,60	474,87	433,07	424,73	428,13	420,07
	Güç (µv/sn)	1114,30	1029,20	1030,70	1017,70	979,33	977,80	977,07	963,47	918,33
Eksentrik	Maks(µv)	470,87	421,07	445,73	425,53	456,87	403,60	414,00	423,47	419,67
	Güç (µv/sn)	1055,70	946,40	998,60	951,87	996,40	958,33	931,53	996,40	999,20
İzometrik	Maks(µv)	480,00	417,53	428,67	438,00	429,40	443,00	418,20	435,60	411,47
	Güç (µv/sn)	1147,60	993,40	1022,50	1002,10	998,27	971,80	1007,20	975,67	1024,60

EOR: Egzersiz öncesi referans değer, ES: Egzersiz Sonrası

Tablo 4.4. Sporcuların M. Rektus Femoris kasının EMG değerleri ortalamaları.

Uygulama	EMG	EÖR	ES1.dk	ES2.dk	ES3.dk	ES4.dk	ES5.dk	ES6.dk	ES7.dk	ES8.dk
Konsentrik	Maks(µv)	307,13	265,00	279,26	289,80	279,53	280,13	285,60	310,60	288,93
	Güç (µv/sn)	672,46	564,53	620,73	629,13	584,73	621,33	618,86	642,53	641,60
Eksentrik	Maks(µv)	312,13	246,93	255,60	236,60	242,33	250,73	263,60	264,06	265,80
	Güç (µv/sn)	629,86	523,33	550,73	578,00	542,93	526,20	529,06	568,33	585,73
İzometrik	Maks(µv)	296,06	271,40	264,66	239,93	260,06	255,20	258,33	259,33	258,46
	Güç (µv/sn)	640,46	521,20	546,60	530,33	554,20	546,66	546,13	556,00	603,66

EOR: Egzersiz öncesi referans değer, ES: Egzersiz Sonrası

M. Vastus Medialis kasının EMG Maks değerleri için yapılan tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu $[F(8,336)=3,444; p<0,01]$ bulunmuştur. Ancak diğer taraftan Uygulama x Zaman etkileşiminde $[F(16,336)=0,724; p>0,05]$ ve uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark $[F(2,42)=0,038; p>0,05]$ tespit edilmemiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. M. Vastus Medialis kasının EMG Maks değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları.

Değişkenler	KT	SD	KO	F	p
Zaman	131652,711	8	16456,589	3,444	0,001
UygulamaxZaman	55378,296	16	3461,144	0,724	0,769
Uygulama	2192,204	2	1096,12	0,038	0,963
Uygulama içi hata	1605487,881	336	4778,238		
Uygulalar arası hata	1225718,117	42	29183,765		

KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması.

Varyans analizi sonrasında kontrast tanımlanarak egzersiz öncesi referans (EÖR) değere göre zaman içindeki değişim incelendiğinde;

EÖR'den Egzersiz Sonrası 1.dakika (ES 1.dk) ya $[F_{EÖR-ES1.dk(1,42)}=5,173;p<0,05]$,

EÖR'den Egzersiz Sonrası 2.dk (ES 2.dk) ya $[F_{EÖR-ES2.dk(1,42)}=9,532;p<0,05]$,

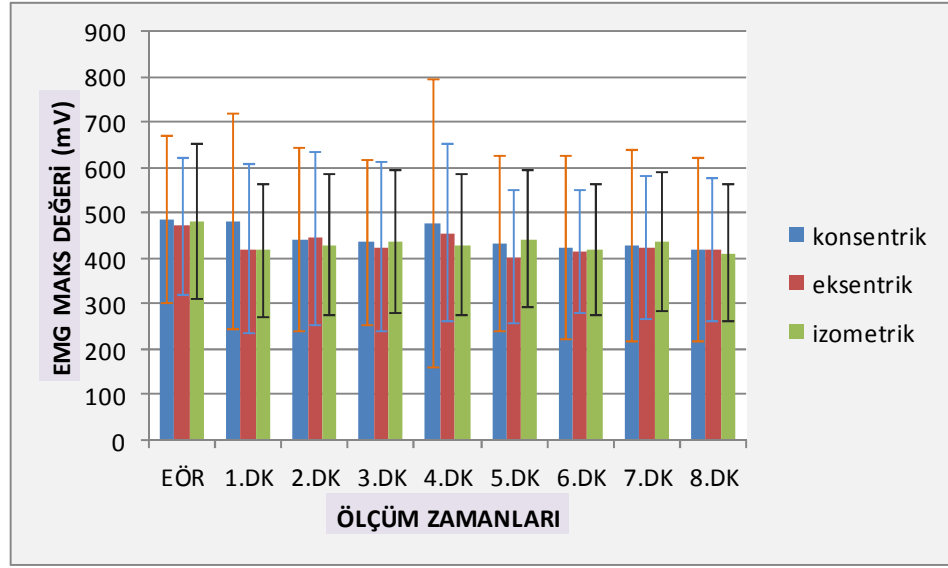
EÖR'den Egzersiz Sonrası 3.dk (ES 3.dk) ya $[F_{EÖR-ES3.dk(1,42)}=10,768;p<0,05]$,

EÖR'den Egzersiz Sonrası 5.dk (ES 5.dk) ya $[F_{EÖR-ES5.dk(1,42)}=14,337;p<0,05]$,

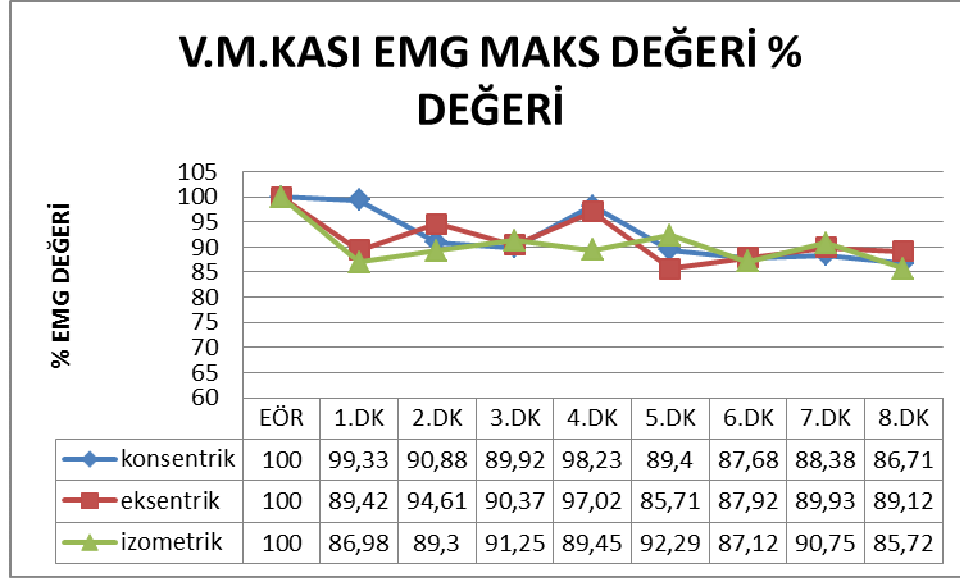
EÖR'den Egzersiz Sonrası 6.dk (ES 6.dk) ya $[F_{EÖR-ES6.dk(1,42)}=27,298;p<0,05]$,

EÖR'den Egzersiz Sonrası 7.dk (ES 7.dk) ya [$F_{EÖR-ES7.dk(1,42)}=17,100;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 8.dk (ES 8.dk) ya [$F_{EÖR-ES5.dk(1,42)}=22,785;p<0,05$] doğru tüm uygulamalarda M. Vastus Medialis kasının EMG Maks değerlerinde egzersiz öncesi referans (EÖR) değere göre istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır.

Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulamalarda, M. Vastus Medialis kasından elde edilen EMG Maksimum değerleri ortalamalarının zaman içindeki değişimi Şekil 4.1'de, yüzdesel değişimler ise Şekil 4.2'de grafiksel olarak gösterilmiştir. Üç farklı uygulama ile dokuz farklı zamanda ölçülen M. Vastus Medialis kasının EMG Maks değerleri zaman içinde benzer bir değişim göstermiştir.



Şekil 4.1. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Vastus Medialis kasının EMG maksimum değerleri.



Şekil 4.2. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Vastus Medialis kasının EMG maksimum % değerleri.

M. Vastus Medialis kasının EMG Güç değerleri için yapılan tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu [$F(8,336)=3,958;p<0,01$] bulunmuştur. Ancak diğer taraftan Uygulama x Zaman etkileşiminde [$F(16,336)=0,709;p>0,05$] ve uygulamalar arasında anlamlı fark [$F(2,42)=0,027;p>0,05$] tespit edilmemiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. M. Vastus Medialis kasının EMG Güç değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları.

Değişkenler	KT	SD	KO	F	p
Zaman	645411,442	8	80676,430	3,958	0,001
UygulamaxZaman	231216,232	16	14451,015	0,709	0,785
Uygulama	8863,629	2	4431,814	0,027	0,973
Uygulama içi hata	6848432,548	336	20382,240		
Uygulamalar arası hata	67833769,984	42	161518,333		

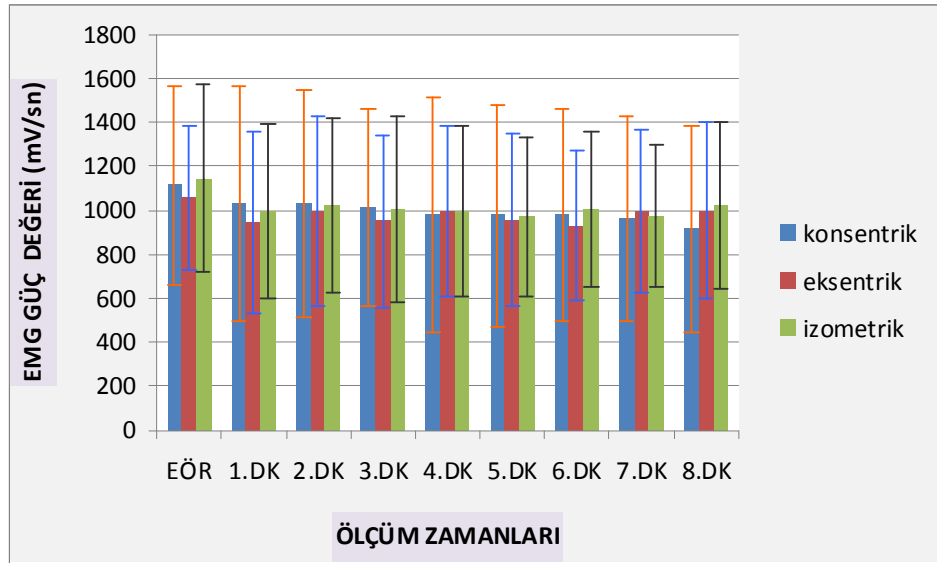
KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması.

Varyans analizi sonrasında kontrast tanımlanarak egzersiz öncesi referans değere göre zaman içindeki değişim incelendiğinde;

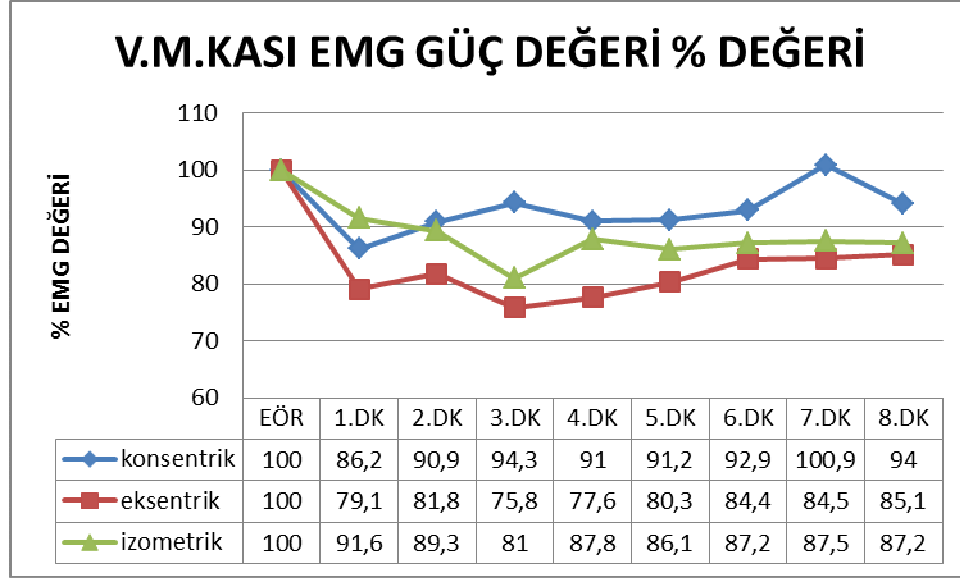
EÖR'den Egzersiz Sonrası 1.dk (ES1.dk) ya [$F_{EÖR-ES1.dk(1,42)}=6,818;p<0,05$],

EÖR'den Egzersiz Sonrası 2.dk (ES2.dk) ya [$F_{EÖR-ES2.dk(1,42)}=6,849;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 3.dk (ES3.dk) ya [$F_{EÖR-ES3.dk(1,42)}=12,608;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 4.dk (ES4.dk) ya [$F_{EÖR-ES4.dk(1,42)}=12,527;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 5.dk (ES5.dk) ya [$F_{EÖR-ES5.dk(1,42)}=12,122;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 6.dk (ES6.dk) ya [$F_{EÖR-ES6.dk(1,42)}=17,561;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 7.dk (ES7.dk) ya [$F_{EÖR-ES7.dk(1,42)}=20,207;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 8.dk (ES8.dk) ya [$F_{EÖR-ES8.dk(1,42)}=15,132;p<0,05$], doğru tüm uygulamalarda M. Vastus Medialis kasının EMG Güç değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır.

Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulamalarda, M. Vastus Medialis kasından elde edilen EMG Güç değerleri ortalamalarının zaman içindeki değişimi Şekil 4.3'te, yüzdesel değişimler ise Şekil 4.4'te grafiksel olarak gösterilmiştir. Üç farklı uygulama ile dokuz farklı zamanda ölçülen M. Vastus Medialis kasının EMG Güç değerleri zaman içinde benzer bir değişim göstermiştir.



Şekil 4.3. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Vastus Medialis kasının EMG Güç değerleri.



Şekil 4.4. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Vastus Medialis kasının EMG Güç % değerleri.

M. Rektus Femoris kasının EMG Maks değerleri için uygulanan tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre testi zaman içindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu [$F_{(8,336)}=3,020;p<0,01$] bulunmuştur. Ancak diğer taraftan Uygulama x Zaman etkileşiminde [$F_{(16,336)}=0,604;p>0,05$] ve uygulamalar arasında anlamlı fark [$F_{(2,42)}=0,854;p>0,05$] tespit edilmemiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. M. Rektus Femoris kasının EMG Maks değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları.

