

İOAKİM İPSEFTEL

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SAĞ. BİL. ENST.

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL-2006

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**YAŞLI ERKEKLERDE İZOKİNETİK EGZERSİZLERİN
KAS GÜCÜNE ETKİSİ**

FZT. İOAKİM İPSEFTEL

**DANIŞMAN
PROF. DR. SAFİNAZ ALBAYRAK YILDIZ**

**İ.Ü. İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ SPOR HEKİMLİĞİ
ANABİLİM DALI / EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ
PROGRAMI**

İSTANBUL-2006

TEZ ONAYI

Aşağıda tanıtımı yapılan tez, jüri tarafından başarılı bulunarak Yüksek lisans . Tezi olarak kabul edilmiştir.

/ /

Prof.Dr.Emine Kökoğlu
Enstitü Müdürü

Kurum : İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Program Adı : Egzersiz Fizyolojisi
Programın seviyesi : Yüksek Lisans (x) Doktora ()
Anabilim Dalı : İ.Ü. Spor Hekimliği Anabilimdalı
Tez Sahibi : Fzt. İoakim İpseftel
Tez Başlığı : Yaşlı Erkeklerde İzokinetik Egzersizlerin Kas Gücüne Etkisi
Sınav Yeri : İ. Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliğ ABD
Sınav Tarihi : 11.09.2006

Tez Sınav Jürisi

- 1.Prof. Dr. Safinaz Albayrak Yıldız (Tez Danışmanı) , İstanbul Üniv., İstanbul Tıp Fak., Spor Hekimliği ABD.
- 2.Prof. Dr. Sacit Karamürsel, İstanbul Üniv., İstanbul Tıp Fak., Fizyoloji ABD.
- 3.Prof. Dr. Günnür Yiğit, İstanbul Üniv., Cerrahpaşa Tıp Fak., Fizyoloji ABD.
4. Prof. Dr. Mehmet Akif Karan, İstanbul Üniv., İstanbul Tıp Fak., Dahiliye ABD.
- 5.Doç. Dr. Bülent Bayraktar, İstanbul Üniv., İstanbul Tıp Fak., Spor Hekimliği ABD.

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Fzt. İoakim İpseftel (İmza)

İTHAF

Hocam Prof. Dr. Safinaz Albayrak Yıldız'a ithaf ediyorum

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim ve tez çalışmalarım boyunca katkılarından dolayı sayın hocam Prof. Dr. Safinaz Albayrak Yıldız'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamdaki katkılarından dolayı Prof. Dr. Mehmet Akif Karan'a teşekkür etmeyi borç bilirim.

Anabilim Dalımızda her zaman yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Erdem Kaşıkçıoğlu'na, Doç. Dr. Bülent Bayraktar'a, Egz. Uzm. Türker Şahinkaya'ya, çalışma arkadaşlarım ve diğer kürsü elemanlarına teşekkür ederim.

Eski Anabilim Dalı Başkanımız ve beni yetiştiren hocam Prof. Dr. Abidin Kayserilioğlu'na ayrıca teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

Fzt. İoakim İpseftel

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından T-628/17032005 nolu proje olarak desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	ii
BEYAN	iii
İTHAF	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	xi
ÖZET	xvii
ABSTRACT.....	xviii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
1.1. GİRİŞ	1
1.2. AMAÇ.....	2
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İSKELET KASI YAPISI VE FONKSİYONU	3
2.1.1. İSKELET KASININ YAPISI.....	3
2.1.1.1. İSKELET KAS LİFİNİN YAPISI	5
2.1.1.2. LİF TİPLERİ VE ÖZELLİKLERİ.....	7
2.1.2. İSKELET KASININ FONKSİYONU	8
2.1.2.1. KAS KASILMASININ GENEL MEKANİZMASI	8
2.1.2.2. KASILMANIN KAYMA MEKANİZMASI.....	8
2.1.2.3. KAS BOYUNUN, KASILMA GÜCÜNE ETKİSİ	11
2.1.2.4. KASILMA HIZININ YÜKLE İLİŞKİSİ	11
2.1.2.5. EMG KAYDI ALINACAK KASLARIN ANATOMİSİ.....	11
2.1.2.5.1. M. QUADRİCEPS FEMORİS.....	11
2.1.2.5.2. M. BİCEPS FEMORİS	12
2.1.2.5.3. M. SEMİTENDİNOSUS	13
2.2. SİNİR SİSTEMİ YAPISI VE FONKSİYONU	14
2.2.1. SİNİR HÜCRELERİNİN YAPISI.....	14
2.2.1.1. MOTOR BİRİM (ÜNİTE).....	15

2.2.2. SİNİR HÜCRELERİNİN FONKSİYONU	16
2.2.2.1. SİNİR KAS KAVSAĞI VE KAVŞAK İLETİMİ	17
2.2.2.2. UYARILMA VE İLETİLME	17
2.3. YAŞLILIK VE EGZERSİZ	20
2.3.1. YAŞLILARDA SİSTEMLERİNDE ORTAYA ÇIKAN FİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER.....	20
2.3.1.1. KARDİYOVASKÜLER SİSTEM.....	21
2.3.1.2. SOLUNUM SİSTEMİ.....	21
2.3.1.3. KAS İSKELET SİSTEMİ.....	22
2.3.2. YAŞLILARDA EGZERSİZ.....	23
2.4. İZOKİNETİK KUVVET TESTLERİ VE EGZERSİZLER	24
2.5. ELEKTROMİYOGRAFİNİN ANATOMİK VE FİZYOLOJİK TEMELİ	26
2.5.1. ELEKTROMİYOGRAFİ CİHAZININ TEMEL GEREÇLERİ	27
2.5.1.1. AMPLİFİKATÖR	28
2.5.1.2. OSİLOSKOP.....	28
2.5.1.3. SES AMPLİFİKATÖRÜ VE SİSTEMİ.....	28
2.5.1.4. STİMÜLATÖR VE SİNYAL ORTALAYICI	28
2.5.1.5. ELEKTRODLAR.....	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM	31
3.1. GEREÇ.....	31
3.2. YÖNTEM.....	31
3.2.1. Fiziki Muayene, Ortopedik Muayene, Elektrokardiyografi, Solunum Fonksiyon Testi.	31
3.2.2. Antropometrik ölçüm	31
3.2.3. Yürüme, İzokinetik Test, Elektromiyografi	32
3.2.4. Çalışma Programları.....	39
3.2.5. Elektromiyografi Analizleri.....	39
3.2.6 İstatistiksel Analizler.....	40
4. BULGULAR	41
4.1. ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER	41
4.1.1. ÇEVRE ÖLÇÜMLERİ	41
4.1.2. DERİ KIVRIMI KALINLIĞI ÖLÇÜMÜ	42
4.2. YÜRÜME EMG DEĞERLERİ.....	43

4.3. İZOKİNETİK TESTLEME SIRASINDA EMG DEĞERLERİ	45
4.3.1. İZOKİNETİK TESTLEME.....	45
4.3.2. EMG ÖLÇÜMÜ	46
4.3.3. İKİ AYRI HIZDA ELDE EDİLEN VERİLERİN KARŞILAŞTIRILMASI...	50
5. TARTIŞMA.....	54
KAYNAKLAR	59
ETİK KURUL KARARI.....	64
ÖZGEÇMİŞ	65

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: İzokinetik çalışma programı.	39
Tablo 2: Kas çevresi ölçümleri.	41
Tablo 3: İzokinetik kas çalışması başlangıcı ile sonrası arasındaki kaliper ile kaydedilen deri kıvrım kalınlığı değerleri.	42
Tablo 4: Yürüme esnasında kaydedilen elektromiyografi değerleri.	43
Tablo 5: İzokinetik kas çalışması (egzersiz) öncesi ve sonrası kaydedilen BWE60, BWF60, BWE90 ve BWF90 değerleri.	45
Tablo 6: 60°/sn hızdaki izokinetik kas testi esnasında kaydedilen elektromiyografi değerleri.	46
Tablo 7: 90°/sn hızdaki izokinetik kas testi esnasında kaydedilen elektromiyografi değerleri.	48
Tablo 8: Egzersiz öncesi 60°/sn ile 90°/sn hızlarında elde edilen EMG verilerinin karşılaştırılması.	50
Tablo 9: Egzersiz sonrası 60°/sn ile 90°/sn hızlarında elde edilen EMG verilerinin karşılaştırılması.	52

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: İskelet kasının yapısı (29).....	4
Şekil 2: İskelet kas lifinin yapısı (29).....	7
Şekil 3: Kas kasılmasının kayan filaman teorisi (15).....	10
Şekil 4: Uyluk ön yüz kasları (3).	12
Şekil 5: Uyluk arka bölge kasları (3).....	13
Şekil 6: Miyelinli aksonuyla bir motor nöron (22).	14
Şekil 7: Nöronların işlevsel örgütlenmesi (22).	15
Şekil 8: Aksiyon potansiyeli oluşumu (13).	19
Şekil 9: Elektromiyografi cihazının şeması (39).....	27
Şekil 10: Yüzeysel elektrodların yerleştirilmesi.....	29
Şekil 11: a. Standart koaksiyal bipolar iğne, b. Konsantrik bipolar iğne, c. Monopolar iğne, d-e. Tek lif iğnesi (39).....	30
Şekil 12: Rectus Femoris kasına elektrod yerleştirilmesi (28).	32
Şekil 13: Vastus Medialis kasına elektrod yerleştirilmesi (28).	33
Şekil 14: Biceps Femoris kasına elektrod yerleştirilmesi (28).	33
Şekil 15: Semitendinosus kasına elektrod yerleştirilmesi (28).....	34
Şekil 16: Yürüme esnasında elektromiyografi kaydı.	34
Şekil 17: Yürüme EMG kaydı örneği (raw) (28, 39).	35
Şekil 18: İzokinetik testleme esnasında elektromiyografi kaydı.	36
Şekil 19: İzokinetik test esnasında alınmış bir elektromiyografi kaydı örneği (28, 39). ..	37
Şekil 20: İzokinetik test raporu örneği.	38
Şekil 21 : Çevre ölçümünün grafiksel görünümü.	42
Şekil 22: Egzersiz öncesi ve sonrası izokinetik kas testi verilerinin grafiksel görünümü.	46

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

EMG Elektromiyografi

Antropometrik Ölçüm Kısaltmaları

CRF	Rectus femoris çevre ölçüm değeri (elektrodların seviyesinden)
CVM	Vastus medialis çevre ölçüm değeri (elektrodların seviyesinden)
CBF	Biceps femoris çevre ölçüm değeri (elektrodların seviyesinden)
CST	Semitendinosus çevre ölçüm değeri (elektrodların seviyesinden)
SRF	Kaliper ile yapılan rectus femorisin deri kıvrımı kalınlığı ölçüm değeri
SVM	Kaliper ile yapılan vastus medialis deri kıvrımı kalınlığı ölçüm değeri
SBF	Kaliper ile yapılan biceps femorisin deri kıvrımı kalınlığı ölçüm değeri
SST	Kaliper ile yapılan semitendinosusun deri kıvrımı kalınlığı ölçüm değeri

İzokinetik Kas Testi Kısaltmaları

BWE60	60°/sn hızındaki ekstensiyon pik değerlerinin kiloya bölümü
BWF60	60°/sn hızındaki fleksiyon pik değerlerinin kiloya bölümü
BWE90	90°/sn hızındaki ekstensiyon pik değerlerinin kiloya bölümü
BWF90	90°/sn hızındaki fleksiyon pik değerlerinin kiloya bölümü

Yürüme Esnasında Elektromiyografik Kayıt Kısaltmaları

Bu kısımlarda terimden sonra gelen sayı hangi kasa ait olduğunu göstermektedir (1 Rectus femoris, 2 Vastus medialis, 3 Biceps femoris, 4 Semitendinosus).

MF1	Rectus femoris kasının medyan frekansı
MPF1	Rectus femoris kasının ortalama güç frekansı
ZCR1	Rectus femoris kasının sıfır çizgisinden geçişi

AEMG1	Rectus femoris kasının ortalama elektromiyografi değeri
SPA1	Rectus femoris kasının spektrum alanı
MF2	Vastus medialis kasının medyan frekansı
MPF2	Vastus medialis kasının ortalama g¼c frekansı
ZCR2	Vastus medialis kasının sıfır çizgisinden geğişi
AEMG2	Vastus medialis kasının ortalama elektromiyografi değeri
SPA2	Vastus medialis kasının spektrum alanı
MF3	Biceps femoris kasının medyan frekansı
MPF3	Biceps femoris kasının ortalama g¼c frekansı
ZCR3	Biceps femoris kasının sıfır çizgisinden geğişi
AEMG3	Biceps femoris kasının ortalama elektromiyografi değeri
SPA3	Biceps femoris kasının spektrum alanı
MF4	Semitendinosus kasının medyan frekansı
MPF4	Semitendinosus kasının ortalama g¼c frekansı
ZCR4	Semitendinosus kasının sıfır çizgisinden geğişi
AEMG4	Semitendinosus kasının ortalama elektromiyografi değeri
SPA4	Semitendinosus kasının spektrum alanı

İzokinetik Kas Testi Esnasında Elektromiyografik Kayıt Kısaltmaları

Bu kısımlarda terimden sonra gelen ilk sayı hangi kasa ait olduğunu göstermektedir (1 Rectus femoris, 2 Vastus medialis, 3 Biceps femoris, 4 Semitendinosus). Sonraki çift sayı ise testin yapıldığı hızı göstermektedir (60 : 60°/sn hızında, 90 : 90°/sn hızında).

AVER160	Rectus femoris kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının ortalama seviyesi
SD160	Rectus femoris kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının standart sapması

MAX160	Rectus femoris kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının maksimum değeri
AREA160	Rectus femoris kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanı
YAREA160	Rectus femoris kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanının tüm veri alanına oranı
AVER260	Vastus medialis kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının ortalama seviyesi
SD260	Vastus medialis kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının standart sapması
MAX260	Vastus medialis kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının maksimum değeri
AREA260	Vastus medialis kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanı
YAREA260	Vastus medialis kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanının tüm veri alanına oranı
AVER360	Biceps femoris kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının ortalama seviyesi
SD360	Biceps femoris kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının standart sapması
MAX360	Biceps femoris kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının maksimum değeri
AREA360	Biceps femoris kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanı
YAREA360	Biceps femoris kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanının tüm veri alanına oranı
AVER460	Semitendinosus kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının ortalama seviyesi

SD460	Semitendinosus kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının standart sapması
MAX460	Semitendinosus kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının maksimum değeri
AREA460	Semitendinosus kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanı
YAREA460	Semitendinosus kasından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanının tüm veri alanına oranı
TAREA60	Rectus femoris, vastus medialis, biceps femoris, semitendinosus kaslarından 60°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanları toplamı
AVER190	Rectus femoris kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının ortalama seviyesi
SD190	Rectus femoris kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının standart sapması
MAX190	Rectus femoris kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının maksimum değeri
AREA190	Rectus femoris kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanı
YAREA190	Rectus femoris kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanının tüm veri alanına oranı
AVER290	Vastus medialis kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının ortalama seviyesi
SD290	Vastus medialis kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının standart sapması
MAX290	Vastus medialis kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının maksimum değeri
AREA290	Vastus medialis kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanı

YAREA290	Vastus medialis kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanının tüm veri alanına oranı
AVER390	Biceps femoris kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının ortalama seviyesi
SD390	Biceps femoris kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının standart sapması
MAX390	Biceps femoris kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının maksimum değeri
AREA390	Biceps femoris kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanı
YAREA390	Biceps femoris kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanının tüm veri alanına oranı
AVER490	Semitendinosus kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının ortalama seviyesi
SD490	Semitendinosus kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının standart sapması
MAX490	Semitendinosus kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının maksimum değeri
AREA490	Semitendinosus kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanı
YAREA490	Semitendinosus kasından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanının tüm veri alanına oranı
TAREA90	Rectus femoris, vastus medialis, biceps femoris, semitendinosus kaslarından 90°/sn hızında alınan EMG kaydının veri alanları toplamı
AVER1	Rectus femoris kasından alınan EMG kaydının ortalama seviyesi
SD1	Rectus femoris kasından alınan EMG kaydının standart sapması
MAX1	Rectus femoris kasından alınan EMG kaydının maksimum değeri
AREA1	Rectus femoris kasından alınan EMG kaydının veri alanı

YAREA1	Rectus femoris kasından alınan EMG kaydının veri alanının tüm veri alanına oranı
AVER2	Vastus medialis kasından alınan EMG kaydının ortalama seviyesi
SD2	Vastus medialis kasından alınan EMG kaydının standart sapması
MAX2	Vastus medialis kasından alınan EMG kaydının maksimum değeri
AREA2	Vastus medialis kasından alınan EMG kaydının veri alanı
YAREA2	Vastus medialis kasından alınan EMG kaydının veri alanının tüm veri alanına oranı
AVER3	Biceps femoris kasından alınan EMG kaydının ortalama seviyesi
SD3	Biceps femoris kasından alınan EMG kaydının standart sapması
MAX3	Biceps femoris kasından alınan EMG kaydının maksimum değeri
AREA3	Biceps femoris kasından alınan EMG kaydının veri alanı
YAREA3	Biceps femoris kasından alınan EMG kaydının veri alanının tüm veri alanına oranı
AVER4	Semitendinosus kasından alınan EMG kaydının ortalama seviyesi
SD4	Semitendinosus kasından alınan EMG kaydının standart sapması
MAX4	Semitendinosus kasından alınan EMG kaydının maksimum değeri
AREA4	Semitendinosus kasından alınan EMG kaydının veri alanı
YAREA4	Semitendinosus kasından alınan EMG kaydının veri alanının tüm veri alanına oranı
TAREA	Rectus femoris, vastus medialis, biceps femoris, semitendinosus kaslarından alınan EMG kaydının veri alanları toplamı

ÖZET

İpseftel İ. Yaşlı Erkeklerde İzokinetik Egzersizlerin Kas Gücüne Etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Hekimliği ABD. Yüksek Lisans. İstanbul. 2006.

Yaşlı popülasyonda kas ve motor ünit kayıpları nedeniyle istenmeyen düşme ve kırık komplikasyonlarına, bu nedenlerin de günlük yaşam performans kayıplarına yol açtığı bilinmektedir. Bununla beraber problemin çözümünde egzersiz tedavisinin önemi de vurgulanmaktadır. Bu durumlarda hangi egzersizin veya egzersiz gruplarının uygulanacağı da tartışılmaktadır. Buna dayanarak, bu çalışma kasların maksimum çalışmasında en etkili olduğu bilinen izokinetik egzersizlerin yaşlılardaki etkisini araştırmak amacıyla planlandı.

Çalışma, yaşları 60 yaş ve üstü olan 8 sağlıklı sedanter erkekte yapıldı. Genel fizik muayene, alt ekstremitte ortopedik muayenesi ve elektrokardiyografileri ile değerlendirilmiş ve bu değerlendirmeler sonucunda çalışmaya katılmasına engel olabilecek herhangi bir sağlık problemi saptanmayan gönüllüler, çalışmaya kabul edildi. Gönüllülerin, başlangıç değerlerini belirlemek amacıyla alt ekstremitelerde antropometrik ölçümler yapıldı. Önce, yürüme bandında yürürken daha sonra izokinetik diz ekstensiyon ve fleksiyon testi sırasında dominant bacadan EMG kayıtları alındı.

Denekler 3 gün/hafta olarak 6 hafta boyunca izokinetik çalışmaya alındı. 6. haftanın sonunda düzenli olarak egzersiz yapan bireylerin, alt ekstremitte antropometrik ölçümleri yapıldı. Yürüme bandında yürürken ve daha sonra izokinetik diz ekstensiyon ve fleksiyon testi sırasında dominant bacadan EMG kayıtları alındı.

Egzersiz öncesi ve sonrasında EMG kayıtları alınarak değerlendirildi. Uyguladığımız egzersiz programı ile anlamlı EMG değişiklikleri saptanmamakla beraber kas hipertrofisi ve kas gücü artışları bulundu.

Anahtar Kelimeler : İzokinetik, EMG, Egzersiz, Atrofi, Yaşlı

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından T-628/17032005 no'lu proje olarak desteklenmiştir.

ABSTRACT

İpseftel İ. The influence of isokinetic exercises on muscle power in elderly men. İstanbul University, Institute of Health Science, Sports Medicine Department. İstanbul. 2006.

In elderly people muscle and motor unit deficiencies lead undesirable falling rates and bone fractures which cause lower daily life performance. Thus exercise treatment is important in solution of this problem. In such cases the application of which exercises to which cases is still being discussed. In relation to those verifications, this study is planned in order to examine the effects of isokinetic exercises, which is known for maximum muscle effort, in elderly people.

