



**ROTATOR KAF LEZYONU OLAN HASTALARDA NÖROMUSKÜLER
ELEKTRİK STİMÜLASYONUNUN, AĞRI, FONKSİYON, İZOKİNETİK
OMUZ ROTATOR KUVVET VE KAS MİMARİSİNE ETKİSİ**

Emine Merve ERSEVER

**DOKTORA TEZİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2021

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Emine Merve ERSEVER

24/11/2021

ROTATOR KAF LEZYONU OLAN HASTALARDA NÖROMUSKÜLER ELEKTRİK
STİMÜLASYONUNUN, AĞRI, FONKSİYON, İZOKİNETİK KUVVET VE KAS
MİMARİSİNE ETKİSİ
(Doktora Tezi)

Emine Merve ERSEVER

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Kasım 2021

ÖZET

Bu çalışma, omuz rotator kaf lezyonu (RKL) olan hastalarda konvansiyonel tedavi ile uygulanan elektrik stimülasyonunun etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılan 41 hasta randomize olarak konvansiyonel tedavi (KT) (n=21) ve konvansiyonel tedavi ile elektrik stimülasyon grubu (KT+ES) (n=20) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. KT grubuna 6 hafta, haftada 3 kez günde bir kere termal ajanlar, friksiyon masajı ile birlikte omuz egzersizleri uygulandı. KT+ES grubuna ise, termal ajanlar, friksiyon masajı ile birlikte supraspinatus kasına özel egzersizlerin üstüne elektrik stimülasyonu eklenerek, 6 hafta haftada 3 kez günde bir kere 20 dk 2500 Hz; atım süresi 400 mikrosaniye; 10 saniye uyarı ve 50 saniye dinlenme şeklinde uygulanmıştır. Ağrı vizüel analog skalası (VAS), omuz fonksiyonu kol omuz ve el sorunları anketi (DASH) ve The western ontario rotator kaf indeksi (WORC), kas kuvveti izokinetik sistem (Biodex System) ve kas mimarisi B-mod ultrasonografi ile değerlendirildi. Değerlendirmelerin tümü tedavi öncesi ve tedavi sonrası olmak üzere iki kere yapıldı. Çalışma sonunda, konvansiyonel tedavi ile elektrik stimülasyon grubunun VAS, DASH, WORC, kas kuvveti ve kas mimari parametreleri sonuçlarında klinik anlamlılık düzeyinde gelişme görüldü ($p<0,05$). Konvansiyonel tedavi grubunda ise VAS, DASH, WORC, kas kuvveti ve kas mimari parametreleri değerlerinde iyileşme görüldü ($p<0,05$). Fakat konvansiyonel tedavi grubundaki değişimlerin konvansiyonel tedavi ile elektrik stimülasyon grubuna göre daha az olduğu görüldü ($p<0,05$). Sonuç olarak konvansiyonel tedavinin ağrı, fonksiyon, kas kuvveti ve kas mimarisi üzerinde iyileşme sağladığı belirlendi. Gruplar karşılaştırıldığında konvansiyonel tedaviye ek uygulanan elektrik stimülasyon grubunun diğer gruba göre daha üstün olduğu tespit edildi. Bu bilgilerin doğrultusunda RKL olan hastaların tedavisinde, konvansiyonel tedaviye ek uygulanan elektrik stimülasyonunun daha etkili bir tedavi yöntemi olabileceğini düşünmekteyiz.

Bilim Kodu : 1024
Anahtar Kelimeler : Rotator kaf hastalığı, Nöromusküler elektrik stimülasyonu, Omuz rehabilitasyon, Kas mimarisi
Sayfa Adedi : 117
Danışman : Prof. Dr. Nevin Aysel GÜZEL

THE EFFECT OF NEUROMUSCULAR ELECTRIC STIMULATION ON PAIN,
FUNCTION, ISOKINETIC SHOULDER ROTATOR STRENGTH AND MUSCLE
ARCHITECTURE IN PATIENTS WITH ROTATOR CUF LESION

(Ph. D. Thesis)

Emine Merve ERSEVER

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

November 2021

ABSTRACT

This study was conducted to examine the effect of electrical stimulation combined with conventional therapy in patients with shoulder rotator cuff lesion (RCL). 41 patients participating in the study were randomly divided into two groups as conventional therapy group (CT) (n=21) and conventional therapy with electrical stimulation group (CT+ES) (n=20). In the KT group, special exercises were applied to the supraspinatus muscle together with thermal agents, friction massage once a day, 3 times a week for 6 weeks. In the KT+ES group, electrical stimulation was added with shoulder exercises, thermal agents, friction massage, and 2500 Hz for 20 minutes, 3 times a day for 6 weeks; pulse duration 400 microseconds; It was applied as 10 seconds of warning and 50 seconds of rest. Pain visual analog scale (VAS), shoulder function, arm, shoulder and hand problems questionnaire (DASH), and The western Ontario rotator cuff index (WORC), muscle strength isokinetic system (Biodex System), and muscle architecture were evaluated with B-mode ultrasonography. All evaluations were made twice, before and after treatment. At the end of the study, clinical significance was observed in the results of VAS, DASH, WORC, muscle strength and muscle architecture parameters of the conventional treatment with electrical stimulation group ($p<0.05$). In the conventional treatment group, the values of VAS, DASH, WORC, muscle strength and muscle architecture parameters improved ($p<0.05$). However, it was observed that the changes in the conventional treatment group were less than in the conventional treatment with the electrical stimulation group ($p<0.05$). As a result, it was determined that conventional treatment provided improvement in pain, function, muscle strength and muscle architecture. When the groups were compared, it was determined that the electrical stimulation group applied in addition to the conventional treatment was superior to the other group. In line with this information, we think that electrical stimulation, which is applied in addition to conventional treatment, may be a more effective treatment method in the treatment of patients with RCL.

Science Code : 1024
Key Words : Rotator cuff disease, Neuromuscular electrical stimulation,
Shoulder rehabilitation, Muscle architecture
Page Number : 117
Supervisor : Prof. Dr. Nevin Aysel GÜZEL

TEŞEKKÜR

Karşılaştığımız ilk günden beri bana yol gösteren, her konuda, her zaman derin akademik ve hayat tecrübelerini benimle paylaşmaya değer bulan, O’nu tanıdığım için kendimi “şanslı” hissettiğim, kendisine özgü bir anlayışı, bakışı ve empati yeteneği ile öğrencisine güç veren çok değerli hocam Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL’e,

Akademik gelişimime büyük katkısı olan, engin bilgilerinin yanı sıra bana “akademik ahlakı” öğreten hocam Prof. Dr. Lamia PINAR’a,

Tez vakalarımın US ölçümlerini deneyimli tecrübesiyle değerlendirerek, çalışmama gece gündüz demeden sağladığı destek, katkı ve gösterdiği özveri için Prof. Dr. Hakan GENÇ’e,

Doktora süresince ve tez izleme jürimde sağladığı katkılarıyla beni hep bir üst çığaya taşıyan Prof. Dr. Seyit ÇITAKER’e,

Tez vakalarımın belirlenmesinde büyük katkıları olan Doç. Dr. Cevriye MÜLKOĞLU ‘na,

Doktora süresince sabırla yardımlarını esirgemeyen tüm AEAH FTR bölümü personeline ve fahri tez editörüm arkadaşım ve meslektaşım Fzt. Zeynep Döndü ÇIRAK’a,

Tez istatistiklerimin analizinde ve yorumlanmasında büyük destek veren Cem GÜZEY’e,

Akademik sürecin başından beri en güçlü teşvikçim, hayattaki en büyük motivasyon kaynağım, bana güvenen, inanan, can yoldaşım, canım eşim S. Serkan ERSEVER ‘e,

Bu gururu benimle bir yerlerde eminim ki paylaşan babam Sami ERSEVER’e,

Hayatım boyunca yürekleri benimle çarpan ve çarpacak olan oğlum Eren Güneş ve ailem Hasan - Pakize ATASAY ve Naciye ERSEVER’e,

Sonsuz Teşekkürler...

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Omuz Kompleksi ve Biyomekaniği	5
2.1.1. Glenohumeral eklem biyomekaniği	7
2.1.2. Sternoklavikular eklem biyomekaniği	8
2.1.3. Akromioklavikular eklem biyomekaniği	8
2.1.4. Skapulotorasik eklem biyomekaniği	9
2.1.5. Omuz hareketine omurganın desteği.....	9
2.1.6. Glenohumeral ve korakohumeral ligamentler.....	10
2.2. Omuz Kompleksi Kasları ve Biyomekaniği	11
2.2.1. Rotator kaf kasları ve fonksiyonları.....	13
2.3. İskelet Kas Mimarisi	16
2.3.1. İskelet kas mimarisi tipleri.....	17
2.3.2. İskelet kas mimarisi parametreleri	20
2.4. Rotator Kaf Mimarisi	22
2.4.1. Rotator kaf kas mimari özellikleri	22

	Sayfa
2.5. Rotator Kaf Lezyonları	23
2.5.1. Rotator kaf lezyonları etyolojisi ve sınıflandırılması.....	24
2.5.2. Rotator kaf yırtık paternleri.....	26
2.5.3. Rotator kaf lezyonları yırtıklarının güncel fizyoloji ve mimarisi	27
2.5.4. Rotator kaf lezyonlarında supraspinatus kası fizyolojisi mimarisi ve klinik etkileri	29
2.6. Rotator Kaf Lezyonlarında Tedavi Yaklaşımları.....	31
2.6.1. Konservatif tedavi	31
2.6.2. Elektrik stimülasyonu	36
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	43
3.1. Bireyler.....	43
3.2. Yöntem.....	44
3.3. Hastaların Değerlendirilmesi	44
3.3.1. Değerlendirmede kullanılan parametreler.....	45
3.4. Uygulanan Tedavi Protokolü	54
3.4.1. Konvansiyonel tedavi grubu (KT)	54
3.4.2. Konvansiyonel tedavi ile elektrik stimülasyon grubu (KT+ES).....	58
3.5. İstatistiksel Analiz.....	59
4. BULGULAR	61
4.1. Grupların Demografik Özelliklerinin Karşılaştırılması	61
4.2. Ağrı Değerlendirmesi Sonuçları	62
4.3. Omuzun Fonksiyonel Değerlendirilmesi Sonuçları	62
4.4. Kas Mimarisi Değerlendirilme Sonuçları	65
4.5. Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi Sonuçları	66
5. TARTIŞMA.....	71
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	87

	Sayfa
KAYNAKLAR	89
EKLER.....	101
EK-1. Girişimsel olmayan klinik araştırmalar için bilgilendirilmiş gönüllü olur formu.....	102
EK-2. Hasta Takip Formu.....	103
EK-3. Etik Kurul Onayı	105
EK-4. Kol omuz ve el sorunları anketi (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire) (DASH)	109
EK-5. The western ontario rotator kaf indeksi (the Western Ontario Rotator Cuff Index) (WORC).....	111
ÖZGEÇMİŞ	114

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Omuza yönelik özel testlerin spesifite, duyarlılık ve geçerlilik ve güvenilirlik yüzdeleri	46
Çizelge 3.2. Hastalara uygulanan tedavi protokolü.....	55
Çizelge 4.1. Demografik bilgilere dair dağılımlar.....	61
Çizelge 4.2. KT ve KT + ES gruplarında hastaların VAS'a göre ağrı düzeyleri	62
Çizelge 4.3. KT ve KT + ES gruplarında hastaların DASH düzeyleri.....	63
Çizelge 4.4. KT ve KT + ES gruplarında hastaların WORC düzeyleri.....	64
Çizelge 4.5. Kas mimari parametrelerinin zamanla ve gruplar arasındaki farklılık düzeyleri	65
Çizelge 4.6. Peak tork düzeylerinin zamanla ve gruplar arasındaki farklılık düzeyleri .	66
Çizelge 4.7. P / W düzeylerinin zamanla ve gruplar arasındaki farklılık düzeyleri	68

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Omuz eklem anatomisi	6
Şekil 2.2. Glenohumeral ve korakohumeral ligamentler	10
Şekil 2.3. Rotator kaf kaslarının deltoid kası ile oluşturduğu kuvvet çifti	12
Şekil 2.4. Deltoid kası ile supraspinatus kasının oluşturduğu kuvvet çifti	12
Şekil 2.5. Rotator kaf kuvvet dağılımı	12
Şekil 2.6. Rotator kaf kasları	14
Şekil 2.7. İskelet kas mimarisi tipleri	18
Şekil 2.8. (a) Paralel kas: Kas lifleri, kasın kuvvet üreten eksenine paralel uzanır, (b) Pennat kas: Kas lifleri, kasın kuvvet üreten eksenine göre sabit bir açıyla hareket eder, θ , pennasyon açısı	20
Şekil 2.9. Rotator kaf lezyonları	24
Şekil 2.10. Supraspinatus tendonunda üstten gösterilen tam kat yırtık	30
Şekil 2.11. Elektrik stimülasyonunun hücrede meydana getirdiği değişiklikler	36
Şekil 2.12. Rus akım tekniği.....	39
Şekil 3.1. Çalışmanın akış şeması.....	45

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Neer testinin yapılışı.....	46
Resim 3.2. Hawkins testinin yapılışı	47
Resim 3.3. Drop Arm testinin yapılışı.....	47
Resim 3.4. Ağırlı ark testinin yapılışı.....	48
Resim 3.5. Kas kuvvetinin değerlendirilmesi için izokinetik bilgisayar destekli dinamometre.....	50
Resim 3.6. İzokinetik kuvvet ölçümünde dinamometre ile kişinin pozisyonlanması	51
Resim 3.7. Supraspinatus kas kalınlığı ölçümü tedavi öncesi.....	52
Resim 3.8. Supraspinatus kas kalınlığı ölçümü tedavi sonrası.....	52
Resim 3.9. Supraspinatus lif uzunluğu ve pennasyon açısı ölçümü tedavi öncesi.....	53
Resim 3.10. Supraspinatus lif uzunluğu ve pennasyon açısı ölçümü tedavi sonrası.....	53
Resim 3.11. Posterior kapsül germe	56
Resim 3.12. Pektoralis minör germe	56
Resim 3.13. İzometrik Omuz eksternal rotasyon	56
Resim 3.14. Kapalı kinetik zincir skapula retraksiyon	57
Resim 3.15. Skapula retraksiyon kuvvetlendirme	57
Resim 3.16. Omuz internal rotasyon kuvvetlendirme	57
Resim 3.17. Elektrik stimülasyonunda kullanılan elektroterapi cihazı	58
Resim 3.18. Elektrik stimülasyonu elektrot yerleşimi.....	59

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan simgeler ve kısaltmalar aşağıda açıklamaları ile sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

%	Yüzde
°	Derece
cm	Santimetre
dk	Dakika
kg	Kilogram
m	Metre
maks	Maksimum
min	Minimum
n	Olgu sayısı
p	İstatiksel yanılma düzeyi
r	Korelasyon değeri
SD	Standart sapma
sn	Saniye
X	Ortalama

Kısaltmalar

Açıklama

ABD	Abdüksiyon
ADD	Addüksiyon
AK	Akromioklavikular
DASH	Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire
EMG	Elektromiyografi
ER	Eksternal Rotasyon
ES	Elektrik Stimülasyonu
FEKA	Fizyolojik Enine Kesit alanı
FL	Kas Lif Uzunluğu
GH	Gleno Humeral
İR	İnternal Rotasyon

Kısaltmalar	Açıklama
KK	Kas Kalınlığı
NEH	Normal Hareket Açıklığı
NMES	Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu
NSAİİ	Non-Steroid Antiinflatuar İlaçlar
RA	Rus Akımı
RK	Rotaor Kaf
RKL	Rotator Kaf Lezyonu
SS	Standart Sapma
SSS	Subakromial Sıkışma Sendromu
ST	Skapulotorasik
TENS	Transkutanöz Elektrik Stimülasyonu
US	Ultrasonografi
VAS	Visuel Analog Skalası
VKİ	Vücut Kütle İndeksi
WORC	Western Ontario Rotator Cuff Index

1. GİRİŞ

Omuz eklemi diğer eklemlere göre karmaşık bir anatomiye ve en geniş hareket yeteneğine sahip olan vücut parçasıdır. Geniş hareket açıklığına sahip olması ve fonksiyonel olarak vücudun en anstabil eklemi olma özelliği, omuz eklemi yaralanma sıklığını arttırmaktadır [1-3].

Rotator kaf problemleri en yaygın görülen omuz ağrısı sebebidir. Rotator kaf disfonksiyon nedenlerinin %74 'ü şiddetli omuz ağrısına yol açmaktadır. Günlük yaşam aktivitelerinin niteliğinin azalması, önemli eklem kısıtlılığına ve yaralanmalara neden olmaktadır [2]. Yapılan çalışmalara göre, rotator kaf lezyon insidansının yaşlara göre dağılım verileri; 19-39 yaş aralığında %0 tam kat yırtık - %4 parsiyal yırtık, 40-60 yaş aralığında %4 tam kat yırtık - %24 parsiyal yırtık, 60 yaş üstü %28 tam kat yırtık - %26 parsiyal yırtık şeklindedir [4].

Rotator kaf tendonlarını besleyen damarların daralarak kan akışının bozulması sonucu tendon beslenmesinin azalmasına sebep olan iç etkenleri, mikro-yapısal kollajen lif anormallikleri [5], lif materyal özelliklerinde bölgesel değişiklikler [6], korakoakromiyal arkın şekli [7], genetik faktörler, hormonal değişiklikler oluştururken; dış etkenleri ise gerilme-aşırı yüklenme [8], kinematik anormallikler ve sık kullanma oluşturmaktadır [9]. Bu nedenle rotator kaf yırtıklarının rehabilitasyonu, ağrıyı kontrol etmeyi, eklem hareket açıklığını iyileştirmeyi, skapulotorasik ritimi korumayı ve fonksiyon sağlamayı kapsamaktadır [10].