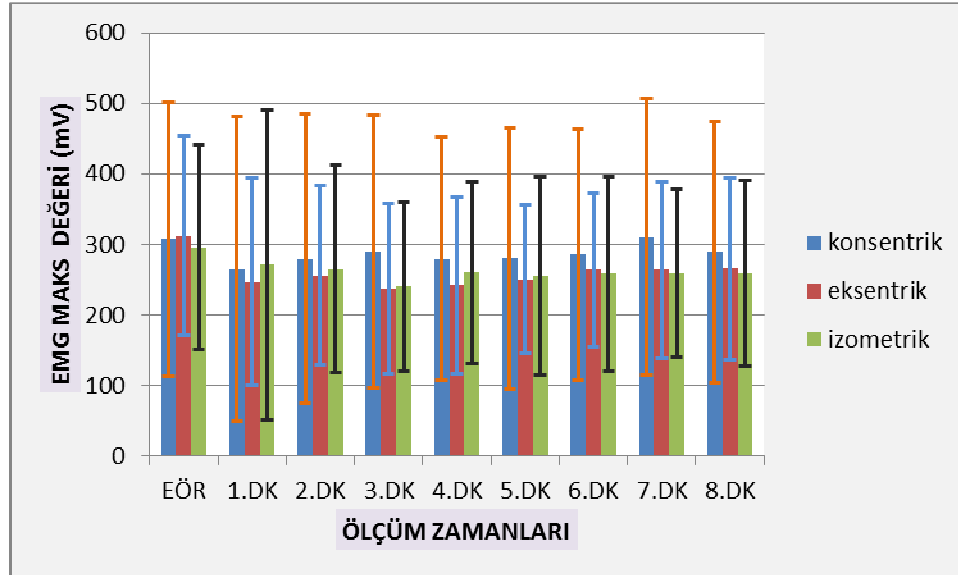
Değişkenler	KT	SD	KO	F	p
Zaman	78872,938	8	9859,117	3,020	0,001
UygulamaxZaman	31531,921	16	1970,745	0,604	0,881
Uygulama	6900,191	2	3450,096	0,158	0,854
Uygulama içi hata	1097021,585	336	3264,945		
Uygulamalar arası hata	917047,853	42	21834,473		

KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması.

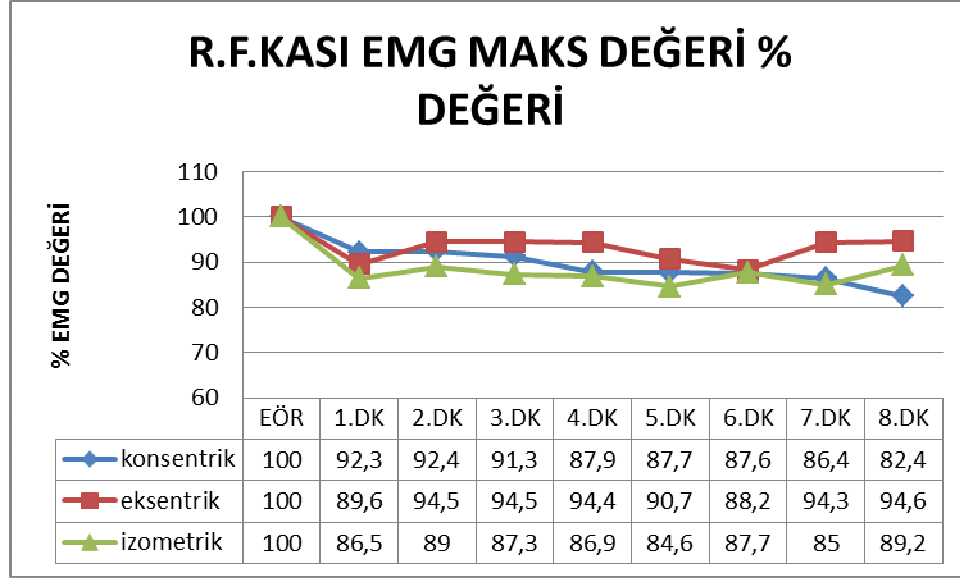
Varyans analizi sonrasında kontrast tanımlanarak egzersiz öncesi referans değere göre zaman içindeki değişim incelendiğinde;

EÖR'den Egzersiz Sonrası 1.dakika (ES1.dk) ya [$F_{EÖR-ES1.dk(1,42)}=5,480;p<0,05$],
EÖR'den Egzersiz Sonrası 2.dk (ES2.dk) ya [$F_{EÖR-ES2.dk(1,42)}=13,664;p<0,05$],
EÖR'den Egzersiz Sonrası 3.dk (ES3.dk) ya [$F_{EÖR-ES3.dk(1,42)}=34,831;p<0,05$],
EÖR'den Egzersiz Sonrası 4.dk (ES4.dk) ya [$F_{EÖR-ES4.dk(1,42)}=35,437;p<0,05$],
EÖR'den Egzersiz Sonrası 5.dk (ES5.dk) ya [$F_{EÖR-ES5.dk(1,42)}=25,067;p<0,05$],
EÖR'den Egzersiz Sonrası 6.dk (ES6.dk) ya [$F_{EÖR-ES6.dk(1,42)}=15,388;p<0,05$],
EÖR'den Egzersiz Sonrası 7.dk (ES7.dk) ya [$F_{EÖR-ES7.dk(1,42)}=7,748;p<0,05$],
EÖR'den Egzersiz Sonrası 8.dk (ES8.dk) ya [$F_{EÖR-ES8.dk(1,42)}=10,129;p<0,05$], doğru tüm uygulamalarda M. Rektus Femoris kasının EMG Maksimum değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır.

Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulamalarda, M. Rectus Femoris kasından elde edilen EMG Maksimum değerleri ortalamalarının zaman içindeki değişimi Şekil 4.5'te, yüzdesel değişimler ise Şekil 4.6'da grafiksel olarak gösterilmiştir. Üç farklı uygulama ile dokuz farklı zamanda ölçülen M. Rectus Femoris kasının EMG Maks değerleri zaman içinde benzer bir değişim göstermiştir.



Şekil 4.5. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Rektus Femoris kasının EMG Maks değerleri.



Şekil 4.6. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Rektus Femoris kasının EMG Maks % değerleri.

M.Rektus Femoris kasının EMG Güç değerleri için uygulanan tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu [$F_{(8,336)}=3,735;p<0,01$] bulunmuştur. Ancak diğer taraftan Uygulama x Zaman etkileşiminde [$F_{(16,336)}=0,996;p>0,05$] ve uygulamalar arasında anlamlı fark [$F_{(2,42)}=0,858;p>0,05$] tespit edilmemiştir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. M. Rektus Femoris kasının EMG Güç değerleri için Tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları.

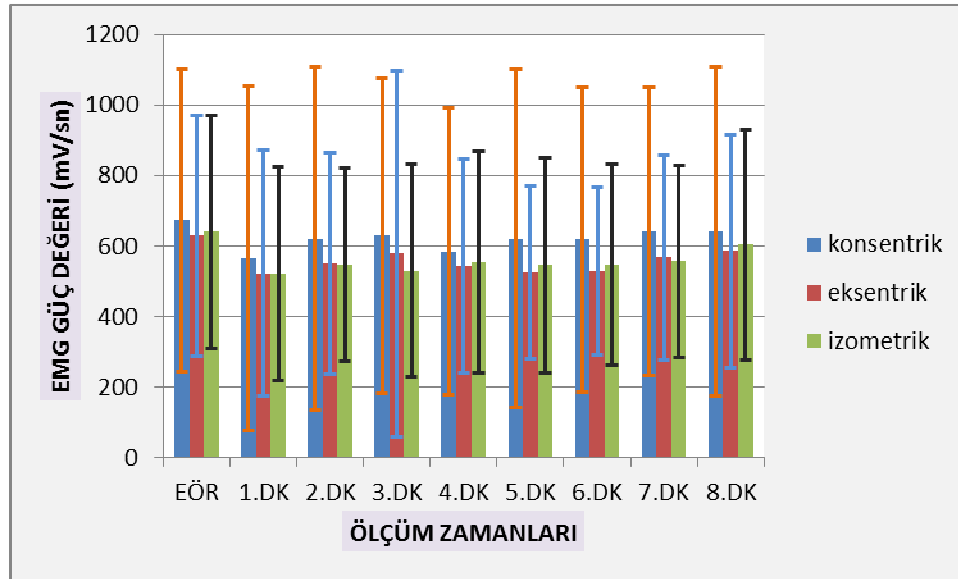
Değişkenler	KT	SD	KO	F	p
Zaman	376611,644	8	47076,456	3,735	0,001
UygulamaxZaman	61744,074	16	3859,005	0,306	0,996
Uygulama	38203,740	2	19101,870	0,154	0,858
Uygulama içi hata	4235207,837	336	12604,785		
Uygulamalar arası hata	5220445,337	42	124296,318		

KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması.

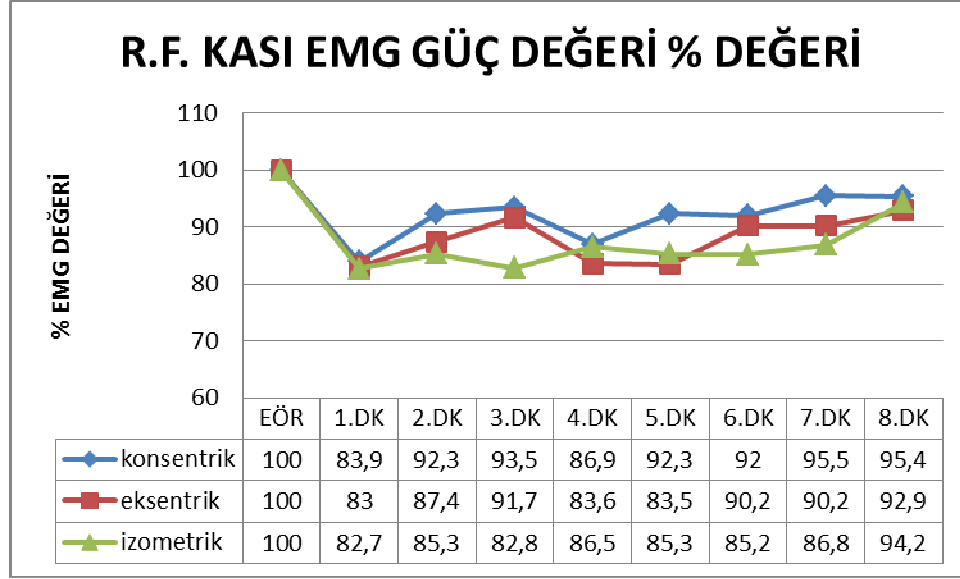
Varyans analizi sonrasında kontrast tanımlanarak egzersiz öncesi referans değere göre zaman içindeki değişim incelendiğinde;

EÖR'den Egzersiz Sonrası 1.dakika (ES1.dk) ya [$F_{EÖR-ES1.dk(1,42)}=20,844;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 2.dk (ES2.dk) ya [$F_{EÖR-ES2.dk(1,42)}=14,899;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 3.dk (ES3.dk) ya [$F_{EÖR-ES3.dk(1,42)}=4,841;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 4.dk (ES4.dk) ya [$F_{EÖR-ES4.dk(1,42)}=20,753;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 5.dk (ES5.dk) ya [$F_{EÖR-ES5.dk(1,42)}=12,278;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 6.dk (ES6.dk) ya [$F_{EÖR-ES6.dk(1,42)}=15,516;p<0,05$], EÖR'den Egzersiz Sonrası 7.dk (ES7.dk) ya [$F_{EÖR-ES7.dk(1,42)}=8,546;p<0,05$], doğru tüm uygulamalarda M. Rektus Femoris kasının EMG Güç değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır.

Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulamalarda, M. Rectus Femoris kasından elde edilen EMG Güç değerleri ortalamalarının zaman içindeki değişimi Şekil 4.7'de, yüzdesel değişimler ise Şekil 4.8'de grafiksel olarak gösterilmiştir. Üç farklı uygulama ile dokuz farklı zamanda ölçülen M. Rectus Femoris kasının EMG Güç değerleri zaman içinde benzer bir değişim göstermiştir.



Şekil 4.7. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Rektus Femoris kasının EMG Güç değerleri.



Şekil 4.8. Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının M. Rektus Femoris kasının EMG Güç % değerleri.

4.3. Kas Hasarı Egzersiz Protokolü Verileri

Tablo 4.9. Kas hasarı egzersiz protokolü için sporcuların betimsel istatistikleri (n=10).

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	En Küçük	En Büyük
Yaş (yıl)	23,10	2,69	20,0	28,0
Boy (cm)	172,90	5,20	163,0	179,0
Vücut Ağırlığı (kg)	67,92	7,87	54,8	81,90
VKİ (kg/m ²)	22,71	2,35	18,7	26,4
Vücut yağ %	12,08	5,50	4,3	19,0
Yağ harici kütle (kg)	59,39	4,53	52,2	67,2
Spor yılı (yıl)	11,20	4,80	5,0	19,0

VKİ:Vücut kütle indeksi

Tablo 4.10. Kas hasarı egzersiz protokolü için Sporcuların egzersiz uygulaması öncesi ölçülen M. Quadriceps Femoris için 1TM değerleri.

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	En Küçük	En Büyük
1TM (kg)	55,60	6,66	47	63

Tablo 4.11. Kas hasarı Egzersiz protokolü için Sporcuların M.Vastus Medialis kasının EMG değerleri ortalamaları.

Uygulama	EMG	EÖR	ES	ES24.saat	ES48.saat	ES72.saat	ES1.hafta
Konsentrik	Maks (μV)	521,40	515,90	565,00	550,10	521,90	540,00
	Güç($\mu\text{V}/\text{sn}$)	1224,10	1266,90	1330,30	1278,40	1267,70	1339,90
Eksentrik	Maks(μV)	529,40	508,80	531,90	557,00	578,20	599,80
	Güç($\mu\text{V}/\text{sn}$)	1269,20	1205,00	1270,00	1234,20	1318,40	1382,20

EOR: Egzersiz öncesi referans değer, ES: Egzersiz Sonrası

Tablo 4.12. Kas hasarı egzersiz protokolü için Sporcuların M.Rektus Femoris kasının EMG değerleri ortalamaları.

Uygulama	EMG	EÖR	ES	ES24.saat	ES48.saat	ES72.saat	ES1.hafta
Konsentrik	Maks (μV)	341,70	294,20	348,50	335,20	335,90	370,40
	Güç($\mu\text{V}/\text{sn}$)	790,00	672,10	842,00	851,30	763,80	884,10
Eksentrik	Maks (μV)	323,00	328,60	308,40	268,20	325,10	368,00
	Güç($\mu\text{V}/\text{sn}$)	773,50	724,60	703,20	586,50	734,70	834,70

EOR: Egzersiz öncesi referans değer, ES: Egzersiz Sonrası

Tablo 4.13. Kas hasarı egzersiz protokolü için Sporcuların kan analiz (miyoglobin, CK, LDH) değerleri ortalamaları.