The study was taken place among 8 healthy sedantary males who are over 60 years of age. The subjects who were found healthy after general physical, lower extremity orthopaedic, and electrocardiographic examinations were accepted to the study. The initial values of the subjects were determined with anthropometric measurements. The dominant leg EMG records were taken firstly during walking on the treadmill and then with isokinetic knee extension and flexion tests.

The subjects were involved in isokinetic study during 6 weeks with 3 days per week. Lower extremity anthropometric measurements were taken at the end of the 6th week. The EMG records of the dominant leg were measured while walking on the treadmill and then with isokinetic knee extension and flexion tests.

Before and after exercise EMG records were evaluated. The relationship between EMG results and our exercise program was not found significant, however muscle hipertrophy and increased muscle strength were determined.

Key Words: İsokinetic, EMG, Exercise, Atrophy, Elderly

This study was supported by The Research Support Unit of İstanbul University as the project no T-628/17032005

1. GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. GİRİŞ

Yaşlanmanın sonucu olarak; kas kitlesi yaklaşık olarak 50-80 yaşları arasında 1/3 oranında azalmaktadır (24). Buna bağlı olarak da yaşlı kişilerde denge kaybı ve düşme komplikasyonları sıklıkla görülür.

Kas kitle kaybının nedenleri tam olarak anlaşılammış olmasına rağmen; birçok faktörün etki ettiği bildirilmektedir. Bunlar motor nöron kaybı, fiziksel inaktivite, beslenme yetersizliği, seks steroid seviyelerinin azalması, büyüme hormonunun insuline benzer büyüme faktörüne (IGF-1) oranının bozulması gibi faktörlerdir (16, 29).

Kas zaafiyetinin tedavisinde ve negatif etkilerin azaltılmasında kas lifleri ve motor nöron kayıplarının önlenmesi önemlidir. Böylece kas gerim gücünün ve kas kitlesinin artırılması gerekmektedir. Kas gücü kazancında en etkili olan egzersiz modelinin ise direnç egzersizlerinin olduğu düşünülmektedir (1, 29).

1.2. AMAÇ

Kas gücünü arttırmaya yönelik çalışmalarda kas liflerinin çaplarında artış gözlenmektedir. Bu değişiklik kas hipertrofisi olarak adlandırılır.

Kas gücünü arttıran çalışmalarda aynı zamanda egzersize katılan motor ünite sayısı, ateşleme hızı ve aktivitenin daha güçlü şekilde yapılmasına olanak tanımaktadır.

Yaşlılarda günlük aktivite performansını arttırmak amacıyla kas gücü artışını sağlayacak düzenli egzersiz uygulanmasının gerekliliği bilinmektedir.

Çalışmamızda yaşlı kişilere yüksek yoğunlukta izokinetik direnç egzersizleri uygulayarak, oluşabilecek kas gücü değişimlerinin elektromiyografi verilerine etkilerinin incelenmesi planlanmıştır. Bu çalışmada izokinetik egzersizlerin, yaşlılarda, kas gücüne olan etkilerinin saptaması amaçlanmıştır.

Klinikte, yaşlı popülasyonda kas atrofisine bağlı günlük yaşam aktivite kayıplarının önlenmesi için izokinetik egzersizlerin uygulanabilirliğini göstermek amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

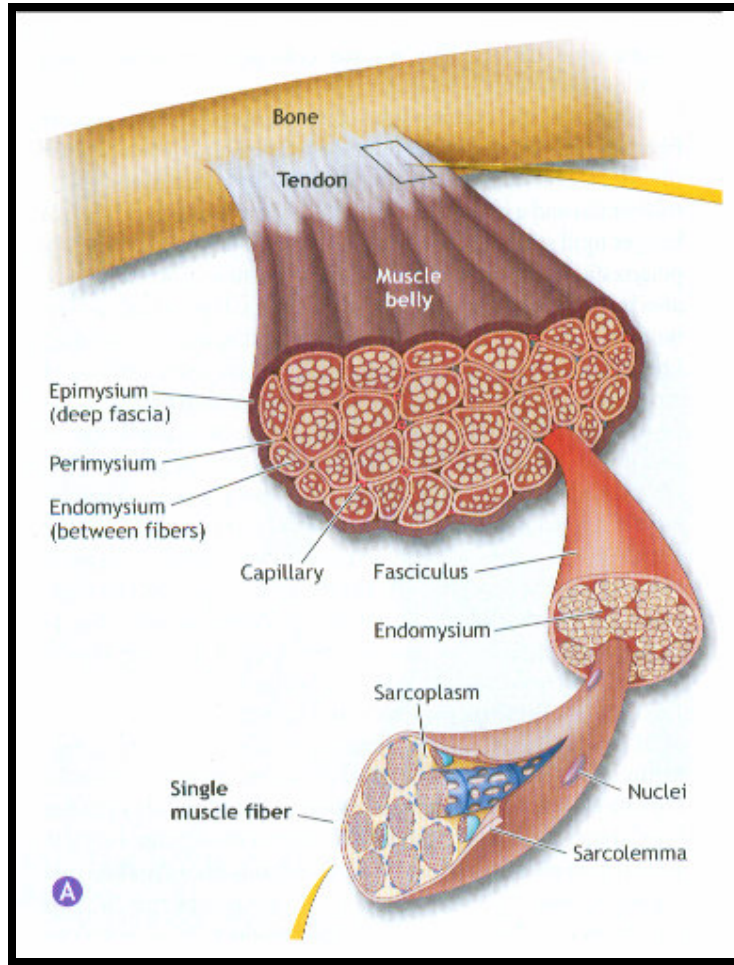
2.1. İSKELET KASI YAPISI VE FONKSİYONU

Vücut hareketi, adenozin trifosfat olarak bulunan kimyasal enerjinin, iskelet kaslarının hareketi ile mekanik enerjiye dönüşmesi sonucu meydana gelir. İskelet kaslarının kuvveti vücudun kemiksel kaldıraç sistemine etki ederek, birçok kemiğin eklem aksı boyunca hareket etmesini sağlar (29).

Vücudun yaklaşık %40'ı iskelet kası, %10'u düz kas ve kalp kasıdır. Bütün bu farklı kas tiplerinde aynı kasılma prensipleri geçerlidir (25).

2.1.1. İSKELET KASININ YAPISI

İnsan vücudunda bulunan 660'tan fazla iskelet kasının her biri çeşitli oranlarda paketlenmiş bağ dokusu içerir. İskelet kası binlerce ayrı kontraktıl lifin bağ dokusuyla birbirine tutunmasından meydana gelir. Bağ dokunun tek kas lifini veya hücrelerini kaplayan kısmına **endomisyum** adı verilir. Hemen içinde ve endomisyuma bağlı olarak kas hücresi membranı veya **sarkollema** bulunur. Kas hücresinin içi ise özelleşmiş bir protoplazmadan oluşur ve buna **sarkoplazma** adı verilir. Birçok sayıda kas lifi (150 ve üstü) birleşerek **fasikülleri** oluştururlar. Fasiküller ise **perimisyum** adı verilen bağ doku yapısıyla bir arada tutunurlar. Kasın bütün bu kısımlarını birarada tutan bağ dokusu yapısı ise **epimisyum** adını alır (Şekil 1) (19, 22, 24, 25, 29).



Şekil 1: İskelet kasının yapısı (29).

Kaslar arası bağlantı, her kasın bitim yerinde yoğunlaşarak tendonların bağ dokusuna karışır. Kasların, kemiklerle bağlantılarını, **tendonlar** sıkı bir şekilde kemiklerin periostuna yapışarak sağlarlar. Böylece kaslar daha sağlam bir yapı olan tendonlar aracılığıyla ürettikleri mekanik enerjiyi kemiksel yapılara aktarmış olurlar. Tendonlar, kas liflerine oranla daha dayanıklı liflerden oluşur, böylece kasılma esnasında hasar görmeyip daha fazla gerilim kaldırabilmektedirler (19).

Kaslar damar bakımından zengindir. Arterler ve venler kas liflerine paralel olarak uzanırlar ve birçok dallanma ile endomysyum etrafında geniş bir ağ oluştururlar. Böylece her lifin oksijen ihtiyacını karşılama ve atık maddelerin o bölgeden uzaklaştırılması olanağı sağlanmış olur (19).

Kasa gelen sinirler **motor** (efferent) ve **duysal** (afferent) lifler içermektedir. Genelde kan damarlarına paralel bir şekilde uzanırlar. Motor lifler dallanarak tüm kas

liflerine ulaşır. Orijinlerini ise santral sinir sisteminden alırlar. Uyarılmaları sonucu kasta kasılma meydana gelir. Motor sinirlerin kastaki sonlanmalarına **nöromuskuler bağlantı** veya **motor son plak** adı verilir. Bir motor sinir ve innerve ettiği tüm kas liflerine motor ünite adı verilir (19).

2.1.1.1. İSKELET KAS LİFİNİN YAPISI

Bütün iskelet kasları, çapı 10-80 mikrometre arasında değişen çok sayıda liften oluşmuştur.

Çoğu kasta lifler bütün kas boyunca uzanırlar; %2'si dışında, her bir lif orta bölgesinde sonlanan tek bir sinir ucu tarafından innerve edilir.

Sarkollema kas lifinin hücre membranıdır. Sarkollema, plazma membranı denilen gerçek hücre membranı ile birçok ince kollajen fibril içeren bir polisakkarid tabakasından meydana gelen bir dış kılıftan ibarettir. Kas lifinin ucunda, sarkollemanın bu yüzey tabakası bir tendon lifiyle kaynaşır. Daha sonra tendon lifleri kas tendonunu oluşturmak üzere demetler halinde birleşir ve kemiğe yapışırlar.

Her kas lifi birkaç yüz ile birkaç bin arasında **miyofibril, aktin ve miyozin filamentleri** içerir. Her miyofibrilde yan yana uzanan yaklaşık 1500 miyozin filamentleri ve 3000 aktin filamentleri vardır. Bunlar kas kasılmasından sorumlu olan büyük polimerize proteinlerdir.

Miyozin ve aktin filamentlerinin kısmen içiçe girmesi nedeniyle miyofibriller birbirini izleyen koyu ve açık bantlar oluştururlar. Açık bantlar sadece aktin filamentlerini içerir ve I bandı adını alır, çünkü polarize ışığa izotropiktirler. Koyu bantlar miyozin filamentleri ile aralarına giren aktin filamentlerinin uçlarını içerir. Koyu bantlara A bandı denir. Çünkü polarize ışığa anizotropiktirler. Ayrıca miyozin filamentlerinin yan taraflarından çıkan küçük uzantılar görülmektedir, bunlar çapraz köprülerdir. Çapraz köprüler filament boyunca tam orta bölümler dışında yüzeyden çıkıntılar yaparlar. Çapraz köprülerle aktin filamentleri arasındaki etkileşme kasılmaya neden olur.

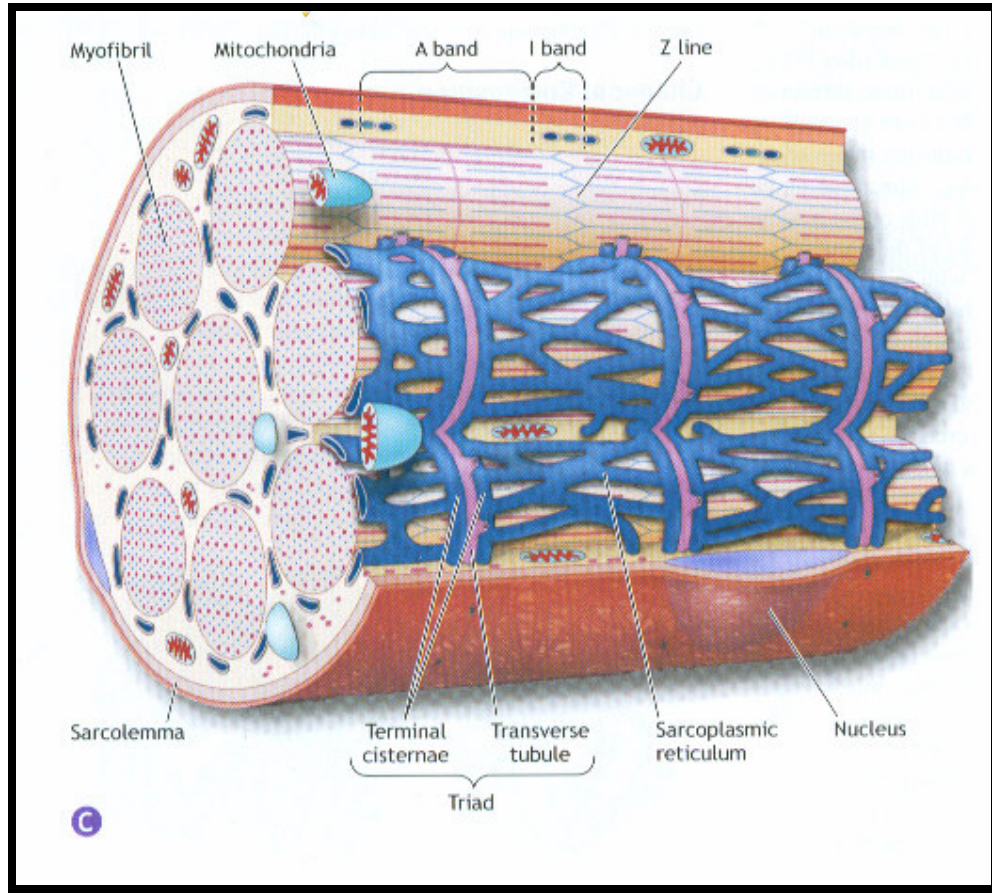
Ayrıca aktin filamentlerinin ucunun Z disklerine tutunduğu görülmektedir. Aktin filamentleri bu diskten her iki yöne doğru uzanarak miyozin filamentlerinin arasına girer. Aktin ve miyozin filamentlerinden farklı filamentöz proteinlerden oluşan Z diski, miyofibriller arasında çapraz uzanır ve kas lifi boyunca ilerleyerek bir miyofibrilli

diğerine bağlar. Dolayısıyla tek miyofibrilde olduğu gibi bütün kas lifi boyunca da açık ve koyu bantlar görülür. Bu bantlar iskelet ve kalp kasına çizgili görünüm verirler.

İki Z çizgisi arasında kalan miyofibril (veya tüm kas lifi) bölümüne sarkomer denir. Kas lifi istirahatte normal tam gergin durumda iken sarkomer boyu yaklaşık 2 mikrometredir. Bu boyda aktin filamentleri, miyozin filamentleri üzerini örterler ve karşılıklı olarak birbiri üzerine gelirler. Sarkomer en büyük kasılma gücünü bu boyda oluşturabilir.

Miyofibriller kas lifinde **sarkoplazma** denilen intrasellüler maddelerden ibaret bir matriks içinde asılıdır. Sarkoplazma sıvısı potasyum, magnezyum, fosfat ve protein enzimler içerir. Miyofibrillere paralel olarak çok sayıda mitokondri bulunması, kasılabilir miyofibrillerin mitokondri tarafından üretilen adenozin trifosfata (ATP) gereksiniminin ne kadar büyük olduğunu göstergesidir.

Sarkoplazma içinde bulunan zengin endoplazmik retikuluma kas lifinde **sarkoplazmik retikulum** denir. Retikulumun kas kasılmasının kontrolünde oldukça önemli bir rolü vardır. Hızlı kasılan kas tiplerinde sarkoplazmik retikulumun özellikle yoğun olması bu yapının hızlı kas kasılmasında önemli olduğunu gösterir (Şekil 2) (25, 29).



Şekil 2: İskelet kas lifinin yapısı (29).

2.1.1.2. LİF TİPLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Tip 1 lifler genel olarak yorgunluğa dirençli ancak güç üretme yetenekleri düşük liflerdir. Zengin kapilleri olup, mitokondri ve aerobik enerji sisteminde gereksinim duyulan enzimleri bol miktarda içerirler. Bu lifler yavaş kasılma hızı ve düşük miyozin ATPaz aktivitesine sahiptir.

Tip 2 lifler, hızlı kasılırlar ve yüksek miyozin ATPaz aktivitesine sahiptirler. Güç üretimleri yüksek olup yorgunluğa duyarlıdır. **Tip 2a** lifleri, **Tip 2b** ile ST(slow twitch-yavaş kasılan) arasında bir özelliğe sahiptir (1, 15, 19, 29).

2.1.2. İSKELET KASININ FONKSİYONU

İskelet kasının vücuttaki ana fonksiyonu hareketi sağlamaktır.

2.1.2.1. KAS KASILMASININ GENEL MEKANİZMASI

Kas kasılmasının başlangıç ve oluşum basamakları aşağıdaki sıra ile meydana gelir:

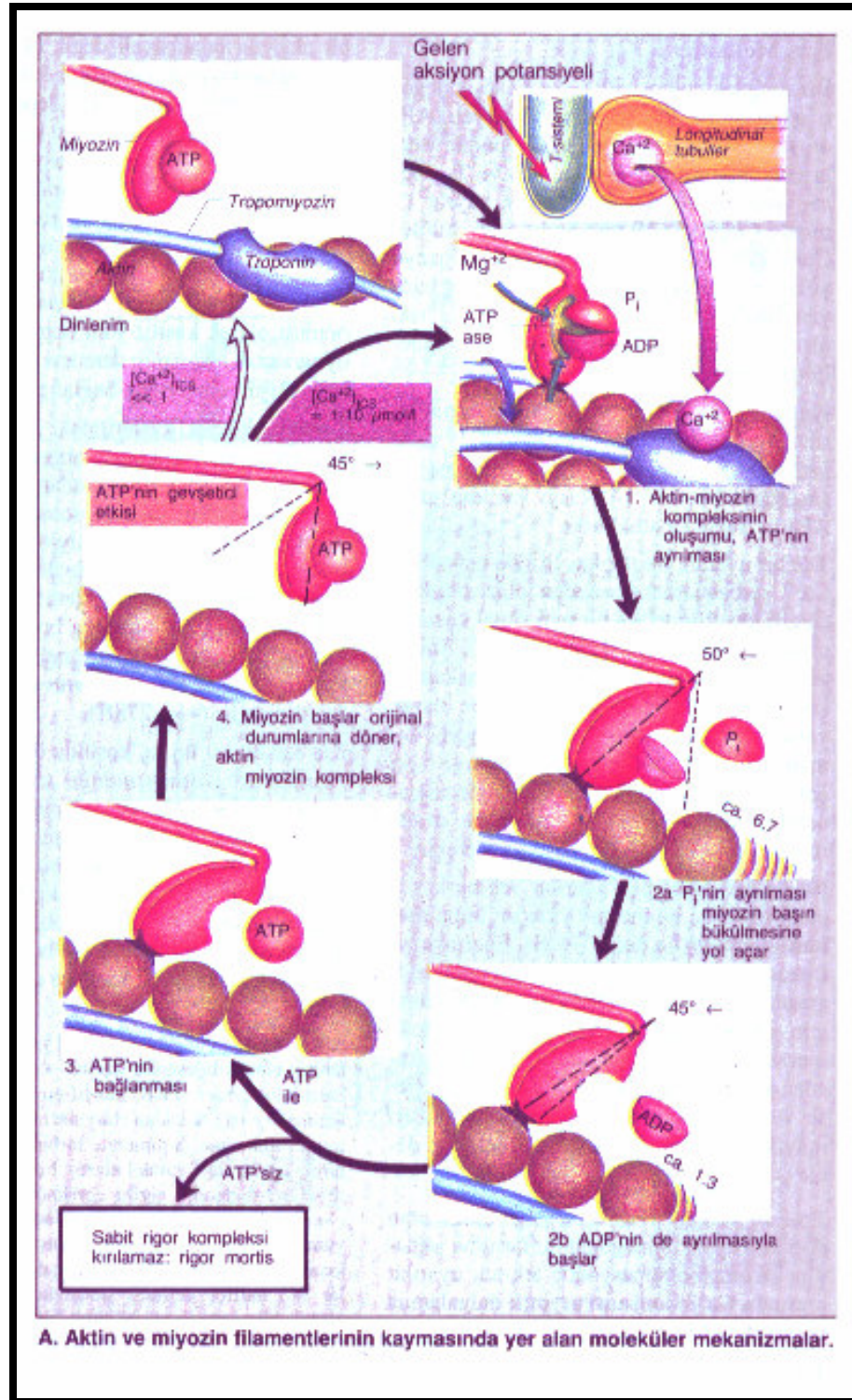
1. Aksiyon potansiyeli motor sinir boyunca kas lifindeki sonlanmasına kadar yayılır.
2. Her sinir ucundan nörotransmitter olarak az miktarda asetilkolin salgılanır.
3. Kas lifi membranında lokal bir alanda etki gösteren asetilkolin, membrandaki asetilkolin kapılı kanalları açar.
4. Asetilkolin kanallarının açılması, kas lifi membranından çok miktarda sodyum iyonunun içeri girmesini sağlar. Bu olay kas lifinde aksiyon potansiyelini başlatır.
5. Aksiyon potansiyeli sinir membranında olduğu gibi kas lifi membranı boyunca da yayılır.
6. Aksiyon potansiyeli kas lifi membranını depolarize eder ve kas lifi içine doğru yayılarak, sarkoplazmik retikulumda depolanmış olan kalsiyum iyonlarının büyük miktarlarda miyofibrile serbestlemesine neden olur.
7. Kalsiyum iyonları, kasılma olayının esaslı olan filamentlerin kaymasını sağlayan, aktin ile miyozin filamentleri arasındaki çekici güçleri başlatır.
8. Sonra, saniyenin bölümleri içinde kalsiyum iyonları sarkoplazmik retikulum içine geri pompalanır. Yeni bir kas aksiyon potansiyeli gelinceye kadar burada depolanır. Kalsiyum iyonlarının uzaklaştırılması kasılmanın sona ermesine neden olur (13, 15, 19, 22, 24, 25, 29).