Rotator kaf tendon yaralanmalarının tedavisi konservatif seçeneklerden (egzersiz, elektroterapi, akupunktur, manuel tedavi, enjeksiyon tedavisi, bantlama dahil) bir çoğu ile başarılı sonuçlar vermektedir [11]. Omuz rehabilitasyonunda öncelikle, ağrının eliminasyonu ve rotator manşet ile skapular kasların dinamik stabilitesi aracılığıyla fonksiyonel hareketlerin restorasyonuna odaklanılmalıdır. Özellikle terapatik egzersizler ile nöromusküler re-edükasyon sağlanarak, omuz kuşağı kaslarının kuvvetlenmesi ve yeterli eklem hareket açıklığına ulaşılması hedeflenmektedir [12].

Nöromusküler fasilasyonun bir yöntemi olan nöromusküler elektrik stimülasyonu, kaslar üzerinde fonksiyon kaybını yeniden kazandırarak, kas kuvvetini arttırmak, fonksiyonel

eğitim veya aktivite için kullanılabilir [11]. Literatürde, elektrik stimülasyonunda farklı akımların ve parametrelerin oluşturduğu protokollerin birçok klinik durumda kullanıldığı gösterilmiştir [13]. Omuz rehabilitasyonunda, nöromusküler elektrik stimülasyonunun, günlük yaşamın ağrı, fonksiyon ve aktivitelerini iyileştirmede etkili olduğu yapılan çalışmalar ile desteklenmiştir [14].

Bu çalışmada odak noktamız rotator kaf tendinopati ve yırtıklardaki belirgin rolü nedeniyle (%81 oranında) supraspinatus kası üzerine olmuştur [15]. Supraspinatus kası, fossa supraspinatus'a yerleşen ve çoğunlukla humerusun büyük tüberositesi üzerindeki en yüksek etkiyle bağlanan tek kas birimi olarak bilinmektedir. Ayrıca diğer rotator kaslara kıyasla supraspinatus kas mimarisi yer çekimine karşı en fazla çalışan kas olarak yaralanmalarda primer etkilenen kas olduğu bildirilmiştir [15]. Supraspinatus kasının kas mimarisini değerlendirmek için ultrason kullanılarak, kas kalınlığı, lif uzunluğu ve pennasyon açıları incelenebilmektedir. Böylece kliniklerde rotator kaf rehabilitasyonu sonucunda bu parametrelerde oluşması muhtemel değişiklikler sayesinde omuz fonksiyonunda iyileşmelere neden olabileceği düşünülmektedir [16].

Literatürde sadece rotator kaf kaslarının mimarisini ya da rotator kaf lezyonu (RKL) olan hastaların fonksiyonelliğinin çeşitli test ve anketler ile değerlendirildiği çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır [1, 17]. Ancak ultrason görüntüleri kullanılarak nöromusküler elektrik stimülasyonun ve egzersizin kas yapısı üzerinde etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Omuz rehabilitasyonu sonucunda değerlendirilen kas kuvveti, kas yapısı, ağrı ve günlük yaşam aktiviteleri verilerini bir arada gösteren çalışma sayısı da oldukça limitlidir [2].

Uzun süreli omuz rehabilitasyonunda kullanılan fizik tedavi modalitelerinin ve egzersizin omuz kuşağı kas mimarisi, ağrı, kas kuvveti ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerinin bilinmesi RKL olan hastalarda tedavi planının daha doğru ve etkin oluşturulmasını sağlayacaktır [18].

Çalışmamızda amacımız RKL olan hastaların rehabilitasyonunda nöromusküler elektrik stimülasyonun, kas kalınlığı, lif uzunluğu ve pennasyon açısı gibi kasın yapısal parametrelerini, ağrıyı, fonksiyonu, izokinetik rotator kaf kuvvetlerini nasıl etkilediğini araştırmaktır.

Çalışmanın hipotezleri şunlardır:

H_{0a}: Rotator kaf lezyonu tanısı almış hastalarda konvansiyonel tedavi ile birlikte supraspinatus kası üzerine uygulanan elektrik stimülasyonunun omuz ağrısı üzerine etkisi yoktur.

H_{0b}: Rotator kaf lezyonu tanısı almış hastalarda konvansiyonel tedavi ile birlikte supraspinatus kası üzerine uygulanan elektrik stimülasyonunun omuz fonksiyonu üzerine etkisi yoktur.

H_{0c}: Rotator kaf lezyonu tanısı almış hastalarda konvansiyonel tedavi ile birlikte supraspinatus kası üzerine uygulanan elektrik stimülasyonunun kas kuvveti üzerine etkisi yoktur.

H_{0d}: Rotator kaf lezyonu tanısı almış hastalarda konvansiyonel tedavi ile birlikte supraspinatus kası üzerine uygulanan elektrik stimülasyonunun kas mimarisi üzerine etkisi yoktur.

H_{1a}: Rotator kaf lezyonu tanısı almış hastalarda konvansiyonel tedavi ile birlikte supraspinatus kası üzerine uygulanan elektrik stimülasyonunun omuz ağrısı üzerine etkisi vardır.

H_{1b}: Rotator kaf lezyonu tanısı almış hastalarda konvansiyonel tedavi ile birlikte supraspinatus kası üzerine uygulanan elektrik stimülasyonunun omuz fonksiyonu üzerine etkisi vardır.

H_{1c}: Rotator kaf lezyonu tanısı almış hastalarda konvansiyonel tedavi ile birlikte supraspinatus kası üzerine uygulanan elektrik stimülasyonunun kas kuvveti üzerine etkisi vardır.

H_{1d}: Rotator kaf lezyonu tanısı almış hastalarda konvansiyonel tedavi ile birlikte supraspinatus kası üzerine uygulanan elektrik stimülasyonunun kas mimarisi üzerine etkisi vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Omuz Kompleksi ve Biyomekaniği

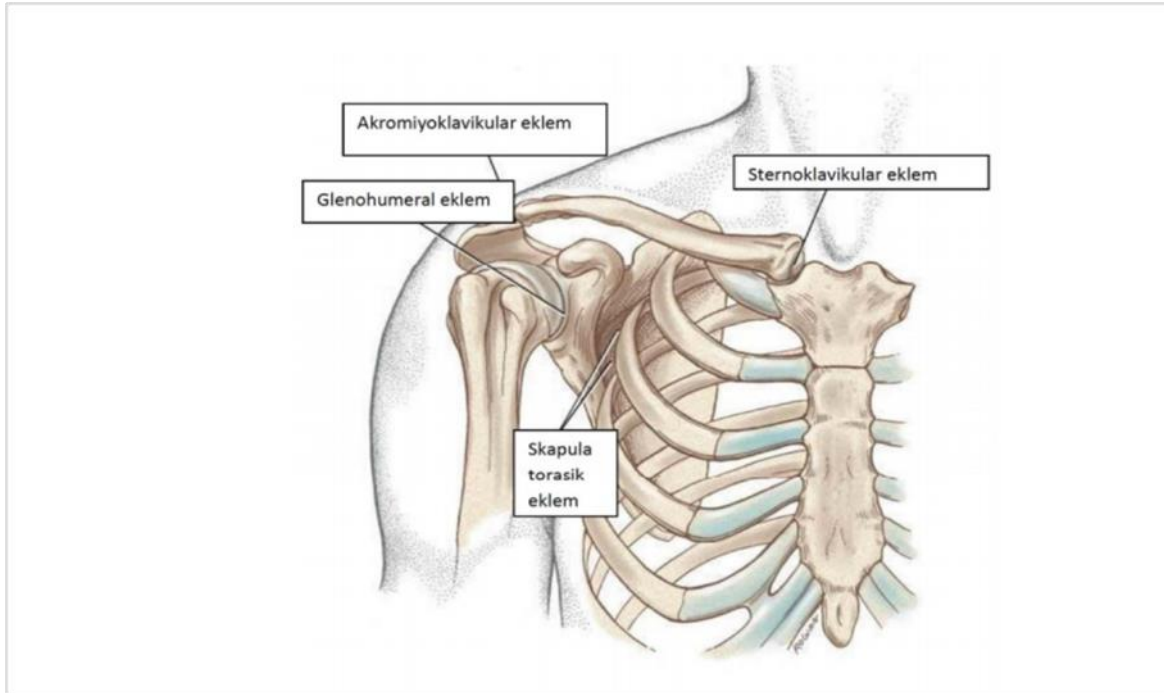
Omuz kompleksi, toraks, skapula, humerus, klavikula kemikleri ile glenohumeral (GH), sternoklavikular (SK) ve akromioklavikular (AK) anatomik eklemlerinden ve fizyolojik bir eklem olan skapulotorasik (ST) eklemden oluşmaktadır (Şekil 2.1). Omuz kompleksini oluşturan bu dört eklem ek olarak gerçek bir eklem olmayan ancak akromion ile humerus arasında bulunan subakromiyal aralık, subakromiyal bursa aracılığıyla gerçek eklem gibi fonksiyon görmektedir [19].

Üst ekstremitenin konumlandırılmasını sağlayan omuz eklemine kapasitesi omurganın hareketi ile de artar. Elin normal konumlandırılması için gerekli olan karmaşık hareketleri sağlayabilmek için bu dört eklem birlikte hareket eder ve tek bir eklem yapabileceğinden daha yüksek bir mobilite sağlanır. Omuz hareket açıklığı geleneksel olarak fleksiyon ve ekstansiyon, abduksiyon ve iç-dış rotasyon bağlamında ölçülür. Omuz kompleksi hareketini daha iyi anlayabilmek, her bir hareketin yapılabilmesi için gerekli olan bileşenlerin ayrı ayrı analizi ile mümkün olur.

Omuz kompleksinde bulunan, klavikula en erken ossifiye olan ve kemikleşmenin en son tamamlandığı kemiktir; sternum ile akromion çıkıntısı arasında yer alır. Klavikulanın görevi, gövde ve skapula arasında destek olmaktır [20]. Ayrıca, altında yatan brakial plexus ve vasküler sistemleri korur ve omuza etki eden birçok kas için bağlantı bölgesi oluşturur. Üst ekstremitenin elevasyonu klavikulanın rotasyonu ile birlikte olur, 10°lik kol elevasyonu için yaklaşık 4°lik klavikula elevasyonu gerçekleşir ve bu hareketin çoğu sternoklaviküler eklemden meydana gelir. Humerus; humeral baş, anatomik boyun, büyük ve küçük tüberküllerden oluşur. Humerusun baş kısmı glenohumeral eklemde konveks komponentidir. Humeral başın proksimalinde anatomik boyun bulunur. Humerusun anatomik boynunun dış tarafında büyük tüberkül, ön-iç kısmında ise küçük tüberkül yer alır. Sternum; manubrium sterni, gövde ve ksifoid çıkıntı olmak üzere üç parçası bulunmaktadır. Manubrium sterni lateralde klavikular fasetler, medialde kostal fasetler ile gövdeye bağlanarak omuz eklemine katılır.

Skapula omuz hareketlerinde stratejik bir kemiktir. Skapula genellikle kişinin 2. ve 7. kostalar arasında bulunur. Kolun boşlukta pozisyonlanmasına yardım eden 15' den fazla kas için yapışma yeridir [21]. Skapula, glenohumeral eklemden hareketin detaylı kontrolü ile birlikte, normal omuz hareket fonksiyonlarının yerine getirilmesinde hayati bir rol oynar. Dinamik stabilizasyon sağlayarak, omuz hareketlerinin kuvveti, hızı ve enerjisinde, distalden proksimale bir köprü görevi üstlenir. Skapula, mekanik bağlantısını sağlayan sternoklaviküler eklem ve akromioklaviküler eklem aracılığıyla klavikulanın bütün hareketlerine eşlik eder. Ayrıca skapulotorasik eklem ile de göğüs kafesi üzerinde kayar. Omuz kavşağının elevasyonu, depresyonu sırasında yukarı ve aşağı hareketleri skapula sayesinde gerçekleşir.

Akromion ise skapular kemiğin bir bölümü olarak morfolojik 3 farklı varyasyonlar gösterir. Bu varyasyonlar 3 farklı tip olarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmaya göre, Tip I akromion düz alt yüzeye sahiptir. Tip II akromion pürüzsüz ve sagittal oblik planda humerus başı süperioru ile neredeyse paralellik gösteren kavisli bir alt yüzeye sahiptir. Tip III akromionun anteriorda kancası bulunmaktadır ve büyük ölçüde rotator kılıf yırtıklarına zemin hazırlamaktadır. Tanımlanan üç tipten sonra Vanarthos ve Mono 1995 yılında konveks alt yüzeye sahip olan Tip IV akromion tipini tanımlamışlardır [11].



Şekil 2.1. Omuz eklem anatomisi [22]

2.1.1. Glenohumeral eklem biyomekaniği

Omuz kompleksindeki en büyük hareket glenohumeral eklemden gerçekleşir. Top ve soket tipi çok eksenli hareket edebilen bir eklemdir [21]. Fleksiyon-ekstansiyon, abduksiyon-addüksiyon (abd-add), internal rotasyon- eksternal rotasyon (İR, ER) ve skapular düzlemde ise skapsiyon hareketi olmak üzere 3 düzlemde harekete izin verir [23]. Günlük hayattaki birçok fonksiyonel hareketler frontal düzlem yerine skapular düzlemde meydana gelir [21]. Fonksiyonel hareketlerin birçoğunda, humerus başının sadece %35'i glenoid fossanın kemik yüzeyi ile temas ederek hareketlerini gerçekleştirir. Tüm hareketler sırasında, humerus başının eklem yüzeyi 30° glenohumeral eklemden, 4-8° glenoidal kavitede retroversiyona olanak sağlar [19]. Proksimal humerus, kendisinde skapula düzlemine göre 7° retroversiyon ve 5° superior inklinasyonu olan glenoid fossa ile eklem oluşturur. Glenoidin bu pozisyonu, skapular boyun inklinasyonu ve retroversiyonu tarafından sağlanır ki birçok çalışmada, skapular boyun malunion durumunda, omuza destek sunan kasların pozisyonunda değişiklik ya da kısılma olması önemli derecede değişen mekanik güç ve fonksiyon ile ilişkilendirilir [20].

Glenohumeral eklemde stabilizasyonu yumuşak doku, labrum, ligamentler, humerus başı ve glenoid kavite arasındaki ilişki ile kemiksel oluşum ve kas mimari özellikleri statik ve dinamik olarak korunur. Glenohumeral labrum statik stabilizasyonu sağlayan önemli yapılardan biridir [24]. Glenoid fossa arasındaki temas yüzeyini büyütürken derinliği artırır. Glenoid fossa sığdır ve ortalama olarak humeral başın yarıçapının üçte birini alacak durumdadır. Korakohumeral ligament, glenohumeral ligament, transvers humeral ligamentler ise humerusun eksternal rotasyonu ile abduksiyonunu limitleyerek inferior yönde stabilizasyonu sağlamaktadır. Daha önce, proksimal humerus ile glenoid yüzeyler arasındaki uyumun tam olmadığı düşünülse de stereofotogrametrik çalışmalar bu eklemde, konveks humeral eklem yüzeyinin küreselliği ile konkav glenoid eklem yüzeyinden olan sapmaların %1'inden az olmakla birlikte, uyumun tam olduğu saptanmıştır. Böylece glenohumeral eklemden meydana gelen hareket neredeyse tamamen rotasyoneldir. Omuz kompleksinde stabilize kemik yapı dışında, kapsüller, kas ve ligamentler tarafından sağlanır [25]. Skapular açılma, intraartiküler basınç bir emme kuvveti oluşturarak distraksiyona karşı bir direnç oluşturup, statik stabilizasyonu ligamentlerle birlikte desteklemektedir [22]. Glenohumeral stabilizeyi etkileyen bir diğer faktör sinovial sıvıdır. Sinovial sıvı, kohezyon ve adezyon ile

humerusu sararak iki yüzeyin birbiri üzerinde kaymasını sağlar. Bu kohezyon gücü yukarıda da bahsettiğimiz gibi negatif emme kuvveti ile kapsül ile GHL'i eklem merkezine çeker.

Glenohumeral eklem dinamik stabilizasyonunu ise rotator kaf kasları, biceps kasının uzun başı, deltoid kası oluşturmaktadır. Kasların ortak özellikleri, glenohumeral eklemden çekme ve kompresif kuvveti oluşturmalarıdır. Kas kuvvet çiftlerinin koordinasyonu ile humerus başı eklem merkezinde tutulur [3]. Glenohumeral eklem kemiksel stabilite yetersizliği kaslar tarafından meydana gelen aganist ve antagonistik aktivasyonları gerektirir. Kuvvet çifti ilişkisi genellikle antagonist kasın eksantrik kontraksiyonunu ile tamamlanarak ters yönden eşit seviyede nötralize güçlerin üretilmesiyle kas uzaması ile gerçekleşir.

Eklem, a.suprascapularis, a.circumflexa humeri anterior ve a.circumflexa scapula tarafından beslenir [21].

2.1.2. Sternoklavikular eklem biyomekaniği

Klavikulanın iç ucu, manubrium sterni ve 1. kostanın kırkırdak bölümü ile oluşan sellar tipte bir eklemdir. Sternoklavikular eklemden hareketler, sagittal eksen, aşağı yukarı yönde toplam 7cm'lik klavikular elevasyon, depresyon; vertikal eksen, yaklaşık olarak 30 ° klavikular protraksiyon-retraksiyon; frontal eksen, yaklaşık 40-50 ° klavikular öne arkaya rotasyondur [19]. Sternoklavikular eklem, kemik stabilitesi az bir eklemdir. Eklem kendisi yapısal ya da stabilitesi az olmasına rağmen anterior, posterior, kostoklaviküler ve interklaviküler bağlar ile eklem kararlılığı ve sağlamlığını sağlar [23]. GH eklem bütün fonksiyonel ana hareketleri klavikulanın SK eklem etrafındaki hareketlerine bağlıdır [3]. Klavikulanın medial ucu altından geçen ve ilk kosta ile yapmış olduğu kostoklaviküler bağ, üst kaymayı engellerken anterior bölümü de posterior kaymayı engeller. SK hareketi kısıtlayan ana etkenin bu olduğu düşünülmektedir [25].