Uygulama	Kan analiz	EÖR	ES	ES24.saat	ES48.saat	ES72.saat	ES1.hafta
Konsentrik	Miyoglobin (ng/ml)	24,25	46,25	26,01	26,64	30,82	22,56
	LDH (u/l)	166,60	167,40	171,20	160,00	156,70	168,20
	CK (u/l)	188,30	199,80	242,10	174,90	179,80	189,70
Eksentrik	Miyoglobin (ng/ml)	21,99	34,68	23,85	47,79	82,73	32,67
	LDH (u/l)	165,90	170,60	168,30	167,40	169,30	166,30
	CK (u/l)	198,20	204,60	188,40	295,80	610,90	298,40

EOR: Egzersiz öncesi referans değer, ES: Egzersiz Sonrası

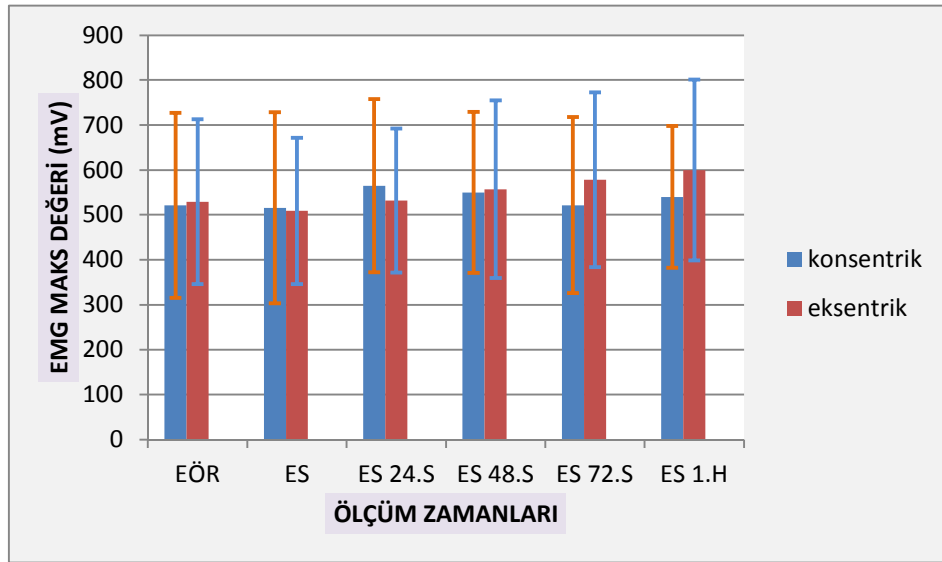
M. Vastus Medialis kasının EMG Maks değerleri için yapılan tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde [$F_{(5,90)}=1,405;p>0,05$], Uygulama x Zaman etkileşiminde [$F_{(5,90)}=1,076;p>0,05$] ve uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığı [$F_{(1,18)}=0,038;p>0,05$] tespit edilmiştir (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Kas hasarı egzersiz protokolü M.Vastus Medialis kasının EMG Maks değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları.

Değişkenler	KT	SD	KO	F	p
Zaman	43260,367	5	8652,073	1,405	0,230
UygulamaxZaman	33146,267	5	6629,253	1,076	0,379
Uygulama	1145,089	1	1145,089	0,038	0,848
Uygulama içi hata	554359,700	90	6159,552		
Uygulamalar arası hata	542345,917	18	30130,329		

KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması.

Konsentrik ve eksentrik uygulamalarda, M. Vastus Medialis kasından elde edilen EMG Maks değerleri ortalamalarının zaman içindeki değişimi Şekil 4.9'da grafiksel olarak gösterilmiştir. İki farklı uygulama ile altı farklı zamanda ölçülen M. Vastus Medialis kasının EMG Maks değerleri zaman içinde benzer bir değişim göstermiştir.



Şekil 4.9. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının M. Vastus Medialis kasının EMG Maksimum değerleri.

M. Vastus Medialis kasının EMG Güç değerleri için yapılan tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde [$F_{(5,90)}=0,881;p>0,05$], Uygulama x Zaman etkileşiminde [$F_{(5,90)}=0,322;p>0,05$] ve

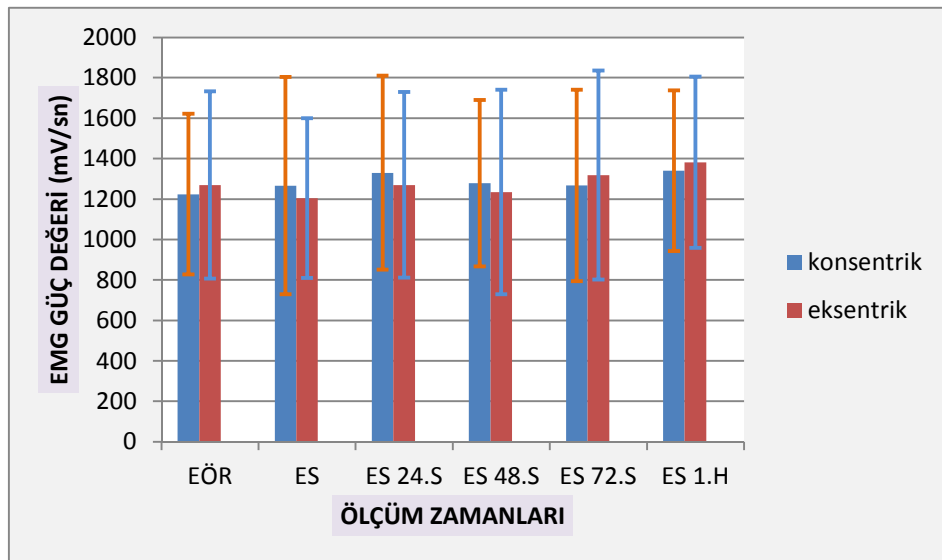
uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark [$F_{(1,18)}=0,001;p>0,05$] tespit edilmemiştir (Tablo 4.15).

Tablo 4.15. Kas hasarı egzersiz protokolü M. Vastus Medialis kasının EMG Güç değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları.

Değişkenler	KT	SD	KO	F	p
Zaman	214618,442	5	42923,688	0,881	0,497
UygulamaxZaman	78408,242	5	15681,648	0,322	0,899
Uygulama	111,235	1	111,235	0,001	0,980
Uygulama içi hata	4385880,150	90	48732,002		
Uygulamalar arası hata	3030047,392	18	168335,966		

KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Konsentrik ve eksentrik uygulamalarda, M. Vastus Medialis kasından elde edilen EMG Güç değerleri ortalamalarının zaman içindeki değişimi Şekil 4.10'da grafiksel olarak gösterilmiştir. İki farklı uygulama ile altı farklı zamanda ölçülen M. Vastus Medialis kasının EMG Güç değerleri zaman içinde benzer bir değişim göstermiştir.



Şekil 4.10. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının M. Vastus Medialis kasının EMG Güç değerleri

M. Rektus Femoris kasının EMG Maks değerleri için yapılan tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı fark [$F_{(5,90)}=2,525;p<0,05$] bulunmuştur. Diğer taraftan Uygulama x Zaman etkileşiminde [$F_{(5,90)}=1,394;p>0,05$] ve uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark [$F_{(1,18)}=0,051;p>0,05$] tespit edilmemiştir (Tablo 4.16).

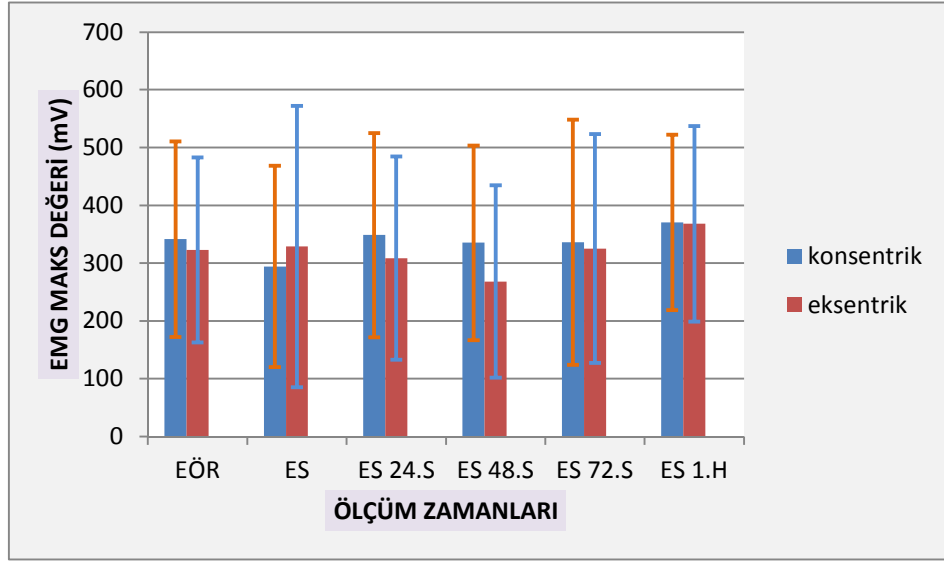
Tablo 4.16. Kas hasarı egzersiz protokolü M. Rektus Femoris kasının EMG Maks değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları.

Değişkenler	KT	SD	KO	F	p
Zaman	53696,767	5	10739,353	2,525	0,035
UygulamaxZaman	29644,667	5	5928,933	1,394	0,234
Uygulama	1519,606	1	1519,606	0,051	0,824
Uygulama içi hata	382777,567	90	4253,084		
Uygulamalar arası hata	534212,472	18	29678,471		

KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması.

Varyans analizi sonrasında kontrast tanımlanarak egzersiz öncesi referans değere göre zaman içindeki değişim incelendiğinde; Sadece EÖR'den Egzersiz Sonrası 1.hafta (ES1h) ya [$F_{EÖR-ES1h(1,18)}=5,776;p<0,05$], doğru tüm uygulamalarda M. Rektus Femoris kasının EMG Maks değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Konsentrik ve eksentrik uygulamalarda, M. Rektus Femoris kasından elde edilen EMG Maks değerleri ortalamalarının zaman içindeki değişimi Şekil 4.11'de grafiksel olarak gösterilmiştir. İki farklı uygulama ile altı farklı zamanda ölçülen M. Rektus Femoris kasının EMG Maks değerleri zaman içinde benzer bir değişim göstermiştir.



Şekil 4.11. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının M. Rektus Femoris kasının EMG Maks değerleri.

M. Rektus Femoris kasının EMG Güç değerleri için yapılan tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde [$F_{(5,90)}=2,192;p>0,05$], Uygulama x Zaman etkileşiminde [$F_{(5,90)}=2,135;p>0,05$] ve uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark [$F_{(1,18)}=0,158;p>0,05$] tespit edilmemiştir (Tablo 4.17).

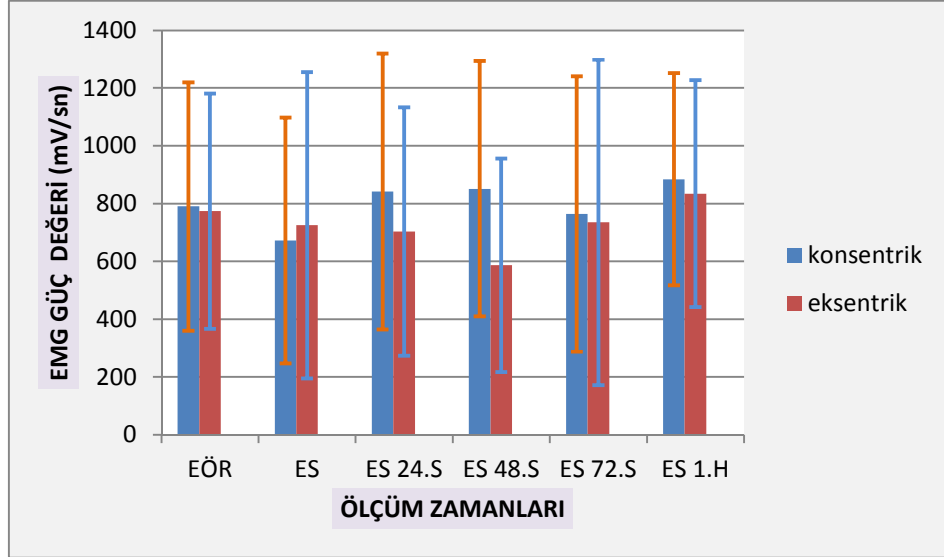
Tablo 4.17. Kas hasarı egzersiz protokolü için M. Rektus Femoris kasının EMG Güç değerleri için Tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları.

Değişkenler	KT	SD	KO	F	p
Uygulama	320986,675	5	64197,335	2,192	0,062
UygulamaxZaman	312663,075	5	62532,615	2,135	0,068
Uygulama	27639,612	1	27639,612	0,158	0,696
Uygulama içi hata	2635504,417	90	29283,382		
Uygulamalarlar arası hata	3147218,047	18	174845,447		

KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalama.

Konsentrik ve eksentrik uygulamalarda, M. Rektus Femoris kasından elde edilen EMG Güç değerleri ortalamalarının zaman içindeki değişimi Şekil 4.12'de grafiksel olarak gösterilmiştir. İki farklı uygulama ile altı farklı zamanda ölçülen M.

Rektus Femoris kasının EMG Güç değerleri zaman içinde benzer bir değişim göstermiştir.



Şekil 4.12. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının M. Rektus Femoris kasının EMG Güç değerleri.

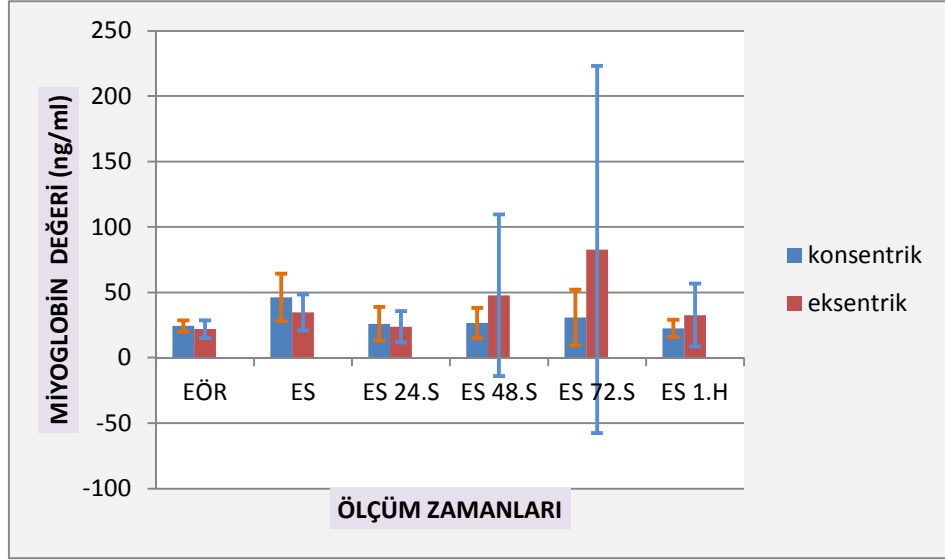
Miyogloblin değerleri için yapılan tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde [$F_{(5,90)}=1,921;p>0,05$], Uygulama x Zaman etkileşiminde [$F_{(5,90)}=1,578;p>0,05$] ve uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark [$F_{(1,18)}=0,844;p>0,05$] tespit edilmemiştir (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. Miyogloblin değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları.