2.1.2.2. KASILMANIN KAYMA MEKANİZMASI

Sarkomer gevşek durumdayken iki ardışık Z diskinden çıkan aktin filamentlerinin uçları ancak birbiri üstüne binmeye başlarken, aynı zamanda miyozin

filamentlerine komşu olarak uzanmaktadırlar. Kasılı durumda ise aktin filamentleri miyozin filamentleri arasında ortaya doğru çekilmiş, dolayısıyla büyük oranda üstüste binmiştir. Z diskleri de aktin filamentleri tarafından miyozin filamentlerinin uçlarına kadar çekilmiştir. Şiddetli kasılma sırasında , aktin filamentleri miyozin filamentlerini uçlarını bükecek kadar kuvvetle çekebilir. Böylece kas kasılması kayan filaman mekanizmasıyla oluşur.

Aktin filamentlerini miyozin filamentleri arasında içe kaydıran, miyozin filamentlerinin çapraz köprüleri ile aktin filamentlerinin etkileşimi sonucunda oluşturulan mekanik güçlerdir.İstirahat koşullarında bu güçler inhibe edilmiştir, ancak bir aksiyon potansiyelinin kas lifi membranında yayılması sarkoplazmik retikulumdan kalsiyumun hızla serbestlemesine neden olur. Bu kalsiyum iyonları miyozinle aktin filamentleri arasındaki güçleri aktive eder ve kasılma başlar. Fakat kasılma işleminin gerçekleşebilmesi için enerji de gerekir. Bu enerji ATP'nin yüksek enerjili fosfat bağlarından elde edilir, bu sırada ATP, ADP'a yıkılır (Şekil 3) (13, 15, 19, 22, 25, 29).



Şekil 3: Kas kasılmasının kayan filaman teorisi (15).

2.1.2.3. KAS BOYUNUN, KASILMA GÜCÜNE ETKİSİ

Kas istirahat boyunda iken yani sarkomer boyu yaklaşık 2 mikrometre iken maksimum kasılma gücü ile kasılır. Eğer kasılmadan önce kas normal boyunun üstüne uzatılırsa, kasılma olmadan önce bile kasta büyük miktarda istirahat gerimi oluşur; bu gerim bağ dokusu, sarkolemma, kan damarları, sinirler ve diğerlerinin elastik güçlerinden kaynaklanır. Kas normal boyunun üstünde gerildiği zaman– sarkomer boyu 2,2 mikrometreden büyük olduğunda– aktif gerim denen kasılma sırasındaki gerim artışı düşer (25).

2.1.2.4. KASILMA HIZININ YÜKLE İLİŞKİSİ

Kas yüke karşı olmadığı zaman oldukça hızlı kasılır, normal bir kas yaklaşık 0,1 saniyede tam kasılma durumuna geçer. Yük uygulandığında, yük arttıkça kasılma hızı azalır. Yük kasın oluşturabileceği maksimum kuvvete çıktığı zaman kasılma hızı sıfır olur ve kas uyarılsa da hiç kasılma meydana gelmez.

Yükle hızın azalmasının nedeni kasılan kastaki yükün kas kasılması sırasında gelişen kasıcı güce zıt yönde etki yapmasıdır. Dolayısıyla kasılma hızını oluşturacak net kuvvet azalır (25).

2.1.2.5. EMG KAYDI ALINACAK KASLARIN ANATOMİSİ

EMG aletinin dört kanalı kullanılmıştır. Uyluğun ön grup kaslarından m.rectus femoris ve m. vastus medialis; uyluğun arka grup kaslarından ise m. biceps femoris ve m. semitendinosus elektromiyografik kayıt için seçilmiştir.

2.1.2.5.1. M. QUADRICEPS FEMORIS

Uyluğun ön bölgesinde yer alan bu kasın dört başı vardır: m. rectus femoris, m. vastus medialis, m. vastus lateralis, m. vastus intermedius (3, 45).

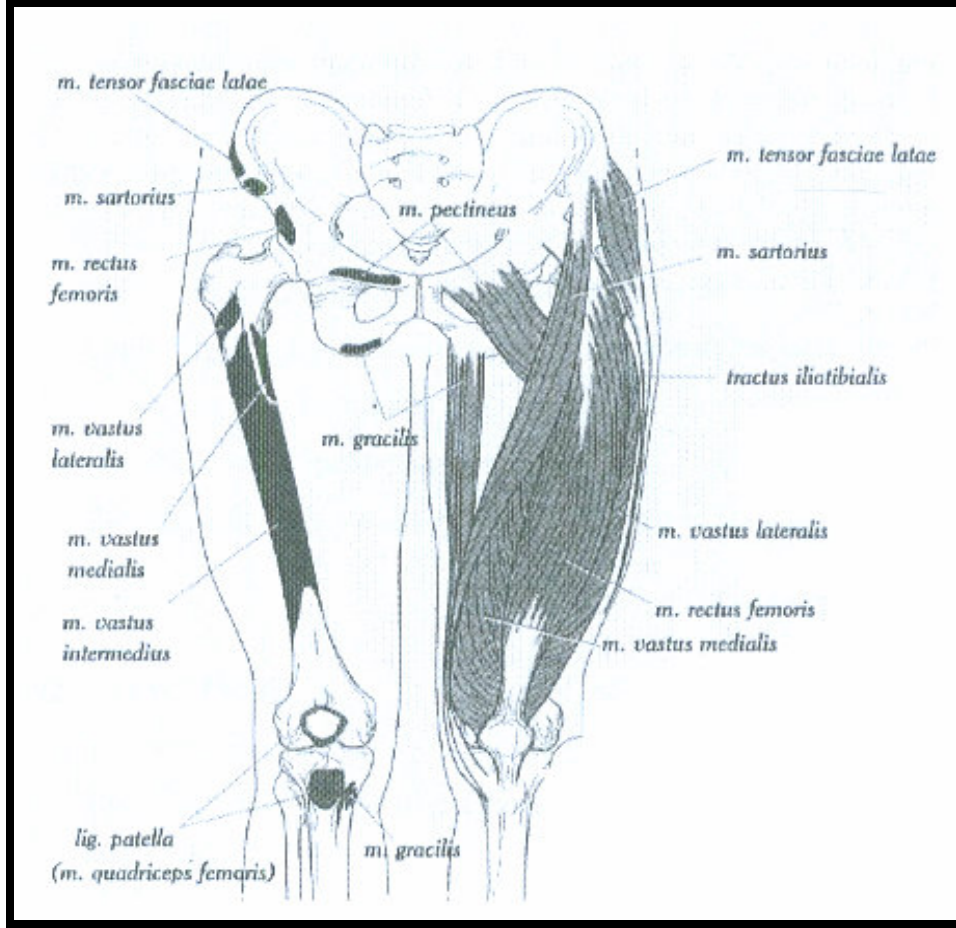
Origo: **M. rectus femoris:** Spina iliaca anterior ve acetabulum'un üst kısmı.

M. vastus medialis: Linea intertrochanterica ve labium mediale linea aspera.

Insertio: Bütün başlar birleşerek patella'nın basis kısmına tutunur. Bir kısım lifler patella'nın önünden geçerek ligamentum patella'ya katılır. Ligamentum patella ise tuberositas tibia'ya tutunur.

Sinir: N. femoralis

Fonksiyon: Bacağa ekstensiyon yaptırır, ayrıca m. rectus femoris uyluğa fleksiyon yaptırır.



Şekil 4: Uyluk ön yüz kasları (3).

2.1.2.5.2. M. BICEPS FEMORIS

Origo: Caput longum: Tuber ischiadicum, lig. sacrotuberale

Caput breve: Linea aspera'nın labium lateralesi.

Insertio: Caput fibulae, fascia cruris ve tibia'nın condylus lateralis'i.

Siniri: Caput longum: N. tibialis

Caput breve: N. peroneus communis

Fonksiyon: Bacağa fleksiyon ve dış rotasyon, uyluğa ekstensiyon yaptırır.

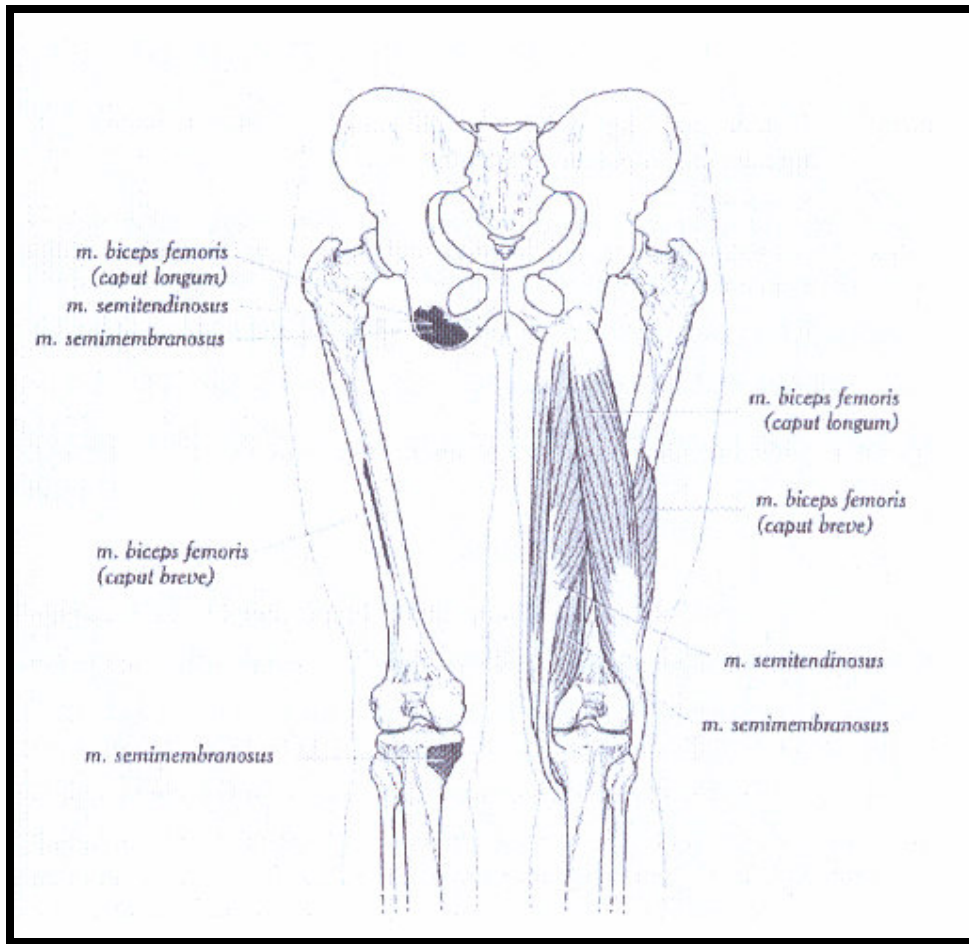
2.1.2.5.3. M. SEMITENDINOSUS

Origo: Tuber ischiadicum

Insertio: Tibia'da condylus medialis'in alt kısmı ve tuberositas tibiae

Siniri: N. tibialis.

Fonksiyon: Bacağa fleksiyon, bacak fleksiyonda iken iç rotasyon ve uyluğa ekstensiyon yaptırır.



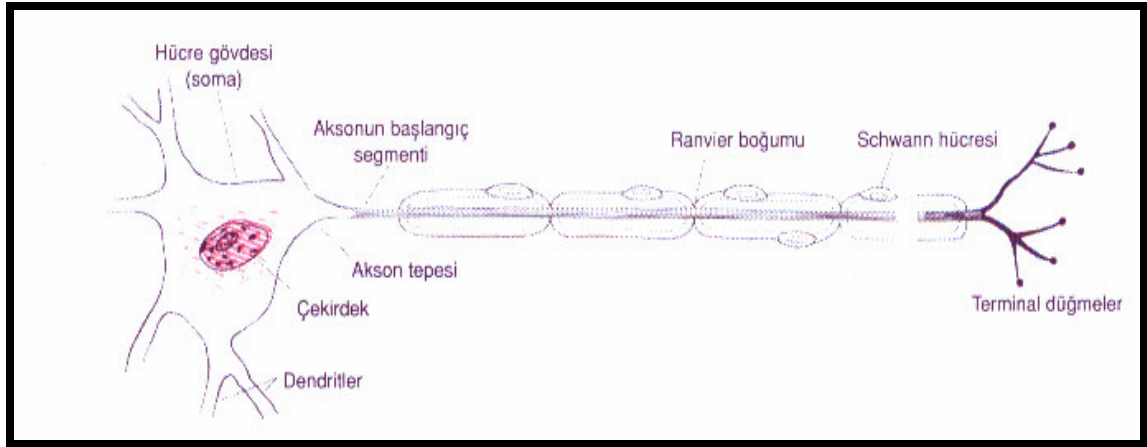
Şekil 5: Uyluk arka bölge kasları (3).

2.2. SİNİR SİSTEMİ YAPISI VE FONKSİYONU

İnsan merkezi sinir sistemi yaklaşık 100 milyar nöron içerir. Sinir sisteminin temel yapıtaşı olan nöronlar, çeşitli uyarılara kasılarak yanıt veren ilkel nöroefektör hücrelerden evrim sonucu gelişmiştir. Daha karmaşık hayvanlarda, kasılma, kas hücrelerinin özelleşmiş işlevi haline gelmiş, buna karşılık, uyarıların bütünleştirilmesi ve iletimi ise nöronların özelleşmiş işlevi olmuştur (22, 25).

2.2.1. SİNİR HÜCRELERİNİN YAPISI

Memeli merkezi sinir sisteminde, nöronlar, çok farklı şekil ve büyüklüklerde olabilir. Bununla birlikte, nöronların çoğu tipik spinal motor nöron ile aynı yapıya sahiptir (Şekil 6). Bu hücrede, **dendrit** adı verilen, hücre gövdesinden başlayıp yaygınca dallanan, 5-7 adet uzantı bulunur. Özellikle serebral ve serebellar kortekste, dendritlerin, **dendritik çıkıntılar** denen küçük, yumru şeklinde uzantıları vardır. Ayrıca, hücre gövdesinin kalınlaşmış bölümü olan **akson tepesi**'nden başlayan, uzun, fibröz bir **akson**'u vardır. Aksonun bu bölümüne **başlangıç parçası** denir. Akson, herbiri birkaç **sinaptik düğüm**'de sonlanan son dallarına ayrılır. Bu yumrulara, **son (terminal) tomurcuk** veya **akson telodendritleri** de denir. Bunlar, sinir hücreleri tarafından nörotransmitterlerin depolandığı tane ve veziküller içerir.

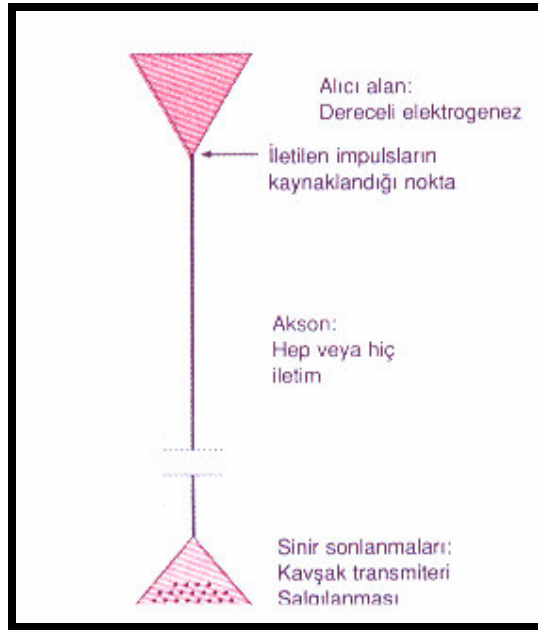


Şekil 6: Miyelinli aksonuyla bir motor nöron (22).

Nöron **miyelinlidir**; diğer bir deyişle, merkezi sinir sisteminin dışındaki akson, Schwann hücrelerinin hücre zarlarının birçok tabakasından oluşmuş bir protein-lipid

bileşği olan miyelin kılıfı ile sarılır. Bir Schwann hücresi, zarını, bir akson çevresinde 100 kez dolandırarak sardığında miyelin oluşur. Miyelin kılıf, aksonun sonu ile, 1mm düzenli aralıklarla yerleşmiş 1mm'lik daralmalar şeklinde olan **Ranvier boğumları** dışında, aksonu sarar. Bütün memeli nöronları miyelinli değildir; bazıları **miyelinsiz**'dir.

İşlevsel bakış açısından, nöronların genellikle dört önemli bölgesi vardır. Bunlar: kavşak bağlantılarla oluşturulan birçok yerel potansiyel değişikliğin bütünleştirildiği bir almaç ya da dendrit bölgesi (Şekil 7); İlerleyen uyarıları sinir ucuna taşıyan akson uzantısı; ve aksiyon potansiyellerin kavşak transmiterlerin salınımını sağladığı sinir uçlarıdır. Hücre gövdesi, sıklıkla aksonun dendrit bölgesi ucunda yer alır; fakat aksonun içinde olabilir veya aksonun yanına birleşik olabilir. Dendrit bölgesinin almaç işlevi ve aksonun ileti işlevi açısından hücre gövdesinin yeri farklılık yaratmaz (19, 22, 25, 41).



Şekil 7: Nöronların işlevsel örgütlenmesi (22).

2.2.1.1. MOTOR BİRİM (ÜNİTE)

İskelet kaslarını innerve eden spinal motor nöronların aksonları, birden çok kas lifini innerve etmek için dallara ayrıldığından, tek bir motor nöronun uyarısına yanıt

olarak kasılabilecek, olası en küçük kas miktarı, tek bir kas lifi olmayıp, bu nöron tarafından uyarılan liflerin tümüdür. Her motor nöron ve bunun innerve ettiği kas lifleri, bir **motor birim (ünite)** oluşturur. Bir motor birimdeki kas liflerinin sayısı değişiktir. El kasları ve göz hareketlerini sağlayan kaslar gibi, ince, derecelendirilmiş, kesin hareketle ilgili kaslarda, bir motor birimde 3-6 kas lifi bulunur.

Her spinal motor nöron sadece bir tür kas lifini innerve ettiğinden, bir motor birimdeki kas liflerinin tümü aynı tiptedir. Innerve ettikleri kas liflerinin tipine ve sarsı kasılmalarının süresine dayanarak motor birimler, hızlı ve yavaş birimler olarak ikiye ayrılır. Genelde yavaş kas birimleri, ince, yavaş iletim yapan motor nöronlardan innerve edilirken, hızlı birimler, iri, hızlı iletim yapan motor nöronlar tarafından innerve edilir (**boyut ilkesi**). Kalın bacak kaslarında, çoğu hareket için önce küçük, yavaş motor birimler görev alır, bunlar yorgunluğa dirençlidir ve en sık kullanılan birimleri oluşturur. Çok daha kolayca yorulan hızlı birimler, genellikle, çok daha güçlü hareketler için devreye sokulur.

Kas birimlerinin tipleri arasındaki farklar, kalıtsal olmayıp, diğer bazı şeylerin yanısıra, bunların etkinliği tarafından belirlenir. Normal kişilerde, dinlenim sırasında iskelet kasında herhangi bir kendiliğinden etkinlik olmadığı veya bu etkinliğin çok küçük olduğu, elektromiyografi ile gösterilmiştir. Asgari istemli hareket sırasında, ancak birkaç motor birim ateşlenir ve istemli kassal etkinlik arttıkça gittikçe artan sayıda motor birim olaya katılır. Bu olay, **motor birimlerde birikme (recruitment)** olarak adlandırılmaktadır. Bu nedenle, kassal etkinliğin artırılması, kısmen, etkinleşen motor birimlerin sayısının bir işlevidir. Ayrıca, her bir sinir lifindeki uyarı sıklığı da burada rol oynar, tetanik kasılmalar sırasında meydana gelen kassal gerimin şiddeti, tek tek kas liflerinin sarsı şiddetinden daha büyüktür. Kasın boyu da bir etmendir. Son olarak, motor birimleri eş zamanlı boşalmaz, yani birbirlerinden farklı fazlarda bulunurlar. Bu eş zamanlı olmayan ateşleme, bireysel kas liflerine ait yanıtların kasın genelinde düzgün bir kasılma sağlayacak şekilde kaynaşmasına neden olur (13, 15, 19, 22, 25, 29, 41).