2.1.3. Akromioklavikular eklem biyomekaniği

Klavikula, distal ucunun akromionun anteromedial yüzüyle yapışmış olduğu yassı bir eklemdir. Kayma (gliding) hareketini gerçekleştiren küçük sinovyal bir eklemdir. AK, klavikulanın lateral ucu ile skapulanın akromiyonu arasında göğüs bölgesi kas yapısından üst ekstremiteye aktarılan ağır yüklere maruz kalır. Skapula thoraks üzerinde hareket ederken AK eklem ana görevi SK eklem ile beraber çalışarak hareket boyunca thoraks ile skapula

arasındaki koordinasyonu sağlamaktır. AK eklem hareketleri korakoklavikular ligament, konoid ve trapezoid ligamentler tarafından limitlenir. AK eklem SK ekleme göre daha az hareketlidir, fakat skapula için önemli olan hareketlere izin verir [20]. Bununla birlikte son yıllarda yapılan bir araştırma, omuz abdüksiyonu esnasında AK eklemin hareketini belirlemek için üç boyutlu manyetik rezonans görüntüleme kullanılarak 3.5 mm' den fazla eklem translasyonu olmadığı halde AK eklemin maksimal omuz abdüksiyonunda, 35°'ye kadar rotasyonu gösterilmiştir. Böylece AK eklemin sıkı bir fiksasyonu ya da füzyonunun genel omuz fonksiyonuna az bir kayba sebep olacağı düşüncesi sorgulanmaktadır [27].

2.1.4. Skapulotorasik eklem biyomekaniği

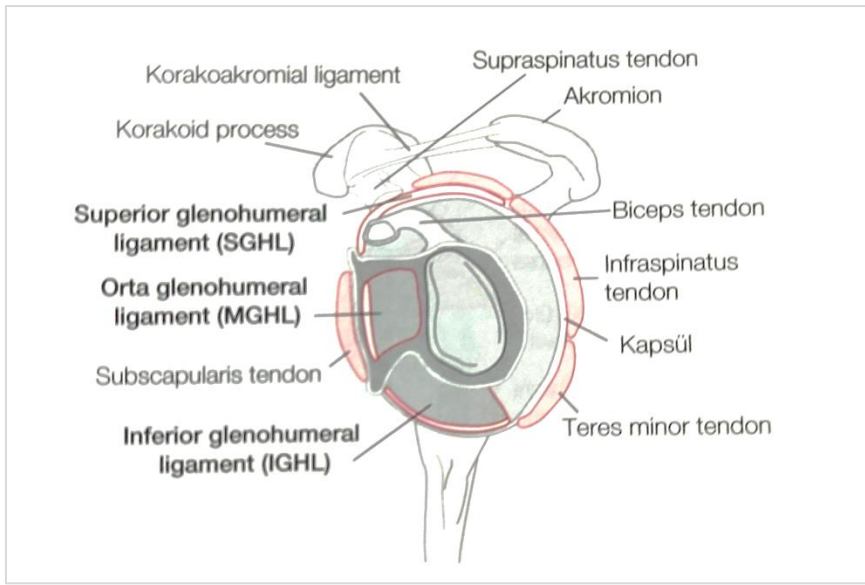
Skapulanın ön yüzü, subscapularis ve serratus anterior kası ile göğüs duvarı arasındaki mesafeden oluşan fizyolojik bir eklemdir. Spina skapula lateralinden başlayan akromion, distal klavikula ile biraraya gelerek AK eklemi oluşturarak, skapulayı destekleyerek toraksa doğru stabilize eder. Skapulotorasik eklem gerçek sinovyal bir eklem olmamasına rağmen, fonksiyonel bir eklem gibi davranır. Akromioklavikular ve sternoklavikular eklemlerle birlikte kapalı bir zincir oluşturur [3]. Protraksiyon-retraksiyon, elevasyon-depresyon, anterior-posterior tilt, internal-eksternal rotasyon ile yukarı ve aşağı yönde rotasyonlar gibi pekçok yönde harekete izin verir. ST eklem, m. subscapularis ve m. serratus anterior, skapulayı thoraksa sabitleyen kaslar ve ligamentler, vakum mekanizması aracılığıyla skapulayı pozisyonlayarak kanat skapulayı önler [24]. ST eklemin yukarı yönlü rotasyonu frontal düzlemde meydana gelir ve toplam omuz elevasyonunun 60 ° sini karşılar. Skapular hareketin yokluğunda kol yalnızca 90 ° aktif fleksiyon ve 120 ° pasif abdüksiyon hareketi gerçekleştirebilmektedir [19].

2.1.5. Omuz hareketine omurganın desteği

Çoğu zaman gözardı edilsede torasik ve lomber omurga, üst ekstremitayı konumlandırmaya destek sağlar ve böylece omuz kompleksinin genel hareket ve fonksiyonunu artırır. Başüstü seviyesinde bulunan bir nesneyi almak için uzanırken, omurganın fleksiyonu sayesinde ekstremitenin hareket kabiliyeti artar. Birçok spor dalında olduğu gibi başüstü hareketlerde de omurga hareketinin önemi görülmüştür [28].

2.1.6. Glenohumeral ve korakohumeral ligamentler

Glenohumeral ligamentler (superior, orta ve inferior) anterior glenohumeral eklem kapsülünün ayrı uzantılarıdır ve omuz stabilitesi ve fonksiyonu için önemlidir. Superior glenohumeral ligament (SGHL), bicepsin uzun başının önünde bulunan anterosuperior labrumdan çıkar ve tuberkulum minusun üstüne yerleşir. Çoğu omuzda bulunur fakat sadece %50'sinde iyi gelişmiştir. SGHL, kol dinlenme ya da addüksiyon pozisyonundayken inferior translasyonu engelleyen temel unsurdur (Şekil 2.2) [29].



Şekil 2.2. Glenohumeral ve korakohumeral ligamentler

Korakohumeral ligament, korakoid tabanının lateralinden çıkar ve humerusun anatomik boynuna yerleşir. Bu yapı SGL in anteriorundadır ve eklem kapsülünün superior kısmını güçlendirir. Bu ligamentler subskapularis ve supraspinatus arasındaki rotator aralığı belirler. Bazı araştırmalar bu yapıların addüksiyon, rotasyon pozisyonunda omuzun inferior translasyonunu önlemede kaslardan sonra ikincil role sahip olduğuna işaret eder [30].

Orta glenohumeral ligament (OGHL), SHGL' in altından çıkar ve tuberkulum minusun yanına yerleşir. Bu yapının anatomisinde büyük değişkenlik gösterilmiştir. Omuzların yaklaşık %30'unda bulunmaz. Labrumun anterosuperior kısmından, supraglenoid tüberkül ya da skapular baştan çıkabilir. Morfolojik türler bulunabilir ve bunların arasında kordon-şerit benzeri tür ile tabaka benzeri (İGHL' in anterior bandıyla kaynaşmış) tür olabilir. Fonksiyonel olarak OHGL, kol abdüksiyon ve dış rotasyon pozisyonundayken glenohumeral

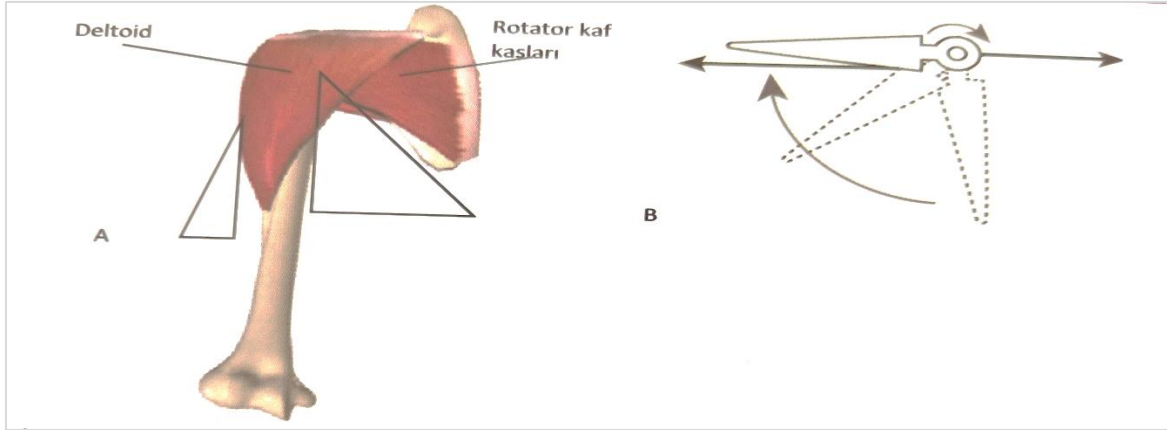
eklemin inferior translasyonunu engelleyen ikincil bir görevi vardır. Bununla birlikte anterior translasyonu da engeller ve maksimum etkisini kol 45° abdüksiyundayken gösterir [29].

İnferior glenohumeral ligament (İGHL), labrumun inferiorundan çıkar ve humerusun anatomik boynuna yerleşir. Üç farklı bileşeni bulunur: saat 2 ile 4 arası yönden çıkan anterior band (sağ omuz), saat 7 ile 9 arası yönden çıkan posterior band (sağ omuz) ve aksillar hat. İGHL' in en önemli fonksiyonu, kol 90°'lik abdüksiyonda iken omuzun primer anterior stabilizasyonunu sağlamaktır. Kol abdüksiyonda ve eksternal rotasyonda iken, İGHL gerilir ve anterior translasyonu engeller. Abdüksiyondaki kolun internal rotasyonu ile posterior band gerilir ve posterior translasyon engellenir. İGHL kompleksi ayrıca kol abdüksiyundayken, glenohumeral eklemin inferior translasyonunu engeller [29-30].

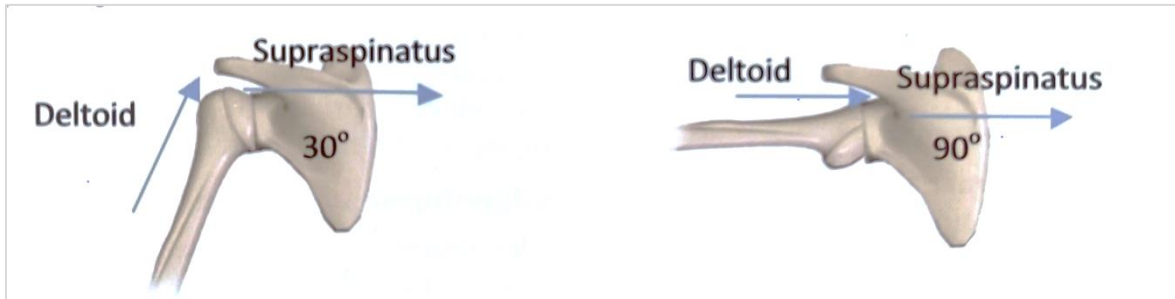
2.2. Omuz Kompleksi Kasları ve Biyomekaniği

Geniş hareket arkı, mobilite ve dinamik stabilite sağlamak için omuz kompleksinin çeşitli bileşenlerine sayısız kas etki eder. Hem dinamik, hem de pasif stabilizasyon birtakım mekanizmalar ile sağlanır. Bunlar arasında pasif kas tonusu, kontrakte kas üzerinden bariyer etkisi, kas kontraksiyonu ile ortaya çıkan kompresif güçler, pasif ya da ligament gerilmesine neden olan eklem hareketi ve glenoidin merkezine doğru eklem gücünün yönlendirilmesi yer alır. Kas fonksiyonu ve kuvvet aktarımının anlaşılabilmesi için belirli bir kasın yönü, boyutu, aktivitesi ve tüm mimari parametreleri göz önünde bulundurulmalıdır [31].

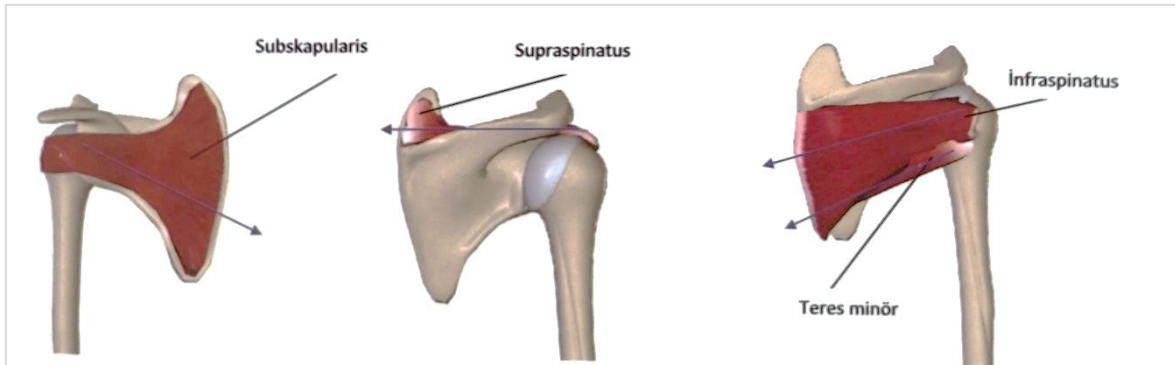
Omuz kompleksinin ilk hedefi günlük yaşam aktivitelerinde elin kontrolünü sağlayarak onu doğru pozisyonlamaktır. Kol, önkol ve el kaslarının fonksiyonel aktivitelerini başarılı bir şekilde yapması, GH eklemin mobilitesi ve stabilitesine bağlıdır [25]. Omuz bölgesi kasları, glenohumeral ekleminin dinamik stabilizasyonunu ve üst ekstremité hareketini sağlayarak; skapular, rotator kaf ve omuz eklemi kasları olarak ayrılırlar. Bu kaslardaki herhangi bir zayıflık veya disfonksiyon hem hareketlerin kısıtlanmasına hem de stabilizasyonun etkilenmesine neden olmaktadır [18]. Kas kontraksiyonu sırasında ligamentöz gerginlik nedeniyle eklem stabilitesi de artar. Özellikle rotator kaf kasları GH eklemine çaprazlayarak humerus ve skapulanın rolünü kontrol eden kuvvet çiftlerini oluşturmaktadır [25]. Kuvvet çiftleri üst ekstremitenin pozisyonuna bağlı olarak kasın bir eklemlle ilişkisi, bu eklem ile ondan kaynaklanan kuvvetler ya da hareketler üzerindeki etkisi değişebilir (Şekil 2.3-2.4).



Şekil 2.3. Rotator kaf kaslarının deltoid kası ile oluşturduğu kuvvet çifti [30]



Şekil 2.4. Deltoid kası ile supraspinatus kasının oluşturduğu kuvvet çifti [30]



Şekil 2.5. Rotator kaf kuvvet dağılımı [30]

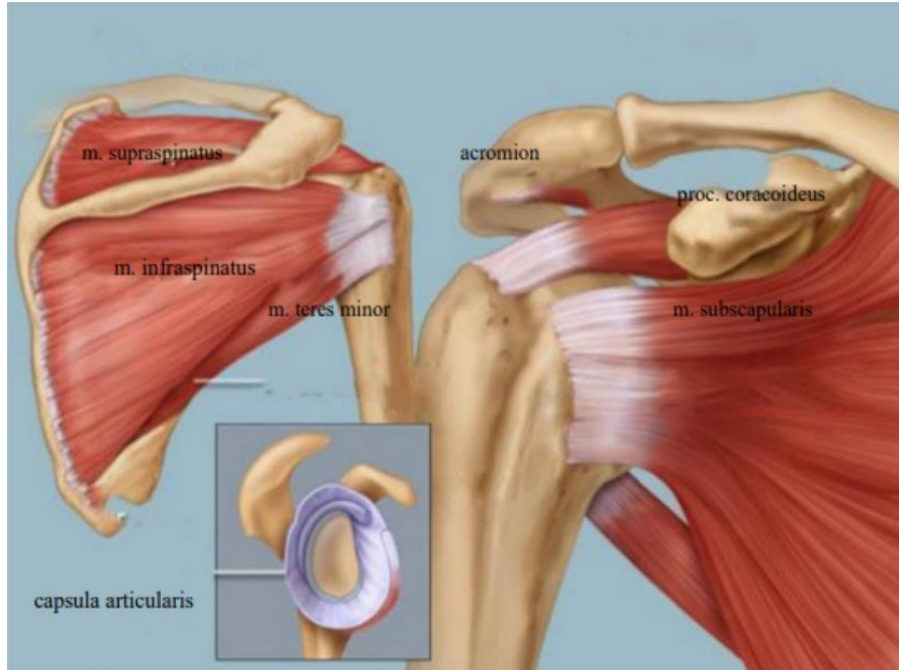
Omuz kompleksinin en temel hareketi skapular düzlemde kolun elevasyonudur. Omuz elevasyonuna etki eden kas güçleri arasındaki ilişki ilk defa, deltoid ve supraspinatus sinerjik çalıştığını ve rotator kaf kas yapısının geri kalanının humerus başının subluksasyonunu engellemek için humerus başını bastırıcı kuvvet sağladığını bulan Inman tarafından araştırılmıştır. Inman, RK kaslarının kinematikliğini değerlendirerek sadece elevasyonda değil diğer omuz hareketlerine katkılarını dikey ve yatay kuvvetlerin bileşkelerine ayırarak göstermiştir (Şekil 2.5). Omuz kompleksi içerisindeki bu kinematik ilişki “skapulohumeral

ritm” olarak adlandırılmış olup 6 farklı kinematik prensip ile sağlandığı bildirilmektedir. Skapulohumeral ritimde birinci kural; her 3°’lik omuz abduksiyon hareketinin 2°’lik kısmı glenohumeral eklem abduksiyonu 1°’lik kısmı ise skapulotorasik eklemin yukarı rotasyonu ile sağlanmaktadır. Bu oran 2:1 olarak kabul edilmiştir. Örnek olarak, 180°’lik tam kol elevasyonuna sırasında glenohumeral eklem 120° abduksiyon hareketi yaparken skapulotorasik eklem ise 60° yukarı rotasyon hareketi yapmaktadır. İkinci kural; kol elevasyonunda skapulanın 60° yukarı rotasyon hareketi, sternoklavikular eklemin elevasyonu ve akromioklavikular eklemin yukarı rotasyon hareketi ile mümkündür. Üçüncü kural; kol elevasyonu sırasında klavikula kendi anatomik pozisyonuna göre 15°’lik bir retraksiyon hareketi yapar [25-29-31].