Değişkenler	KT	SD	KO	F	p
Uygulama	16072,531	5	3214,506	1,921	0,099
UygulamaxZaman	13205,224	5	2641,045	1,578	0,174
Uygulama	623,100	1	623,100	0,844	0,371
Uygulama içi hata	150590,269	90	1673,225		
Uygulamalar arası hata	13296,372	18	738,687		

KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması.

Konsentrik ve eksentrik uygulamalarda, miyogloblin değerleri ortalamalarının zaman içindeki değişimi Şekil 4.13'te grafiksel olarak gösterilmiştir. İki farklı uygulama ile altı farklı zamanda ölçülen miyogloblin değerlerinin zaman içindeki değişimlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark olmamakla birlikte miyogloblinin 48'inci saatte yükselmeye başladığı ve 72'nci saatte de pik yaptığı görülmüştür.



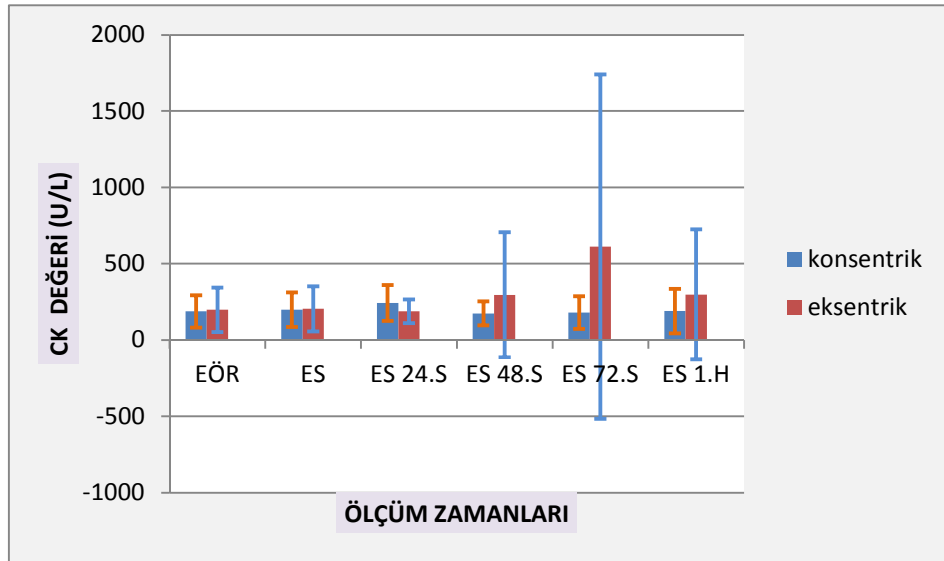
Şekil 4.13. Konsantrik ve eksantrik uygulama gruplarının miyogloblin değerleri.

Parametrik test koşullarını taşımayan CK verisine tekrarlanan ölçümlerde varyans analizi testi yerine nonparametrik karşılığı olan Friedman testi uygulanmıştır. Friedman testine göre konsentrik uygulamada CK değeri için zaman içindeki değişimde anlamlı fark saptanmıştır. Ancak, anlamlı farkın hangi ölçümler arasında olduğunun tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalarda EÖR değeri ile sonrasında tekrar eden ölçümler arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Aynı şekilde eksentrik uygulamalarda da anlamlı farka rastlanmamıştır. (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. CK değerleri için Friedman testi sonuçları.

Değişkenler	Konsentrik(Ort±SS)	Eksentrik(Ort±SS)
EÖR CK (U/L)	188,30±105,63	198,20±145,22
ES CK (U/L)	198,80±113,32	204,60±146,80
ES 24.Saat CK (U/L)	242,10±117,24	188,40±77,98
ES 48.Saat CK (U/L)	174,90±70,88	295,80±409,33
ES 72.Saat CK (U/L)	179,80±106,44	610,90±1128,36
ES168.Saat CK (U/L)	189,70±146,10	298,40±425,11
P (Friedman test)	0,007	0,223

Konsentrik ve eksentrik uygulamalarda, CK değerleri ortalamalarının zaman içindeki değişimi Şekil 4.14'te grafiksel olarak gösterilmiştir. İki farklı uygulama ile altı farklı zamanda ölçülen CK değerlerinin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı fark olmamakla birlikte CK'nın 48'inci saatte yükselmeye başladığı ve 72'nci saatte de pik yaptığı görülmüştür.



Şekil 4.14. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının CK değerleri.

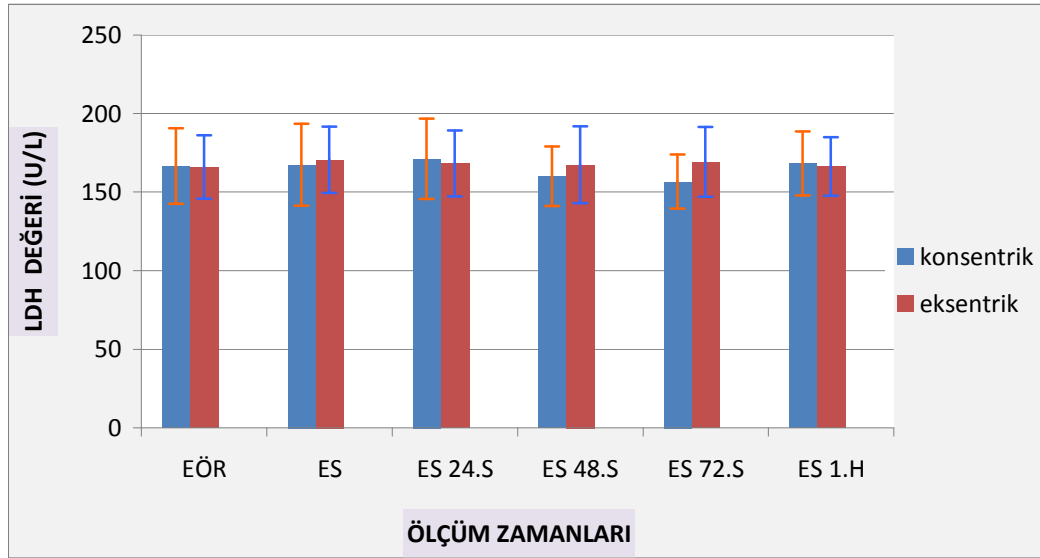
LDH değerleri için yapılan tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde [$F_{(5,90)}=0,902;p>0,05$], Grup x Zaman etkileşiminde [$F_{(5,90)}=1,106;p>0,05$] ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark [$F_{(1,18)}=0,131;p>0,05$] tespit edilmemiştir (Tablo 4.20).

Tablo 4.20. LDH değerleri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları.

Değişkenler	KT	SD	KO	F	p
Uygulama	750,542	5	150,108	0,902	0,484
UygulamaxZaman	920,275	5	184,055	1,106	0,363
Uygulama	43,512	1	43,512	0,131	0,722
Uygulama içi hata	14982,350	90	166,471		
Uygulamalar arası hata	6000,292	18	333,350		

KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalama.

Konsentrik ve eksentrik uygulamalarda, LDH değerleri ortalamalarının zaman içindeki değişimi Şekil 4.14'te grafiksel olarak gösterilmiştir. İki farklı uygulama ile altı farklı zamanda ölçülen LDH değerleri zaman içinde benzer bir değişim göstermiştir.



Şekil 4.15. Konsentrik ve eksentrik uygulama gruplarının LDH değerleri.

Kas hasarı egzersiz protokolü uygulaması sırasında hissedilen zorluk dereceleri ortalamaları Tablo 4.21 de verilmiştir. Buradan uygulama sırasında katılımcıların yeterli zorlanmaya maruz kaldıkları görülmektedir.

Tablo 4.21. Kas hasarı Egzersiz protokolü için Konsentrik ve Eksentrik uygulamalar sırasındaki BORG Skala skoru değerleri ortalama ve standart sapmaları.

Uygulama	Set	BORG değeri ort±SS
Konsentrik	1.set	16,90±2,92
	2.set	18,40±1,71
Eksentrik	1.set	13,30±2,45
	2.set	16,40±2,95

TARTIŞMA

Bu bölümde izometrik, konsentrik ve eksentrik kontraksiyonlarla yapılan direnç egzersizleri sonrası toparlanma sürecinde kas hasarı ve EMG cevaplarını incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen literatür desteğinde tartışılarak yorumlanacaktır.

Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolünde M. Vastus Medialis ve M. Rectus Femoris EMG verilerine uygulanan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş ($p < 0,05$), ancak Uygulama x Zaman etkileşiminde ve uygulamalar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Kas hasarı egzersiz protokolü için uygulanan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre ise M.Rectus Femoris kasının EMG maksimum değerinin zaman içindeki anlamlı ($p < 0,05$) değişimi dışında diğer verilerde herhangi bir istatistiki fark gözlenmemiştir.

Bu araştırmada toparlanma periyodu iki aşamada incelenmiştir. Birinci aşamada toparlanma periyodunu konsentrik uygulamalar için 10 tekrarlı 1 TM %85'i ile, eksentrik uygulamalar için 10 tekrarlı 1 TM %115'i ile ve izometrik uygulamalar için tutabildiği kadar 1 TM %85'i ile yapılan bir yüklenmeden sonra kas hasarı oluşamayabileceği için sadece yüzeysel elektrotlu EMG ölçümleri ile 8 dakika takip edildi kan analizlerine gerek duyulmadı. Burada ki amaç sadece setler arası dinlenme süreleri hakkında bilgi edinebilmek ve 8 dakikalık toparlanmanın takibi için yüzeysel elektrotlu EMG kullanılıp kullanılmayacağını test etmektir. İkinci aşamada ise 2x25 tekrar eksentrik uygulamaları 1 TM % 100'ü ile konsentrik uygulamaları 1 TM % 70'ü ile kas hasarı oluşturarak takibinde incelememizi CK, LDH, miyogloblin, yüzeysel elektrot EMG ile değerlendirmeye çalıştık. Buradaki amaç ise kas hasarı oluşturabilecek bir uygulamadan sonra toparlanma sürecinde CK, LDH, miyogloblin, yüzeysel elektrot EMG değerlerindeki değişimi takip etmektir.

Literatüre bakıldığında setler arası süre değerlendirmesi için yüzeysel elektrotlu EMG kullanılan araştırmaya rastlanılmamıştır. Fakat Rodrigues ve arkadaşları (65) çalışmalarında setler ve egzersizler arası farklı dinlenme aralıkları

olan dirençli egzersiz programları sonrasında belirli zamanlarda CK ve LDH konsantrasyonlarını karşılaştırmayı amaçlayarak eğitimsiz 20 erkek deneğe setler ve egzersiz arasında 1 dk. ve 3 dk. dinlenme periyodu olan 2 direnç egzersiz seansına tabi tutmuşlardır. 2 seans içinde CK ve LDH seviyeleri egzersiz öncesinde ve 24, 48, 72 saat sonrasında ölçülmüştür. Denekler 3 dk. dinlenme periyodunda 1 dk. a göre %24 daha fazla yüklemeye gerçekleştirmişlerdir. 1 dk. dinlenme periyodu olanda 24 ve 72 saatler hariç pek çok ölçüm noktasında büyük CK konsantrasyon farklılıklarını tespit etmişlerdir. 3 dk. dinlenmeli olanda 24-72 ve 48-72 saatleri hariç diğer ölçüm zamanları arasında büyük farklar görmüşlerdir. CK konsantrasyonu iki grup içinde en yüksek 48 saatte ölçmüşlerdir. 2 grup arasındaki CK konsantrasyonu karşılaştırıldığında herhangi bir zaman aralığında kayda değer bir fark bulamamışlardır. 1 dk. dinlenme periyodu verilen grupta LDH seviyelerinde 48-72 saat arasında büyük fark görmüşler fakat 3 dk. olanda ise farklılık egzersiz öncesi ölçüm-24 saat ve egzersiz sonrası 48 saat arasında bulmuşlardır. LDH konsantrasyonu 1 dk. lık dinlenme periyodu için en fazla 72 saat, 3 dk. lık dinlenme periyodu için 24. saatte gösterilmiştir. LDH konsantrasyonları 1 -3 dk. dinlenme periyotları için karşılaştırıldığında herhangi bir zamanda belirgin fark bulamamışlardır. Test sonuçları kas hasarının dinlenme periyotları arasında benzer olduğunu yine de 3 dk. dinlenme uygulandığı yüke bağlı kas hasarının daha az olduğu göstermişlerdir. Ölçülen yüklem miktarları göz önüne alındığı zaman 1 dk. dinlenme periyodu olan grup daha fazla kas hasarına uğradığını ifade etmişlerdir.

Bu çalışmanın birinci aşamasında tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü toparlanma periyoduna eksentrik, konsentrik ve izometrik uygulamalar sonrası 1'er dakika arayla 8 dk. boyunca yüzeysel EMG aktiviteleri takip edilmiş, veriler M. Vastus Medialis ve M. Rektus Femoris üzerinden alınmıştır. Yüzeysel elektrotla EMG değerleri MYOMED 932 cihazı ile maksimum ve güç değerleri dikkate alınarak yapılmış ve gruplar arasında herhangi bir anlamlı fark bulunmamıştır. Yani eksentrik, konsentrik ve izometrik uygulamalar sonrası 8 dakikalık toparlanma periyodu arasında anlamlı bir fark yoktur. Her üç kontraksiyon tipi ile yapılan çalışmalarda setler arası dinlenme süreleri benzer şekilde planlanabilir.

Bu araştırmada; birinci aşamada 8 dakikalık toparlanma periyodunda EÖR değerine 8 dk. içinde genellikle ulaşılamamış egzersiz sonrası 2, 3 veya 4. dakikada pik yapan EMG değerleri sonrasında tekrar düşmeye başlamış veya sabit bir platoda devam ettiği görölmüştür.