2.2.2. SINIR HÜCRELERİNİN FONKSİYONU

Periferik sinir sisteminin ana fonksiyonu uyarıların iletimidir.

2.2.2.1. SİNİR KAS KAVSAĞI VE KAVŞAK İLETİMİ

Bir iskelet kas lifine gelen akson, sonlanma noktasına yaklaşırken miyelin kılıfını kaybeder, çok sayıda terminal düğme veya ayak ucuna bölünür. Ayak ucu, bu kavşaklardaki transmitter olan asetilkolini içeren çok sayıda berrak vezikül içerir. Sinir uçları, kavşaktaki kalınlaşmış kas zarı bölümü olan **motor son plak**'taki çöküntülere yerleşir. Sinir ucunun altında, son plağın kas zarı **kavşak kıvrımları** yapar. Sinir ile kalınlaşmış kas zarı arasındaki aralık kavşaklardaki kavşak yarığına karşılık gelir. Bütün bu yapıya **nöromüsküler** veya **miyonöral kavşak** veya **kas-sinir kavşağı** denir. Her bir son plakta sadece bir tane sinir lifi sonlanır ve çok sayıda girdinin kavuşum yapması söz konusu değildir.

Uyarılar, bir sinir hücresinden diğer hücreye **kavşak**'larda iletilir. Kavşaklar bir hücrenin (**kavşak önü hücre = presinaptik hücre**) akson veya bazı bölümlerinin, diğer nöronun dendritleri, soması veya aksonu üzerinde veya bazı durumlarda, bir kas veya bir salgı hücresi üzerinde (**kavşak ardı hücre = postsinaptik hücre**) sonlandığı noktalardır. Sinaptik kavşakların çoğunda ileti kimyasaldır; presinaptik aksondaki uyarı asetilkolin veya serotonin gibi bir **nörotransmitter**'in salınmasına neden olur. Bu kimyasal aracı, postsinaptik hücre yüzeyindeki almaçlara bağlanır ve bu olay postsinaptik hücre zarında bulunan kanalların açılma veya kapanmasını tetikler. Her durumda, iletim bir aksiyon potansiyelin, presinaptik hücreden postsinaptik hücreye basit bir atlaması değildir. Bireysel kavşak sonlanmalarında boşalmanın etkisi uyarıcı veya inhibe edici olabilir. Ve bütün bu uyarıcı ve inhibitör etkilerin toplamı, bir aksiyon potansiyelinin oluşup oluşmayacağını belirler. Bu nedenle, kavşak iletimi, nöral etkinliğin normal işlemesi için gerekli basamaklama ve ayarlamalara izin veren karmaşık bir işlemdir.

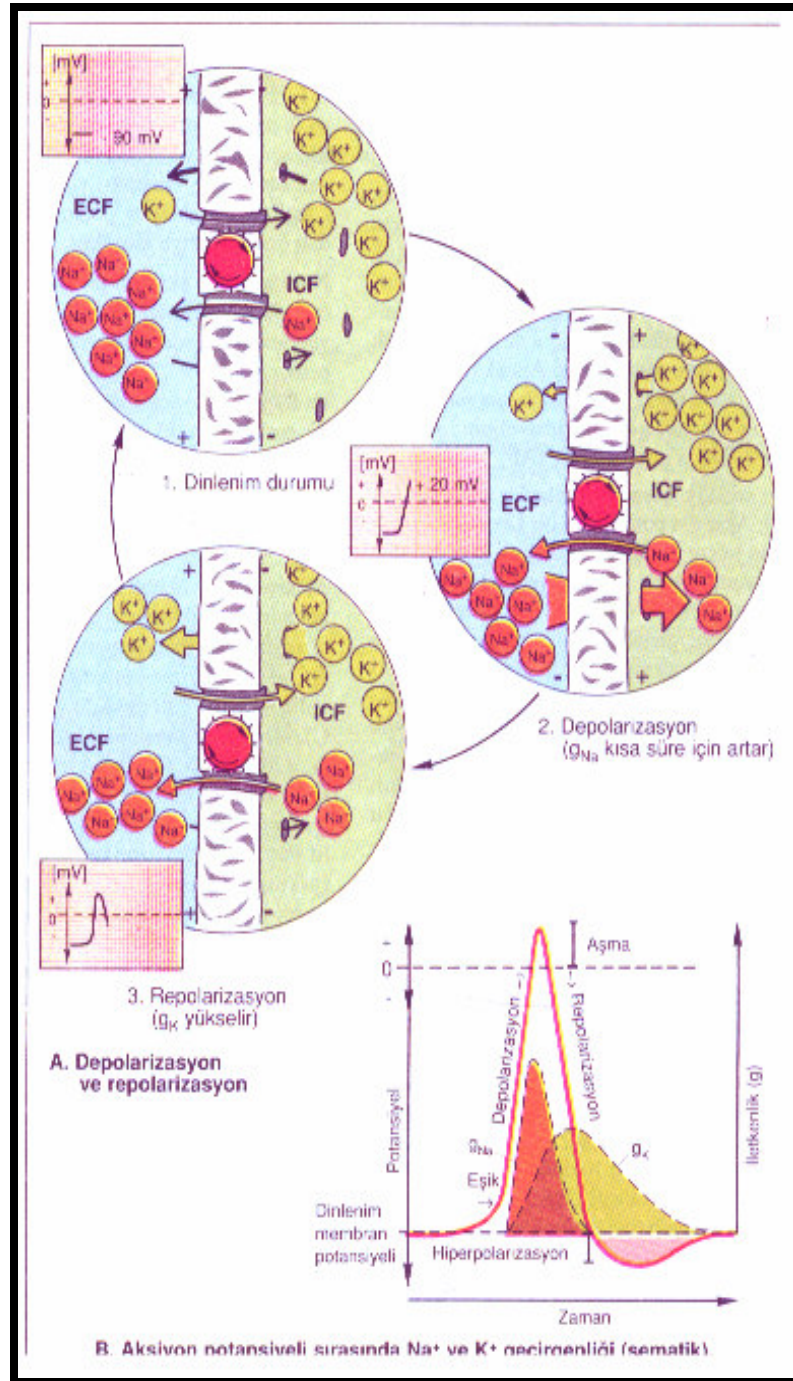
Sinirden kasa iletim, bir nöronla başka bir nöron arasında olan iletme benzer. Bir motor sinirin bir iskelet kasının üzerinde sonlandığı özelleşmiş alanda (**kas-sinir kavşağı**), stereotipik iletim işlemi gerçekleşir (22, 25).

2.2.2.2. UYARILMA VE İLETİLME

Sinir hücreleri uyarılma için düşük bir eşiğe sahiptir. Uyarın, elektriksel, kimyasal veya mekanik olabilir. İki tip fizikokimyasal değişiklik meydana gelir: yerel, ilerlemeyen potansiyellere, bulunduğu yere göre, sinaptik, jeneratör veya elektronik potansiyeller ve ilerleyen uyarılara ise aksiyon potansiyeller (veya sinir impulsları) adı verilir. Bunlar, nöronların ve diğer uyarılabilen dokuların tek elektriksel yanıtıdır ve

sinir sisteminin temel dilidir. İyon kanallarındaki değişmeler sonucu gelişmiş, iyonların hücre zarı boyunca iletimindeki değişikliklere bağlıdırlar (22).

Motor sinirden kasa dürtülerin iletimi sırasında meydana gelen olaylar diğer kavşaklarda oluşana bir ölçüde benzerlik gösterir. Motor nöronun ucuna ulaşan dürtü, bu ucun Ca^{2+} a geçirgenliğini artırır. Sinir uçlarına giren Ca^{2+} , asetilkolin içeren veziküllerin ekzositozunda belirgin bir artışı tetikler. Asetilkolin, motor son plak zarının kavşak kıvrımlarında yoğunlaşmış kas tipi nikotinic asetilkolin almaçlarına doğru sızar. Asetilkolinin bu almaçlara bağlanması, zarın Na^{+} ve K^{+} iletkenliğini artırır ve bunun sonucunda Na^{+} 'un içe akışı, son plak potansiyeli adı verilen depolarize edici bir potansiyel meydana getirir (Şekil 8). Bu yerel potansiyelle yaratılan akım tuzağı, bitişik kas zarını eşik değerine depolarize eder. Asetilkolin, daha sonra, sinir kas kavşağında yüksek derişimde bulunan asetilkolinesteraz tarafından sinir kas kavşağından uzaklaştırılır. Aksiyon potansiyelleri, son plağın her iki tarafında oluşturulur ve kas lifi boyunca, son plaktan, her iki yöne doğru iletilir. Kas aksiyon potansiyeli kas kasılmasını başlatır (13, 19, 22, 25, 29, 41).



Şekil 8: Aksiyon potansiyeli oluşumu (13).

2.3. YAŞLILIK VE EGZERSİZ

1960'lı yıllardan itibaren cerrahi alandaki koroner by-pass, renal transplantasyon ve kanser tedavisindeki kemoterapi gibi bazı etkili yöntemlerin geliştirilmesi ile ileri yaş grubundaki populasyonun yaşam süreçlerinde artma olmuştur. Dünya, sayısı hızla artan yaşlı nüfus ile karşı karşıya kalmıştır. Ülkemizde nüfus dağılımı tabanı oldukça geniş bir piramit şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Tabanı oluşturan çocuk ve genç nüfusun fazla olmasına karşın sağlık alanındaki yenilikleri takip ve uygulamada hızla gelişen ülkemizde yaşlı nüfusun artacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Yaşlı nüfus için özellikle kişilerin fiziksel olarak aktif olmalarından önce kas iskelet sistemi uygunluk seviyesine ulaştırılmaları gereklidir. ABD'deki 'National Institute on Aging' yaşlı nüfusun günlük basit işlerini, kendi öz bakım aktivitelerini yapamadıklarını, merdiven inip çıkamadıklarını, tek başına yaşamı gerçekleştiremediklerini belirtmiştir. Bunun nedenini kuvvet, endurans ve esnekliği içine alan fiziksel uygunluğun olmayışına bağlamıştır. Önemli olan kişinin yaşamındaki fonksiyonları gerçekleştireceği bir uygunluk seviyesini oluşturmaktır.

Toplumumuz da belli bir yaştan sonra hareketsiz yaşam koşullarını benimsemektedir. Bu durum psikolojik korkularla kendi kabuğu içine çekilen inaktif yaşlı bir populasyon oluşturur. Yaşlıların yaşamdan zevk alan bir grup olabilmeleri için uygun egzersiz ve sporlardan, rekreasyonel aktivitelerden faydalanılmalıdır. Yaşlılar için önerilen fiziksel aktiviteler yaşam uzunluğunu arttırmaz. Yaşam standartlarını yükselterek, yaşam kalitesini arttırır, psikolojik yönden destekler, sosyal çevresi ile olan iletişimine yardımcı olarak fiziksel uygunluğunu da yavaş yavaş arttırır (8, 10, 16, 24, 31).

2.3.1. YAŞLILARDA SİSTEMLERİNDE ORTAYA ÇIKAN FİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER

Yaşlı ve genç bireyler arasındaki biyolojik farkın yaşlanmaya bağlı olduğunu söyleyebilmek için bazı kriterlerin karşılanması gereklidir; ilk olarak zaman içinde göreceli olarak değişim göstermeli, türün tüm bireylerinde var olmalı ve intrinsek olmalıdır. Ayrıca çevresel faktörler veya yaşam tarzına bağlı olmaksızın tüm koşullarda ortaya çıkmalıdır. Yaşlılık doku ve organlardaki rezervlerin azalması ile karakterizedir. Çevresel değişikliklere uyma yetisinde azalma da yaşlılık süreci için tipik

özelliklerdendir. Yaşam süresini belirleyen en önemli faktör genetikdir. Ancak yaşam tarzı, çevresel faktörler ve hastalıklar gibi pek çok etken de yaşam süresinin belirlenmesinde rol oynar. Genetik dışı bu faktörlerin belirlenmesi ve mümkün olduğunca modifiye edilmesi organ sistemlerindeki kayıpları en az düzeye indirebilir.

Yaşlanma ile ortaya çıkan fizyolojik değişiklikler hem bazı hastalıkların prevelansının artmasına hem de atipik seyirli olmalarına neden olur (31).

2.3.1.1. KARDİOVASKÜLER SİSTEM

Kardiyovasküler durum genel fiziksel performansın önemli bir göstergesidir. Yaşlılarda fizyolojik farklılaşmalar ve kardiyovasküler hastalıklara bağlı olarak bazı değişiklikler gerçekleşir.

Yaşlanma sonucu; maksimal O_2 tüketiminin azalması, maksimal egzersiz kalp hızında azalma, egzersiz atım hacminde azalma ve kardiyak “output”un azalması kardiyovasküler sistemdeki değişikliklere örnek olarak verilebilir. Yaşlanma ile vasküler distensibilite azalır, kalp kapakçıkları kalınlaşır, rijit bir yapıya sahip olur, kollajen içeriği artar ve dejeneratif kalsifikasyon saptanabilir. Sol ventrikül duvarındaki kalınlaşma ve sol atrial hacmin artması da yaşlanma ile oluşan değişikliklerdir.

Yaşlı bireylerde kan basıncı; büyük arterlerin elastisitesindeki kayıp ve vazopresör kontrolün bozulması arasındaki dengeye bağlıdır.

Kardiyak output puberte sonrası her yıl ~%1 azalma eğilimindedir. Yaşlanma ile istirahatte ve submaksimal işlere yanıt olarak kalp atım hızı değişmez, ancak maksimal egzersize yanıt olarak kalp atım hızında yaşla azalma olur. Egzersiz sonrası kalp atım hızının normale dönmesi için gereken süre de artar.

Aktivite düzeyine bağlı olmaksızın maksimal O_2 tüketimi yaşla azalır (~0,45 ml/kg/yıl). Artan yaşla birlikte, aerobik kapasitenin daha büyük kısmını yürüyüş esnasındaki enerji tüketimi oluşturduğundan yürüyüş etkin bir fiziksel kondisyon stimulusu olur (10, 24, 31).

2.3.1.2. SOLUNUM SİSTEMİ

Yaşlanma ile solunum sisteminde meydana gelen değişiklikler hem sigara dumanı, hava kirliliği gibi dış etkenlere, hem de akciğer, kas, kalp gibi organlarda meydana gelen değişiklikler gibi iç etkenlere bağlıdır. Yaşlı bireylerde kardiyovasküler

veya pulmoner hastalık yok ise bunlardaki fonksiyonel kayıp genellikle sadece rezerv kapasite kaybı ile ilişkilidir.

Yaşla birlikte rezidüel hacim ve fonksiyonel rezidüel kapasite artar, vital kapasite ve maksimal O₂ tüketimi azalır. Yaşlılarda alveol sayısı değişmez, ancak respiratuar bronşiol ve alveollerin kapladığı toplam yüzey daralır. Pulmoner damarlarda da internal fibrozis ve damar duvarında kalınlaşma gözlenir. Solunum kasları santral sinir sisteminin uyarısına ihtiyaç duyar. Artan yaşla birlikte solunum merkezinin arteriyel kanda O₂ azalması veya CO₂ düzeyini artmasına yanıtı azalır. Normal gaz değişimi için hem ventilasyonun yeterli olması hem de pulmoner kapiller yatakta yeterli kan akımı olması gereklidir. Yaşlanma; progresif ventilasyon- perfüzyon dengesizliğine yol açar. Gaz değişiminin hafif düzeyde bozulması ile yaşlanma sürecinde pO₂ doğrusal bir şekilde azalır (10, 24, 31).

2.3.1.3. KAS İSKELET SİSTEMİ

Sağlıklı bireylerde orta yaştan sonra vücut ağırlığı azalır. 40 yaş üzerinde kas kütlesi %1-1,5 oranında azalır. 65-89 yaş arasında sağlıklı kadın ve erkeklerde ise kuvvet yılda %1-2 oranında azalmaktadır. Kas kuvveti ile fonksiyonel yeti arasında bağıntı olması nedeniyle bu azalma sınırdaki yetisi olan bireyler için önemlidir. Kas kuvveti yaşla beraber proksimal ve antigravite kaslarında daha belirgin bir şekilde azalır. 30 ve 80 yaş arasında bacak ve sırt kaslarında %40, omuz çevresi kaslarında ise %30 bir azalma gözlemlenmektedir. Yaşlılık ile beraber enduransda da değişiklikler meydana gelmektedir. 30 yaş sonrası enduransın %1 oranında azalmaktadır. Özellikle antigravite kaslarındaki bu kuvvet ve endurans kaybına bağlı olarak postürde değişiklikler meydana gelmekte, aynı zamanda denge ve propriyosepsiyon da azalmaktadır (8, 10, 16, 24, 31).

2.3.2. YAŞLILARDA EGZERSİZ

Yaşlı bireylerde fiziksel inaktivite oranı %33'dür. Haftada beş veya daha fazla, orta yoğunlukta egzersiz yapılması bu yaş grubu için çok önemlidir. Fiziksel aktivite yaşlanma ile bağıntılı metabolik bozuklukları gidermede kritik role sahiptir. Yaşlı bireylerde fiziksel aktivite:

1. Kas gücünü artırır,
2. Musküler enduransı artırır,
3. Maksimal aerobik gücü artırır,
4. Vücut yağ oranını azaltır,
5. Kemik mineral dansitesini artırır,
6. Diabetes mellitus'da glisemik kontrolün düzeltilmesini sağlar,
7. Koroner arter hastalığı ve hipertansiyon riskini azaltır,
8. Eklem hareket açıklığını artırır,
9. Yaşam kalitesini, özgüveni ve sosyalizasyonu artırır.

Fleksibilite, koordinasyon ve dengenin düzelmesi mobilitiyi artırır ve düşme riskini azaltır (8, 16, 24, 31).

Yaşlanma ile fiziksel kapasitenin azalması; normal yaşlanma, kronik hastalıklar ve uygun olmayan kullanım gibi çeşitli faktörlerin etkileşimine bağlıdır. Ayrıca yaşlı bireyler, egzersiz testi esnasında kendilerini riske sokacak çeşitli medikal problemlerle karşılaşmaktadır. Bu nedenle egzersiz testi esnasında şu noktalara dikkat edilmelidir:

- Yaşlı bireyin tıbbi öyküsü ve mevcut ilaçları egzersiz testi öncesi tekrar gözden geçirilmeli,
- Egzersiz testi bireyselleştirilmeli (daha uzun ısınma dönemi veya daha düşük iş yükü ile başlanması gibi).
- Egzersiz evrelerinin çok uzun olmamasına özen gösterilmeli, yaşlı bireyin çabuk yorulabileceği unutulmamalı.
- Yaşlı bireylerin dehidratasyona ve insulin insensitivitesine daha yatkın olduğu göz önüne alınmalıdır.

- Egzersiz programlarına bir ısınma bir de gevşeme periyodu eklenmelidir. Isınma egzersizleri nöromuskuler iletimi düzenleyerek performans hataları sonucunda oluşabilecek yaralanmaları, gevşeme egzersizleri de egzersiz sırasında oluşan metabolitlerin uzaklaştırılması için gerekli kas içi dolaşımı sağlamaktadır.

Bu yaş grubunda polifarmasinin sık olması ve ilaçların atılımının azalması yan etki riskini de arttırır (8, 16, 24,31).

2.4. İZOKİNETİK KUVVET TESTLERİ VE EGZERSİZLER

İzokinetik kasılma önceden belirlenmiş sabit bir hızda, kasın tam eklem hareket açıklığı boyunca, bütün gücüyle çalışmasını sağlayan kasılma şeklidir. Rehabilitasyonda ve değerlendirmede izokinetik egzersizler çok önemli bir yer tutmaktadırlar. İzokinetik çalışmalar izometrik egzersizlerin ve dinamik ağırlık çalışmanın olumlu yanlarını kendinde toplar. Kişinin gücünün en az olduğu hareket açısında bile maksimum yüklenme gerçekleşir.hareketin her açısında kaslara %100 yüklenilmesi hareket sisteminin diğer kontraksiyonlarından farklıdır. Böylece eklem hareket açıklığı boyunca kasta elde edilen gelişim maksimumdur. Normal eklem hareketinin üzerinde tüm eklem açılarında sabit hızda kasın kısılması ile geliştirilen gerilimin maksimal olması izokinetik kontraksiyonu doğurur. Bazı spor performanslarında bu kontraksiyon yaygın olarak kullanılır. Serbest yüzme sırasındaki kol vuruşu bu tarz egzersizlere örnek olarak gösterilebilir (2, 4, 11, 16, 26, 27, 37, 39, 44).