2.2.1. Rotator kaf kasları ve fonksiyonları

Articulatio humeri etrafındaki m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. subscapularis ve m. teres minor tendonlarıyla birlikte bir kılıf (manşet) meydana getirdikleri için bu dört kasa rotator kaf kasları denir (Şekil 2.6) [26]. Bu dört kas skapulanın gövdesinden orijin alır ve proksimal humerusun tuberositine yapışır. Rotator kaf kasları özellikle abduksiyon sırasında eklemin stabilitesini sağlamaktadır. Rotator kafın en önemli rolü, humerus başının, glenoidde kompresyonu ile GH eklemine dinamik bir stabilite sağlamasıdır. Rotator kafın yaptığı bu baskı tüm eklem düzlemlerinde glenohumeral harekete ve bazı rotasyonlara direnç uygulayarak humerus başını glenoidde yani merkezde tutmaktadır [25]. Tüm bunların gerçekleşmesi için dört kasın senkronize bir şekilde çalışması gerekmektedir. Rotator kaf kaslarının eksentrik ve konsantrik kontraksiyonu hareket esnasında dinamik stabilizasyonun sağlanmasında primer rol oynarlar. Ayrıca, eklem yüzeyleri arasında kuvvet emilimi ve kompresyondan da sorumludurlar [27].

Biyomekanik olarak subskapularis kasının ürettiği kuvveti, diğer üç rotator kaf kası birlikte üretebilir (subskapularis % 53, supraspinatus % 14, infraspinatus % 22 ve teres minör %10). Rotator kaf da bu kuvvet dağılımı fibrokartilaj tutunma esas tendondan tuberkulum majusa uzanan kısımdır. Kompleks kollejen liflerden oluşur. “Rotator hat” korakohumeral ligamentten başlar ve posterior infraspinatus kasına doğru uzanır. Bu hat sistemi bir asma köprü modeline benzetilebilir. 4.72 mm kalınlığında olan bu hat yaş ilerledikçe artmakta ve kalınlaşmaktadır [30].



Şekil 2.6. Rotator kaf kasları [28]

M. Supraspinatus

Fossa supraspinata'nın medial 2/3'ünden ve bu kası örten fascia'nın medial bölümünden başlayarak, laterale doğru uzanır. Supraspinatus tendonu acromion'un altından geçerek omuz ekleminin üstünden devam eder. Eklem kapsülü ve m. infraspinatus'un tendonu ile kaynaşarak tuberculum majus'un en üst kısmında sonlanır [15]. N.Supraskapularis tarafından inerve edilir (C5-C6) [3]. Supraspinatus, trapezius kası kadar uzanır ve skapula ve infraspinatus kasının üstündedir. Supraspinatusun tendonu, subakromiyal bursa ile korakoakromiyal bağ, akromiyon ve deltoid kastan ayrılır. Suprasipinatus kasının anterior ve posterior olarak iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Supraspinatus tendonunun % 40'nı oluşturan anterior parça, fizyolojik kesit alanı olarak da arka bölgenin yaklaşık iki katı büyüklüğündedir. Anterior ve posterior parçalar üç alt gruba ayrılarak süperficial, orta ve derin tabakalardan oluşmaktadır [15]. Kaput humeriği üstten çevrelediği ve lifleri doğrudan glenoide yönelik olduğundan glenohumeral eklemnin stabilizasyonundan ve tüm abduksiyon hareketinden sorumludur [29]. Elektromiyografik çalışmalar hem m.supraspinatus hem de m.deltoidin kolun elevasyon sırasında aktif olduğunu göstermiştir. Supraspinatusun çekme açısı yaklaşık 75° ile sabittir. Sadece kolun abduksiyonu ya da elevasyonu için değil aynı zamanda glenoid içerisinde humeral başı bastırmak için çalışır. Bu durum 0° ile 30°abduksiyon sırasında humeral başın 1 ile 3 mm arasında superior translasyon

olabileceğini, 30° ile 60° arasında net inferior translasyon ve sonrasında hareket arkının kalanında sabit kaldığı pekçok çalışma ile desteklenmiştir [32].

M. İnfraspinatus

Fossa infraspinata'nın 2/3 medialinden ve üzerini örten fasiadan başlayarak laterale doğru daralır ve spina scapulae'nin lateral kenarından geçer. Eklem kapsülüne yapışık olan kasın tendonu tuberculum majus'un orta kısmında sonlanmaktadır [21]. İnfraspinatusun görevi; omuzun eksternal rotatörüdür. Humerus başı depresörü olarak görev yapar [19]. İnervasyonu N. Supraskapularis (C5-6) yolu ile olur [3]. Posterior subluksasyona karşı önemli bir stabilizatördür. Kaput humeriye sararak ve öne doğru bir kuvvet oluşturarak internal rotasyon esnasında posterior subluksasyona karşı omuzu stabilize eder. Tam tersi harekette ise omzu anterior subluksasyonlara karşı stabilize etmektedir [26]

M. Teres minör

Skapulanın dış kenarından başlar, dışa yukarı doğru uzanır ve humerus başı arkasından geçerek tuberkulum majusa tutunur. Temel görevi kola eksternal rotasyon yaptırmaktır. Glenohumeral eklem anterior yöndeki stabilizasyonunu sağlar [27]. N. aksillaris ile inerve olur (C5-C6) [3]. Anterior yöndeki stabilitenin kontrolünde önemlidir [22].

M. Subscapularis

Axilla'nın arka duvarının büyük bileşenlerindendir. Scapula'nın ön yüzündeki fossa subscapularis'i kaplayan geniş, üçgen şeklinde bir kastır. Fossa subscapularis'in medial 2/3'ünden başlar. Skapulanın ön kısmının 2/3'ünü kaplayan ve tuberkulum minusa humeriye yapışan multitendiöz bir kastır. Tendinöz bantlar kas fibrilleri ile olan temas alanını arttırarak kontraksiyon sırasında daha fazla kuvveti yoğunlaştırır. RK 'ın önde olan tek kası olan subscapularis, en güçlü ve en büyük kasdır. N. Subscapularis ile inerve edilir (C5-C6) [3]. Anterior subluksasyonları önleyen en önemli destekçidir. Omuz eklemi internal rotasyonunu sağlar [23].

Omuz kompleksine yardımcı olan diğer kaslar

Omuz kas yapısı katmanlar şeklindedir. En dıştaki katman m. deltoid ve m. pectoralis majörden oluşur. M deltoid, omuzun normal yuvarlak şeklini oluşturur ve kendisi üçgen şeklindedir. Anterior, orta ve posterior başları bulunur. M.latissimus dorsi, m.teres majör, m. korakobrakialis, m. biceps braki, m.triseps braki omuzu abduksiyona getirdikçe supraspinatus humerus başını stabilize ederek sıkışmayı engeller. Omuzun dirence karşı tam ekstansiyon veya adduksiyonda olduğu çekme aktivitelerinde maksimum işlev görürler. M. pectoralis majör anterior göğüs üzerinde yer alır. Humerusun intertübörküler oluğunun lateral ucunda birleşir ve humerusun addüksiyon ve internal rotasyonu için çalışır. M.rhomboideus majör ve minör, m.levator skapula, m.trapezius aynı zamanda skapulayı geriye doğru çekerek gövdeden uzaklaştırırlar. Abdüksiyon yaptıran kaslar ise m.serratus anterior ve m.pektoralis minördür [27]. M. Biceps kasıda omuz kompleksi hareketinin bir parçasıdır. İki baştan oluşur: korakoid kemiğinin ucundan çıkan kısa bir baş ve superior glenoid labrum ile supra glenoid tüberkülden çıkan bir uzun baş şeklindedir. Ön kola fleksiyon ve supinasyon yaptırırken humerusa elevasyon yaptırır [30]

2.3. İskelet Kas Mimarisi

Son yıllarda yapılan çalışmalar, iskelet kas mimarisini, yapısını ve fonksiyonunu, mikroskobik ve ultrasonik veriler kullanılarak, kas liflerinin işlevlerine dair yeni bilgilerle açıklamaktadır. Kas yapısı, kas fonksiyonunun temel belirleyicisi olduğundan, bu yapı ve fonksiyon ilişkisinin anlaşılması büyük öneme sahiptir. İskelet kası liflerinin sadece mikroskobik düzeyde incelenmesi değil, kas liflerinin makroskobik düzeyde incelenmesine dikkat çekilmektedir [16]. Kasları kıyaslarken ve gruplarken lif tipi dağılımı önemlidir fakat bir tam kas kasılması sırasındaki kas mimari özelliklerinin saptanmasının çok daha önemli olduğu güncel verilerle gösterilmiştir [30].

İskelet kas mimarisi ve kas liflerindeki düzen, kuvvet ekseni temel alınarak tanımlanmıştır. Kasın mimari tipleri, kas liflerinin kuvvet üreten eksene göre yönlendirildiği yöne göre belirlenmektedir [31]. Belirli bir kas tarafından üretilen bu kuvvet, enine kesit alanı veya mevcut paralel sarkomerlerin sayısı ile doğru orantılıdır. Kas üzerinde yapılan çeşitli incelemelerin çoğu bu ilkeyi benimsemiştir [32]. Bu anlayış, kuvvet üretiminin ve hareketin fizyolojik temelini anlamamızı sağlamakla kalmayıp, tendon transfer ameliyatlarının

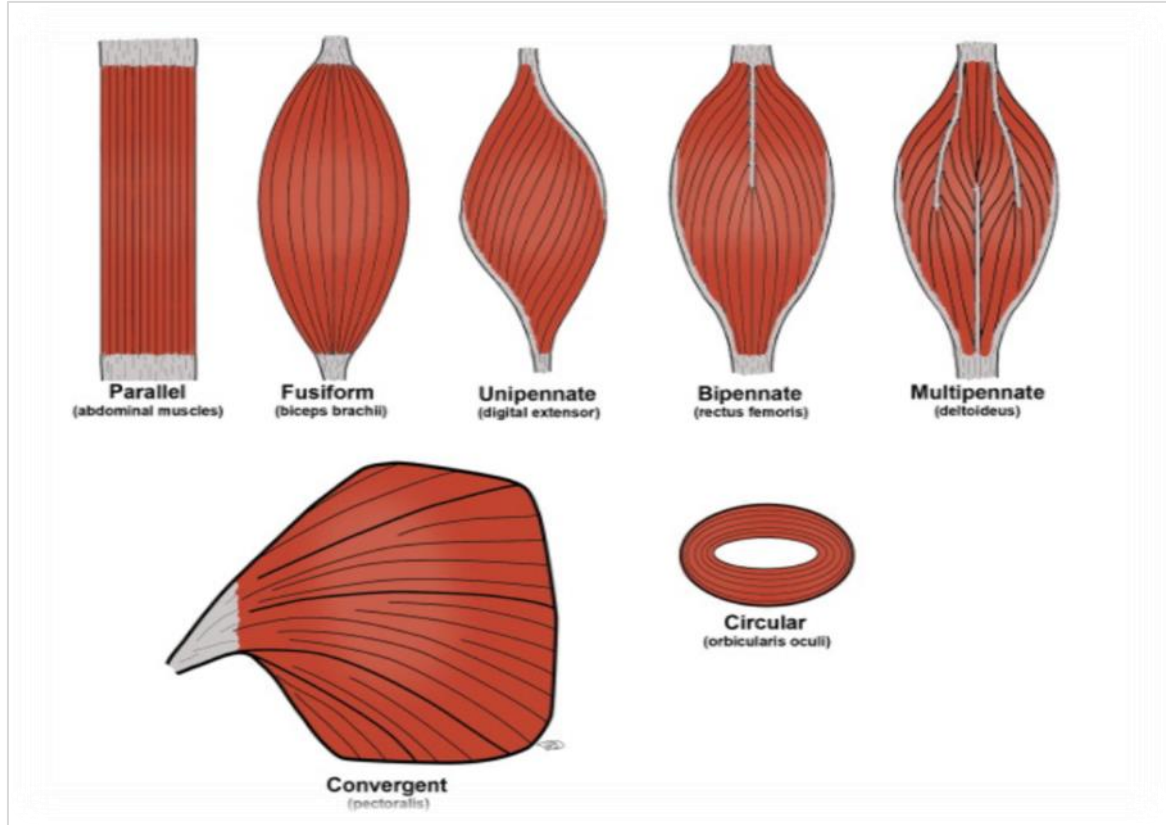
planlaması, kas yaralanma sebepleri, elektromiyografik kas aktivitesi ölçümleri, elektroterapi uygulamalarında elektrotların doğru kullanımı, normal hareketin temel mekanizmasının anlaşılması ve kas biyopsilerinden elde edilen histolojik örneklerin yorumlanması gibi pek çok konuya ışık tutmaktadır. Tüm bu alanlarda birçok derleme çalışmalarına rağmen kas fonksiyonunu belirlemede kas mimarisi ile ilgili açıklanamayan sorular da hala mevcuttur [33].

Başarılı bir kas gücü ve ekskürsiyonu elde etmek için sağlam bir anatomik temel ve kas mimarisi bilinmelidir. Kas kütlesi gibi brüt fiziksel parametrelerin, hacim ve lif türü gibi metabolik parametrelerin dağılımı, kasılma özelliklerini büyük ölçüde etkiler. Fakat hiçbirisi kasın işlevini ve kasın fonksiyonunu kas mimarisi kadar iyi tahmin edememektedir. Aynı türden bireyler arasında belirlenen bir kas, tüm bireylerde tutarlılık gösterir. Bu durum, kas mimari özelliklerini belirleyen belirli ve sabit limitasyonların olmasına yol açarak çalışmalara objektiflik katmaktadır [33, 34].

Kas kuvveti, fizyolojik enine kesitle, kas hızı ise lif uzunluğuyla orantılıdır. Kaslar arasındaki mimari farklılıklar, kuvvet üretiminin en iyi belirleyicisidir. Kasın mimari özelliklerinin anlaşılması, yalnızca mekanik adaptasyon ve yaralanma mekanizmalarını anlamak için değil, aynı zamanda mimari tabanlı tedavi yaklaşımları geliştirmek için derin katkı sağlamaktadır [16, 34].

2.3.1. İskelet kas mimarisi tipleri

Kas mimari türleri fizyolojik olarak paralel ve pennate olmak üzere, iki ana gruba ayrılmaktadır. Pennat kaslar ise bipennat, unipennat ve multipennat olma üzere üç kategoride toplanır (Şekil 2.7) [33].



Şekil 2.7. İskelet kas mimarisi tipleri [34]

Paralel kaslar, liflerin kuvvet üreten eksene paralel olduğu kaslardır. Bu kaslar genellikle hızlı veya kapsamlı hareketler için kullanılır ve anatomik kesit alanı (AKA) ile ölçülebilir. Paralel kaslar ayrıca bant (strap), fusiform ve yelpaze şeklinde üç ana kategoriye ayrılmaktadır [16].

Bant kasları bir şerit veya kemer şeklindedir. Kasılma yönüne boylamasına uzanan liflere sahiptir. Bu kaslar, diğer kas türlerine kıyasla daha geniş bağlantılara sahiptir ve dinlenme uzunluklarının yaklaşık % 40-60'ı kadar kısalabilirler [16, 35].

Bant kaslara örnek olarak, laringeal kaslar verilebilir. Laringel kasların görevi, konuşma ve ses üretiminde kullanılan frekans ve sesi kontrol etmektir. Bant kaslarının bir başka örneği de insan vücudundaki en uzun kas olan sartorius'tur [34].

Fuziform kaslar, merkezde daha geniş ve silindirik şekillidir ve uçlarda daralır. Füziform kasların bu genel şekli genellikle iğ olarak adlandırılır. Bu kas tipindeki etki çizgisi, genellikle tendonun bağlanma noktaları arasında düz şekilde ilerler. Şekil nedeniyle,

fuziform kasların ürettiği kuvvet, küçük bir alana yoğunlaşır. Bu kas tipinin bir örneği biceps brachii'dir [16, 35].

Yelpaze şeklindeki kaslardaki liflerin bir tendonu bir uçta birleşerek diğer uçta geniş bir alana yayılır. Bu nedenle, bazı çalışmalar, bu göreceli şekle sahip kasların yakınsak kas olarak bilinen ayrı bir mimari tipte değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır [33]. Pectoralis majör gibi yelpaze şeklindeki kaslar, geniş yapıları nedeniyle diğer paralel liflere kıyasla bağlanma yerinde daha zayıf bir çekişe sahiptir. Bu kaslar, liflerin nasıl kasıldığına bağlı olarak çekme yönünü değiştirme kabiliyetleri nedeniyle çok yönlü olarak kabul edilir. Tipik olarak, yelpaze şeklindeki kaslar çeşitli derecelerde lif gerginliği yaşarlar. Bu, büyük ölçüde kas liflerinin farklı uzunlukları ve farklı yerleştirme noktalarından kaynaklanmaktadır [16, 33].

Pennate kaslar, paralel kaslardan farklı olarak, pennate lifleri kuvvet üreten eksene tek bir açıyla yönelen kaslardır. Büyük çoğunluğu merkezi bir tendonda birleşir. Bu yapı nedeniyle, seri sarkomer sayıları diğer kaslara oranla daha azalmıştır. Tek açı ve merkezde ekskürsiyonun toplanması daha kısa lif uzunluğu ile sonuçlanmaktadır. Bu ayrıca belirli bir kasta daha fazla lifin bulunmasına izin vererek, mevcut lif sayısı ile kuvvet iletimi arasında bir denge oluşturur [36]. Pennat kasların ürettiği kuvvet, paralel kasların ürettiği kuvvetten daha büyüktür. Pennate kasların lifleri tek açıyla girdiğinden, anatomik kesit alanı paralel lifli kaslarda olduğu gibi kullanılamaz. Bunun yerine, pennate kaslar için fizyolojik enine kesit alanı (FEKA) kullanılmaktadır [32, 36].