Mevcut çalışmanın tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü toparlanma periyodunda zamanlar arasında genellikle anlamlı fark bulunmuştur. Fakat örneğin konsantrik egzersiz sonrası sağ M. Vastus Medialis kasının EMG maks değerinin zaman içindeki değişimine bakıldığında EÖR ile diğer zamanlar arasında fark olduğu halde ES 4. dk. EMG maks değeri arasında anlamlı fark yoktur. Yani sağ M. Vastus Medialis konsantrik egzersiz sonrası 4. dk'da EMG maks değeri bakımından toparlanmıştır diyebiliriz. Araştırmamızın genelinde bu sonucun çıkmamasını denek sayımızın azlığından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Yaptığımız araştırmaya göre setler arası sürenin EMG sonuçlarına baktığımızda bütün kontraksiyon tipleri için 2-4 arasında olması gerektiği düşüncesindeyiz. 8 dakikalık toparlanma periyodunda bütün kas grupları ve EMG değerleri M.Vastus Medialis ve M.Rektus Femoris kaslarının maksimum değerleri için % 89'una, M.Vastus Medialis ve M.Rektus Femoris kaslarının güç değerleri için ise % 86,4'üne mutlaka ulaştığını görüyoruz (Grafik 4.2, 4.4, 4.6, 4.8).

Bu çalışmada 8 dakikalık toparlanma periyodunda güç değerleri maksimum değerlerine göre daha fazla azaldığı görölmektedir. M.Vastus Medialis kası için güç değerleri eksentrik uygulamalarda EÖR değerinin %79,1'ine kadar düşerken, konsantrik uygulamalarda EÖR değerinin % 86,2'sine düşmüştür. M.Rektus Femoris kası için ise güç değerleri eksentrik uygulamalarda EÖR değerinin %83'üne, konsantrik uygulamalarda EÖR değerinin % 83,9'una düştüğü görölmektedir. Aynı kasların maksimum değerlerinin düşüşüne bakılacak olursa; M.Vastus Medialis kası için maksimum değeri eksentrik uygulamalarda EÖR değerinin %89,4'üne düşerken konsantrik uygulamalarda EÖR değerinin %99,3'üne düşmüştür. M.Rektus Femoris kası için ise maksimum değerleri eksentrik uygulamalarda EÖR değerinin %89,6'sına, konsantrik uygulamalarda EÖR değerinin % 92,3'üne düştüğü görölmektedir. Bu sonuçlara göre 10 tekrar egzersizin hemen sonrasında patlayıcı güç açığa çıkarmanın daha zor olduğu göstermektedir.

Bu araştırmanın ikinci kısmında kas hasarı egzersizi toparlanma sürecinin takibinde CK, LDH ve miyogloblin ve yüzeysel elektrotlu EMG maksimum ve güç değerleri kullanılmıştır. Literatüre bakıldığında araştırmamıza benzer süreçlerde toparlanma incelemelerinde; CK, LDH, miyogloblin, AST, CK-MB ve sEMG ve kas ağrısı parametrelerinin kullanıldığı görülmektedir (62-74). Sbriccoli ve arkadaşları (62) çalışmalarında kas hasarının toparlanma sürecini yüzeysel elektrotlu EMG, ultrason ve kan enzimlerini inceleyerek, Lazarim ve arkadaşları (63) ve Hody ve arkadaşları (64) plazma CK aktivitelerine bakarak, Rodrigeus ve arkadaşları (65) CK ve LDH düzeylerini inceleyerek, Pincivero ve arkadaşları (66) ve Selseth ve arkadaşları (67) EMG verileri ile Lippi ve arkadaşları (68) AST, CK, LDH, CK-MB ve miyogloblin seviyelerine bakarak, Chan ve arkadaşları (70) EMG, kas ağrısı ve CK seviyelerine bakarak incelemeye çalışmışlardır.

Literatür araştırmalarında kas hasarı ile ilgili sEMG kullanan çalışmalara bakıldığında; Sbriccoli ve arkadaşlarının (62) yaptıkları çalışmada eksentrik egzersizle oluşan kas hasarının toparlanma ve sürecin içeriğini sEMG ile inceledikleri görülmüş 5 kişiye non-dominat taraf koldaki M. Biseps Brachi 35 maksimum eksentrik kontraksiyonuyla 2 devrede egzersiz yapmışlar, 5 kişiye eksantrik egzersiz olmadan (Kontrol Grup: CNT) yaptırmışlardır. Maksimum izometrik kuvveti ölçmüşlerdir. Kuvvet ve sEMG sinyalleri izometrik kontraksiyonun %80'inde kaydetmişlerdir. Kuvvet, sEMG ve CK-LDH ölçümleri eksentrik egzersizden önce ve sonrasında 4 hafta boyunca periyodik olarak yapmışlardır. sEMG zaman ve frekans olarak analiz edilmiştir; sEMG'nin doğrusal olmayan analizi de yapmışlardır. Eksentrik egzersizden sonra, maksimal izometrik kuvvet eksentrik egzersiz öncesi değerinden ortalama %40 daha azaldığını görmüşler. İlk frekans içeriğinde önemli bir düşüş (%13-42 Eksentrik kontraksiyon öncesindeki değerlerden daha az) bozulma gözlemlemişlerdir. Eksentrik egzersiz sonrasında sEMG amplitüdünde değişiklik olmadığını ifade etmişlerdir. Kabul edilen parametrelerin tamamının toparlanması 2 haftada gerçekleştiğini ortaya koymuşlar ve sonuç olarak, sEMG analizleri kas hasarının erken göstergesi olduğu doğrulanmıştır. Kas hasarının toparlanması hem sEMG hem US vasıtasıyla takip edilebileceğini ve bu faydalı klinik etkilere sahip olabilir sonucuna varmışlardır. Doğrusal olmayan analizin (L1) eksentrik egzersiz vasıtasıyla erken sEMG

modifikasyonlarına duyarlı olduğu ve eksentrik egzersiz sonrasındaki sEMG deki değişiklikleri takip edebildiğini ortaya koymuşlardır.

Pincivero ve arkadaşları (66) sağlıklı erkek ve kadınlarda M. Quadriceps Femoris'te istemli kontraksiyonla olan orta frekans değişimlerin EMG ile ölçülmesini amaçlamışlar ve 30 sağlıklı gönüllüden oluşan grubun Vastus Medialis, Vastus Lateralis ve Rektus Femoris kaslarının diz 60° fleksiyonda izometrik kontraksiyon yaparken değerlendirmişlerdir. Denekler 10 üzerinden 10 olarak nitelendirdikleri 5 sn. maksimal izometrik kontraksiyon setleri yapmışlar. Daha sonra rastgele sıra algı seviyesi 1-9 arasında değişen submaksimal kontraksiyon yapmışlar. Deneklere her algı seviyesinde kontraksiyonu 5 sn sürdürmesini istemişler ve sonuçlara göre Vastus Lateralisin EMG ortalama değerleri diğer 2 kasa göre oldukça yüksek, Rektus Femorisin ise Vastus Medialisten den yüksek olduğunu bulmuşlardır. Kontraksiyon sonunda Vastus Lateralisin EMG ortalama değerleri artarken diğer iki kasta düşme gözlemlenmişler ve erkekler Vastus Medialis de kadınlara göre daha yüksek EMG ortalama değerleri ve Vastus Lateralis için kas kasılması kuvveti daha fazla çıktığını görmüşlerdir. Denekler arasında EMG ortalama değerleri değişkenliği Vastus Medialis için diğer kaslara göre çok daha fazla görülmüştür. Sonuçlar EMG ortalama değerlerinin Vastus Lateralis için kontraksiyon miktarına karşı daha hassas olduğunu ve erkeklerin Vastus Lateralis-Vastus Medialis kas değerlerinin daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir.

Selseth ve arkadaşları (67) Vastus Medialis Obligus ve Vastus Lateralis kasların yan adım alma testi sırasında ki konsentrik ve eksentrik aktivitelerini araştırmayı amaçlamışlar ve Vastus Medialis Obligus ve Vastus Lateralis kaslarının eksentrik ve konsentrik kasılması ile yapılan çalışmalar sonrasında EMG ile maksimum istemli izometrik kontraksiyon sırasında tekrarlı ölçümlerini yapmışlardır. Daha önce diz cerrahisi ve ön diz ağrısı olmayan 20 sağlıklı birey araştırmaya katılmış ve aktivite sırasında yüzeysel elektrotlar Vastus Medialis Obligus ve Vastus Lateralis üzerine koyularak veri toplandı sonuçta 2 kas kasılması şekli bağımsız değişkenler ayrı ayrı göz önüne alındığında konsentrik kontraksiyon çok daha fazla kas aktivitesine yol açtığını ifade etmişlerdir. Yan adım alma testinde konsentrik kontraksiyonun daha fazla kas aktivitesi açığa çıkarması daha büyük bir

kas kütesinin uyarılmasına bu da daha fazla kuvvetin açığa çıkmasına yol açtığı çıkarımında bulunmuşlardır.

Chan ve arkadaşları (70) yaptıkları çalışmada ilk egzersiz seansının 3 gün ardından 2. bir maksimal egzersiz seansı uygulanması ile olan kas hasarı ve EMG aktivitesindeki değişiklikleri görmeyi amaçlamışlardır. 26 erkek öğrenci rastgele deney 70, deney 30 ve kontrol gruplarına ayrılmış, ana grup 60"/sn hızla dominant olmayan dirsek fleksörleri için istemli 30 tekrarlı izokinetik kontraksiyon yapmışlar, deney 70 ve 30 grupları 2. seansta 3 gün sonra ayrı ayrı 70 ve 30 kontraksiyon yapmışlardır. Kol çevresi, ROM, kuvvet, EMG ve güç frekansı değerleri çalışma öncesi hemen sonrası ve günde 1 kere 9 gün boyunca ölçülmüş, kas ağrısı ve CK seviyesi ilk egzersizden önce ve 9 gün sonra ölçülmüştür. Toplam iş, kontraksiyon başı yapılan iş, EMG, güç frekansı da ilk egzersiz ve ikincisi sırasında kaydedilmiştir. İlk egzersiz sonrası tüm deneklerde kas hasar belirteçleri değişmiş fakat 2. seans sırasında ek bir değişim her 2 grupta da görülmemiştir. EMG ve güç frekansı her 2 grupta da 1. seansa göre 2.'de daha az çıkmış, bu hasarlı kasa ilk seanstan 3 gün sonra yapılan 2. bir eksentrik kontraksiyon seansının ki bu 1. seanstan daha ağır bir egzersiz bile olsa daha fazla hasara sebep olmadığını ve toparlanmayı önlemediğini gösterilmiştir. EMG sonuçları hızlı kasılan motor liflerde 2. seansta azalmış aktivasyon göstermiştir. Sonuçlar nöral koruyucu mekanizmanın sonucu olarak yorumlanabileceğini belirtmişlerdir.

Bu araştırmada ise 2x25 set kas hasarı egzersiz protokolü uygulandıktan sonraki 1 haftalık periyot sEMG değerleri (maks, güç) incelendiğinde EÖR, ES ve ES 24, 48, 72, 168. saatler arasında tüm kas grupları için anlamlı fark bulunamamıştır, benzer özellikler göstermiştir. Bu sonuç bize 168 saat gibi uzun süren toparlanma periyodunda sEMG değerlerinin kullanılmasının kas hasarının takibi bakımından doğru sonuçlar ortaya çıkarmayacağını düşündürmektedir. Yine araştırmamızda sEMG değerleri bakımından eksentrik ve konsantrik uygulama grupları arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Yüzeysel elektrotlu EMG ile yapılan kas hasarı takibinde hem konsantrik hem de eksentrik uygulamalar sonrasında 168 saatlik süreçte mutlaka M.Vastus Medialis ve M.Rektus Femoris kaslarının maksimum ve güç değerleri için EÖR değerlerine ulaşıldığı hatta geçildiği görülmüştür.

Literatürde kas hasarı ile ilgili çalışmaların miyogloblin değeri kullanan araştırmalara bakıldığında; Akyüz ve arkadaşları (18) müsabaka sürecinde erkek futbolcularda oluşan kas hasarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; sporcuların miyogloblin değerlerini karşılaştırdıklarında müsabaka öncesi dinlenik değerler ile devre arası, müsabaka sonrası ($p<0,05$) anlamlı fark görülürken müsabakadan 24, 48, 72 saat sonraki değerler arasında anlamlı fark görememişlerdir. Devre arası değerler ile müsabaka sonrası, müsabakadan 24, 48 ve 72 saat sonraki değerler arasında anlamlı fark bulmuşlardır. Yine müsabaka sonrası miyogloblin değerleri ile müsabakadan sonraki 24, 48 ve 72. saat değerleri arasında anlamlı fark tespit etmişlerdir. Fakat 24 saat ve daha sonraki zamanlar arasında miyogloblin değerleri açısından anlamlı fark tespit edilememiştir.

Mikkelsen ve Toftus (76) çalışmalarında miyogloblin konsantrasyonu kas hasarından hemen sonra CK değerinden önce pik yaptığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada miyogloblin değerleri açısından zaman içerisinde EÖR değeri ile egzersizden zamanlar sonra ki arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Miyogloblin değerleri açısından araştırmamızda eksentrik ve konsentrik çalışmalar sonrası değerler açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Fakat Eksentrik çalışma sonrası miyogloblinin en yüksek değerine ES 72. saatte ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.13). Özellikle eksentrik uygulamalar sonrasında 48.72. saatlerde miyogloblin değerlerinin ortalamalarının yüksek olması kas hasarının eksentrik uygulamalar için bu periyotta pik yaptığını gösterir. EÖR miyogloblin değerleri ile 48 ve 72. saat miyogloblin değerleri arasında fark çıkmamasının sebebi ise her birey için aynı oranda miyogloblin değerlerinde artış olamamasındandır. 10 kişilik sporcu grubumuzda 2-3 bireyde 48 ve 72. saatlerde yüksek oranda artış görülürken diğerlerinde düşük oranlarda artışlar kaydedilmiş ve anlamlı farka ulaşamamıştır. Standart sapma değerlerinin bu dönemlerde yüksek oluşundan anlayabiliriz. Bu da her sporcunun aynı şiddetteki bir yüklenmeden aynı düzeyde etkilenemeyebileceğini, bireysel farklılıklar olabileceğini göstermektedir. Aynı durum CK değerleri içinde söz konusudur.

Literatürde kas hasarı ile ilgili çalışmalarda CK değeri kullanan araştırmalara bakıldığında; Lazarim ve arkadaşları (63) Brezilya futbol liginin mevcut programı oyunculara maçlar arasında yeterli toparlanma vakti verilmediğini ifade etmişler ve

bunun performanslarının azalması ve kas hasarı ihtimalini arttırdığını tahmin ederek plazma kreatin kinaz aktivitesi oyuncunun kasa aşırı yüklemesinin indirek güvenilir işaretçisi olabilir, bu yüzden gerçek yaşam mücadelesi sırasında CK aktivitesini üst sınırı için referans değerleri tespit etmeye çalışmışlardır. Bu çalışma 128 profesyonel futbolcunu Brezilya Ligi süresince farklı zamanlarda plazma CK aktivitelerindeki değişiklikleri analiz edilmiş ve CK aktivitesi için belirlenen %97,5 ve % 90 oranında üst sınır sırasıyla 1.338U/L ve 975U/L bulundu ve bu literatürde önceden rapor edilmiş değerlerden belirgin şekilde yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Sonuçta plazma CK üst limit değerlerinin futbolcuların kasa aşırı yüklenmelerinin erken tanısında pratik bir alternatif olarak kullanılabilceği sonucuna varmışlardır.