İzokinetik egzersizler 30 yılı aşkın bir süredir testleme ve performans arttırımını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. İzokinetik egzersizler 1960'lı yıllarda geliştirilmiş; 1980'li ve 1990'lı yıllarda ise kullanımı daha da yaygınlaşmıştır (9, 39, 44).

İzokinetik değerlendirme klinisyenin kas performansını güvenli ve objektif bir şekilde değerlendirmesini sağlar. Değişik hızlarda testlemeler yaparak o hızlardaki kas performansı değerlendirilebilir; çeşitli objektif verilerle kişinin performansı gözlemlenip takip edilebilir. Agonist ve antagonist kas grupları arasında denge de izokinetik testleme ile ölçülebilir (19, 39, 44).

Test kontraendikasyonları olarak iyileşmekte olan yumuşak doku yaralanmaları, ağrı, limitli eklem hareket açıklığı, efüzyon, eklem instabilitesi, akut strain ve sprain ve bazen subakut durumlardır (9, 39, 44).

İzokinetik egzersizlerin sağladığı avantajlar:

- Değişik özelliklere sahip bireylerden normativ değerlerin elde edilmesi
- Kas performansının kontrolateral kaslarla, normativ verilerle veya bir kontrol grubunun performansı ile karşılaştırılması sonucu normal veya anormal olarak derecelendirilmesi
- Tork eğrilerinin elde edilmesiyle patolojik karakterli değerlerin tanımlanması
- Birçok tedavi ve egzersiz programının etkilerinin saptanması
- Antrenmanların etkilerinin saptanması
- Antrenman programları oluşturulmasında yardımcı bilgilerin elde edilmesi
- Egzersiz programlarının uygulanması
- Fonksiyonel hızlarda kasın antrene edilmesine olanak verir. Diğer egzersiz tiplerinde sporcular için gereken yüksek hızlarda kas eğitimi yaptırma imkanı yoktur (9, 44).

İzokinetik kuvvet testleri için elektromekanik aletler kullanılmaktadır. İzokinetik makine kullanıldığı zaman, bir kas grubunun maksimum kontraksiyonu, tüm normal eklem hareketi boyunca sabit hızda ölçülür. Bu sabit hız kazanıldığı zaman, izokinetik yükleme mekanizması otomatik olarak uygulanan güce eşit karşı bir güç oluşturur. Ortalama kuvvet ve güç çıktılarını sağlayan bilgisayar, hareketin her şeklini kaydeder (16).

Bir izokinetik makinenin üç büyük bileşimi vardır; dinamometre, hız seçici ve veri kaydedici. Hız seçici, hızı kontrol eder. Hastanın kaldıraç kolunun ivmesini ayarlanmış hıza getirene kadar hiçbir kuvvet uygulamaz. Kişi hızını arttırmaya çalıştığında hız seçici motorun daha hızlı hareket etmesine izin vermez ve çalışan tarafından uygulanan kuvvet ona geri döndürülür. Kayıt edici, tüm verilerin alındığı ve izlendiği kısımdır. Grafiklerin yazılı olarak kağıda dökümünü sağlar (9, 39, 44).

Bu ölçümlere olanak tanınmadığı zaman manual kas testi ve 1-3-MT (1 veya 3 maksimum tekrar) yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak sporcularda ve bazı spor dallarında (örneğin okçuluk, atıcılık, eskrim,golf gibi...) bu metodlar genellikle en son

tercih edilmektedir. Bir maksimum tekrar için kullanılan kum torbaları veya ağırlıklar bir defada kaldırılan maksimum ağırlığı hedefleyeceği için tutma, kavrama ve kaldırma hareketi sırasında yeterli kalmayacaktır (16).

2.5. ELEKTROMİYOGRAFİNİN ANATOMİK VE FİZYOLOJİK TEMELİ

Motor birimlerin etkinliği, kasın elektriksel etkinliğinin katod ışınli bir osiloskopa kayıt işlemi olan elektromiyografi ile incelenebilir. Bu işlem, anestezi verilmemiş insanlarda yakalama elektrodu olarak kasın üzerindeki deri üstüne konan küçük metal diskler veya hipodermik iğne elektrodlar kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu tür elektrodlarla elde edilen kayda **elektromiyogram (EMG)** denir. İğne elektrodlar kullanarak tek kas liflerinin etkinliğini kaydetmek genelde olasıdır (22).

Elektromiyografi (EMG) motor ünitenin elektriksel fonksiyonunu gösterir. Çizgili kas liflerinden sadece bir tanesinin eksitabilite ve kontraktibilite özelliği var olmakla beraber bir iskelet kasında meydana gelen hareketin birimi tek kas lifi değildir. Çizgili kas lifi kasın yapısal birimidir. Kasın hareketini sağlayan anatomo-fizyolojik birim ise motor ünitedir. Motor ünite, medulla spinalis ön boynuzundaki bir a-motor nöronun periferik aksonal uzantısı ile bir çizgili kas içinde birden çok kas lifini innerve etmesi ile oluşan bir kavramdır. Bir a-motor nöronun doğan bir impuls, periferik aksondan geçerek, o kasın içindeki belirli kas liflerinin hemen hemen aynı anda kasılmasına yol açar. Böylece bir a-motor nöron, bir çizgili kas içinde belirli sayıda kas hücresi ile temsil edilmiş olur. Bu kas lifleri topluluğu, kendilerini innerve eden motor nöronun kontrolü altında olup, birlikte kasılıp gevşemeleri o motor nöronun eksitasyon durumuna bağlıdır (30, 31, 34).

Tek bir motor nöron ile innerve olan kas lifi sayısı (innervasyon oranı), kastan kasa önemli değişiklikler gösterir. Örneğin gastroknemius kasında bu oran 1934:1 iken, laringeal kaslarda 2-3:1, küçük el kaslarında yaklaşık 100:1, fasiyal mimik kaslarında 25:1 dir. Genel olarak beceri ve ince motor kontrol gerektiren hareketleri yapan kaslarda motor üniteye düşen lif sayısı düşük; geniş, açık seyirli aksiyon gösteren, postür ile ilgili kaslarda bir motor üniteye düşen lif sayısı yüksektir (30, 31, 34, 35).

Geçmişte kas içinde bir a-motor nöronun innerve ettiği tüm kas liflerinin yani motor ünitenin gruplaşmış, sistematik paketler halinde olduğu düşünülürdü. Ancak böyle sistematik bir gruplaşma olmadığı, aksine bir motor üniteye ait kas liflerinin başka motor üniteye ait kas lifleriyle yan yana ve karışık bir biçimde geniş bir alana

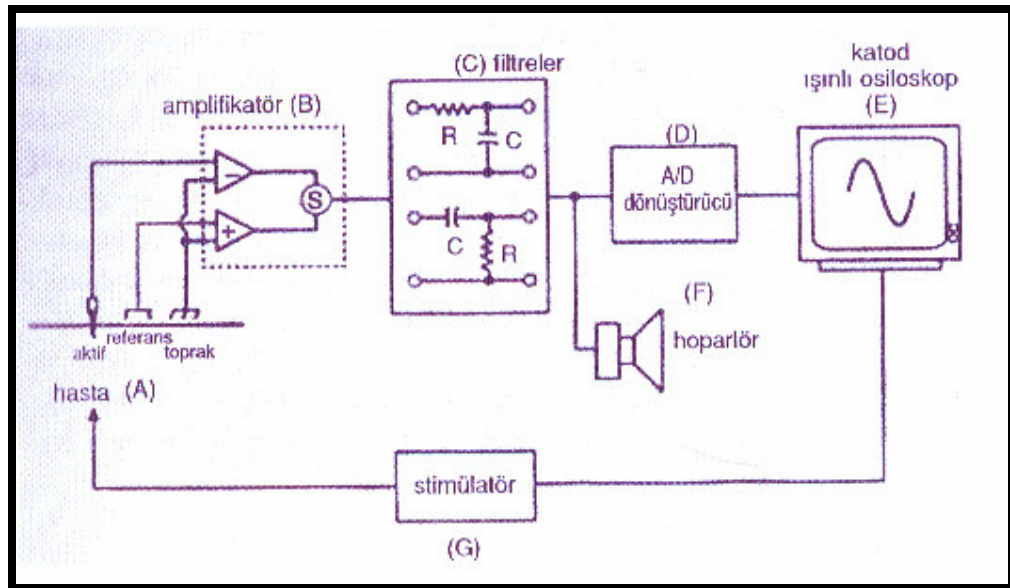
rastgele dağıldığı gösterilmiştir. Bu durum Tip 1 ve Tip 2 kas liflerinin insan kasındaki karışık, mozaik benzeri dağılımıyla da uyum göstermektedir (19, 29, 31).

Normal fizyolojik koşullarda bir iskelet kasının kasılması sırasında bütün motor üniteler aynı derecede aktive olmazlar. Bir kısmı yüksek frekansta kasılırken, bir kısmı düşük frekansta kasılır ve bir kısmı da hiç kasılmaz. Eğer daha yüksek bir kas gücü gerekiyorsa önce aktivasyon frekansı artırılır daha sonra önceden aktive olmamış motor üniteler kasılmaya katılır (19, 29, 31).

İnsan vücudundaki uyarılabilir iki temel doku kas ve sinir dokularıdır. Her iki dokudaki aksiyon potansiyeli oluşumu temel prensipleri göreceli olarak benzerdir. Aralarındaki en önemli fark sinire göre kasta oluşan intrasellüler aksiyon potansiyeli süresinin daha uzun ve monofazik olmasıdır. İstirahat halindeki miyelinli sinir ve çizgili kas lifi membran potansiyelleri membran boyunca yaklaşık -90 milivolttur. Bu potansiyel farkı membranın her iki yanındaki (+) ve (-) iyon konsantrasyonları arasındaki fark ve iyonların selektif geçirgenliğine farklı duyarlılığı ile gelişir(31, 35).

2.5.1. ELEKTROMİYOGRAFİ CİHAZININ TEMEL GEREÇLERİ

Rutin klinik elektromiyografi çalışmalarında uygulanan işlemleri yapabilmek, gözlemek, işitmek ve kaydetmek için belli temel gereçler gereklidir (Şekil 9).



Şekil 9: Elektromiyografi cihazının şeması (39).

2.5.1.1. AMPLİFİKATÖR

Kayıt elektrodu tarafından elde edilen potansiyeller genellikle çok küçüktür ve görüntülenmeleri veya kaydedilmeleri için bir amplifikatör yardımıyla büyütülmeleri gereklidir. Amplifikatörün diğer bir işlevi istenmeyen sinyal ve parazitleri ayıklamasıdır (31, 35).

2.5.1.2. OSİLOSKOP

Nörondaki elektriksel olaylar hızlıdır, milisaniyeler (ms) şeklinde ölçülür ve potansiyel farklar küçük olup, milivoltlarla (mV) ifade edilir. 1 mm'den daha az uç çapı olan mikroelektrodların geliştirilmesine ek olarak, sinirlerde etkinliğin ayrıntılı çalışılmasını olası kılan temel ilerlemeler, elektronik büyüteçler ve katod-ışını osiloskopların gelişmesi olmuştur. Çağdaş büyüteçler, potansiyel değişiklikleri, 1000 kez ya da daha fazla büyütür ve katod-ışını osiloskop, elektriksel olayları kaydetmede, hemen hemen eylemsiz (inertia) ve derhal yanıt veren bir "kaldıraç" görevi yapar (22).

Katod ışını osiloskop, potansiyelleri lineer bir zaman skalası üzerinde gösterir; canlı dokularda, elektriksel olayları ölçmede kullanılır. Sessiz dönemde osiloskopta izoelektrik hat görülür. İzoelektrik hattın alt tarafı (+), üst tarafı (-) bölgedir. Osiloskop potansiyellerin ekranda dondurulup incelenmesine uygundur ve bilgisayar bağlantılı cihazlarda potansiyeller saklanabilir (22, 31, 35).

2.5.1.3. SES AMPLİFİKATÖRÜ VE SİSTEMİ

Kas ve sinir aksiyon potansiyellerinin oluşumu sırasında meydana gelen biyolojik titreşimleri yükseltip mikrofona gönderen ve sadece elektromiyografiye özgü bir sistemdir. Görsel analiz sırasında potansiyeller kendine özgü sesler oluşturur ve bu sesler potansiyellerin tanınmasında son derece önemlidir (31, 35).

2.5.1.4. STİMÜLATÖR VE SİNYAL ORTALAYICI

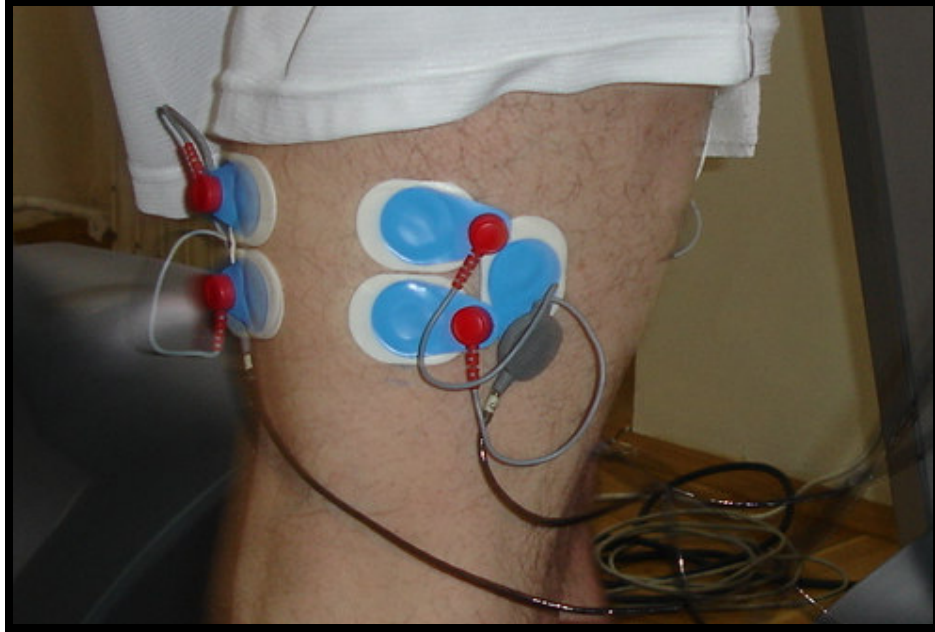
Stimülatör, sinir ileti çalışmalarında sinirleri elektriksel olarak uyarmak için gereklidir. Stimulusun durasyonu, şiddeti ve frekansı ayarlanabilir ve kare dalgalar kullanılır. Özellikle duyu ileti ve uyarılmış potansiyel çalışmalarında çok küçük potansiyelleri rutin elektromiyografi artefaktlarının etkisinden kurtarmak ve büyütme amaçlı çok sayıda uyarıları ortalayan sinyal ortalayıcı kullanılır (31, 35).

2.5.1.5. ELEKTRODLAR

Kas ve sinir aksiyon potansiyelleri deri üzerine konulan bir yüzeysel elektrod veya vücuda yerleştirilen bir iğne elektrod yardımıyla kaydedilir. Yüzeysel elektrodlar

birçok motor ünitenin aktivitesinin toplamını kaydeder; iğne elektrodlar ise çok ufak bir alandaki üniteleri tek tek kaydeder (31, 35).

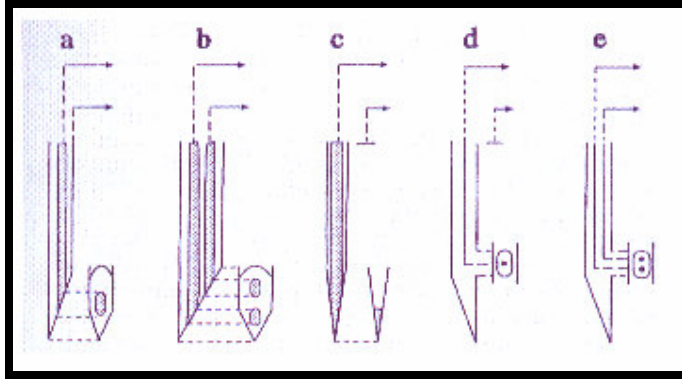
Yüzeysel elektrodlar kare veya metal yuvarlak tabakalardır. Ortalama yüzeyi 1cm^2 'dir; fakat çok değişik boyutları olanlar da mevcuttur. Elektrod cilde bir yapışkan bant ile tutturulur ve altına elektrod kremi sürülür. Cildin alkolle temizlenmesi ve nasırlı yüzeylerin iyice silinmesi impedansı azaltır. Ancak çok fazla krem sürülmesi veya aktif ve referans elektrodların arasının ıslaklık olması, iki elektrod arası bir köprü oluşturarak aksiyon potansiyelini ölçmeyi engeller. Kayıt elektrodları ile uyarı elektrodu arasında ıslaklık varsa kısa devre oluşarak uyarı artefaktı çok büyür. Yüzeysel elektrodlar kinezyolojik çalışmalarda istemli kas kontraksiyonu ile uyarılmış bileşik sinir veya kas aksiyon potansiyellerini kaydetmek için idealdir. Yüzeysel elektrodların kayıt alanı yarıçapı 20 mm civarında olup oldukça geniş bir bölgenin elektriksel aktivitesini seçici olmayan bir biçimde kaydeder. Elektrod yüzeyi arttıkça aksiyon potansiyeli amplitüdü düşer. Yüzeysel elektrodlar aynı zamanda uyarı elektrodu, referans elektrod veya toprak olarak da kullanılabilirler. Ancak yüksek frekanslı sinyalleri iyi göstermedikleri için motor ünite potansiyellerinin kaydedilmesinde kullanılmazlar. Elektromiyografi için yüzeysel elektrod kullanıldığından birçok motor ünitenin toplam aktivitesi gösterilebilir. Elektrodların çok sıkı yerleştirilmesi hareketten kaynaklanan artefaktı en aza indirir (Şekil 10) (35).



Şekil 10: Yüzeysel elektrodların yerleştirilmesi.

Yüzeysel elektrodla ile derinde yer alan kaslar veya büyük kas gruplarının derinde kalan kısımlarından aktivite kaydı almak zordur. Ayrıca yüzeysel elektrodun, yan kasların aktivitesini de kaydedebileceği göz önüne alınarak çok küçük kaslarda aktivite kaydı için kullanılmaz. Kasların derin kısımlarında yer alan motor üniteler daha küçüktür; yüzeysel yerleşimli olanlar ise daha büyük ve glikolitik özelliklere sahiptirler. Böylece yüzeysel elektrodla ile bu tarz motor ünitelerden kayıt alınmış olur (35).

Birçok *iğne elektrod* tipi bulunmaktadır. Bu tarz elektrodla ile bütün kasta yer alan motor ünitelerin yerine bir veya birkaç motor ünit potansiyelinin görüntülenmesi sağlanır. Genellikle konsantrik ve monopolar iğne elektrodla ile kullanılır (Şekil 10) (10, 31, 35).



Şekil 11: a. Standart koaksiyal bipolar iğne, b. Konsantrik bipolar iğne, c. Monopolar iğne, d-e. Tek lif iğnesi (39).

Esnek tel elektrodla ile vücuda bir hipodermik iğne içinde itilerek yerleştirilir ve esnekliği sayesinde harekete izin verir. Kinezyolojik çalışmalarda kullanılan bu elektrodla ile değişik tipleri vardır. Ancak kantitatif çalışmalar için gerekli standardizasyon gelişmemiştir (10, 31, 35).

İntrasellüler kayıt için kullanılan *cam mikroelektrod* içi potasyum klorür dolu ince bir cam borudur. Bu cam boru çok çabuk kırılılabildiğinden doku içine yerleştirilirken bir kanül kullanılır. Kas içine ise bir mikroişlemci aracılığı ile itilir (10, 31, 35).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. GEREÇ

Çalışmamızda yaşları 63 ± 3 yıl, kiloları 80 ± 15 kg. olan 8 yaşlı sedanter erkek katıldı. 8 kişiden oluşan izokinetik çalışma grubu oluşturuldu. Çalışmada kullanılacak olan tüm protokoller İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Yerel Etik Komitesinin onayından geçmiştir. Etik kurulun önerisi doğrultusunda her gönüllüye çalışma hakkında sözlü olarak bilgi verilmiş, Gönüllü Bilgilendirme Formu okutulmuştur. Çalışmaya katılan her gönüllüden gönüllü onay formu alınmıştır. Çalışmalar İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı Laboratuvarlarında yapılmıştır.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Fiziki Muayene, Ortopedik Muayene, Elektrokardiyografi, Solunum Fonksiyon Testi.