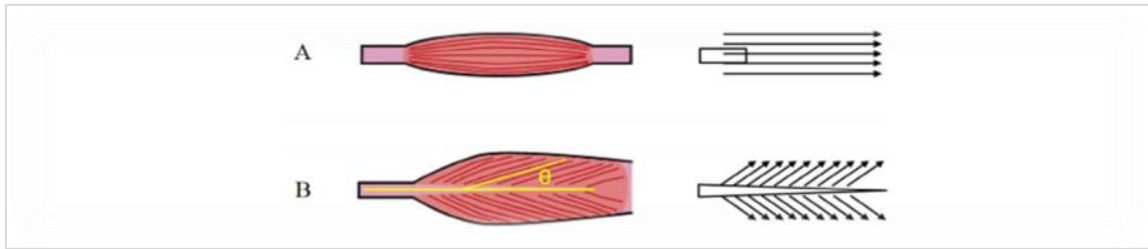
Pennate kasları ayrıca tek, iki veya çok açılı olarak ayrılabilir. Bipennate kaslar bir tendonun iki tarafında lif bulunan kaslardır ve iki kanatlı olarak kabul edilir. Stapedius ve rektus femoris bipennate kasların örnekleridir. Unipennat kasların lifleri kuvvet üreten eksene tek bir açıyla yönelen kaslardır [31]. Lif ve kuvvet oluşturan eksen arasındaki açı, anatomik pozisyonda yaklaşık 0° ile 30° arasında farklılık göstermektedir. Gastroknemius bu kas mimarisinin bir örneğidir. Multipennat kaslar ise kas liflerinin kasın kuvvet üreten eksenine göre birkaç açıda çalıştığı kaslardır. Deltoid kası gibi bu kaslar, kuvvet üreten eksen boyunca birden fazla açıya yönlendirilmiş liflere sahiptir [31, 32].

2.3.2. İskelet kas mimarisi parametreleri

Kuvvet üretimi ve ekskürsiyonu, kasın farklı geometrilerine bağlı olarak değişir. Kas mimari analizine dahil edilen parametreler kas uzunluğu (Ku), lif uzunluğu (Lu), pennation açısı (θ), sarkomer uzunluğu (Su) ve fizyolojik enine kesit alanıdır (FEKA) [31].

Kas uzunluğu; en proksimal kas liflerinin başlangıcından en uzaktaki liflerin yerleştirilmesine kadar olan mesafe olarak tanımlanır [32]. Kas lifi uzunluğu yalnızca sabit dokulardan ayrı ayrı liflerin mikrodiseksiyon ile ya da kas uzunluğu boyunca ultrason eşliğinde muhtemel kas lifi demet uzunluğu tespit edilerek ölçülür. Çünkü tek bir kas lifini izole etmek son derece zordur [16]. Bir kas lifi demeti 5-50 lif ile oluşmaktadır. En uzun kaslar bile, kas uzunluğunun yaklaşık % 60'ını uzatan lif demetlerine sahiptir [33]. Lifler işlevsel olarak uçtan uca sonlanabildiğinden, bir demet eşdeğer toplam uzunluğa sahip tek bir kas lifi gibi çalışabilmektedir [37]. Lif uzunluğu tayini için mevcut birçok farklı yöntem nedeniyle, "anatomik" lif uzunluğu ile "fonksiyonel" lif uzunluğu arasında bir ayrım yapılabilmektedir. Çalışmanın amacına göre anatomik ya da fonksiyonel lif uzunluğu histolojik kesitlerle de tanımlanabilir [18].

Pennasyon açısı; kasın kuvvet oluşturma eksenine göre yüzeysel kas liflerin ortalama açısının belirlenmesiyle ölçülür [38]. Açılar yüzeyselden derine ve hatta proksimalden distale kadar değişebildiği için tahmini ve ortalama bir değer alınmaktadır (Şekil 2.8) [36].



Şekil 2.8. (a) Paralel kas: Kas lifleri, kasın kuvvet üreten eksenine paralel uzanır, (b) Pennat kas: Kas lifleri, kasın kuvvet üreten eksenine göre sabit bir açıyla hareket eder, θ , pennasyon açısı [38]

Tüm kasın mimari analizini yapmak için gereken bir diğer adım, izole edilmiş lifler içindeki sarkomer uzunluğunu ölçmektir. Kasın temel kasılma birimi sarkomerdir. Z disklerle sınırlanan üst üste binen kalın ve ince filament kümelerinden oluşur. Sarkomer uzunluğu, kaslar arasında 1,5 ila 3,5 μm arasında değişmektedir. Teorik olarak optimal sarkomer

uzunluğu 2,30 ila 2,47 μm arasındadır [39, 40]. Bu uzunluğun artmasının veya azalmasının kasın güç üretimini değiştirdiği belirtilmiştir. Aktin ve miyozin arasındaki örtüşmenin azalması ve artması sonucunda, kasın kuvvet üretim kapasitesi de azalır veya artar [40].

Bir kas lifinin kısaltabileceği maksimum uzunluk ve maksimum kısalma hızı, kas lifindeki miyofibriller içinde seri olarak düzenlenen sarkomerlerin sayısına bağlıdır. Bu sayı ve uzunluk, özel bir formülle lazer difraksiyonu ile ölçülmektedir [34, 40].

Bir kas uzun liflere sahip olabilir ancak bu uzun sarkomer boyuna da sahip olduğu anlamına gelmemektedir. Yüksek gerim altında olan bir kas, uzun sarkomer boyuna sahipken, lif uzunluğu normal sınırlarda bulunabilmektedir. Aynı durum kısa sarkomer boyuna sahip olan kasın kısalmış pozisyonda olduğunu ve lif uzunluğunun normal sınırlarda olabileceğini göstermektedir. Bu tür sonuçlara izin vermemek için, mimari ölçümler sabit bir sarkomer uzunluğunda normalize edilmektedir. Bu durum, sabitleme uzunluğundaki değişiklik nedeniyle lif uzunluğu değişkenliklerini de ortadan kaldırmaktadır. Bu, kas uzunluğu ile eklem pozisyonu arasındaki ilişki not edildiğinde fizyolojik uzunlukla ilişkilendirilebilecek bir referans değeri oluşturmaktadır [41]. Ölçülen mimari parametrelere ve eklem özelliklerine dayanarak, sarkomer uzunluğu ile eklem açısı arasındaki ilişki hesaplanabilir. Sarkomer uzunluğu aynı zamanda kas kuvveti oluşumunu da güçlü bir şekilde etkilediğinden, sarkomer uzunluk değişimi ile hareket arasındaki ilişkinin anlaşılması, kasın görevinin de daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır [40].

Fizyolojik enine kesit alanı (FEKA); kas tarafından üretilen maksimum tetanik gerilim ile doğru orantılı olan tek mimari parametredir. Eklem hareketi, tork üreten agonist ve antagonist arasındaki bir dengesizlik tarafından sağlanır. Torkun derecesi ve sonucunda üretilen açısal hız bu tür kas veya kas grubu tarafından belirlenir. Sonucunda meydana gelen kas güçleri, aktive edilen kasların kesiti tarafından belirlenir. Bu değer, örneğin MRI, CT veya ultrason gibi invazif olmayan bir görüntüleme yöntemi kullanılarak elde edilebileceği gibi, geleneksel anatomik pozisyonlar üzerinde de ölçülebilmektedir [32]. Hiçbir yöntem tam olarak kasın gerçek enine kesit alanı vermemekle birlikte yaklaşık bir değer sunmaktadır. FEKA, kas içindeki tüm kas liflerinin enine kesit alanlarının toplamını temsil eder. FEKA, kas kütlelerinin, pennasyon açısının kosinüsü ile çarpılarak, kas yoğunluğunun, kas lifi ile çarpımına oranlanarak hesaplanmaktadır [31].

2.4. Rotator Kaf Mimarisi

Rotator kaf kas mimari tasarımının ayrıntılı çalışması, glenohumeral eklemin nasıl stabilize edildiğine dair daha iyi fikir verebilmektedir. Rotator kaf onarımını artırmak için kas mimari özellikleri; rotator kaf yırtıkları sonrası cerrahi onarımın mekanik olarak güçlendirilmesi, kas kalitesinin, kas kasılmasının restorasyonu ve rehabilitasyon sonrası kasın doğal yapısının yenilenmesi için üç temel amaca odaklanmıştır. Terapatik uygulamaları tasarlarken ilgili kasın patofizyolojisini, gelişim biyolojisini ve biyomekaniğini dikkate alınması kasın fonksiyonelliğini ve egzersizlerin etkisini arttırmaktadır [31]. Kas mimari parametreleri, RK üzerinde fizik tedavi ve rehabilitasyonun kas üzerindeki mekanik yüklenme oranını ve dokuların iyileşme hızını objektif olarak göstererek, kronik masif rotator kaf yırtıklarının tedavisine çözümler sunabilecek mevcut zorluklar ve gelecekteki olasılıkları tanımlamamıza yardımcı olmaktadır [40].

Germe, omuz egzersizleri, fiziksel ajanlar ve elektroterapi yöntemleri de dahil olmak üzere rehabilitasyon yaklaşımları bu kavramlara göre düzenlenebilir.

2.4.1. Rotator kaf kas mimari özellikleri

Rotator kaf kas mimari özellikleri ile ilgili çalışmalar, bu dört kasın omuz stabilizatörleri rolleriyle uyumlu olarak öncelikle kuvvet üretimi için tasarlandığını öne sürmektedir. Kas mimari özelliklerinde meydana gelen en küçük değişiklik, omuz fonksiyonlarında büyük değişikliklere yol açabilmektedir [25]. Bu nedenle omuz rehabilitasyonu ve tedavisi için bu dört kasın kas yapısının ayrıntılı olarak bilinmesi oldukça faydalı olacaktır.

Kas liflerinin fusiform veya pennat olmaları kasın kuvvetinde önemlidir. Pennat kaslarda kas içi tendon vardır. Pennat kaslar fusiformlara göre çok daha güçlüdür. Supraspinatus, infraspinatus ve teres minör kaslar pennat kaslardır ve kas içi tendonları vardır. Subskapularis ise multipennat bir kastır ve 4-6 adet kas içi tendona sahiptir. Ekstramural tendonlarının ayrımı anatomik olarak zordur. Tuberkulum majus üzerinde üst, orta ve alt olmak üç faset vardır. Supraspinatus kası üst ve bir miktar orta fasete tutunurken infraspinatus ve teres minör kasları alt fasete tutunur [42].

Supraspinatus kas mimarisini incelersek, anterior ve posterior olarak ikiye ayrılır. Anterior kısmı büyük olan kısımdır ve fossanın hemen hemen tamamını doldurur. Anterior kısmı

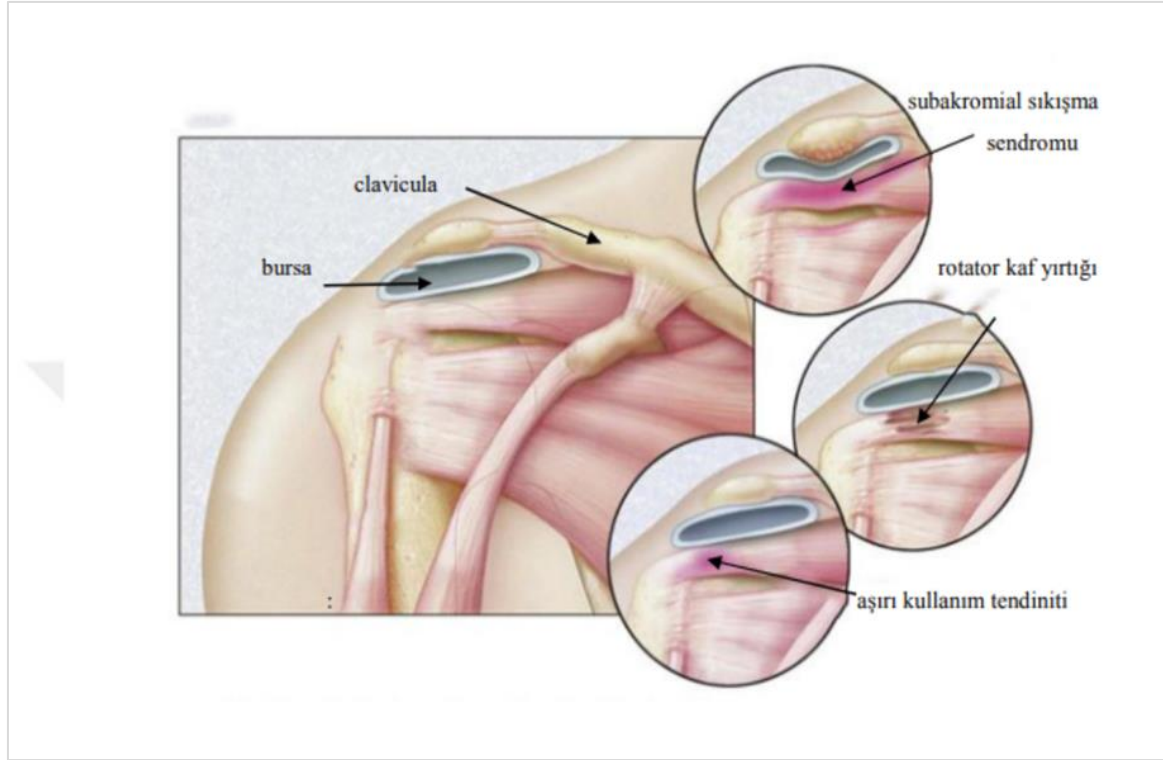
bipennat olup asıl kontraksiyonu yapan bölümdür. Posterior kısmı küçük ve unipennat bir kastır. Posterior tendon tuberkulum majusun arka tarafına tüm tendonun % 60'ı olarak geniş bir şekilde tutunur [42]. Kasın lateral kısmında daha yüksek, medial kısmında ise nispeten daha düşük olan pennasyon açılarına sahip olduğu görülmektedir. Bu pennasyon açıları, kasın anterolateral kısmında ortalama 60° ve posterolateral kısımda $82,2^{\circ}$ 'dir. Antero-medial kısmın pennasyon açıları ortalama $11,8^{\circ}$ ve postero-medial kısım ise $12,4^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Supraspinatus kası ortalama 4-6,7 cm olan lif uzunluğuna sahiptir. Kasın ön ve arka parçasında hemen hemen aynı lif uzunluğuna sahip olduğu öne sürülmektedir [43]. Supraspinatusun sarkomer uzunluğunun yaklaşık 3.23 μm olduğu ve rotator kafın optimum gücüne yaklaşık % 40 oranda destek oluşturduğu gösterilmiştir. Supraspinatusun anatomik pozisyonundaki kas uzunluğu yaklaşık 8,5 cm, kütlesi 34 gr, lif uzunluğu 4,5 cm, pennasyon açısı 5.1° , FEKA 'sı ise $6,65 \text{ cm}^2$ 'dir [15].

Supraspinatusun EMG aktivitesi, rotator kaf yırtıkları olan hastalarda normal deneklere göre daha yüksek olduğu ve diğer üç kasa göre çok daha fazla çalışması gerektiği gösterilmiştir [4].

İnfraspinatusun anatomik pozisyonundaki kas uzunluğu yaklaşık 12,1 cm, sarkomer uzunluğu 3.18 μm , kütlesi 78 gr, lif uzunluğu 6,57 cm, pennasyon açısı $1,4^{\circ}$, FEKA 'sı ise $10,71 \text{ cm}^2$ 'dir. Teres minörün anatomik pozisyonundaki kas uzunluğu yaklaşık 10,8 cm, sarkomer uzunluğu 2,80 μm , kütlesi 21,2 gr, lif uzunluğu 6,09 cm, pennasyon açısı $0,6^{\circ}$, FEKA 'sı ise $3,18 \text{ cm}^2$ 'dir. Subscapularisin anatomik pozisyonundaki kas uzunluğu yaklaşık 13 cm, sarkomer uzunluğu 2,52 μm , kütlesi 101,8 gr, lif uzunluğu 6 cm, pennasyon açısı 0° , FEKA 'sı ise $15,53 \text{ cm}^2$ 'dir [31].

2.5. Rotator Kaf Lezyonları

Rotator kaf lezyonları omuz ağrısı ve yetersizliğinin en önemli nedenlerindendir. Yılda en az bir kez omuz problemi yaşama riski %50, yaşam boyunca bu riskin %30 olduğu belirtilmiştir [43]. RKL insidansı, yaşla birlikte dramatik bir şekilde artar. Kadavra çalışmalarında 50-60 yaşında % 33 oranında, 70 yaş üstünde ise % 100 oranında RKL bildirilmiştir [44].



Şekil 2.9. Rotator kaf lezyonları [45]

2.5.1. Rotator kaf lezyonları etyolojisi ve sınıflandırılması

RK kaslarının aşırı kullanılması sonucu oluşan, mikrotravmatik tendinozislerin RKL' na doğru ilerlemesi, glenohumeral eklem instabilitesi, kompresif patolojiler ve sekonder olarak impingement sendromunun oluşması lezyon etyolojisinin temel faktörleri arasında sayılmaktadır [3]. RK patolojileri, geniş bir spektrum olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu, basit bir aşırı kullanmadan, sıkışma sendromu, parsiyel yırtık, tam kat yırtık ve yırtığın ileri aşamasında ise sorun manşet yırtığı artropatisi olarak karşımıza çıkabilir (Şekil 2.10).

RKL birçok şekilde sınıflandırılabilir.

RKL yırtık zamanına göre akut ve kronik olarak sınıflandırılabilir. Akut lezyonlu hastalar ağrı ve kolu yukarı kaldıramamayla kendini gösteren ani zayıflık şikayetlerine sahiptirler. Kronik lezyonlu hastalar da ise, aktif omuz hareketleri tüm yönlerde ağrılı, zayıf, kolu kullanmaktan kaçınma şikayetleri görülmektedir [46].

RKL patofizyolojisine göre dört grupta incelenir [47].

1. Birincil kompresif patolojiler
2. İkincil kompresif patolojiler
3. Aşırı yüklenmeler
4. Makrotravmatik tendon yaralanmaları

Birincil kompresif patolojiler, rotator kaf tendonlarının humerus başı ile akromiyonun ön 1/3'ü, korakoakromiyal ligament ve akromioklavikular eklem arasında direk kompresyonu sonucu oluşur. Subakromiyal boşluk; akromiyonun inferioru ile rotator kaf kaslarının üst yüzeyi arasındaki boşluk olarak tanımlanmaktadır. RK hastalarında pek çok faktöre bağlı olarak azaldığı kabul edilmektedir [48]. Omuz eklemine kinezyolojisine bakıldığı zaman üst ekstremité elevasyonu sırasında akromiona kompresif kuvvet uygulandığı gösterilmiştir. Bu kuvvet en yüksek 85° ile 136° arası elevasyonda ölçülmüştür. Bu açılar arasında ağırlı ark bulgusu sık görülmektedir [49].