Hody ve arkadaşları (64) aşırı eksentrik kontraksiyonun plazma CK aktivitesini artırarak iskelet kası hasarına sebep olabilir hipotezi ile bireyler arasındaki uzama kontraksiyonunda büyük değişkenlik gösteren CK yanıtı iyi tanımlanmış olsa da bunun altında yatan neden henüz anlaşılamadığını düşünerek çalışmalarında eksentrik kontraksiyon ile kas hasarı ve egzersiz sırasında ki azalmış kas performansı arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. 27 sağlıklı ve eğitimsiz erkek birey diz ekstansörü için 3 set 30 maksimal izokinetik eksentrik kontraksiyon yapmışlardır. Kas fonksiyonu çeşitli kas yorgunluk indeksleri ile izokinetik dinamometre kullanılarak değerlendirilmiştir. Plazma CK aktivitesi, kas ağrısı ve sertliği çalışmadan 1 gün önce ve sonra ölçmüşler ve sonuçta eksentrik egzersiz programı 3 indirekt kas hasarı belirtecinde belirgin değişiklikler oluşturmuş ve bireyler arasında tüm kriterler de büyük değişkenlik görmüşlerdir.

Lippi ve arkadaşları (68) ağır egzersiz sonrası kas ve kalp hasarı biyokimyasal markerları ile ilgili pek çok bilgi olmasına rağmen atletlerde submaksimal egzersiz sonrası bu markerların kinetiği ile ilgili sınırlı bilgiye sahip olduklarını ifade ederek 15 sağlıklı eğitimli beyaz ırk erkek deneğe 21 km'lik koşuya tabi tutup kan örneklerini koşudan önce hemen ardından 3 saat, 6 saat ve 24 saat sonra alınmışlar, kas ve kalp hasarının biyokimyasal markerları özel ajanlar kullanılarak modüler sistemde değerlendirmişlerdir. CK, CK-MB ve miyoglobinde büyük artış gözlemlemişlerdir.

Hazar ve arkadaşları (73) 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 kütle indeksleri 24,442±1,671 kg/m²) 11 sedanter erkek almışlar ve deneklerin maksimal kuvvetleri baz alınarak alt ve üst ekstremitelere yönelik aletlerle piramidal metoda göre antrenman programı hazırlamışlardır. Antrenman programı uygulanmadan önce, uygulandıktan hemen sonra, 6. saat sonra, 24 saat sonra, 48 ve 72 saat sonra kan örnekleri alınarak CK değerlerini tespit etmişlerdir. 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 gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ağrı değerlerinin CK değerlerine benzer olarak antrenmandan sonra yükselmeye başladığı, 24. saatte pik yaptığı, 48. saatte düşmeye başladığı ve 72. saatte oldukça düştüğünü tespit etmişlerdir.

Genel olarak bakıldığında literatürdeki çalışmalarda CK miktarının egzersizden 1-5 gün sonra en yüksek seviyesine geldiği bildirilmektedir (18,52,77, 78,79). Yapılan bir çalışmada bacak direnç egzersizlerinden sonra CK seviyesindeki yükselme 3. ve 4. günlerde en yüksek seviyesine çıktığı tespit edilmiştir (79). Clarkson ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada (80) genç ve yaşlı bayanların bacak fleksörlerine eksentrik kasılma uygulanmış ve CK seviyelerine bakılmış yaşlı bayanlarda CK seviyesinin 5. günde de korunduğu görülürken genç bayanlarda CK seviyesi düşmüştür (80) . Başka bir çalışmada da maratoncularda serum CK miktarı koşu sonrasında koşu öncesine göre 21 kat daha yüksek bulunmuş ve koşuda 4 gün sonra normal seyrine dönmüştür (77). Clarkson ve arkadaşlarının (81) başka bir çalışmasında serum CK değerlerinin uzun süreli egzersizler sonucunda artış gösterdiği ve 24-48 saat sonra pik yaptığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada ise EÖR CK değerleri ile egzersiz hamen sonrası, egzersiz sonrası 24, 48, 72, 168. saatlerdeki CK değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. CK değerleri açısından eksentrik ve konsentrik egzersizler arasında anlamlı fark bulunamamasına rağmen özellikle eksentrik çalışma sonrası 48 ve 72. saatlerde CK değerlerinde gözle görülür artışlar bulunmaktadır (Şekil 4.14). Fark tespit edilememesinin sebebi 10 kişilik sınırlı bir sporcu üzerinde bu analizi yapmış

olmamız ve standart sapmaların yüksek oluşundan da anlaşıldığı üzere bireysel farklılıklardan oluşmaktadır. Birinci hafta sonunda bile EÖR CK değerlerine dönemeyen bireyler bulunmaktadır. Buda daha sonraki kas hasarı çalışmalarının daha uzun bir çalışma sürecine yayılması gerektiğini ve kontrollerin daha dikkatli yapılması gerektiğini düşündürmektedir.

Literatürde kas hasarının LDH çalışmaları da kas hasarı çalışmalarında genellikle CK ile bakılan bir kas enzimidir. LDH CK kadar kas hasarına duyarlı değildir. Lippi ve arkadaşları (68) daha öce anlatıldığı şekilde yaptıkları araştırmada üst sınırların üzerinde değerleri olan deneklerde AST ve LDH ta bir değişim görülmezken CK, CK-MB ve miyoglobinde büyük artış gözlemlemiştirler. En büyük değişim 3 katına çıkan miyoglobinde görülürken AST 1,1 LDH 1,3 katına çıkmıştır. Yine Rodrigues ve arkadaşları (65) çalışmalarında setler ve egzersizler arası farklı dinlenme aralıkları olan dirençli egzersiz programları sonrasında belirli zamanlarda CK ve LDH konsantrasyonlarını karşılaştırmayı amaçlayarak yaptıkları çalışmada 1 dk. dinlenme periyodu verilen grupta LDH seviyelerinde 48-72 saat arasında büyük fark görmüşler fakat 3 dk. olanda ise farklılık egzersiz öncesi ölçüm-24 saat ve egzersiz sonrası 48 saat arasında bulmuşlardır. LDH konsantrasyonu 1 dk'lık dinlenme periyodu için en fazla 72 saat, 3 dk'lık dinlenme periyodu için 24. saatte gösterilmiştir. LDH konsantrasyonları 1-3 dk. dinlenme periyotları için karşılaştırıldığında herhangi bir zamanda belirgin fark bulamamışlardır.

Mevcut yapılan çalışmada; EÖR LDH değerleri ile ES ve ES 24, 48, 72, 168. saatler arasında anlamlı bir fark bulunamamış, Eksentrik ve konsentrik çalışmalar arasında da anlamlı bir fark çıkmamıştır. LDH'ın bizim çalışmamız da yaptığımız gibi 2x25 tekrar eksentrik ve ya konsentrik yüklenmeler sonrasında hassasiyetinin olmadığı kapsamı ve şiddeti daha fazla olan yüklenmeler veya müsabakalar sonrası kas hasarının değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir kas enzimi olduğu düşüncesindeyiz.

Egzersiz şiddetini belirlemede kullanılan bir başka metot ise egzersizin zorluk derecesini belirleyen Borg skalasıdır (Rating of Perceived Exertion (RPE), Algılanan Zorluk Derecesi (AZD)). Bu skala bireylerin egzersizin zorluk derecelerini kendilerinin belirlediği sübjektif bir yöntemdir. Gunnar Borg tarafından 1970 yılında

geliştirilen skala, 6'dan 20'ye kadar olan değerleri ve bu değerlerin bazılarının yanında yazan zorluk ifadelerini içermektedir.

Bu araştırmada Borg skalası skorlamasını 2x25 tekrar kas hasarı protokolünün uygulanması sırasında eksentrik ve konsentrik uygulamaların hangisi sırasında daha fazla zorlanıldığını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. 2x25 tekrar yapılan çalışmanın 1. seti ve 2. seti sırasında futbolcuların Borg skalasına verdiği cevaplar analiz edildiğinde konsentrik egzersizler sırasında eksentrik egzersizler göre daha fazla zorlanıldığı ve birinci seti yapıp 5 dakika ara verildikten sonra yapılan ikinci setlerde daha fazla zorlandıkları görülmektedir (Tablo 4.21).

Sonuç olarak, şiddetli direnç egzersizleri sonrasında toparlanma sürecinde; EMG ve kas hasarı cevaplarında zaman içinde değişim kaydedilmiştir. Ancak bu çalışmada kontraksiyon tiplerine göre fark gözlenmemiştir. Özellikle CK ve Miyogloblin değerleri bireysel farklılıklar göstermektedir. Buda anlamlı fark oluşmamasında en önemli faktörlerden biri olarak görülmektedir. Kanda kas hasarı enzim aktivitesinin anlamlı bir biçimde artmamasının nedeni egzersizin tek bacakla yapılması olabilir. Yeni yapılacak araştırmalarda egzersiz yapılan dokudaki kas hasarını doğrudan görüntüleyen ultrason ve MR gibi daha spesifik ve direkt yöntemler kullanılabilir.

SONUÇLAR

- 1) Konsentrik, eksentrik ve izometrik uygulama gruplarının tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü uygulamasının 8 dakikalık toparlanma periyodunda M. Vastus Medialis, M.Rektus Femoris kaslarında EMG maksimum ve güç değerleri benzer bir değişim göstermiştir. Uygulamalar arasında fark bulunmamıştır.
- 2) Tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolündeki tüm kontraksiyon uygulamalarında her iki kas grubunda da Egzersiz öncesi referans değeri ile diğer ölçümler arasında, EMG değerleri bakımından zaman içinde ki değişimde anlamlı fark olduğu görülmüştür.
- 3) Genellikle tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi protokolü periyodunda EMG değerlerinin egzersiz öncesine göre egzersizin hemen sonrasında belirgin bir azalma gösterip 2'nci 3'üncü ve 4'üncü dakikalarda yükselmeye başlayıp sonrasında bir miktar azaldığı veya sabit bir plato da devam ettiği görülmüştür.
- 4) Genellikle tek set maksimum yüklenme direnç egzersizi uygulaması sonrası 8 dakikalık dönemde egzersiz öncesi referans EMG değerine ulaşamadığı görülmüştür.
- 5) Kas hasarı egzersiz uygulaması sonrası takip edilen 168 saatlik toparlanma sürecinde, M. Vastus Medialis ve M.Rektus Femoris kaslarından eksentrik ve konsentrik uygulamalar yapılarak elde edilen EMG maksimum ve güç değerleri benzer bir değişim göstermiştir. Uygulamalar arasında fark bulunmamıştır.
- 6) Kas hasarı egzersizi uygulamasında EMG değerlerinin zaman içinde ki değişimlerinde (Egzersiz öncesi, egzersizden hemen sonra, 24, 48, 72 saat ve 1 hafta sonra), M.Rektus Femoris kasının EMG maksimum değeri hariç, anlamlı fark bulunmamıştır.

- 7) CK, LDH ve Miyogloblin değerleri açısından egzersiz öncesi referans değeri ile egzersiz sonrası diğer saatler arasında anlamlı fark bulunmamıştır.
- 8) Eksentrik ve konsentrik uygulamalar arasında miyogloblin, CK, LDH değerleri bakımından anlamlı bir fark bulunmamıştır
- 9) İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, eksentrik uygulamalı kas hasarı egzersizi protokolü sonrasında konsentrik uygulamadan farklı olarak miyogloblin ve CK değerlerinin 48'inci saatte yükselmeye başladığı ve 72'nci saatte de pik yaptığı görülmüştür.
- 10) Kas hasarı egzersizi setleri sırasında, pozitif hareket yapılan konsentrik uygulamalarda elde edilen egzersiz zorluğu algısı (Borg skala) negatif hareket yapılan eksentrik uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur.

ÖNERİLER

- 1) Bazı verilerde (CK, miyogloblin gibi) istatistiksel olarak anlamlı farkların gözlenmemiş olması denek sayısının yetersizliğinden kaynaklanmış olabilir. Dolayısıyla benzer araştırmaların denek sayısı yüksek tutularak yapılması önerilir.
- 2) Yeni araştırmalarda, katılımcıların kamp ortamına alınması, aktivite düzeylerinin ve beslenmelerinin daha sıkı bir biçimde kontrol altında tutulması önerilir.
- 3) Bu araştırmada kas hasarı oluşturmak için sadece dominant bacakla egzersiz yapılmıştır. Kanda kas hasarı enzim aktivitesinin anlamlı bir biçimde artmamasının nedeni egzersizin tek bacakla yapılması olabilir. Yeni yapılacak araştırmalarda egzersiz yapılan dokudaki kas hasarını doğrudan görüntüleyen ultrason ve MR gibi daha spesifik ve direkt yöntemlerin kullanılması önerilir.
- 4) Araştırma düzenli fiziksel aktivite yapmayan daha sedanter bir grupla tekrar edilebilir.

KAYNAKLAR

1. **Brown S, Day S, Donnelly A.** Indirect evidence of human skeletal muscle damage and collagen breakdown after eccentric muscle action. *J Sport Science*, **1999**; 17(5): 397-402.
2. **Hazar S.** Egzersize bağlı iskelet ve kalp kası hasarı. *Spormetre*, **2004**; 2(3): 119-126.
3. **Roth SM, Martel GF, Ivey FM, Lemmer JT, Metter EJ, Hurley BF et al.** High-volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women. *J Appl Physiol*, **2000**; 88(3): 1112-1118.
4. **İpek D, Özkaya Ö, Sözen H, Tekat A.** Pasif germe hareketlerinin sedanterlerde oluşturulan gecikmiş kas ağrıları üzerine etkileri. *Spormetre*, **2009**; 7(1): 37-40.
5. **Harbili S, Gencer E, Ersöz G, Demirel HA.** Orta şiddetli eksantrik egzersiz diğer hasar belirteçlerini etkilemeksizin plazma keratin kinaz düzeyini artırır. *SÜ Bes Bilim Dergisi*, **2008**; 10(1): 21-31.
6. **Schwane JA, Buckley RT, Dipaolo 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*, **2000**; 23(2): 370-378.
7. **Yaprak Y, Tınazcı C, Ergen E.** İzometrik kuvvet ölçümünde topuk yükseltmenin Vastus lateralis ve gastroknemius kaslarının EMG aktivitesine etkisi. *Spormetre*, **2009**; 7(2): 41-46.
8. **Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Lander JE, Barrentine SW, Andrews JR, et al.** Effect of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Med Sci Sports Exerc*, **2001**; 33(9): 1552-1566.
9. **Dionisio VC, Almeida GL, Duarte M, Hirata RP.** Kinematic, kinetic and EMG patterns during downward squatting. *J Electromyogr Kinesiol*, **2008**; 18(1): 134-43.
10. **Otman S, Demirel H, Sade A.** Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu yayınları 16, **1995**; 6-7.
11. **Gürer G, Seçkin B.** Diz Biomekaniği. *Romatizma*, **2001**; 16(2): 114-124.
12. **Öztürk L, Aktan ZA, Varol T.** Alt Ekstremitte Kasları, İşlevsel Anatomi. İzmir: Saray Kitabevleri, **1997**.
13. **Cerrah AO, Ertan H, Soylu AR.** Spor bilimlerinde elektromyografi kullanımı. *Spormetre*, **2010**; 7(2): 43-49.
14. **Wilmore JH, Costil DL.** Physiology of Sport and Exercise. Hong Kong: Human Kinetics, **2004**.
15. **Basmajian JV, Latif A.** Integrated actions and functions of the chief flexors of the elbow. *J Bone Joint Surg*, **1957**; 39: 1106-1118.