Çalışmamıza katılan gönüllülerden yaş, anamnez bilgileri alındı. Boy ve kiloları ölçüldü. Genel fizik muayeneleri yapıldı. Daha sonra kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin ortopedik muayenesi yapıldı. Muayene tamamlandıktan sonra “Tepa Electrocardiogram usb” cihazı ile istirahat elektrokardiyogramları alındı ve “Ocean Win Spiro 2,36 B” cihazı ile de solunum fonksiyon testleri yapıldı. Bu değerlendirmeler bölümümüzdeki uzman hekimler tarafından yapıldı.. Değerlendirmeler sonucunda çalışmaya katılmasına engel olabilecek herhangi bir sağlık problemi saptanmayan gönüllüler çalışmaya kabul edildi.

3.2.2. Antropometrik ölçüm

Çalışmamızdaki diz ekstansör ve fleksör grubundaki hipertrofinin gelişip gelişmeyeceğini belirlemek amacıyla kas çevresi ölçümü yapıldı. Kasların çevre ölçümleri yüzeysel EMG elektrodlarını yerleştirdiğimiz seviyelerden yapıldı (Şekil 12,13,14,15). Bu ölçümler çalışmanın başında ve sonunda tekrarlandı. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak değerlendirildi.

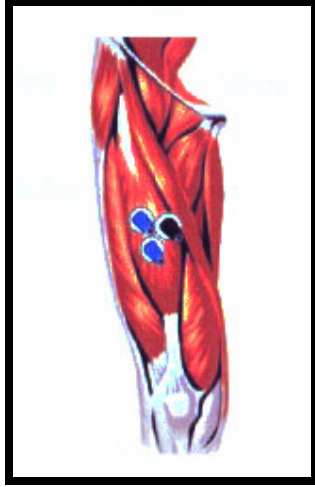
Ayrıca kaliper ile elektrodların yerleştirildiği bölgelerden deri kıvrımı kalınlığı ölçümü yapıldı.

3.2.3. Yürüme, İzokinetik Test, Elektromiyografi

İlk aşamada yüzeysel olarak deriye yerleştirilecek elektromiyografi elektrodlarının yerleri belirlendi. Elektromiyografi ölçümü yapılacak kaslar uyluğun ön yüzündeki rectus femoris ve vastus medialis kasları ile uyluğun arka yüzündeki biceps femoris ve semitendinosus (medial hamstring) kaslarıdır. Elektrodların yerlerinin belirlenmesinde kullanılan hesaplamalar aşağıda gösterilmiştir (17):

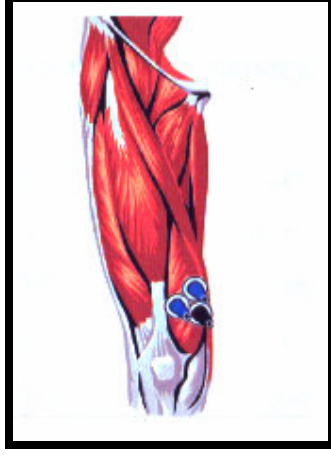
Şekillerdeki açık renkli elektrodlar aktif, koyu renkli elektrod ise toprak elektrodudur.

M. rectus femoris: Spina iliaca anterior superior ile apex patellae arası mesafenin ortası (%50'si) (Şekil 12).



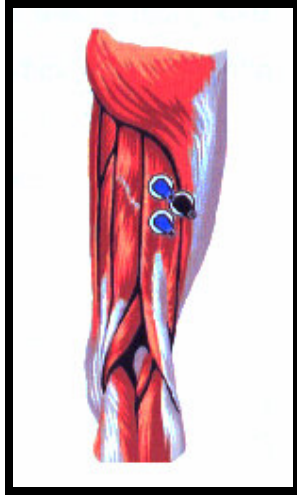
Şekil 12: rectus femoris kasına elektrod yerleştirilmesi (28).

M. Vastus medialis: Spina iliaca anterior superior ile medial diz eklem mesafesinin distal %20'si (Şekil 13).



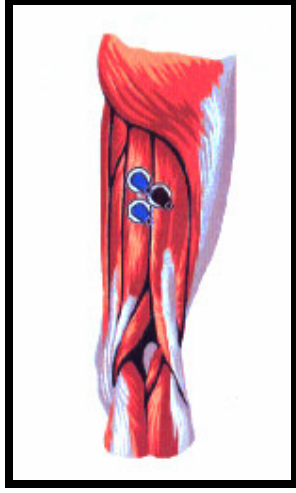
Şekil 13: Vastus Medialis kasına elektrod yerleştirilmesi (28).

M. Biceps femoris: İskial tuberosit ve caput fibula mesafesinin ortası (%50'si) (Şekil 14).



Şekil 14: Biceps Femoris kasına elektrod yerleştirilmesi (28).

M. Semitendinosus (medial hamstring): İskial tuberosit ve medial diz eklem aralığının ortası (%50'si) (Şekil 15).



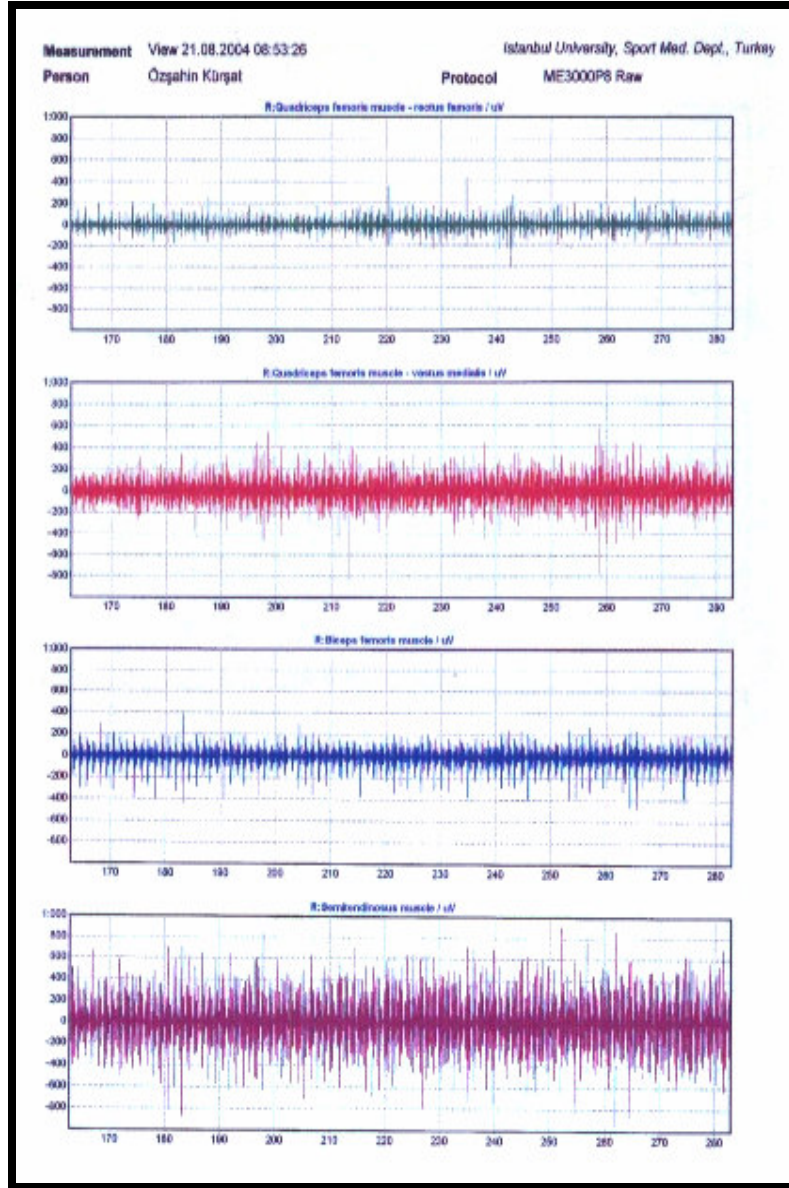
Şekil 15: Semitendinosus kasına elektrod yerleştirilmesi (28).

Elektrodlar yerleştirildikten sonra denekler “Cosmed 150 E Med” yürüme bandında 5 km/saat hızda yürütülerek ısınma sırasında dominant baktan rectus femoris, vastus medialis, biceps femoris, semitendinosus kaslarından “Mega Win ME 8000” cihazıyla yüzeysel elektromiyografi kayıtları alındı. Kayıtları almada “Blue Sensor” elektrodları kullanıldı (Şekil 16).



Şekil 16: Yürüme esnasında elektromiyografi kaydı.

Yürüme esnasında alınan bir elektromiyografi kayıt örneği Şekil 17'de görülmektedir.



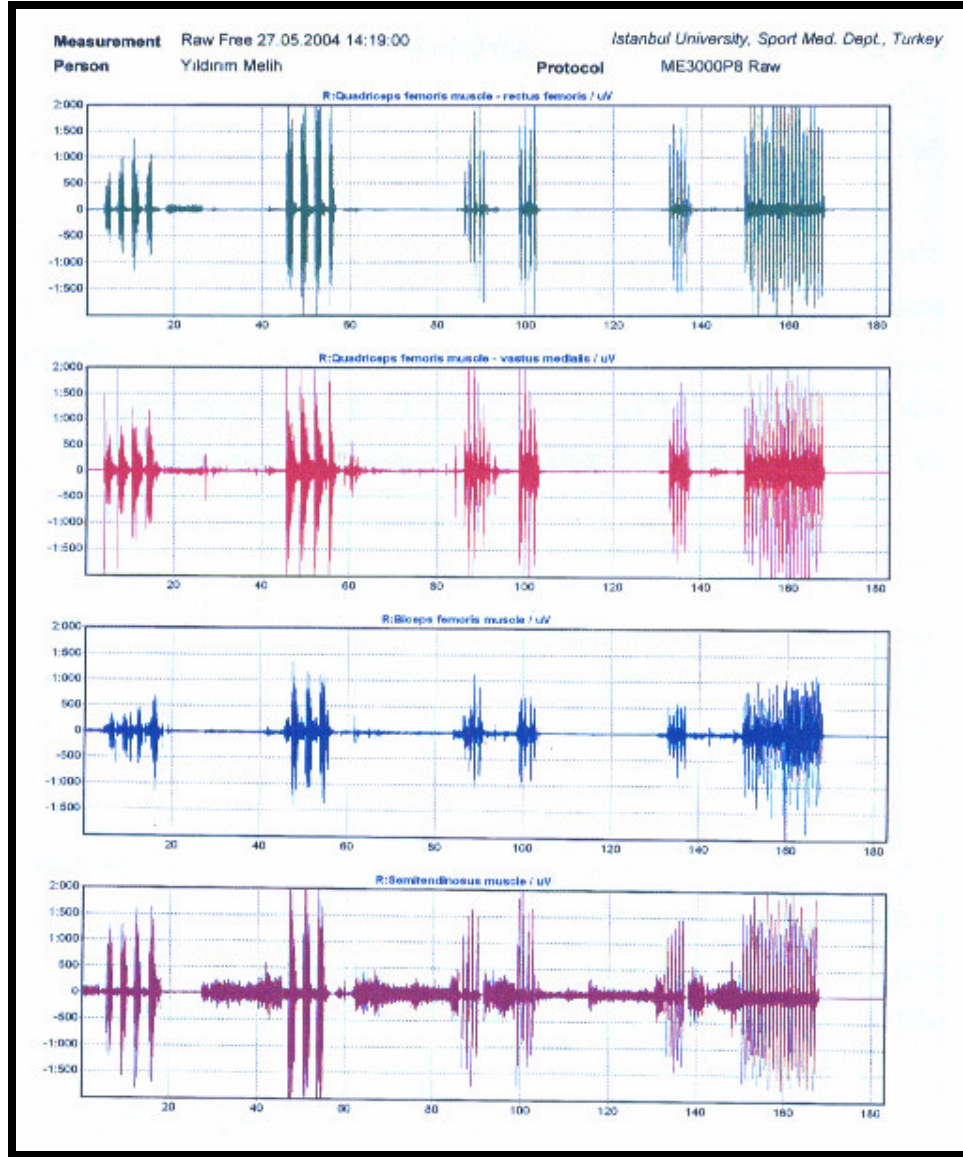
Şekil 17: Yürüme EMG kaydı örneği (raw) (28, 39).

Isınma sonrasında ‘‘Cybex 350 izokinetik dinamometre’’ ile dominant bacakta izokinetik test yapıldı. Testler sırasında daha önce belirtilen kaslardan elektromiyografik kayıtlar eř zamanlı olarak alındı (şekil 18).



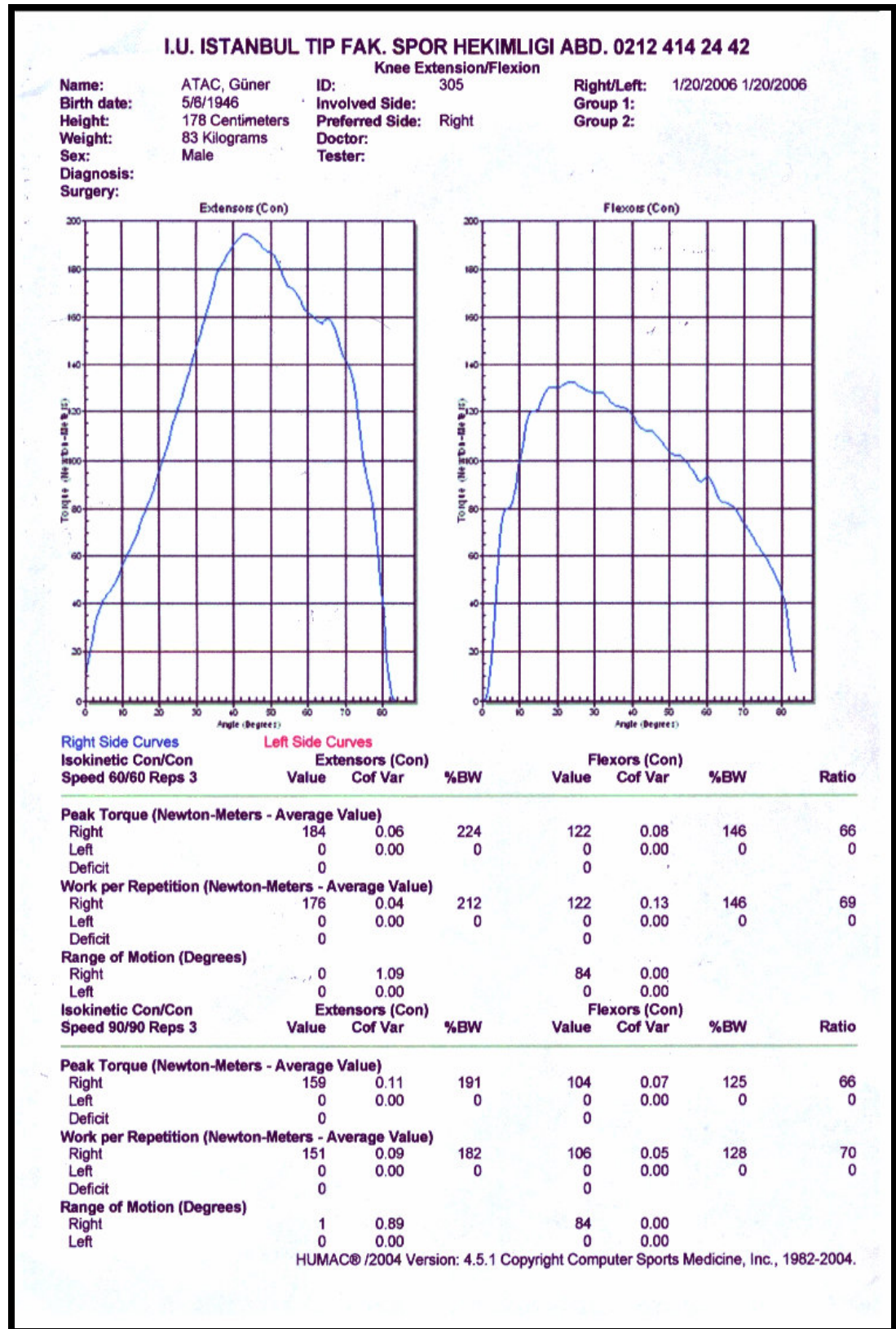
şekil 18: İzokinetik testleme esnasında elektromiyografi kaydı.

İzokinetik testleme ile eř zamanlı alınmış bir rapor rneęi şekil 19’da görülmektedir.



Şekil 19: İzometrik test esnasında alınmış bir elektromiyografi kaydı örneği (28, 39).

İzometrik test protokolü 60 %/sn hızda 3 deneme, 3 test; 90 %/sn hızda 3 deneme, 3 test tekrarından oluşmaktadır. Rapor örneği Şekil 20’de görülmektedir.



Şekil 20: İzokinetik test raporu örneği.

Yürüme sırasındaki elektromiyografi ve izokinetik testleme ile elektromiyografi ölçümleri altı haftalık çalışma sonunda tekrarlandı.

3.2.4. Çalışma Programları

Deneklere altı hafta boyunca haftada üç kez toplam on sekiz seans süresince çift taraflı olmak üzere izokinetik program uygulandı. Çalışmanın çift taraflı uygulanmasının nedeni deneklerde iki ekstremitenin arasında kas kuvveti dengesizliğinin oluşmasını engellemektir.

Çalışmaya başlamadan önce 10 dakika 5 km/saat hızda yürüme bandında ısınma yapıldı ve quadriceps ile hamstring kaslarına germe uygulandı.

Tablo 1: İzokinetik çalışma programı.

Hız	90°/sn	60°/sn
Tekrar sayısı	3	3
Dinlenme süresi	30sn	30sn

Çalışma programı iki set şeklinde, setler arası dinlenme ise 30 saniye olarak uygulandı..

Çalışma bittikten sonra 10 dakika 5 km/saat hızda yürüme bandında soğuma ve toparlanma sağlandı, quadriceps femoris kası ile hamstring kas grubuna germe uygulandı.

3.2.5. Elektromiyografi Analizleri

Elektromiyografi ölçümlerinin hepsi bilgisayar ekranında izlenerek “raw” olarak alındı.

Daha sonrasında verilerin analizleri “MegaWin v2.2” programı ile yapıldı.

Yürüme esnasında toplam 10 dakika elektromiyografi kayıtları alındı. Kayıtlarda artefakt olup olmadığı takip edildi. Kişinin yürüme bandına uyum sağlaması beklenerek kayıt yapılan 3. dakikadan sonraki 5 dakika değerlendirmeye alındı. Son 2 dakikalık kısım ise değerlendirmeye alınmadı. Değerlendirmeye alınan 5 dakikalık kısımda ortalama spektrum (average spectrum) değerleri ve ortalama spektrum analizinde yürüme esnasındaki spektrum ortalama değerleri hesaplandı. Her kas için MF (median frequency – median frekans), MPF (mean power frequency – ortalama güç frekansı), AEMG (averaged EMG – ortalama EMG), ZCR (zero crossing rate – sıfır noktasını geçiş oranı) ve SPA (spectrum area- spektrum alanı) değerleri hesaplandı.

İzokinetik test sırasında alınan elektromiyografi kayıtlarının önce RMS (root mean square – ortalamanın kare kökünün karesi) yöntemiyle ortalaması alındı (RMS averaged) daha sonra ise iki ayrı hızdaki verilerin temel sonuçları hesaplandı. Temel sonuçlarda her bir kas için, averaged level (ortalama seviye), SD (standart deviasyon), max (maksimum değer) ve area (verinin alanı – integral) hesaplandı.

3.2.6 İstatistiksel Analizler

Çalışma öncesi ve çalışma sonrası yapılan karşılaştırmalar “SPSS 11.0 for windows” programında non – parametric (2 related samples) Wilcoxon Testiyle yapıldı.