Yapılan çalışmalar akromiyon tiplerinin RKL ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Tam kat yırtığı olan hastaların %70 'inde Tip III akromiyon bulunurken geri kalanların ise sadece %3 'ünde Tip I akromion bulunmuştur [50].

Subakromiyal bursanın ve korakoakromiyal ligamentin inflamasyona bağlı olarak şişip kalınlaşarak subakromiyal aralığın daralması da bir diğer kompresif patolojidir.

İkincil kompresif patolojiler, rotator kaf kaslarında yorgunluk veya tendon yaralanmalarına bağlı olarak, dinamik stabilizasyon fonksiyonunun azalması, baş üstü aktivitelerde aşırı zorlanması sonucu glenohumeral eklem stabilizasyonunun bozulmasıdır. Glenohumeral eklem instabilitesi sonucu humerus başının yer değiştirmesi artar ve biceps tendonu ve rotator kılıf sıkışır. Sonuç olarak tüm bu etkenler ikincil sıkışmayı ve instabiliteyi meydana getirmektedir [51].

Aşırı yüklenmelerin en önemli sebebi tekrarlayıcı intrinsik gerilimin aşırı yüklenmesidir. Baş üstü aktivitelerde yanlış ve aşırı yüklenmelerle oluşan ağrı ve tekrarlı ekstrinsik faktörler kasların zorlanmasına neden olmaktadır. Aşırı yüklenme sonucu ise tendonlarda fibroblast, hiperplazi ve düzensiz kollejen yoğunluğunda artış görülmektedir [52].

Makrotravmatik tendon yaralanmaları tendonun tolere edebileğinden daha fazla kuvvet uygulandığında oluşmaktadır. Genellikle travmatik olaylar sonucu tam kat rotator kaf yırtığı ve büyük tüberkülün kopması ile gerçekleşmektedir. Tendon daha önce hasar görmüş ve kuvvetini kaybetmişse makrotravmatik yaralanmalara daha açık hale gelmektedir [51].

2.5.2. Rotator kaf yırtık paternleri

RK yırtıkları parsiyel (bursal veya artiküler taraf yırtıkları) veya tam kat yırtıklar olmak üzere 2 'ye ayrılmaktadır [53].

Parsiyel (kısmi) yırtıklar, tendon devamlılığında bozulma sonucu tendonun tamamını kat etmeyen yırtıklardır. Parsiyel kalınlıkta rotator kaf yırtıklarının;

- Grade 1: < 3mm derinliğinde tendon kalınlığının ¼'ünden az parsiyel yırtık
- Grade 2: 3-6 mm derinlikte, tendonun yarı kalınlığını geçmeyen parsiyel yırtık
- Grade 3: > 6mm den derin parsiyel yırtık, tendonun yarı kalınlığından fazlası yırtıktır.

Vinson ve arkadaşları; 200 birey üzerinde yaptığı çalışmalarında tendon içi yırtıkların %24,5, eklem yüz yırtığının %12,9 ve bursal yüz yırtığının %2,9 oranında olduğunu bildirmektedirler. Superior yüzeyde mekanik irritasyonun devam etmesi sonucu parsiyel yırtıkların tam kat yırtığa doğru ilerlediği belirtilmiştir [54]. Fakat bu yırtık alanını belirlemek her zaman kolay olmamaktadır. Bu durumu daha bilimsel hale getirmek için Ruotolo ve arkadaşları “ footprint – iz düşümü ” kavramını yaptıkları kadavra çalışması ile gündeme getirmiştir. Bu çalışmaya göre tendonların, proksimal humerusa yapışma yerlerindeki dejenerasyonun boyutları ölçülmüş ve buna göre belirli uzaklıklar yazılmıştır. Buna göre supraspinatus kemik tendon yapışma alanı ve eklem kıkırdağı arasında ortalama 17 mm'lik bir uzaklık olduğu belirtilmiştir. Supraspinatus ortalama 25 mm 'lik bir alanda iz düşümünün bulunduğunu göstermiştir. Artiküler bölgedeki yırtıklara, parsiyel yırtık diyebilmek için yırtığın bu bölgede 7 mm 'den fazla olması gerektiğini ortaya koymuşlardır [50].

Tam kat yırtıklar, tendon liflerindeki devamsızlık, eklem yüzünden bursal yüze kadar devamlılık gösterirse meydana gelmektedir. En sık supraspinatus tendonunda (%78) izole olarak nadiren supskapularis ve infraspinatus yırtıkları görülür, teres minörde ise izole

yırtık görülmez. Tek tendon yaralanmalarında glenohumeral eklem hareketi etkilenmezken, iki tendon yaralanmasında glenohumeral eklem insitabilitesiyle humerus başının yer değiştirdiği belirtilmiştir [54]. RK tam kat yırtıkları toplumda %5 ile %40 arasında görülmektedir. Yaşla birlikte görülme oranı, daha büyük ve atrofik yırtık görülme oranı artmaktadır. Toplamda genel prevelans %22 iken bu oran yaşla birlikte artmaktadır. Yapılan MRG çalışmalarında asemptomatik yırtıklar yaşlı popülasyonda yüksek oranda tespit edilmektedir [57].

Tam kat yırtıkların cm² alana göre sınıflandırması Post ve ark. tarafından;

Küçük: < 0-1cm,

Orta: 1-3 cm,

Büyük: 3-5 cm

Masif: >5 cm olmak üzere tarif edilmiştir [55].

RK yırtıkları 4 ana tip paternde tanımlanmıştır. Hilal şeklinde yırtıklar mediale retrakte olur ve mobilize etmek, tüberküle sabitlemek kolaydır. U şeklinde yırtıklar hilal şeklini büyüyerek mediale retrakte olmasıdır. L ve ters L şeklinde yırtıklar tendonun tüberkülden yırtılmasına ek olarak anterior ve posterior olarak longitudinal ayrılmayı ve retraksiyonu içermektedir. Masif yırtıklar ise daha çok yaşlı hastalarda görülmektedir [56].

2.5.3. Rotator kaf lezyonları yırtıklarının güncel fizyoloji ve mimarisi

Rotator kaf tendinopatileri ve yırtıklarının fizyolojisini açıklayan birkaç teori olmasına rağmen, hala tanımlanmamış bazı mekanizmalar vardır. Fu ve arkadaşlarının makalesi, rotator kaf tendinopatisinin ve bunu izleyen yırtıkların sebebini ikiye ayırarak açıklamaktadır.

İntrinsik faktörler

Mekanik kollajen germe

Matriks bileşen hasarı

Vasküleritedeki değişiklikler

Metabolik değişiklikler

Tendonların aşırı kullanımı

Anatomik veya kemik anomalileri

Hiyalin, mukoid ve mikroid tipi dejenerasyonlar

Ekstrinsik faktörler

Kas imbalansı

Motor kontrol problemleri

Hareketin fonksiyonel arkının bozulması

Postural değişiklik

Antrenman hataları

Mesleki veya çevresel riskler

Ekstrinsik faktörler kendi içinde primer ve sekonder olarak 2 alt gruba ayrılmaktadır [57].

Primer subakromial sıkışma, RK ile korakoakromiyal ark arasındaki anormal mekanik ilişkinin sonucu olarak çoğunlukla genç popülasyonlarda, özellikle atletlerde sık görülmektedir. Neer primer subakromial sıkışmayı 3 evreye ayırmıştır [58].

1. Aşama: Ödem ve inflamasyon
2. Aşama: Fibrosit ve tendinit
3. Aşama: Kemik spurları ve tendon rüptürleri

Sekonder subakromial sıkışma, subakromiyal alanın GH hipermobilitesi, skapular diskinezi, posterior kapsül gerginlik, kas zayıflığı ve yorgunluk gibi nedenlerle omuzun dinamik stabilizesinin sağlanması için RK üzerine aşırı talep oluşması sonucu göreceli olarak daralması ile sonuçlanan bir olgudur [52]. Kol hareketleri sırasında rotator kılıf kaslarının subakromial aralıkta kompresyonu özellikle supraspinatus tendonunda dejenerasyona ve tendon yapısında bozulmaya neden olabilir. Uzun süreli ve tekrarlı olarak devam eden kompresyon tendonun mikro yırtıkları, parsiyel veya tam kat yırtıkları ile sonuçlanabilir. Tendonun tekrarlayan mikro travmaları sinovyal dokuda akut inflamasyona neden olarak sinovyum içerisindeki pro-inflamatuvar sitokinlerin artışına bağlı olarak hastalarda ağrı ve fonksiyon kaybına yol açabilir.

Clark ve Harryman tarafından yapılan rotator kaf tendonları, kapsülü ve bağları ile ilgili çalışma da mikroskopik olarak RK kas patolojilerini beş katmana ayırmışlardır [53].

1. Katman: her kas eksenine göre oblik odaklı KH bağ liflerinin yanında bulunmaktadır. Arteriyollar bu katman boyunca yaygın olarak bulunmaktadır.
2. Katman: Büyük demetler halinde gruplandırılmış ve paketlenmiş paralel tendon liflerinden oluşur. Çapraz fasiküller arasındaki bu tabakanın arasına arteriyoller sıkışmaktadır.
3. Katman: Fasiküller olarak katman 2' den daha küçük ve birlikte sıkıca paketlenmiş değildir. Kan damarları da bu katmanda bulunur ama daha küçüktür.
4. Katman: Kollejen liflerinin kılın şeritleri vardır ve gevşek bağ dokusundan oluşur. Bu katmanda sadece kan damarları, kılcal damarlar omuz kapsülünün ekstra-artiküler yüzeyine bitişik bulunur.
5. Katman: İncedir. Kemik içindeki Sharpey lifleri gibi ince dokunmuş kollejen fibriller halinde humerusa yapışır.

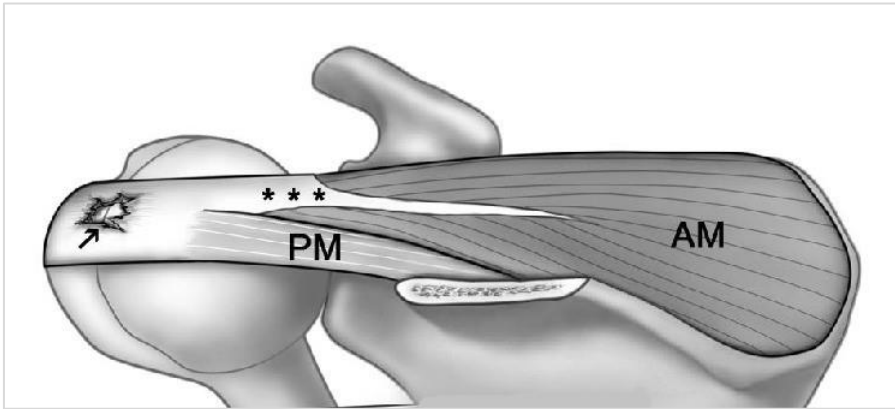
Parsiyel RK yırtıklarında bu katmanlarda %50 yırtık oranı ve üzeri tamir kriteri olarak görülmektedir. RK yırtıklarında, kas lifleri ve kas boyu kısalmaya başlar. Yırtık ve yaralanma sonucu, sarkomer sayısının azalması ise iki nedene bağlanmaktadır. İlki, azalan sarkomer sayısı kasın pasif gerimini arttırarak onarım bölgesine etki eden mekanizmaları azaltmaktadır. İkincisi ise kasın kas boyu, lif uzunluğu ve sarkomer sayısını korumaya çalışması kas yorgunluğuna sebep olarak kasın aktif kuvvet üretme kapasitesini etkilemektedir. Yırtılma boyutunun şiddeti de kas mimari ölçümler üzerindeki etkisi oldukça önemlidir. Lezyon sonrası kas fonksiyonunu onarmak ve tamir sonrası kas adaptasyonlarını anlamak için, farklı tendon yırtılma şiddetleri varlığında rotator kaf kaslarının mimari özelliklerini karakterize edilmelidir. Küçük tendon yırtıklarının varlığında, sarkomer sayısı ve lif uzunluğu normal aralığı içinde tutulmalıdır. Kronik ve büyük ölçüde geri çekilmiş yırtıkların varlığında, kas boyu, sarkomer uzunluğu ve sayısı artık normal olarak korunmadığı için rehabilitasyon protokolleri bu kurallara göre düzenlenmelidir [33, 59].

2.5.4. Rotator kaf lezyonlarında supraspinatus kası fizyolojisi mimarisi ve klinik etkileri

Çalışmamızda, rotator kaf lezyonlarında ve yırtıklarındaki önemli rolü nedeniyle odak noktamız supraspinatus kası olmuştur. Akut travma dışında neden ne olursa olsun RK'da normal yapıyı değiştiren ilk patolojik değişiklik tendinopatidir. Bu değişiklik en çok supraspinatus tendonunda görülür [42]. Codman, supraspinatus tendonunun insersiyonunda,

inflamasyon, tendinit ve yırtık riskini artıran kritik bir bölge tanımlamıştır. Bu kritik bölge, yaşla birlikte büyüyen avasküler alana sahiptir [60]. Zayıf bir vaskülarizasyona sahip olan bu bölge supraspinatus tendinitlerinden sorumlu olan ilk etken olarak düşünülmektedir. Kötü vaskülarize olmuş supraspinatus kası, kas içi basıncın artması nedeniyle baş üstü aktiviteyle daha kolay yorulmaktadır [61]. Tendon onarımında sorumlu makrofaj, mast hücreleri ve T hücrelerinin hipovaskülarizasyon nedeniyle hasarlı bölgeye ulaşamaması supraspinatus kasını yaralanmalara daha açık hale getirmektedir [42].

Anatomik açıdan değerlendirildiğinde, supraspinatus kasının fibrokartilaj tutunma kısmı asıl tendondan tuberkulum majusa uzanan kısımdır. Posterior güçsüz kısım (31.1 mm^2) daha geniş bir alana tutunur. Güçlü anterior kısım ise daha dar (26.4 mm^2) bir alana tutunur. Bu tutunma nedeniyle anterior kısmın gerilimi 2.8 kat daha fazladır. Bu RK yırtıklarının sıklıkla anteriorda olma nedenlerinden biri olabilir (Şekil 2.10) [45].



Şekil 2.11. Supraspinatus tendonunda üsten gösterilen tam kat yırtık [45]

Supraspinatus lezyonları üzerindeki bir diğer etken, yer çekiminin omuz üzerindeki etkilerine dayanmaktadır. Omuz yerçekimi ile aşağı doğru çekilmektedir. Yerçekimi, supraspinatus kasının, boyunu, lif uzunluğunu ve sarkomerlerini olması gerekenden daha uzun hale getirir [15]. Her iki teori de supraspinatus kasının mimari özelliklerini değiştirmektedir. Uzatılmış sarkomerin ve boyu uzamış kasın bir sonucu olarak kılcal damar yetmezliği nedeniyle supraspinatusun mikro sirkülasyonu azalır. Supraspinatus kası, uzayan sarkomerleri nedeniyle daha fazla çalışmak zorunda kalır. Supraspinatus kası ve tendonunda iskemiyeye neden olabilen yorgunluk ve azalmış dolaşımın ardından daha fazla aktivite, kas ve tendonda tekrarlayan inflamasyonu tetikleyebilir [15].

Ayrıca yer çekimi, Supraspinatus kası üzerinde farklı pennasyon açıları oluşturmaktadır. Farklı pennasyon açıları kas kuvvetlerine farklı bir şekilde iletilir. Bu fark, supraspinatusun ön bölgelerinin üst ve orta kısımları arasında belirginleşerek, supraspinatus tendonu üzerinde önemli bir makaslama kuvveti oluşturarak tendinopatiye neden olabilmektedir [36].

2.6. Rotator Kaf Lezyonlarında Tedavi Yaklaşımları

RKL tedavisinde öncelikle konservatif tedavi, konservatif tedavinin yetersiz kaldığı hastalarda ise cerrahi tedavi tercih edilmektedir [25]. RKL 'ında tedavinin ilk amacı, ağrının azaltılması ve RK ile skapular kasların dinamik stabilizasyonu fonksiyonel hareketlerin restorasyonuna odaklanmak olmalıdır. Doku tamiri ve inflamasyon süreci, hem tedavide hem de egzersizde ilerlemenin hızını ve hedeflerini belirlemede önemli bir faktördür. Bu süreç terapisti, daha agresif ilerlemeye ya da irritabilitesi yüksek olan omuzu daha fazla önlem almaya ve ağrı kontrolüne odaklanmış bir tedaviye yönlendirmektedir. Rehabilitasyon boyunca, hem omuz mobilitesini kazanmak hem de yumuşak doku iyileşmesine olanak vermek arasında bir denge sağlanmalıdır [25, 62].

2.6.1. Konservatif tedavi

RKL'nın konservatif tedavisi farmakolojik tedavileri, egzersizleri, elektroterapi ve hasta eğitim programları uygulamalarını içermektedir [63].

Farmakolojik tedavi

RKL'nın tedavisinde kullanılan farmakolojik tedavi yöntemleri oral, topikal ya da intraartiküler enjeksiyon şeklinde uygulanabilir. Oral yolla parasetamol, nonsteroid antienflamatuar ilaçlar (NSAİİ), opioid analjezikler, psikotropik ilaçlar kullanılır. Topikal olarak cilt üzerine NSAİİ uygulanabilir [63]. İntraartiküler enjeksiyon son yıllarda oldukça sık uygulanan bir tedavi yöntemidir. Glenohumeral eklem aralığına ya da subakromial boşluğa uygulanan kortikosteroid, hyalüronik asit ya da trombosit zenginleştirilmiş plazma uygulaması yapılmaktadır [64]. Uygulama pratikliği, sistemik bir yan etkisinin az olması ve ağrıyı hızlı bir şekilde azaltması gibi nedenlerle hastalar tarafından da oldukça sık tercih edilen bir tedavi yöntemidir. Ancak uzun dönem sonuçları ve tedavi edici niteliği ve etkinliği literatür çalışmalarına göre kanıtlanabilir düzeyde değildir [14].