16. **Soderberg GL.** Recording techniques. In: Selected topics in surface electromyography for use in the occupational setting: expert perspectives, Soderberg GL (Eds). USA: DHHS (NIOSH) Publication, **1992**.
17. **Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnalıoğlu, H.** Egzersiz Fizyolojisi. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, **2002**.
18. **Akyüz M.** Müsabaka sürecinde erkek futbolcularda oluşan kas hasarı. Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, **2007**: 76.
19. **Günay M, Tamer K, Cicioğlu, İ.** Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. Ankara: Gazi Kitapevi, **2005**.
20. **Sevim Y.** Antrenman Bilgisi. Ankara: Tutibay Ltd, **1997**.
21. **Akgün N.** Egzersiz Fizyolojisi. Ankara: Gökçe Ofset Matbaacılık, **1986**.
22. **Barata R, Solomonow M, Zhou BH, Letson D, Churnard R, D'Ambrosia R.** Muscular coactivation: the role of antagonistic musculature in maintaining knee stability, *Am J Sports Med*, **1988**; 16: 113-122.
23. **De Luca CJ.** The use of surface electromyography in biomechanics, *J Appl Biomech*, **1997**; 13(2): 135-163.
24. **Gerleman DG, Cook TM.** Instrumentation. In: Selected topics in surface electromyography for use in the occupational setting: expert perspectives, Soderberg GL (Eds). USA: DHHS (NIOSH) Publication, **1992**.
25. **Walsh B, Tonkonogi M, Malm C.** Effect of eccentric exercise on muscle oxidative metabolism in humans. *Medicine And Science İn Sport İn Exercise*, **2001**; 33(3): 436-441.
26. **Merletti R.** The standards for reporting EMG data. *J Electromyogr Kinesiol*, **1999**; 9: 1.
27. **Soderberg GL, Cook TM.** Electromyography in biomechanics. *Phys Ther*, **1984**; 64(12): 1813-1820.
28. **Basmajian JV, De Luca CJ.** Muscles Alive, Their Function Revealed by Electromyography. Baltimore; Williams & Wilkens, **1985**.
29. **Miller DJ.** EMG normalization (Letters and Responses). *Phys Ther*, **1986**; 66(2): 270-272.
30. **Hof A, Elzinga H, Grimmius W, Halbertsma J.** Detection of non-standard EMG profiles in walking. *Gait and Posture*, **2005**; 21: 171-177.
31. **Bogey RA, Perry J, Gitter AJ.** An EMG-to-force processing approach for determining ankle muscle forces during normal human gait. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, **2005**; 13: 302-310.
32. **Ertan H, Kentel B, Tümer ST, Korkusuz F.** Activation patterns in forearm muscles during archery shooting. *Human Movement Science*, **2003**; 22(1): 37-45.

33. **Hatch GF, Pink MM, Mohr KJ, Sethi PM, Jobe FW.** The Effect of tennis racket grip size on forearm muscle firing patterns. *Am J Sports Med*, **2006**; 1(34): 1977-1983.
34. **Aggarwal A, Shenoy S, Sandhu JS.** Comparison of lumbar and abdominal muscles activation pattern in two different skill level golf players: an EMG analysis. *Med Sport*, **2008**; 12(4): 109-114.
35. **Maffet MW, Jobe FW, Pink MM, Brault J, Mathiyakom W.** Shoulder muscle firing patterns during the windmill softball pitch. *Am J Sports Med*, **1997**; 25: 369-374.
36. **Charnock BL, Lewis CL, Garrett WE, Queen RM.** Adductor longus mechanics during the maximal effort soccer kick. *Sports Biomech*, **2009**; 8(3): 223-34.
37. **Salci Y, Kentel BB, Heycan C, Akin S, Korkusuz F.** Comparison of landing maneuvers between male and female college volleyball players. *Clinical Biomechanics*, **2004**; 19: 622-628.
38. **Ertan H, Soylu AR, Korkusuz F.** Quantification the relationship between FITA scores and EMG skill indexes in archery. *J Electromyogr Kinesiol*, **2005**; 15: 222-227.
39. **Allen DG.** Eccentric muscle damage: mechanisms of early reduction of force. *Acta Physiol Scand*, **2001**; 171(3): 311-319.
40. **Morgan DL, Allen DG.** Early events in stretch-induced muscle damage. *Journal of Applied Physiology*, **1999**; 87(6): 2006-2007.
41. **Brown LM, Hill LM.** Some observations on variatones in filament overlap in tetanized muscle fibres stretched during a tetanus, detected in the electron microscope after rapid fixation. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, **1991**; 12(2): 171-182.
42. **Clarkson PM, Hubal MJ.** Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil*, **2002**; 81: 52-69.
43. **Mchugh MP, Connolly DAJ, Eston RG, Gleim GW.** Exercise induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sport Medicine*, **1998**; 27: 157-170.
44. **Kuipers H.** Exercise induced muscle damage *International Sport Medicine* 1994; 15(3):132-135
45. **Gibler WB, Lewis LM, Erb RE.** Early detection of acute myocardial infarction in patients presenting chest pain and nondiagnostic eclds: serial CK-MB sampling in the emergency departmant. *Ann Emerg Med*, **1990**; 19(2): 1359.
46. **Schwane JA, Buckley RT, Dipiolo DP, Atkinson MA, Shepherd JR.** Plasma creatine kinase responses of 18-to 30 yr-old afican-american men to eccentric exercise. *Medicine and Science in sport and Exercise*, **2000**; 32(2): 370-378.
47. **Garrett WE, Kirkendall DT.** Exercise and sport Science. PA: Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, **2000**.

48. **Jones DA, Newham DJ, Round JM, Tolfree SE.** Experimental human muscle damage: morphological change in relation to other indices of damage. *Journal of Applied Physiology*, **1986**; 375: 435-448.
49. **Schneider CM, Dennehy CA, Rodearmael SJ, Hayvard JR.** Effect of physical activity on creatine phosphokinase and the isoenzyme creatine kinase-MB. *Ann Emerg Med*, **1995**; 25(4): 520-524.
50. **Smith LL, Miles, MP.** Exercise Induced Muscle Injury and Inflammation. Garret JR, Kirkendall DT (Ed). Exercise and Sport Science. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 2000: 401-411.
51. **Nosaka K, Clarkson PM.** Influence of previous concentric exercise on eccentric exercise-induced muscle damage. *J Sport Sci*, **1997**; 15(5): 477-483.
52. **Newham DJ, Jones DA, Edvards R.H.** Plasma creatine kinase changes after eccentric and concentric contractions. *Muscle nerve*, **1986**; 9(1): 59-63.
53. **Hedges JR, Gibler, WB, Young GP, Slovis C, Aghababian R, et al** for the Emcrec II Study Group: Multicenter Study of Creatinine Kinase-MB use: Effect on chest pain clinical decision making. *Acad Emerg Med*, **1996**; 3: 7-15.
54. **Tucker JF, Collins RA.** Value of serial myoglobin levels in the early diagnosis of patients admitted for acute myocardial infarction. *Ann Emerg Med*, **1994**; 24(4): 704-708.
55. **Adams JE, Abendschein DR, Jaffe AS.** Biochemical markers of myocardial injury: is MB creatine kinase the choice for the 1990s? *Circulation*, **1993**; 88: 750-763.
56. **Gök H.** Akut Miyokard İnfarktüsü, Klinik Kardiyoloji. 2. baskı, İstanbul: **2002**; 273-321.
57. **Owen A.** Tracking the rise and fall of cardiac enzymes. *Nursing*, **1995**; 25(5): 34-38.
58. **Canbolant S.** Geçirilmiş miyokard infarktüslerinde ürik asit seviyeleri. Uzmanlık Tezi, *Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi*, İstanbul, **2006**: 62
59. **Balnavé CD, Thompson MW.** Effects of training on eccentric exercise-induced muscle damage. *Journal of Applied Physiology*, **1993**; 75(4): 1545-1551.
60. **Ebbeling CB, Clarkson PM.** Exercise induced muscle damage and adaptation. *Sport Med*, **1989**; 7(4): 207-234.
61. **Saxton MJ, Donnelly AE.** Light concentric exercise during recovery from exercise-induced muscle damage. *Int J Sport Med*, **1995**; 16(6): 347-351.
62. **Sbriccoli P, Felici F, Raspon A, Aliotta A, Castellano V, Mazza C, et al.** Exercise induced muscle damage and recovery assessed by means of linear and non-linear Semg analysis and ultrasonography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2001**; 11: 73-83.

63. **Lazarim FL, Antunes-Neto JM, da Silva FO, Nunes LA, Bassini-Cameron A, Cameron LC, et al.** The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. *J Sci Med Sport*, **2009**; 12(1): 85-90.
64. **Hody S, Rogister B, Leprince P, Wang F, Croiser JL.** Muscle fatigue experienced during maximal eccentric exercise is predictive of the plasma creatine kinase response. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sport*, **2011**;
65. **Rodrigues BM, Dantas E, Freitas de Salles B, Miranda H, Koch AJ, Willardson JM, et al.** Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after upper-body resistance exercise with different rest intervals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **2010**; 24(6): 1657-1662.
66. **Pincivero DM, Coelho AJ, Campy RM, Salfetnicov Y, Bright A.** The Effect of voluntary contraction effort on quadriceps femoris electromyogram median frequency in humans: a muscle and sex comparison. *Euro J Appl Physiology*, **2002**; 87: 448-455.
67. **Selseth A, Dayton M, Cordova ML, Ingersol CD, Merrick MA.** Quadriceps concentric EMG activity is greater than eccentric EMG activity during the lateral step-up exercise. *J Sport Rehabilitation*, **2000**; 9: 124-134.
68. **Lippi G, Schena F, Salvagno GL, Montagnana M, Gelati M, Tarperi C, et al.** Acute variation of biochemical markers of muscle damage following a 21-km, half-marathon run. *The Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation*, **2008**; 68(7): 667-672.
69. **Skurvydas A, Kamandulis S, Stanislovaitis A, Mamkus G, Mickeviciene D.** Effect of four jumping endurance trainings on metabolic fatigue and on indirect symptoms of skeletal muscle damage. *Biology of sport*, **2010**; 27(3): 255-261.
70. **Chan CT.** Effects of a second bout of maximal eccentric exercise on muscle damage and electromyographic activity. *Euro J Appl Physiology*, **2003**; 115-121.
71. **Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli M.** Creatin kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, **2007**; 81: 209-230.
72. **Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF.** Creatine-kinase and exercise related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*, **2012**; doi:10.1155/2012/960363
73. **Hazar S, Erol E, Gökdemir K.** Kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının kas hasarı ile ilişkisi. *G.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, **2006**.
74. **Connolly DAJ, Reed BV, McHugh MP.** The Repeated bout effect: does evidence for a crossover effect exist? *Journal of Sport Science and Medicine*, **2002**; 1: 80-86.
75. **Rawson ES, Gunn B, Clarkson PM.** The effects of creatine supplementation on exercise-induced muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **2001**; 15(2): 178-184.
76. **Mikkelsen TS, Toft P.** Prognostic value kinetics and effect of CVVHDF on serum of the myoglobin and creatin kinase in critically III Patients with rhabdomyolysis. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, **2005**; 49: 859-864.

77. **Schneider CM, Dennehy CA, Rodearmael SJ, Hayvard JR.** Effect of physical activity on creatine phosphokinase and the isoenzyme creatine kinase-MB. *Ann Emerg Med*, **1995**; 25(4): 520-524.
78. **Staron SR, Hikita S.** Muscular responses to exercise and training, exercise and sport science. Garrett JR, Kirkendall DT (Eds). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, **2000**.
79. **Vincent HK, Vincent KR.** The Effect of training status on the serum creatine kinase response, soreness and muscle function following resistance exercise. *Journal Sport Med*, **1997**; 18(6): 431-437.
80. **Clarkson PM, Byrnes WC, Mc Cormick KM, Turcoote LP, White J.** Muscle soreness and muscle function following isometric, eccentric and concentric exercise. *Int J Sport Medicine*, **1986**; 7(3): 152-161.
81. **Clarkson PM, Nosaka K, Braun B.** Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, **1992**; 24(5): 512-520.



T.C.

ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
TIBBİ ARAŞTIRMA ETİK KOMİSYONU BAŞKANLIĞI
BOLU

Sayı: 2010/ 53
Konu: Sonuç

15.10.2010

Sayın Yrd.Doç.Dr. Ümid KARLI
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

AİBÜ Tıbbi Araştırma Etik Komisyonu tarafından değerlendirilen 2010/34 no.lu “İzometrik, izotonik ve eksentrik kontraksiyonlar sırasında ve sonrasında topa toparlanma sürecinde EMG ve kas hasarının incelenmesi” isimli çalışmanız etik olarak uygun bulunmuştur.

Bilgilerinize sunulur. Saygılarımla.

Prof .Dr. Nimet KABAKUŞ
Tıbbi Araştırma Etik Komisyonu Başkanı

BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU

Bu katıldığımız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı ‘‘İzometrik, izotonik ve eksentrik kontraksiyonlar sırasında ve sonrasındaki toparlanma sürecinde EMG ve kas hasarının incelenmesi’’dır.

Bu araştırmanın amacı; Vastus Medialis kası için izometrik, izotonik ve eksentrik kontraksiyonlar sırasında ve sonrasındaki toparlanma sürecinde EMG ve kas hasarının incelenmesi ’dır.

Bu araştırmanın yönteminde sizin sırasıyla aşağıdaki uygulamalara katılmanız istenecektir:

-Yaş, boy, kilo, cinsiyet, vücut kütle indeksi, hangi spor dalını ve kaç senedir yaptığınızı içeren demografik bilgileri içeren bir form doldurması

-EMG ölçümleri ve kas hasarının tesbiti için kan örnekleri alınmadan 48 saat öncesine kadar antrenman yapmamanız ve daha sonrasında aşırı bir fiziksel aktiviteden kaçınmanız.