4. BULGULAR

4.1. ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER

4.1.1. ÇEVRE ÖLÇÜMLERİ

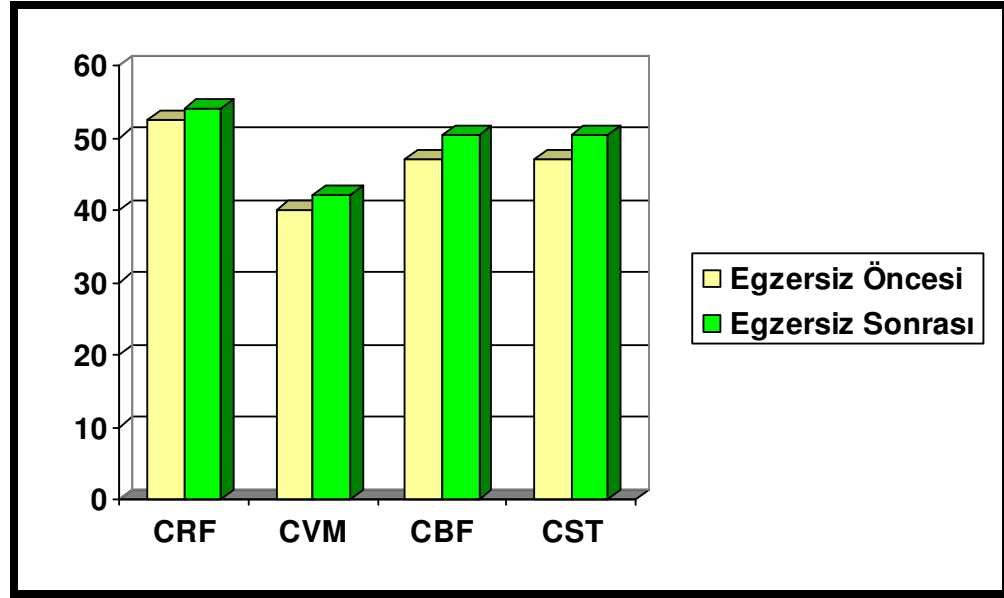
Tablo 2: Kas çevresi ölçümleri.

PARAMETRELER (n=8) (cm)	Egzersiz Öncesi Med.(min-maks.)	Egzersiz Sonrası Med.(min-maks.)	P
CRF	52,5 (50-64)	54 (52-68)	0,011**
CVM	40 (39-53)	42 (40-55)	0,010**
CBF	47 (45-63)	50,5 (47-65)	0,011**
CST	47 (45-63)	50,5 (47-65)	0,011**

* $p < 0,01$ İleri derecede anlamlı

** $p < 0,05$ Anlamlı

Antropometrik değerlendirmede, yüzeysel elektrodların yerleştirildiği seviyelerden ölçüm yapılarak, rectus femorisin (CRF), vastus medialisin (CVM), biceps femorisin (CBF) ve semitendinosusun (CST) çevre ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede artış saptandı (Tablo 2) , (Şekil 21).



Şekil 21 : Çevre ölçümünün grafiksel görünümü.

4.1.2. DERİ KIVRIMI KALINLIĞI ÖLÇÜMÜ

Tablo 3: İzokinetik kas çalışması başlangıcı ile sonrası arasındaki kaliper ile kaydedilen deri kıvrım kalınlığı değerleri.

PARAMETRELER (n=8) (mm)	Egzersiz Öncesi Med.(min-maks.)	Egzersiz Sonrası Med.(min-maks.)	P
SRF	14 (11-32)	13,5 (10-26)	0,072
SVM	11 (7-20)	11 (7-20)	0,257
SBF	12,5 (9-22)	11,5 (9-22)	0,109
SST	12,5 (9-22)	11,5 (9-22)	0,109

* $p < 0,01$ İleri derecede anlamlı

** $p < 0,05$ Anlamlı

İzokinetik kas çalışması (egzersiz) öncesi ve sonrası kaliper ile yapılan deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinden elde edilen sonuçlarda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmadı (Tablo 3).

4.2. YÜRÜME EMG DEĞERLERİ

Tablo 4: Yürüme esnasında kaydedilen elektromiyografi değerleri.

PARAMETRELER (n=8)	Egzersiz Öncesi Med.(min-maks.)	Egzersiz Sonrası Med.(min-maks.)	P
MF1(Hz)	11 (9-65)	30,5 (8-54)	0,069
MPF1(Hz)	19 (11-78)	51 (18-69)	0,025**
ZCR1(Hz)	40 (22-98)	47 (29-91)	0,575
AEMG1(μ V)	38 (23-110)	16 (11-216)	0,208
SPA1	2,09 (0,52-14,24)	0,36 (0,18-45,92)	0,263
MF2(Hz)	55 (9-76)	33 (9-65)	0,263
MPF2(Hz)	62 (11-78)	43,5 (11-64)	0,327
ZCR2(Hz)	74 (35-106)	51,5 (18-77)	0,093
AEMG2(μ V)	35,5 (18-137)	38 (17-124)	0,674
SPA2	2,01 (0,57-24,15)	2,45 (0,26-26,17)	0,674
MF3(Hz)	56 (12-65)	52,5 (11-79)	0,779
MPF3(Hz)	70,5 (28-129)	77,5 (22-99)	0,483

Tablo 4: Devamı.

ZCR3(Hz)	78 (46-106)	81 (33-110)	0,674
AEMG3(Hz)	29 (6-64)	19,5 (15-79)	0,917
SPA3	0,97 (0,05-4,42)	0,54 (0,31-4,87)	0,889
MF4(Hz)	27 (9-75)	19 (13-56)	0,553
MPF4(Hz)	53,5 (11-106)	35,5 (16-67)	0,528
ZCR4(Hz)	80,5 (29-116)	52 (31-84)	0,327
AEMG4(μV)	60 (17-266)	54 (17-156)	0,672
SPA4	5,88 (0,26-85,1)	4,27 (0,39-41,25)	0,575

* $p < 0,01$ İleri derecede anlamlı

** $p < 0,05$ Anlamlı

İzokinetik kas çalışması öncesi ve sonrasında yürüme esnasında kaydedilen elektromiyografi değerlerinden MPF1 (rectus femorisin ortalama güç frekansında) değerinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptandı ($p < 0,05$). Diğer verilerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmedi (Tablo 4).

4.3. İZOKİNETİK TESTLEME SIRASINDA EMG DEĞERLERİ

4.3.1. İZOKİNETİK TESTLEME

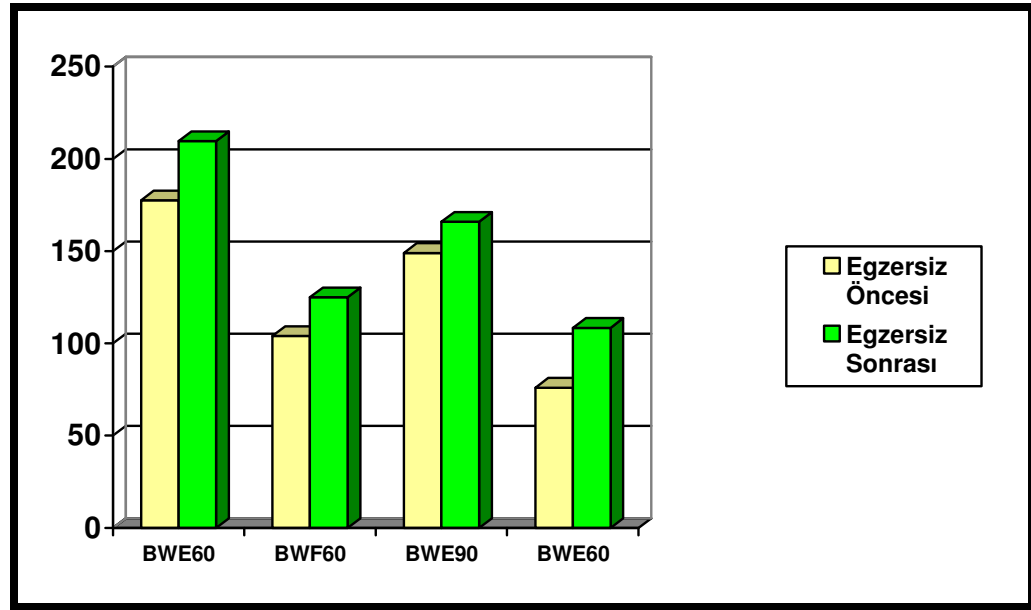
Tablo 5: İzokinetik kas çalışması (egzersiz) öncesi ve sonrası kaydedilen BWE60, BWF60, BWE90 ve BWF90 değerleri.

PARAMETRELER (n=8) (Nm/kg)	Egzersiz Öncesi Med.(min-maks.)	Egzersiz Sonrası Med.(min-maks.)	P
BWE60	177,5 (101-226)	209,5 (102-247)	0,018**
BWF60	104 (77-140)	125 (98-149)	0,012**
BWE90	149 (72-182)	166 (60-200)	0,036**
BWF90	76 (64-122)	108,5 (61-128)	0,036**

* $p < 0,01$ İleri derecede anlamlı

** $p < 0,05$ Anlamlı

İzokinetik kas çalışması öncesi ve sonrası arasında BWE60 (60°/sn hızındaki ekstensiyon pik değerlerinin kiloya bölümü), BWF60 (60°/sn hızındaki fleksiyon pik değerlerinin kiloya bölümü), BWE90 (90°/sn hızındaki ekstensiyon pik değerlerinin kiloya bölümü), BWF90 (90°/sn hızındaki fleksiyon pik değerlerinin kiloya bölümü) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptandı ($p < 0,05$), (Tablo 5), (Şekil 22).



Şekil 22: Egzersiz öncesi ve sonrası izokinetik kas testi verilerinin grafiksel görünümü.

4.3.2. EMG ÖLÇÜMÜ

Tablo 6: 60°/sn hızdaki izokinetik kas testi esnasında kaydedilen elektromiyografi değerleri.

PARAMETRELER (n=8)	Egzersiz Öncesi Med.(min-maks.)	Egzersiz Sonrası Med.(min-maks.)	P
AVER160(µV)	85,5 (12-144)	87 (32-137)	0,141
SD160	69,5 (13-111)	73,5 (24-144)	0,293
MAX160(µV)	202,5 (55-338)	208,5 (84-416)	0,263
AREA160(µVs)	1207 (186-1841)	1027,5 (445-1918)	0,575
YAREA160	19,5 (5-23)	19,5 (12-28)	0,324
AVER260(µV)	101 (85-251)	108 (51-311)	0,484
SD260	81 (57-243)	94 (26-285)	0,401

Tablo 6: Devamı.

MAX260(μV)	239,5 (178-761)	283 (94-784)	0,484
AREA260(μVs)	1495 (1099-4006)	1505 (603-4649)	1
YAREA260	33,5 (19-52)	30 (18-45)	0,262
AVER360(μV)	75 (18-151)	98,5 (13-151)	0,398
SD360	47 (11-93)	43,5 (10-73)	0,233
MAX360(μV)	168 (48-308)	160 (34-263)	0,327
AREA360(μVs)	1064 (275-1932)	1343 (155-1989)	0,263
YAREA360	24 (4-28)	20,5 (6-29)	0,833
AVER460(μV)	117 (36-189)	124 (86-183)	0,4
SD460	96 (14-166)	97 (48-166)	0,735
MAX460(μV)	289,5 (56-527)	286 (170-506)	0,674
AREA460(μVs)	1587,5 (525-2383)	1469 (1032-2319)	0,484
YAREA460	28,5 (15-39)	29,5 (20-41)	0,44
TAREA60(μVs)	5533 (3412-8206)	5383 (2493-10367)	0,401

* $p < 0,01$ İleri derecede anlamlı** $p < 0,05$ Anlamlı

60°/sn hızdaki izokinetik kas çalışması öncesi ve sonrası kaydedilen elektromiyografi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik saptanmadı (Tablo 6).

Tablo 7: 90°/sn hızdaki izokinetik kas testi esnasında kaydedilen elektromiyografi değerleri.

PARAMETRELER (n=8)	Egzersiz Öncesi Med.(min-maks.)	Egzersiz Sonrası Med.(min-maks.)	P
AVER190(μV)	78 (27-138)	77,5 (39-137)	0,326
SD190	56 (15-99)	58,5 (31-118)	0,401
MAX190(μV)	177 (55-301)	166,5 (95-303)	0,674
AREA190(μVs)	853,5 (292-1357)	807,5 (384-1499)	0,484
YAREA190	21,5 (16-24)	19 (15-29)	0,495
AVER290(μV)	91,5 (48-246)	86,5 (55-250)	0,483
SD290	68,5 (36-183)	68,5 (36-219)	0,528
MAX290(μV)	231 (117-548)	197 (112-629)	0,889
AREA290(μVs)	1043 (520-2689)	913,5 (584-2736)	1
YAREA290	30,5 (18-54)	25 (17-46)	0,106
AVER390(μV)	64,5 (5-133)	97,5 (49-133)	0,176
SD390	40 (3-78)	45 (27-73)	0,441
MAX390(μV)	120 (10-257)	164 (78-262)	0,401

Tablo 7: Devamı.

AREA390(μVs)	663,5 (51-1560)	1016 (482-1289)	0,327
YAREA390	18 (1-32)	21 (14-31)	0,261
AVER490(μV)	119,5 (32-161)	113,5 (84-195)	0,4
SD490	69 (14-139)	90 (51-180)	0,05
MAX490(μV)	256 (55-435)	262,5 (166-528)	0,674
AREA490(μVs)	1212 (437-1821)	1191 (798-1895)	0,484
YAREA490	27,5 (17-43)	32,5 (17-36)	0,866
TAREA90(μVs)	4054 (1597-5769)	4097 (2280-6046)	0,327

* $p < 0,01$ İleri derecede anlamlı

** $p < 0,05$ Anlamlı

90°/sn hızdaki izokinetik kas çalışması öncesi ve sonrası kaydedilen elektromiyografi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmadı (Tablo 7).

4.3.3. İKİ AYRI HIZDA ELDE EDİLEN VERİLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Tablo 8: Egzersiz öncesi 60°/sn ile 90°/sn hızlarında elde edilen EMG verilerinin karşılaştırılması

PARAMETRELER (n=8)	Egzersiz Öncesi 60°/sn Med.(min-maks.)	Egzersiz Öncesi 90°/sn Med.(min-maks.)	P
AVER1(μV)	85,5 (12-144)	78 (27-138)	0,674
SD1	69,5 (13-111)	56 (15-99)	0,035**
MAX1(μV)	202,5 (55-338)	177 (55-301)	0,237
AREA1(μVs)	1207 (186-1841)	853,5 (292-1357)	0,036**
YAREA1	19,5 (5-23)	21,5 (16-24)	0,268
AVER2(μV)	101 (85-251)	91,5 (48-246)	0,065
SD2	81 (57-243)	68,5 (36-183)	0,025**
MAX2(μV)	239,5 (178-761)	231 (117-548)	0,05
AREA2(μVs)	1495 (1099-4006)	1043 (520-2689)	0,012**
YAREA2	33,5 (19-52)	30,5 (18-54)	1
AVER3(μV)	75 (18-151)	64,5 (5-133)	0,208
SD3	47 (11-93)	40 (3-78)	0,123
MAX3(μV)	168 (48-308)	120 (10-257)	0,123

Tablo 8: Devamı.

AREA3(μVs)	1064 (275-1932)	663,5 (51-1560)	0,025**
YAREA3	24 (4-28)	18 (1-32)	0,128
AVER4(μV)	117 (36-189)	119,5 (32-161)	0,674
SD4	96 (14-166)	69 (14-139)	0,043**
MAX4(μV)	289,5 (56-527)	256 (55-435)	0,093
AREA4(μVs)	1587,5 (525-2383)	1212 (437-1821)	0,017**
YAREA4	28,5 (15-39)	27,5 (17-43)	0,246
TAREA(μVs)	5533 (3412-8206)	4054 (1597-5769)	0,018**

* $p < 0,01$ İleri derecede anlamlı

** $p < 0,05$ Anlamlı

Egzersiz öncesinde iki ayrı hızın ($60^\circ/\text{sn}$ ile $90^\circ/\text{sn}$) elektromiyografi verilerinin karşılaştırmasında SD1, AREA1, SD2, AREA2, AREA3, SD4, AREA4, TAREA değerlerinde anlamlı farklılıklar saptandı (Tablo 8).

Tablo 9: Egzersiz sonrası 60°/sn ile 90°/sn hızlarında elde edilen EMG verilerinin karşılaştırılması.

PARAMETRELER (n=8)	Egzersiz Sonrası 60°/sn Med.(min-maks.)	Egzersiz Sonrası 90°/sn Med.(min-maks.)	P
AVER1(μ V)	87 (32-137)	77,5 (39-137)	0,310
SD1	73,5 (24-144)	58,5 (31-118)	0,069
MAX1(μ V)	208,5 (84-416)	166,5 (95-303)	0,069
AREA1(μ Vs)	1027,5 (445-1918)	807,5 (384-1499)	0,012**
YAREA1	19,5 (12-28)	19 (15-29)	0,931
AVER2(μ V)	108 (51-311)	86,5 (55-250)	0,093
SD2	94 (26-285)	68,5 (36-219)	0,036**
MAX2(μ V)	283 (94-784)	197 (112-629)	0,025**
AREA2(μ Vs)	1505 (603-4649)	913,5 (584-2736)	0,012**
YAREA2	30 (18-45)	25 (17-46)	0,149
AVER3(μ V)	98,5 (13-151)	97,5 (49-133)	0,484
SD3	43,5 (10-73)	45 (27-73)	0,397
MAX3(μ V)	160 (34-263)	164 (78-262)	0,624
AREA3(μ Vs)	1343 (155-1989)	1016 (482-1289)	0,123

Tablo 9: Devamı.

YAREA3	20,5 (6-29)	21 (14-31)	0,611
AVER4(μV)	124 (86-183)	113,5 (84-195)	0,327
SD4	97 (48-166)	90 (51-180)	0,575
MAX4(μV)	286 (170-506)	262,5 (166-528)	0,484
AREA4(μVs)	1469 (1032-2319)	1191 (798-1895)	0,025**
YAREA4	29,5 (20-41)	32,5 (17-36)	0,673
TAREA(μVs)	5383 (2493-10367)	4097 (2280-6046)	0,025**

* $p < 0,01$ İleri derecede anlamlı

** $p < 0,05$ Anlamlı

Egzersiz sonrasında iki ayrı hızın ($60^\circ/\text{sn}$ ile $90^\circ/\text{sn}$) verilerinin karşılaştırmasında AREA1, SD2, MAX2, AREA2, AREA4, TAREA değerlerinde anlamlı farklılıklar saptandı (Tablo 9).

5. TARTIŞMA

Deneklere altı hafta boyunca haftada üç kez toplam on sekiz seans süresince çift taraflı olmak üzere izokinetik kas çalışması uygulandı. Çalışmanın çift taraflı uygulanmasının nedeni deneklerde iki ekstremite arasında kas kuvveti dengesizliğinin oluşmasını engellemektir (9). Çalışma başlangıcında rectus femoris (CRF), vastus medialis (CVM), biceps femoris (CBF) ve semitendinosus (CST) (yüzeysel elektrodların yerleştirildiği seviyelerden) ölçüm yapıldı. Başlangıçta yapılan çevre ölçümlerine göre çalışmanın bitiminde yapılan ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı derecede artışlar saptandı ($p<0,05$) (Tablo 2), (Şekil 21). Bu çevre ölçümlerindeki artışlar, bize izokinetik kas çalışması sonucu kaslarda hipertrofi meydana gelmiş olabileceğini düşündürdü. Bu bulgumuz literatür verileriyle uygunluk içindedir (9, 11, 19, 20, 29, 32, 33, 39, 40, 44, 46).

Tablo 3’de görüldüğü gibi kaliper ile deri kıvrım kalınlığı ölçümünde, izokinetik kas çalışması öncesi ve sonrası elde ettiğimiz değerlerin karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunamadı. Yüzeysel elektrodlar ile yapılan EMG ölçümlerinde doğru (efektif) bir kayıt alabilmek için; derinin dış yüzeyi ile kas tabakası arasındaki maksimum farkın 10mm ile 20mm olması gerektiği belirtilmiştir (35). Çalışmamızda deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinde elde ettiğimiz değerlerin minimum ve maksimum değerlerinin 11mm-14mm arasında olduğunu göz önüne alırsak (Tablo 3); çalışmamızdaki EMG değerlerinin doğruluğundan emin olabiliriz. Sonuç olarak, EMG ölçümlerimiz sırasında kasın yer aldığı derinliğe bağlı olabilecek kayıt hataları engellendiğini söyleyebiliriz.