Termal ajanlar ve manuel uygulamalar

Termal ajanlar, yüzeysel sıcaklık ajanları, krioterapi (soğuk) ile derin sıcaklık ajanlarından oluşur. Termoterapi; yumuşak doku, deri, eklem içi sıcaklığının değiştirilmesi amacıyla sıcak veya soğuk uygulamalardan oluşur [65]. Termal ajanların; dolaşan kan miktarını ve meydana gelen kimyasal reaksiyon sayısını değiştirerek, mekanik modaliteler hareketi ve hücre içi ile hücreler arası sıvı dengelerini kontrol ederek; ağrı, doku metabolizması, ödem ve inflamasyon üzerinde önemli görevleri vardır [66].

Sıcaklıktaki her 5°C'lik artış vazodilatasyona yol açarak metabolizma hızını ve doku elastikiyetini 2-3 kat artırarak doku iyileşmesini hızlandırır. Isı, yıkıcı enzim aktivitesini yükselterek, katabolik süreci ve oksijen tüketimini artırır. Kan akışının hızlanması, kolinerjik aktif vasodilatör sistemi uyararak, ısıya duyarlı kalsiyum kanallarının (TRPV reseptörleri), hücre içi kalsiyumu artırarak aksiyon potansiyelleri oluşturur. Artan aksiyon potansiyeli, beynin ısıyı algılamasına ve purin ağrı reseptörlerinin aktivitesini inhibe ederek histamin, prostaglandinler gibi kimyasal mediatörlerin salınımına yol açar. Sıcak, primer olarak sinirler üzerine direkt etki ile ağrı algı eşiğini yükselterek ağrıyı azaltmaktadır [65, 66].

Yüzeysel sıcaklık uygulamaları içinde maksimum 1 cm veya daha az penetrasyon derinliği ile lokal olarak en sık kullanılan ajanlar hotpack (sıcak pet) ve parafindir. Her ikisi için de genellikle önerilen süre 20dk'dır [67]. Derin ısıtma yöntemleri arasında en yaygın tedavi edici ajan olarak ultrason (US) kullanılmaktadır. US 'nin, frekans ayarı, uygulanacak dokunun derinliğine göre değişir. US, frekansı arttıkça yüzeysel dokularda enerji absorpsiyonu gerçekleşirken, frekans azaldıkça enerjinin daha derin dokulara penetrasyonu ve absorpsiyonu sağlanır. 1 MHz US, 3-7 cm daha derin dokuların tedavisinde (rotator kaf, gastrokinemius, vastus intermedius kasları gibi) kullanılırken; 3 MHz US ise 3 cm'den yüzeyledeki dokuların tedavisinde (patellar tendon, medial kollateral ligaman, brakialis kası gibi) etkili olmaktadır [66].

Soğuk; cilt, yumuşak doku sıcaklığını azaltarak vazokonstriksiyona sebep olarak kan akışını azaltır. Sinirsel iletim hızı, inflamasyon, metabolizma hızı azalır. Doku ve eklem sıcaklığı 30°C veya altına düştüğünde kolajenaz, elastaz, hyuronidaz gibi enzimleri inhibe ederek hücrel hipoksiye yol açarak ödemi ve inflamasyon mediatörlerini azaltır [67]. Soğuk

kullanımı Ca^{2+} ve Na^+ arasındaki değişimleri etkileyerek zıt irritasyona sebep olarak, ağrı toleransında artış sağlamaktadır. Literatürde, kriyoterapi için etkili bir tedavi olarak buz uygulanması önerilmektedir. Uygulama süresi 10-30 dk arasında değişir. Kutaneal değişimler 6-12 dk oluşur. Buz masajı, soğuk paketler, spreylere ve buz daldırma şeklinde olabilir [68].

Manuel uygulamalar ellerin tedavi edici amaçla kullanılarak, dokular, eklem, kas ve yumuşak dokulara ait yapısal ve fonksiyonel bozuklukların tedavisinde başvurulacak beceri gerektiren el hareketlerini içerir. Yumuşak doku esnekliğini, eklem hareket genişliğini arttırmak, ağrıyı hafifletmek ve gevşeme sağlamak için klinikte sık uygulanan yöntemler arasındadır [69].

Derin doku masajı, eklem mobilizasyonu, tetik nokta gevşetme teknikleri, transvers friksiyon masajı, yumuşak doku mobilizasyonu, visseral mobilizasyon, proprioseptif nöromusküler fasilasyon gibi manuel tedaviler nazik ve yavaş uygulanan, bazen de osilasyonlar şeklinde yapılan pasif hareketlerdir [70]. Ortopedik manuel akademi terapistleri tarafından yapılan tanımda ise ağrı modülasyonu, nöral doku mobilitesi, hareket kontrolü, kasların stabilizasyonu ve fonksiyonun kazanılması da yer almaktadır [71].

Manuel uygulama yaklaşımlarından derin friksiyon uygulamaları ve derin doku masajları, dokuda travmatik hiperemi oluşturarak, Tip I ve II mekanoreseptörlerin uyarılması ile hareket ettirilen yapıdan gelen afferent impulslar, ağrı uyaranına üstünlük sağlayarak geçici süre analjeziye sebep olur. Ayrıca, derin transvers friksiyon masajı, kollajen dokuyu kısaltarak, hareketin restorasyonu ile sonuçlanan interstisyel sıvı içeriğini düzenlemektedir. Manuel tedavileri, en az 4 hafta, haftada 3 kez 10-15-20 dk şeklinde uygulanmak yararlı olacaktır [70].

Manipülasyonlar ise eklemler üzerinde yüksek hızda, düşük amplitüddeki direkt yada indirekt pasif hareketlerden oluşur. Artrokinematikleri fizyoterapist tarafından yapılan kayma (gliding), yuvarlanma (rolling), dönme (spinning) ve distraksiyon hareketlerinden oluşmaktadır. Eklem etrafındaki yapıların esnekliğinin artırılması, dizilim bozukluğunun düzeltilmesi ve eklem hareketliliğinin artırılması gibi mekanik, nörofizyolojik ve refleks etkiler için kullanılır [71].

Egzersiz protokolleri

Hastanın yaşı, beklentisi, aktivite düzeyi, yırtığın boyutu, atrofi ve dejeneratif değişiklikler tedavi seçimini belirleyen kişiye özel faktörlerdir [72].

Akut dönemde, erken dönem rehabilitasyon da ağrı, inflamasyon, ödem ve normal hareket açıklığının geri kazanılmasına odaklanılır. Buz, elektrik stimülasyonu, lazer, manuel terapi, kuru iğneleme, ultrason (kesikli, düşük dozda), pendulum ve izometrik egzersiz uygulamaları tercih edilir. Kas inhibisyonunu azaltmak, yırtık var ise tamir bütünlüğünü devam ettirmek, korumak ve modifiye hareketlerde bağımsızlık erken rehabilitasyonunu amaçları arasındadır [25].

Akut dönemde ilk 3-5 gün immobilizasyon inflamasyon ve proliferasyon fazlarının oluşmasına izin verir. Omzun 45° abduksiyonda, dirsek 90° fleksiyonda ve omuz iç rotasyonda pozisyonda desteklenmesi, supraspinatusun kanlanmasını sağlamaktadır. Bu pozisyon aynı zamanda supraspinatus üzerindeki refleks kas kontraksiyonuna bağlı tendondaki gerilimi de azaltmaktadır [15].

Grade 1-2 eklem mobilizasyonu ve pasif eklem hareketi düzenli kollojen liflerinin oluşmasına, kas gevşemesinin sağlanmasına ve adhezyon oluşumunun önlenmesine yardımcı olmaktadır [73].

Subakut dönem orta faz rehabilitasyonda yumuşak dokunun iyileşmesine izin vermek, iyileşen yumuşak dokuyu fazla gerilim altında bırakmamak ve optimal nöromusküler kontrol amaçlanmaktadır [62]. Erken mobilizasyonun dokuların ve tendonların boyuna ve enine kaymasına, ve gerilim kuvvetine önemli etkisi vardır. Mobilizasyon teknikleri, kollejen dokunun yeniden gelişimine bağlı olarak erken fibroplazi boyunca etkili olabilir. Dokular üzerine 3. hafta ile birlikte belli bir gerilim uygulandığında tendon boyunun anlamlı bir şekilde uzayabileceğini göstermiştir. Bu sebeble, erken pasif hareket 10. günde başlanmalı ve 21. güne kadar ilerlemeli bir sonraki fazda erken aktif eklem hareketine izin verilmelidir [63].

Bu dönemde kas kuvvetini arttırmak için, proksimal stabilite, distal mobilite, kapalı kinetik zincir egzersizleri, kapsül ve kas germe egzersizleri, yer çekime karşı dumbell egzersizleri,

theraband, skapular stabilizasyon egzersizleri ve proprioseptif egzersizler tercih edilir. Ultrason, elektrik stimölasyonu, sıcak uygulamalar , grade 3-4 humeral mobilizasyon ve transvers friksiyon masajı gibi fizyoterapi uygulamaları kullanılabilir [74].

Bu fazda rehabilitasyonun amacı yeni sentezlenen kollajenin uzamasını sağlamak ve düzenli kollajen oluşumunu arttırmaktır. Kollajen oluşumu 6. haftaya kadar devam eder. Doku ve çevresine yapılan yumuşak doku mobilizasyonu, insizyon skarının uzayabilmesini, uygun kas fonksiyonunu ve ağrının azalmasını sağlar [1, 64]. Skapular kasların aktivitesinin restorasyonu, dinamik proksimal stabilite için bu dönemde oldukça önemlidir [14].

Kronik dönem ileri rehabilitasyon fazında tam ağrısız aktif eklem hareket açıklığı, glenohumeral ve skapular kuvvet, güç ve enduransın kademeli restorasyonu ve fonksiyonel aktivitelere dönüş hedeflenmektedir [62]. Hastalarda dinlenme sırasında GH eklemdede ağrı ve hassasiyet azalmış fakat skapular hareketteki azalma devam etmektedir. 6. Haftada kollajen oluşumu giderek azalır. Maturasyon veya yeniden şekillenme 3. haftada başlar ve 12 ile 18. aya kadar devam eder. Bu dönemde doku uzayabilirliğini maksimuma çıkarmak önemlidir. Bu fazda kuvvetlendirilmeye önem verilmelidir [64].

Endurans eğitimi, dinamik stabilizasyon ve aktiviteye yönelik egzersizler ileri rehabilitasyon döneminin ana başlıklarını oluşturmaktadır. Fonksiyonel ve spora özel ileri kondisyon egzersizleri ve ileri pliometrik kuvvetlendirme egzersizleri; kas kuvveti, güç ve enduransı geliştirmek ve tam ağrısız aktif eklem hareket açıklığını korumak için kronik döneminde uygulanmaktadır [25].

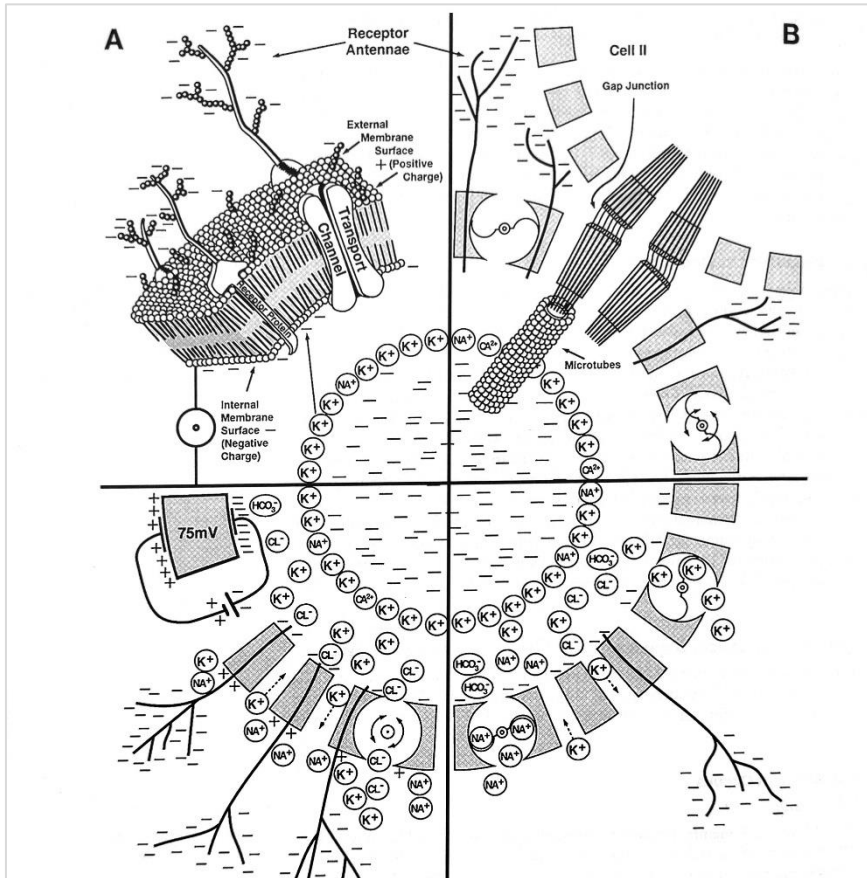
İyileşme devam ettikçe daha fazla harekete ve daha agresif kuvvetlendirmeye doğru devam edilir. Açık kinetik zincir egzersizleri omuzun skapular planda pozisyonlanarak yapılması performansı arttırmaktadır. Direnç bantları, top ve serbest ağırlıklarla eksentrik egzersizler de tedavi planına eklenmelidir [14, 75].

Hastalar için, ağrı ve kısıtlılık olmadan tam aktiviteye dönüş ve hastaların tam potansiyelini geri kazanması bir yılı aşkın bir süreyi bulmaktadır. Bu süreç oldukça masraflı, uzun, yavaş ve streslidir [76]. Bu sebeple, RKL olan hastaları için ev programları ve hasta takibi oldukça önemlidir. Evde önerilen egzersiz programı tam iyileşmeyi sağlamak için çoğu rehabilitasyon protokolünde yer almalıdır [14].

2.6.2. Elektrik stimölasyonu

Elektrik akımı (I); belli bir zaman diliminde (t) iletken maddeden geçen elektrik yüklü (elektron) partikül miktarı (q) yani elektrik yüklü partiküllerin bir kondüktör boyunca olan hareket oranı olarak ifade edilebilir. Elektronların hareketiyle ortaya çıkan bu akımda elektronların hareket yönü daha çok sayıda oldukları negatif kutuptan daha az sayıda olan pozitif kutba doğrudur [12, 77].

Luigi Galvani (1737-1798), kurbağalarda deney yaparken, demir ve bakır teması ile kurbağanın bacağına ilk kez yapay kas kontraksiyonu elde etmiştir. Duchenne de Boulogne (1867), cilt üzerinden kasın motor noktaları üzerine elektrotlar yerleştirerek yaptığı uygulamalarla elektrik stimölasyonunun kullanımını artırmıştır [77]. Elektrik stimölasyonu, günümüzde inerve veya denerve kasın uyarılması, ağrı kontrolü, kas spazmının çözülmesi, dolaşımın artması, spastisitenin inhibisyonu, eklem hareket açıklığının korunması veya artırılması ve doku iyileşmesi gibi çok farklı alanlarda kullanılmaktadır [78].



Şekil 2.12. Elektrik stimölasyonunun hücrede meydana getirdiği değişiklikler [79]

Elektrik stimölasyonunun hücre ve doku üzerindeki aktivitesi uyarımla birlikte hücreleri bir merkezi negatif bölge, bir iç pozitif bölge, bir hücre zarı, bir dış pozitif bölge ve bir dış negatif bölgeyi takip ederek meydana gelir. Hücre membranındaki reseptör proteini, reseptör anten ile dış pozitif yükü ile yüklenen yüzeyi negatif iç yüzey ile yükler. Hücre membran aralığı bir hücreyi diğer hücreye bağlayarak hücreler arası iletişime geçer. Reseptörler hücreler içindeki mikrotübüllere bağlanır. Mikrotübül sistem elektromanyetik sinyalleri hücrelere aktarır. Mikrotüp sinyalleri, organelleri uyarak rutin fonksiyonlarını aktive eder. Enerji bir hücreden diğer hücreye aktarılır. Pasif iyon kanalları hücre membranı ile pompalanarak aktive olur ve hücre kararlılığını koruyarak bir denge oluşturmaya çalışır. Böylece bu enerji transferi küçük bir elektrik akımı ile dokunun uzunluğu boyunca hızlıca hareket etmek için doku ile hücrelerin birlikte çalışmasından sorumlu olmaktadır (Şekil 2.11) [79].

Sağlıklı iskelet kasında uzun süreli elektrik stimölasyonu uygulanması sonucu çeşitli, fizyolojik ve histokimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. İskelet kasının farklı durumlara adapte olabilme yeteneği vardır. Adaptasyon süreci, 2-4 gün içerisinde, sarkoplazmik retikulumda kalsiyum depolarının sayısının azalması ve iyonize kalsiyum kapasitesinin düşmesinde görülür [79]. Tüm bu süreçte yaklaşık 3000 enzim devreye girer. Transvers tübül, terminal sisterna ve sarkoplazmik retikulum yoğunluğu azalır. Bu durum sonucunda kasın kasılma özellikleri etkilenir ve kas maksimum kasılma hızına daha geç zaman aralığında ulaşmaya başlar. Kalsiyum ile uyarılan miyozin ATP-az aktivitesi ilk 3 hafta içinde azalmaya başlar. Miyozinin hem hafif hem de ağır zincir komponentinde bu azalışa bağlı değişimler görülür. Bu lif tiplerinin düzenli dönüşümü, miyozindeki tropomiyozine bağlı olarak değişir. Tropomiyozin, polimorfik şekillerde bulunan majör kontraktıl proteindir. Miyozin alt tipleri, 3 hafta içinde hızlı tipten yavaş tipe değişir. 3 haftalık kronik elektrik stimölasyonundan sonra tropomyozinin alfa ile beta formlarının yavaş kasların karakteristik lif özelliklerine göre değiştiğini gösterilmiştir. Bu dönüşüm elektrik stimölasyonunun devam etmesi halinde 8 hafta sonra tamamlanmaktadır [12, 80].