-Araştırma süresince size verilecek olan diet programına uyulması

-Myomed 932 elektromyografi cihazı ile Vastus Medialis kası üzerinden yüzeysel elektrot ile antrenman öncesi, antrenman süresince, sonrasında 1 dk’ lık aralıklarla 5 kez ve antrenmandan sonraki 24. 48. saatlerde ve 1 hafta sonrasında EMG ölçümlerini yaptırılması

-Kas hasarının belirlenebilmesi için kanda antrenman öncesi, antrenman sonrasında ve antrenmandan sonra 24. 48.saatlerde ve 1 hafta sonrasında deneyimli bir hemşire tarafından alınacak olan kanın verilmesi

-İzometrik kontraksiyon grubuna Diz tam ekstansiyon pozisyonunda iken tükeninceye kadar diz yere bastırarak maksimum izometrik kontraksiyon yapılması

-İzotonik kontraksiyon grubuna sporcunun Quadriceps Femoris kası için 1 maksimumu bulunduktan sonra bu değerin 1/3 + 1-2 kg eklenmesiyle 10 maksimumu bulunacak ve bu ağırlık ile Vastus Medialis kası için son 15 derece ekstansiyon pozisyonunda iken tükeninceye kadar leg-curl egzersizi yapılması

-Eksentrik kontraksiyon grubuna Vastus Medialis kası için yine son 15 derece ROM boyunca 10 maksimum ağırlıkla diz ekstansiyonda başlayıp fleksiyona götürmesi ve ağırlıksız tekrar diz ekstansiyona gelmesi sağlanacak ve hareketler tükeninceye kadar yapılması

Bu çalışmada size çeşitli kasılma tipleri ile yoruluncaya kadar antrenman yaptırılarak belli periyotlarda EMG değerleriniz ve kan değerleriniz takip edilecektir. Bu çalışmada yer almanız öngörülen süre 3 hafta olup, çalışmada yer alacak gönüllülerin sayısı 15 ’dir.

Bu araştırma ile ilgili olarak EMG ölçümleri ve kas hasarının tesbiti için kan örnekleri alınmadan 48 saat öncesine kadar antrenman yapması daha sonrasında aşırı bir fiziksel aktiviteden kaçınmak, araştırma süresince uygulayacakları diyet programına uymak ve belirtilen periyotlarda EMG ölçümlerini ve kan analizlerini yaptırmak sizin sorumluluklarınızdır.

Bu çalışmada sizin için terleme, yorgunluk ve kas ağrısı ve kan alımı sırasında ve sonrasında antekubital bölgede hafif morluklar gibi riskler ve rahatsızlıklar söz konusu olabilir; ancak sizin için beklenen yararlar kas kuvvetinizde artma, enduransınızda artma ve EMG ve kan bulgularınız hakkında bilgi edinme şansınız olacaktır.

Araştırmaya bağlı bir zarar söz konusu olduğunda, bu durumun tedavisi sorumlu araştırmacı tarafından yapılacak, ortaya çıkan masraflar Yrd. Doç. Dr.Ümid KARLI ve Öğr. Gör.Tamer ÇANKAYA tarafından karşılanacaktır. Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer rahatsızlıklarınız için 0 374 25410-2012 no.lu telefondan Yrd.Doç.Dr. Ümid KARLI’ya başvurabilirsiniz.

Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır; ayrıca, bu araştırma kapsamındaki bütün muayene, tetkik, testler ve tıbbi bakım hizmetleri için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir. Bu araştırma Abant İzzet Baysal niversitesi tarafından desteklenmektedir.

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol amayacaktır. Araştırıcı bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırıcı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya Katılma Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve szli olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırıcıya sordum, yazılı ve szli olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllünün,

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin,

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

Açıklamaları yapan araştırmacının,

Adı-Soyadı:

Görevi:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

Olur alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin/görüşme tanığının,

Adı-Soyadı:

Görevi:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

İZOMETRİK GRUBU (toparlanma)

Adı Soyadı:
Yaş:
Boy:
Kilo:
BMI(VKI):
1 MAX:

Cinsiyet:
Spor Dalı:
Kaç yıldır
spor yaptığı:
Dominant taraf:
1 MAX %85:

EMG DEĞERLERİ

M.VASTUS MEDIALİS (SAĞ) EMG	EGZ. ÖNCESİ	EGZ. SIRASINDA	EGZ. 1 DAK. SONRA	EGZ. 2 DAK SONRA	EGZ. 3 DAK SONRA	EGZ. 4 DAK SONRA	EGZ. 5 DAK SONRA	EGZ. 6 DAK SONRA	EGZ. 7 DAK SONRA	EGZ. 8 DAK SONRA
Minimum										
Maximum										
Ort.										
Power										

M.VASTUS MEDIALİS (SOL) EMG	EGZ. ÖNCESİ	EGZ. SIRASINDA	EGZ. 1 DAK. SONRA	EGZ. 2 DAK SONRA	EGZ. 3 DAK SONRA	EGZ. 4 DAK SONRA	EGZ. 5 DAK SONRA	EGZ. 6 DAK SONRA	EGZ. 7 DAK SONRA	EGZ. 8 DAK SONRA
Minimum										
Maximum										
Ort.										
Power										

M.RECTUS FEMORİS (SAĞ) EMG	EGZ. ÖNCESİ	EGZ. SIRASINDA	EGZ. 1 DAK. SONRA	EGZ. 2 DAK SONRA	EGZ. 3 DAK SONRA	EGZ. 4 DAK SONRA	EGZ. 5 DAK SONRA	EGZ. 6 DAK SONRA	EGZ. 7 DAK SONRA	EGZ. 8 DAK SONRA
Minimum										
Maximum										
Ort.										
Power										

M.RECTUS FEMORİS (SOL) EMG	EGZ. ÖNCESİ	EGZ. SIRASINDA	EGZ. 1 DAK. SONRA	EGZ. 2 DAK SONRA	EGZ. 3 DAK SONRA	EGZ. 4 DAK SONRA	EGZ. 5 DAK SONRA	EGZ. 6 DAK SONRA	EGZ. 7 DAK SONRA	EGZ. 8 DAK SONRA
Minimum										
Maximum										
Ort.										
Power										

EKSENTRİK GRUBU (%115)
(toparlanma)

Adı Soyadı:
Yaş:
Boy:
Kilo:
BMI(VKI):
1 MAX:

Cinsiyet:
Spor Dalı:
Kaç yıldır
spor yaptığı:
Dominant taraf:
1 MAX %115:

EMG DEĞERLERİ

M.VASTUS MEDIALİS (SAĞ) EMG	EGZ. ÖNCESİ	EGZ. SIRASINDA	EGZ. 1 DAK. SONRA	EGZ. 2 DAK SONRA	EGZ. 3 DAK SONRA	EGZ. 4 DAK SONRA	EGZ. 5 DAK SONRA	EGZ. 6 DAK SONRA	EGZ. 7 DAK SONRA	EGZ. 8 DAK SONRA
Minimum										
Maximum										
Ort.										
Power										

M.VASTUS MEDIALİS (SOL) EMG	EGZ. ÖNCESİ	EGZ. SIRASINDA	EGZ. 1 DAK. SONRA	EGZ. 2 DAK SONRA	EGZ. 3 DAK SONRA	EGZ. 4 DAK SONRA	EGZ. 5 DAK SONRA	EGZ. 6 DAK SONRA	EGZ. 7 DAK SONRA	EGZ. 8 DAK SONRA
Minimum										
Maximum										
Ort.										
Power										

M.RECTUS FEMORİS (SAĞ) EMG	EGZ. ÖNCESİ	EGZ. SIRASINDA	EGZ. 1 DAK. SONRA	EGZ. 2 DAK SONRA	EGZ. 3 DAK SONRA	EGZ. 4 DAK SONRA	EGZ. 5 DAK SONRA	EGZ. 6 DAK SONRA	EGZ. 7 DAK SONRA	EGZ. 8 DAK SONRA
Minimum										
Maximum										
Ort.										
Power										

M.RECTUS FEMORİS (SOL) EMG	EGZ. ÖNCESİ	EGZ. SIRASINDA	EGZ. 1 DAK. SONRA	EGZ. 2 DAK SONRA	EGZ. 3 DAK SONRA	EGZ. 4 DAK SONRA	EGZ. 5 DAK SONRA	EGZ. 6 DAK SONRA	EGZ. 7 DAK SONRA	EGZ. 8 DAK SONRA
Minimum										
Maximum										
Ort.										
Power										

**KONSANTRİK GRUBU (%85)
(toparlanma)**

Adı Soyadı:
Yaş:
Boy:
Kilo:
BMI(VKI):
1 MAX:

Cinsiyet:
Spor Dalı:
Kaç yıldır
spor yaptığı:
Dominant taraf:
1 MAX %85:

EMG DEĞERLERİ

M.VASTUS MEDIALİS (SAĞ) EMG	EGZ. ÖNCESİ	EGZ. SIRASINDA	EGZ. 1 DAK. SONRA	EGZ. 2 DAK SONRA	EGZ. 3 DAK SONRA	EGZ. 4 DAK SONRA	EGZ. 5 DAK SONRA	EGZ. 6 DAK SONRA	EGZ. 7 DAK SONRA	EGZ. 8 DAK SONRA
Minimum										
Maximum										
Ort.										
Power										

M.VASTUS MEDIALİS (SOL) EMG	EGZ. ÖNCESİ	EGZ. SIRASINDA	EGZ. 1 DAK. SONRA	EGZ. 2 DAK SONRA	EGZ. 3 DAK SONRA	EGZ. 4 DAK SONRA	EGZ. 5 DAK SONRA	EGZ. 6 DAK SONRA	EGZ. 7 DAK SONRA	EGZ. 8 DAK SONRA
Minimum										
Maximum										
Ort.										
Power										

M.RECTUS FEMORİS (SAĞ) EMG	EGZ. ÖNCESİ	EGZ. SIRASINDA	EGZ. 1 DAK. SONRA	EGZ. 2 DAK SONRA	EGZ. 3 DAK SONRA	EGZ. 4 DAK SONRA	EGZ. 5 DAK SONRA	EGZ. 6 DAK SONRA	EGZ. 7 DAK SONRA	EGZ. 8 DAK SONRA
Minimum										
Maximum										
Ort.										
Power										

M.RECTUS FEMORİS (SOL) EMG	EGZ. ÖNCESİ	EGZ. SIRASINDA	EGZ. 1 DAK. SONRA	EGZ. 2 DAK SONRA	EGZ. 3 DAK SONRA	EGZ. 4 DAK SONRA	EGZ. 5 DAK SONRA	EGZ. 6 DAK SONRA	EGZ. 7 DAK SONRA	EGZ. 8 DAK SONRA
Minimum										
Maximum										
Ort.										
Power										

EKSENTRİK GRUBU (%100) (kas hasarı)

Adı Soyadı:
Yaş:
Boy:
Kilo:
BMI(VKI):
1 MAX:

Cinsiyet:
Spor Dalı:
Kaç yıldır
spor yaptığı:
Dominant taraf:
1 MAX %100:

EMG DEĞERLERİ

M.VASTUS MEDIALİS (SAĞ) EMG	EGZERSİZ ÖNCESİ	EGZERSİZDEN SONRA	EGZERSİZDEN 24 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 48 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 72 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 1 HAFTA SONRA
Minimum						
Maximum						
Ort.						
Power						

M.VASTUS MEDIALİS (SOL) EMG	EGZERSİZ ÖNCESİ	EGZERSİZDEN SONRA	EGZERSİZDEN 24 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 48 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 72 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 1 HAFTA SONRA
Minimum						
Maximum						
Ort.						
Power						

M.RECTUS FEMORİS (SAĞ) EMG	EGZERSİZ ÖNCESİ	EGZERSİZDEN SONRA	EGZERSİZDEN 24 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 48 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 72 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 1 HAFTA SONRA
Minimum						
Maximum						
Ort.						
Power						

M.RECTUS FEMORİS (SOL) EMG	EGZERSİZ ÖNCESİ	EGZERSİZDEN SONRA	EGZERSİZDEN 24 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 48 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 72 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 1 HAFTA SONRA
Minimum						
Maximum						
Ort.						
Power						

KAN ANALİZLERİ

	Egzersiz Öncesi	Egzersizden Sonra	24 Saat Sonra	48 Saat Sonra	72 Saat Sonra	1hafta Sonra
MİYOGLOBİN						
CK						
LDH						
BORG						

KONSANTRİK GRUBU (%70)
(kas hasarı)

Adı Soyadı:
Yaş:
Boy:
Kilo:
BMI(VKI):
1 MAX:

Cinsiyet:
Spor Dalı:
Kaç yıldır
spor yaptığı:
Dominant taraf:
1 MAX %70:

EMG DEĞERLERİ

M.VASTUS MEDIALİS (SAĞ) EMG	EGZERSİZ ÖNCESİ	EGZERSİZDEN SONRA	EGZERSİZDEN 24 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 48 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 72 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 1 HAFTA SONRA
Minimum						
Maximum						
Ort.						
Power						

M.VASTUS MEDIALİS (SOL) EMG	EGZERSİZ ÖNCESİ	EGZERSİZDEN SONRA	EGZERSİZDEN 24 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 48 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 72 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 1 HAFTA SONRA
Minimum						
Maximum						
Ort.						
Power						

M.RECTUS FEMORİS (SAĞ) EMG	EGZERSİZ ÖNCESİ	EGZERSİZDEN SONRA	EGZERSİZDEN 24 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 48 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 72 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 1 HAFTA SONRA
Minimum						
Maximum						
Ort.						
Power						

M.RECTUS FEMORİS (SOL) EMG	EGZERSİZ ÖNCESİ	EGZERSİZDEN SONRA	EGZERSİZDEN 24 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 48 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 72 SAAT SONRA	EGZERSİZDEN 1 HAFTA SONRA
Minimum						
Maximum						
Ort.						
Power						

KAN ANALİZLERİ

	EGZERSİZ ÖNCESİ	EGZERSİZDEN SONRA	24 SAAT SONRA	48 SAAT SONRA	72 SAAT SONRA	1HAFTA SONRA
MİYOGLOBİN						
CK						
LDH						
BORG						

ÖZGEÇMİŞ

Tamer Çankaya 28.09.1978 tarihinde Karabük'te doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Karabük'te tamamladı. 1996 yılında girdiği Abant İzzet Baysal Üniversitesi Kemal Demir Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'ndan Haziran 2000'de mezun oldu. 2000-2001 yılları arasında Handicap Uluslararası Yardım Kuruluşu'nda fizyoterapist olarak çalıştı. 2001-2002 yılları arasında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Kemal Demir Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'nda uzman kadrosunda çalıştı. 2001 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans öğrenimine başladı. Şubat 2004'de yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 2002 tarihinden beri yine aynı bölümde öğretim görevlisi olarak çalışmakta ve doktora öğrenimine devam etmektedir.