Deneklerden yürüme esnasındaki kaydedilen elektromiyografi sonuçlarına baktığımızda (Tablo 4), izokinetik çalışmalar öncesi alınan yürüme elektromiyografi değerlerine göre, sonrası alınan değerlerden sadece MPF1 (rectus femorisin ortalama güç frekansında) istatistiksel olarak anlamlı artış saptandı ($p<0,05$). Diğer parametrelerde ise istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmadı. Rectus femorisin ortalama güç frekansında meydana gelen bu değişikliğinin nedeni, yürüme esnasında bu kasın daha aktif halde kullanılmasından olabileceğini düşünmekteyiz. Bizim bulgularımızın tersine, genç bireylerde yapılan birçok çalışmada, yürüme elektromiyografi değerlerinin karşılaştırılmasında, izokinetik kas çalışması öncesine göre sonrasında istatistiksel olarak anlamlı derecede EMG aktivite artış değerleri

saptandığı gösterilmiştir (6, 14, 23,39, 47). Bu veriler bulgularımızla ters düşmektedir. Bu farklılık çalışmamıza katılan deneklerin yaşlı bireyler olması nedeniyle olduğunu düşünmekteyiz. Literatür verilerinde bu konuda yaşlı gruplar ile yapılan bir çalışmaya rastlayamadık. Bu nedenle bu bulgumuzun orijinal olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 5’de görüldüğü gibi. izokinetik testleme ile eş zamanlı yapılan elektromiyografi sonuçlarına baktığımızda, izokinetik kas çalışması öncesine göre sonrasında yapılan değerlendirmelerde hiçbir parametrede istatistiksel olarak anlamlı değişiklik saptanmadı. Kaynaklara göre, yüzeysel elektrodların küçük kaslardan sinyal almak için kullanımları zordur ve yüzeysel kas grupların EMG değişikliklerinin kaydedildiği belirtilmektedir (35). Yüzeysel kaslarda hızlı kasılan kas liflerinin daha fazla bulunduğu; derinlerde ise yavaş kasılan kas liflerinin oranın daha fazla olduğu bildirilmektedir (18, 19, 29, 35). Yaşlanmayla beraber hızlı kasılan kas liflerinin aktivitesinde azalma olduğu ve daha ağırlıklı olarak hıza duyarlı olmayan, vücudun statik kasılmasında rol oynayan, yavaş kasılan kas liflerinin işlerlik aldığı belirtilmektedir (10, 18, 21, 36, 42). Bu verilerin ışığında, bulgularımıza göre, izokinetik testleme ile eş zamanlı yapılan elektromiyografi kayıtlarında, izokinetik çalışma sonrasında, öncesine göre, anlamlı bir değişiklik saptamamış olmamızda; EMG kayıtlarımızı yüzeysel elektrodlarla yapmış olmamız ve/veya yaşlı deneklerde çalışmış olmamızın önemli rolü olabilir. Ayrıca literatürde yer alan bazı çalışmalarda izometrik kasılma şekillerinde kuvvet üretimine bağlı olarak lineer bir şekilde motor ünitelerin ateşlenme sayısında artış saptandığı gösterilmiştir (35). Hız içeren izokinetik çalışmalarda, bizim çalışmamızda olduğu gibi, bu durumun gözlemlenmediği rapor edilmiştir (18, 35).

Tablo 6’ya baktığımızda, izokinetik kas testinde BWE60 (60°/sn hızındaki ekstensiyon pik değerlerinin kiloya bölümü), BWF60 (60°/sn hızındaki fleksiyon pik değerlerinin kiloya bölümü), BWE90 (90°/sn hızındaki ekstensiyon pik değerlerinin kiloya bölümü), BWF90 (90°/sn hızındaki fleksiyon pik değerlerinin kiloya bölümü) çalışmanın başında ve sonunda yapılan kayıtların karşılaştırılmasında, sırasıyla %18.03, %20.19, %11.41 ve %42.76 gibi istatistiksel olarak anlamlı artışlar saptandı ($p<0,05$), (Şekil 22). Sonuçlar diğer literatür çalışmaları ile uygunluk göstermektedir (12, 18, 25). Bu artışların kas kuvvetinin artışının göstergesi olduğunu söyleyebiliriz. Aynı zamanda kas çevresi ölçümlerinde saptanan anlamlı artış değerleri, yani meydana geldiğini düşündüğümüz kas hipertrofisi de bu bulguyu desteklemektedir. Bu çalışmada

altı haftalık izokinetik kas çalışmasına bağlı olarak meydana gelen anlamlı değişikliklerin, genç popülasyonda yapılan çalışmaların sonuçlarında görülen değişikliklere oranla daha az bulundu (5, 39). Gençlerde kas çalışmaları ile belirgin bir hipertrofi oluşumu kas kuvvet artışına neden olduğu bulunmuştur (1, 9, 29). Burada yaş faktörünün önemli rolü olduğunu söyleyebiliriz.

60°/sn hızda yapılan izokinetik kas çalışmaları öncesi ve sonrası kaydedilen AVER160(μ V), SD160, MAX160(μ V), AREA160(μ Vs), YAREA160, AVER260(μ V), SD260, MAX260(μ V), AREA260(μ Vs), YAREA260, AVER360(μ V), SD360, MAX360(μ V), AREA360(μ Vs), YAREA360, AVER460(μ V), SD460, MAX460(μ V), AREA460 (μ Vs), YAREA460, TAREA60(μ Vs) gibi elektromiyografi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmadı (Tablo 7). Sonuçlarımıza baktığımızda; ön ve arka kas gruplarında anlamlı olmasa da aktivite artışı görülmektedir. Bu değişikliklerin anlamlı olmamasında, her parametrenin medyan değerlerinin, minimum ve maksimum değerleri arasındaki farkın büyük olmasının etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Aynı şekilde, 90°/sn hızda yapılan izokinetik kas çalışmaları öncesi ve sonrası kaydedilen AVER190(μ V), SD190, MAX190(μ V), AREA190(μ Vs), YAREA190, AVER290(μ V), SD290, MAX290(μ V), AREA290(μ Vs), YAREA290, AVER390(μ V), SD390, MAX390(μ V), AREA390(μ Vs), YAREA390, AVER490(μ V), SD490, MAX490(μ V), AREA490 (μ Vs), YAREA490, TAREA90 (μ Vs) gibi elektromiyografi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmadı (Tablo 8). Aynı şekilde medyan değerlerinin yüksek olması da etkili olduğunu söyleyebiliriz.

Aynı şekilde 60°/sn, 90°/sn hızda yapılan izokinetik kas çalışmalarında; çalışmanın başlangıcında kaydedilen elektromiyografi değerlerine göre, çalışma sonunda kaydedilen elektromiyografi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmamasında; medyan değerlerinin yüksek olmasının etkili olabileceği gibi, yaşlı bireylerde daha fazla motor üniteyi aktiflemek için 6 haftalık izokinetik kas çalışma süresinin yeterince uzun olmadığını söyleyebiliriz. Yaşlı bireylerde kas kuvvet artışında hipertrofi kadar, sinirsel faktörlerin de önemli rolü olduğu bildirilmektedir (1, 4, 35,46).

Bu çalışmada, izokinetik kas çalışması öncesinde: 60°/sn hız ile 90°/sn hızda izokinetik kas testleri ile çalıştığımız bütün kaslarının EMG sonuçlarına baktığımızda (Tablo 8), AREA160(μ Vs), AREA260(μ Vs), AREA360(μ Vs), AREA460(μ Vs),

değerlerine göre AREA190(μ Vs), AREA290(μ Vs), AREA390(μ Vs), AREA490(μ Vs) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmalar bulundu ($p < 0,05$). Bu bulgulara ilave olarak; SD1, SD2, SD3 ve TAREA (μ Vs) değerlerinde, 60⁰/sn hızda alınan sonuçlara göre 90⁰/sn hızda alınan değerlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p < 0,05$). Benzer şekilde; bu iki hızda (60⁰/sn, 90⁰/sn hız) izokinetik kas çalışması sonrası ölçülen EMG değerlerinden; AREA1(μ Vs), AREA2(μ Vs), AREA4(μ Vs), TAREA(μ Vs), SD2, MAX2(μ Vs) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ile çalışma öncesine benzer sonuçlar saptandı ($p < 0,05$). Bu bulgularımıza göre, yaşlı bireylerde 60⁰/sn hızda izokinetik çalışma yaptırmanın, yaşla kas lifi kayıpları ve motor ünite kayıpları gözönüne alındığında, kas aktivitesini arttırmak için daha uygun olduğunu söyleyebiliriz (Tablo 9).

Bu çalışmada, bulgularımıza göre, yaşlı bireylerde 60⁰/sn, 90⁰/sn hızlarda uygulanan izokinetik çalışmaların, kas hipertrofisi yaptığını ve kas kuvvetini arttırdığını söyleyebiliriz. Bu artışların genç bireylerde daha fazla olduğunu göz önüne alırsak, yaşlılarda izokinetik çalışma periyodunun 6 haftadan daha uzun süreli olması önerilebilir. Bu çalışmada deneklere %100 yakın yükleme yaptırıldı. İzokinetik kas egzersizleri esnasında (%100 yakın yüklemeye uygulanmasına rağmen) deneklerde herhangi bir sağlık sorunu yaşamadık. Bu durum izokinetik egzersizlerin güvenilirliği ve diğer kas çalışma şekillerine olan üstünlüğünü destekleyen literatür verileri ile uygunluk göstermektedir (7, 12, 18, 20, 32). İzokinetik kas egzersizlerinin yaşlı bireylerde kas kuvvetini arttırmada güvenle kullanılacak egzersiz türlerinden biri olduğunu söyleyebiliriz. Yaşlılarda uygulanan izokinetik egzersizlerle, ortaya çıkan kuvvet artışı ve fonksiyonel kapasite artışları (merdiven inip çıkma, sandalyeye kolayca oturma gibi günlük yaşam aktiviteleri) arasında doğrusal bir ilişki olduğunu gösteren literatür çalışmaları bulunmaktadır (38, 43).

Sonuç olarak, geriatride yaşlı bireylerde yaşla oluşan kas atrofilerine bağlı fonksiyon kayıplarını önlemek amacıyla, izokinetik kas çalışmalarının güvenle kullanılabileceğini söyleyebiliriz.

SONUÇ OLARAK:

1. İzokinetik egzersizler ile yaşlı gönüllülerimizin kas kuvvetinde artış olduğunu söyleyebiliriz.
2. Yapılan izokinetik çalışmanın kas çevre ölçümlerinin artışına neden olduğunu düşünmekteyiz..
3. İzokinetik egzersizler ile elektromiyogram sonuçları üzerinde anlamlı etki gözlenmedi. Motor ünite aktivitesinde oluşabilecek değişiklikleri yeterince gözleyebilmek için, egzersiz süresini uzatmanın faydalı olacağını söyleyebiliriz..
4. Yaşlı bireylerde, izokinetik çalışmaların 60⁰/sn gibi düşük hızda yapılmasının daha faydalı olması nedeniyle, bu hızda çalışmayı önerebiliriz.
5. İzokinetik kas çalışmalarının yaşlı bireylerde güvenle kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi. 4. Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir 1992.
2. Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE. Physical Rehabilitation of the Injured Athlete. 3rd ed. Saunders. Philadelphia 2004.
3. Backhouse KM, Hutchings RT. A Colour Atlas of Surface Anatomy. Wolfe Medical Publications Ltd.Netherlands 1986.
4. Bandy WD, Sanders B. Therapeutic Exercise Techniques for Intervention. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia 2001.
5. Baron R. Normative data for muscle strength in relation to age, knee angle and velocity. Wien Med Wochenschr. 145(22):600-6, 1995.
6. Basmajian J. Therapeutic exercise. 5th ed. Williams & Wilkins Co, ; Chapter 5,7, London 1990.
7. Beneka A, Malliou P, Fatouros I, Jamurtas A, Gioufotou A, Godolias G, Taxildaris K. Resistance training effects on muscular strength of elderly are related to intensity and gender. J Sci Med Sport. Sep;8(3):274-83, 2005.
8. Beyazova M, Gökçe-Kutsal Y. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Cilt 1-2. Güneş Kitabevi. Ankara 2000.
9. Brown LE. İsoKinetics in Human Performance. Human Kinetics. USA 2000.
10. Brown SP, Miller WC, Eason JM. Exercise Physiology Basis of Human Movement in Health And Disease. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia 2006.
11. Canavan PK. Rehabilitation in Sports Medicine. Appleton & Lange. Connecticut 1998.
12. Conelly DM, Vandervoort AA. Effects of isokinetic strength training on concentric and eccentric torque development in the ankle dorsiflexors of older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. Oct; 55(10):B465-72, 2000.

13. Despopoulos A, Selbernagl S. Renkli Fizyoloji Atlası. Çev. Ed. Çavuşoğlu H. 4.edisyon. Nobel Tıp Kitabevleri & Yüce Yayınları, İstanbul 1997.
14. DüNDAR U. Antrenman Teorisi. 6. Baskı. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, Eylül 2003.
15. Ergen E. Egzersiz Fizyolojisi. 1. Baskı. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, Temmuz 2002.
16. Ergun N, Baltacı G. Spor Yaralanmalarında Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Prensipleri. 2. Baskı. Ofset Fotomat, Ankara 2006.
17. Ericsson MO, Nissel R, Arborelius UP, Ekholm J. Muscular activity during ergometer cycling. Scand. J. Rehab. Med. 17: 53-61, 1985.
18. Esposito F, Ce E, Gobbo M, Veicsteinas A, Orizio C. Surface EMG and mechanomyogram disclose isokinetic training effects on quadriceps muscle in elderly people. Eur.J. Appl. Physiol. 2005 Aug; 94(5-6): 549-57. Epub 2005.
19. Foss ML, Keteyan SJ. Fox's Physiological Basis for Exercise and Sport. 6th ed. WCB McGraw-Hill, Boston 1998.
20. Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. J Appl Physiol. Apr;88(4):1321-6, 2000.
21. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. J Appl Physiol. Mar;64(3):1038-44, 1988.
22. Ganong WF. Tıbbi Fizyoloji. Çeviri: Türk Fizyolojik Bilimler Derneği. 20. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, 2002.
23. Gerdle B, Henriksson-larsen K, Lorentzon R, Wretling ML. Dependence of the mean power frequency of the electromyogram on muscle force and fibre type. Acta Physiol Scand, 142: 457-465, 1991.
24. Gonzalez EG, Myers SJ, Edelstein JE, Lieberman JS, Downey JA. Downey & Darlin's Physiological Basis of Rehabilitation Medicine. 3rd ed. Butterworth-Heinemann, USA 2001.

25. Guyton AC, Hall JE. Tıbbi Fizyoloji. Çev. Ed. Çavuşoğlu H. 9. ed. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul 1996.
26. Kraemer WJ, Hakkinen K. Handbook of Sports Medicine and Science Strength Training for Sport. Blackwell Science. London 2002.
27. Kibler WB, Herring SA, Press JM, Lee PA. Functional Rehabilitation of Sports and Musculoskeletal Injuries. An Aspen Publication. Maryland 1998.
28. Mega Win User's Manual. MegaWin Ltd., Finland 2000.
29. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise Physiology, Energy, Nutrition and Human Performance, 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore 2001.
30. Mumenthaler M, Stöhr M, Müller-Vahl H. Periferik Sinir Lezyonları ve Radiküler Sendromlar. Çev. Ed. Türk Börü Ü. Nobel Tıp Kitabevleri. 2005.
31. Oğuz H, Dursun E, Dursun N. Tıbbi Rehabilitasyon. 2. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul 2004.
32. Phillips W, Hazeldene R. Strength and muscle mass changes in elderly men following maximal isokinetic training. Gerontology. 42(2):114-20, 1996.
33. Placzek JD, Boyce DA. Ortopaedic Physical Therapy Secrets. Hanley & Belfus. Philadelphia 2001.
34. Prentice WE. Therapeutic Modalities in Rehabilitation. 3rd ed. Mc Graw-Hill. USA 2005.
35. Robertson DGE, Caaldwell GE, Hamill J, Kamen G, Whittlesey SN. Research Methods in Biomechanics. Human Kinetics. USA 2004.
36. Runnels ED, Bemben DA, Anderson MA, Bemben MG. Influence of age on isometric, isotonic, and isokinetic force production characteristics in men. J Geriatr Phys Ther. 28(3):74-84, 2005.
37. Safran MR, McKeag DB, Van Camp SP. Manual of Sports Medicine. Lippincott-Raven Pub. Philadelphia 1998.

38. Salem GJ, Wang MY, Young JT, Marion M, Greendale GA. Knee strength and lower- and higher-intensity functional performance in older adults. *Med Sci Sports Exerc.* Oct;32(10):1679-84, 2000.
39. Say Ö. İzokinetik ve izometrik egzersizlerin elektromyografi üzerine etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Egzersiz Fiziyojisi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2004.
40. Sevim Y. Antrenman Bilgisi. 1. Basım. Nobel yayın dağıtım, Ankara, Mayıs 2002.
41. Snell RS. Klinik Nöroanatomi. Çev. Ed. Yıldırım M. 4. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul 2000.
42. Stalberg E, Borges O, Ericsson M, Essen-Gustavsson B, Fawcett PR, Nordesjo LO, Nordgren B, Uhlin R. The quadriceps femoris muscle in 20-70-year-old subjects: relationship between knee extension torque, electrophysiological parameters, and muscle fiber characteristics. *Muscle Nerve.* May;12(5):382-9, 1989.
43. Symons TB, Vandervoort AA, Rice CL, Overend TJ, Marsh GD. Effects of maximal isometric and isokinetic resistance training on strength and functional mobility in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* Jun;60(6):777-81, 2005.
44. Şahinkaya T. Sedanter erkeklerde izokinetik diz ekstensiyon/fleksiyon ve ayak bileği plantar/dorsi fleksiyon çalışmalarının patlayıcı güce etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Fiziyojisi Araştırma ve Uygulama Merkezi, Egzersiz Fiziyojisi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 1996.
45. Taner D. Fonksiyonel Anatomi, Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi. 1. Baskı. Hekimler Yayın Birliği, Ankara 1996.
46. Türkel C. Sedanter erkeklerde maksimal izometrik diz ekstensiyon/fleksiyon çalışmalarının anaerobik güce etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Egzersiz Fiziyojisi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2001.

47. Zergerođlu AM, Ergen E. İzometrik egzersizin vastus medialis ve rectus femoris kasları üzerindeki EMG yardımıyla incelenmesi. Spor Hekimliği Dergisi. 33: 135-144,1998.

ETİK KURUL KARARI



İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ YEREL ETİK KURUL TUTANAĞI

Toplantı Tarihi : 09/03/2005

Toplantı Yeri : Behçet Kütüphanesi Pembe Salon

Toplantı Sayısı : 3

Sorumlu araştırmacılığını Fakültemiz Spor Hekimliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof.Dr.Safnaz A.Yıldız'ın üstlendiği Fiz.loakim İpseftel'in yürüteceği "Yaşlı Erkeklerde İzometrik Egzersizlerin Kas Gücüne Etkisi" başlıklı tek merkezli tez çalışması 09.03.2005 tarihli.03 sayılı toplantımızda incelendi etik yönden bir sakınca taşımadığı görüldü,uygulamaya konulabileceğine karar verildi.

Yaman

Prof.Dr. Yaman TEKANT

Etik Kurul Başkanı (Dekan Yardımcısı)

Prof.Dr. Aykan CANBERK

Farmakoloji ve Kli.F. A.D

Prof.Dr. Berrin UMMAN

Kardiyoloji Anabilim Dalı

Prof.Dr. Beyhan ÖMER

Biyokimya A.D

Prof.Dr. Cahide GÖKKUŞU

Biokimya A.D

Prof.Dr. Kamil PEMBEÇİ

Anesteziyoloji A.D.

Prof.Dr. Koray ACARLI

Genel Cerrahi A.D

Prof.Dr. Mübeccel DEMİRKOL

Çocuk Sağ. Ve Hast. A.D

Prof.Dr. Nuran YILDIRIM

Deontoloji ve Tıp Tarihi A.D

Prof.Dr. Oğuzhan ÇOBAN

Nöroloji A.D

Prof.Dr. Pınar SAİP

I.Ü. Onkoloji Enstitüsü

Prof.Dr. Selim BADUR

Mikrobiyoloji ve Kli.Mik. A.D

Prof.Dr. Veli UYSAL

Patoloji A.D

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	İoakim	Soyadı	İpseftel
Doğ.Yeri	Gökçeada	Doğ.Tar.	01.10.1980
Uyruğu	T.C.	TC Kim No	32911252476
Email	mipseftel@yahoo.com	Tel	05327667039

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Doktora	-	
Yük.Lis.	-	
Lisans	İ.Ü. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Y.O.	2002
Lise	Özel Zoğrafyon Fen Lisesi	1998

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.	Fizyoterapist	İ. Ü. Spor Hekimliği ABD.	2003-2006
2.	Fizyoterapist	Therapy Art Fizik Ted. Merkezi	2005-2006
3.	Fizyoterapist	Sportomed Fizik Ted. Merkezi	2002-2003

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	KPDS/ÜDS Puanı	(Diğer) Puanı
İngilizce	Çok iyi	Orta	Orta	-	
Yunanca	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	-	

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
LES Puanı	-	-	-
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Power point	İyi
Word	İyi
Excel	İyi

Yayımları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri

Özel İlgi Alanları (Hobileri): Basketbol, Fitnes, Futbol.