Elektrik stimölasyonunun, duyusal stimölasyon etkisinin endojen, betaendorfinler, enkefalinler, dopaminler ve dimorfinler gibi analjezik salınımını uyarak ağrı üzerinde azaltıcı bir etki oluşturduğu düşünülmektedir. Aktif kontraksiyonla yani egzersiz ile eş zamanlı uygulanan hem duyusal stimölasyon etkisinin hem de opioid salınımının, ağrı inhibisyon mekanizmasını daha şiddetli uyardığı düşünülmektedir. Bu etki

mikrosirkulasyondaki düzelmeyeyle ya da anlamlı kas kontraksiyonu olmaksızın miyelinli alfa liflerinin uyarılmasıyla açıklanabilir. Her iki mekanizma ile lokal P maddesinde azalma, lokal seratoninde artma ve L-triptofanda azalma olur. Böylece ağrıda azalma sağlanır [17].

Elektrik stimülasyonun dolaşım üzerinde sistemik etkileri, kas kontraksiyonu ile kas kuvvetinin, venöz ve lenfatik dolaşımı arttırarak, doku rejenerasyonunun hızlanması ile olmaktadır. Bu etkiler, vazoaaktif intestinal polipeptidler (VIP) gibi polipeptidler ile birlikte gerçekleşir. Ayrıca böbrek ve kalp fonksiyonları gibi iç organ aktivitelerinin modülasyonunda da dolaylı etki gösterir [12].

Elektriksel stimülasyon parametreleri

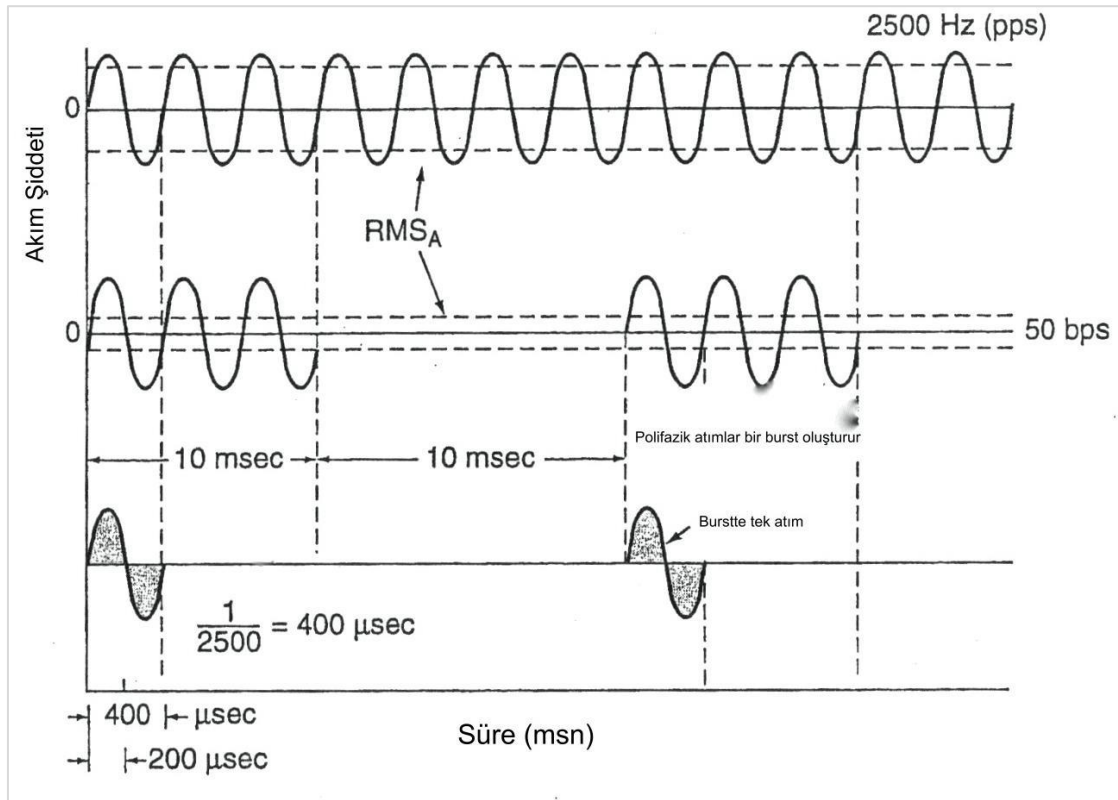
Elektrik stimülasyonunun türü, şekli, şiddeti, fazları, atım genliği, yükselişi ve düşüş zamanı, frekansı, atım süresi, zamanı ve atımlar arası süre gibi temel elektriksel akım parametrelerini oluşturmaktadır [81, 82]. Hastanın güvenliğini sağlamak, uygulamanın başarısını arttırmak, yorgunluğu azaltmak ya da optimal kuvvet çıkıtısı sağlamak için elektriksel uyarı parametrelerinin anlaşılması ve hastaya göre düzenlenmesi çok önemlidir.

Güncel çalışmalarda kullanılan elektrik akımları genel olarak monofazik (tek fazlı) akım, bifazik (iki fazlı) akım ve polifazik (kesikli akım) akım olmak üzere üç tiptedir. Akım yönünün değişmeyip, genliğinin değiştiği ya da değişmediği tek yönlü akım türü monofazik akım, akım genliği ve yönünün periyodik olarak değiştiği çift yönlü olan pozitif ve negatif iki faza sahip akım türü ise bifazik akım olarak adlandırılır. En çok bilinen ve kullanılan türü sinüzoidal akımdır [77, 82]. Akımın aralıklı olması, polifazik akım olarak ifade edilmektedir ve yüklü partiküllerin periyodik, tek ya da çift yönlü akışının kısa sürelerle kesildiği akımlardır. Akımın kesildiği bu bölüm atım arası boşluk olarak ifade edilmekte olup, stimülasyonların rehabilitasyon uygulamalarında sıklıkla kullanılan formudur [81].

Russian stimülasyonu

Rus araştırmacı Dr. Yakov Kots 'un geliştirdiği Rus tekniği ilk olarak 1977 yılında geliştirilmiştir. Temel olarak rus olimpiyatlarında, atletlerde kas kuvveti ve kas kitlesini artırmak amacıyla kullanmış, egzersizlere alternatif olarak değil, egzersizlere ek olarak uygulanması gerektiğini belirtmiştir [83]. Bu teknik, bifazik akımlar şeklinde, bipolar ve monopolar yöntemle, fizyolojik frekans aralığı olan ortalama 100 Hz atım serileri şeklinde

uygulanır. Rus tekniği 1-15 kHz (genelde 2.5 kHz) frekans aralığında bifazik (sinüzoidal ya da dörtgen), kare, simetrik, polifazik akım dalga formuna modüle edilerek atımları 10ms uyarı, 10ms dinlenme içeren 50 Hz atım frekansına indirilmiş olan çalışma süresi 10s atım ve 50s dinlenme içeren 10-20dk'lık uygulamaları içerir (Şekil 2.12). Bu akımı modüle etmenin temel amacı doku zedelenme riskini azaltmaktır. Dinlenme süresinin uzun olması kassal yorgunluk oluşmadan, maksimum kuvvet sağlamaktadır [83, 84].



Şekil 2.13. Rus akım tekniği [85]

Rus akımı periferik duyu ve motor sinir liflerinin birlikte depolarizasyonunu sağlayarak senkronize bir şekilde motor sinirleri uyarır. RA ile meydana gelen motor sinir depolarizasyonu, her patlamanın içerdiği atımların sayısından bağımsız olarak meydana gelmektedir. Bu nedenle tetanik kontraksiyonun gücünü her patlamanın içinde meydana gelen atım sayısı değil, bir saniyedeki patlama sayısı belirlemektedir. Bu nedenle, hızlı kasılan Tip 2 kas liflerinin aktivasyonu, yavaş kasılan Tip 1 kas liflerine göre daha kolay uyarıldığı için RA, Tip 2 kas liflerini daha çok etkiler [81].

Rus akımının temel endikasyonu normal kasta, oksidatif mitokondriyal kapasiteyi hızlandırarak, kas kuvvetini artırması yönündedir. Bu sebeple kliniklerde, yerçekimine karşı

oluşan iş yükünü karşılamak için elektrik akımıyla birlikte aktif kassal kontraksiyonlarla kas kuvvetlenmesini arttırmak için çoğunlukla Rus akımı tercih edilmektedir. Rus akımının diğer kas kuvvetlendiren akımlara üstünlüğü ise, yüksek akım şiddetinin ağrısız olarak dokulara uygulanabilmesidir. Bu özelliği nedeniyle sadece kuvvetlendirme amacıyla değil, ağrı ve kronik ödemin azaltılmasında da kullanılmaktadır [86].

Rotator kaf lezyonlarında elektrik stimülasyonu

Elektriksel stimülasyonu, birçok hastalığın tedavi sürecinde fizik tedavi kombinasyonları içerisinde yer alır. Rotator kaf patolojilerinde ise bu ajanın tek başına kullanımlarıyla ilgili değerlendirmeler oldukça sınırlıdır. Literatür incelendiğinde de, bu durumun neden olduğu yanıltıcı sonuçlar dikkati çekmektedir. Gerek akut, gerekse kronik ağrılı hastalıklarda, nöromüsküler elektriksel stimülasyonun klinik etkinliğini bildiren araştırmalar olduğu gibi tam tersi sonuç belirten çalışmalar da bulunmaktadır. Özellikle rotator kaf patolojilerinde, elektrik stimülasyonu, postoperatif ağrı ve eklem efüzyonundan kaynaklanan kas inhibisyonu nedeniyle nöromüsküler yeniden eğitim ve güçlendirme için ek bir tedavi olarak önerilmiştir [87].

Çok sayıda çalışma, NES'nun, kuvvet (tork) üretimini, kas reedükasyonunu geliştirdiğini ve nihayetinde daha iyi omuz kuvveti ve daha hızlı fonksiyon iyileşmesi ile sonuçlandığını göstermiştir. NES'nun omuz için kullanımı rehabilitasyonda çeşitli kombinasyonlarla birlikte ilgi görmüş ve araştırmalar serebral vasküler kazalardan sonra hastaların rehabilitasyonu ile sınırlı kalmıştır [67].

NES, rotator kaf yırtıklarında, hastanın yaşı, cinsiyeti, yırtık boyutu ve ameliyattan sonraki gün sayısı ne olursa olsun kuvvet üretimini önemli ölçüde arttıran iyi bir alternatif tedavidir. Ayrıca, yüksek NES seviyelerini tolere edemeyen hastalarda, NES yoğunluğu seviyesinden bağımsız olarak artan kuvvet üretimi de görülmüştür. Bu durum klinikte bir yandan etkinliği korurken, bir yandan da hasta güvenliğini ve rahatlığını sağlayacak bir şekilde NES'nun kullanılmasına olanak sağlar [87].

Omuz izometrik, izotonik ve dambıl egzersizleri gibi standart rehabilitasyon egzersizlerinin yanı sıra direnç ve stabilizasyon egzersizleri sırasında kuvvet üretimini en üst düzeye çıkarmak için nöromüsküler elektrik stimülasyonu eşzamanlı olarak uygulanabilir. Sharkey

ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, RKL olan hastaların NES uygulanması sonucu, glenohumeral eklem dinamik stabilizasyonu için hayati bir bileşen olan dış rotasyon kuvvet üretimini geliştirerek, rotator kaf dış ve iç rotatörlerinin kuvvet çifti dengesini geliştirerek aktif elevasyon elde ettikleri görülmüştür. Bu kuvvet çifti, aktif kol elevasyonu sırasında humerus başını merkezde tutmak için senkronize olarak çalışır. Bu durum, ES uygulanan rotator kaf tendinopatilerinde tedavi sonrası onarımı hızlandırarak gelişmiş fonksiyonel kazanımlara ve postoperatif sonuçların daha olumlu olmasına yol açmaktadır [67, 87].

ES kullanımı, sadece RK problemlerinde değil, superior labral anteriordan posteriora (SLAP) onarımlarında, impingment sendromlarında, bankart lezyonları onarımlarında veya subakromiyal dekompresyonlar gibi diğer cerrahi prosedürlerden sonra da etkili bir tekniktir [88].

RK problemlerinde en çok orta frekanslı akımlar kullanılmaktadır. Enterferansiyel akımlar ağrıyı azaltmak, kan dolaşımını arttırmak ve ödemi azaltmak için tercih edilir. Rus akımları kas kuvvetini, kas enduransını, hareket kontrolünü ve postürünü geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Yüksek voltaj kesikli galvanik stimülasyon, kasın yeniden eğitiminin fasilite edilmesi ve eklem limitasyonlarının azaltılmasında etkili bir akımdır. Transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS) ise kronik ve akut ağrılı hastalarda analjezi oluşturmak amacıyla en sık başvurulanan yöntemdir [87, 88].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Bu çalışma Mayıs 2019 – Haziran 2020 tarihleri arasında planlanmıştır. Ancak pandemi sürecinde hasta alımı belirli aralıklarla durdurulduğu için araştırmamız Mart 2021 de tamamlanmıştır. Çalışmamız, RKL tanısı ile Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ünitesi'ne başvuran hastalar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Güç analizi sonucu, % 97 güç ve % 4 birinci tip hata ile vaka sayısı her grup için en az 16 olarak hesaplanmıştır. Çalışmamıza, rotator kaf lezyonlu, yaş aralığı 30-60 olan 41 hasta dahil edilmiştir. 21 ve 20 'şer kişilik 2 grup randomizasyon yöntemi ile oluşturulmuştur. Katılımcılara çalışma hakkında bilgi verilmiş, gönüllü bilgilendirme formu okutulmuş ve kendilerinden yazılı onay alınmıştır (EK-1). Çalışmanın yapılabilmesi için Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan gerekli izin ve onay alınmış olup, araştırma "Helsinki Deklarasyonu'na" uygun olarak yürütülmüştür.

(Tarih:13.06.2019, Sayı: E-19 / 28) (EK-3).

Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri şunlardır:

1. Rotator kaf patolojisi tanısı olması,
2. Grade 1-2 rüptür olması,
3. Ez az iki özel testin pozitif olması (Neer-Hawkins-Lag sign -drop arm ve supraspinatus izolasyon testleri; dirence karşı ağırlı bir omuz iç ve dış rotasyonunu (IR ve ER); abdüksiyon sırasında ağırlı ark),
4. Tek taraflı omuz ağrısı olması,
5. Son 3 ay içerisinde fizyoterapi almamış olması,
6. Çalışmaya katılmayı kabul etmek,

Bir akut travma, cerrahi ya da omuz eklemde kırık öyküsü, nörolojik bir defisit, son altı ay içerisinde eklem içi enjeksiyon yapılanlar, altta yatan iltihaplı romatizmal hastalık veya belirtileri omuz ile ilişkili olabilecek servikal patolojiler olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

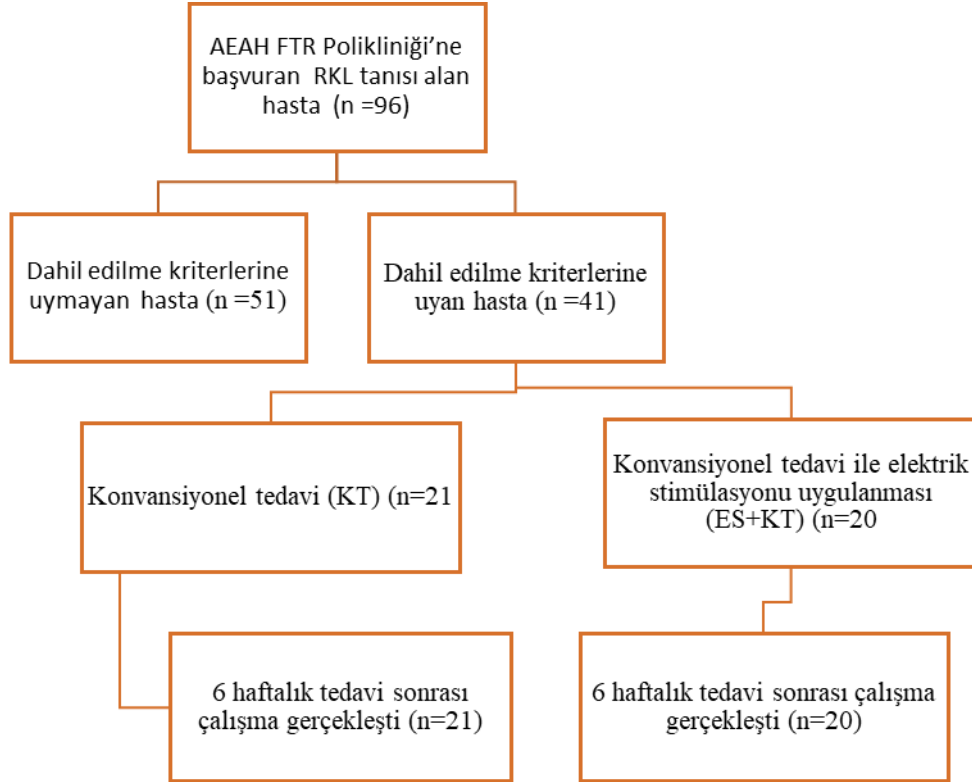
3.2. Yöntem

Araştırma prospektif randomize kontrollü bir çalışma olarak tasarlandı. Çalışmaya katılma kriterlerine uygun olan bireyler dahil edildikten sonra tam randomizasyon yöntemi ile çalışmaya katılma kriterlerine uygun olan bireylerin çalışmaya katıldıktan sonra gruplara tamamen rasgele, eşit şansla ve bir önceki atamadan bağımsız olarak seçilip iki gruba dağıtıldı.

- Konvansiyonel tedavi grubu (KT) (n=21); 6 hafta, haftada 3 kez günde bir kere konvansiyonel tedavi ile birlikte omuz egzersizleri fizyoterapist eşliğinde uygulandı.
- Konvansiyonel tedavi ile elektrik stimülasyon grubu (KT+ES) (n=20); konvansiyonel tedavi ile birlikte omuz egzersizlerinin üstüne elektrik stimülasyonu eklenerek, 6 hafta, haftada 3 kez günde bir kere 20 dk 2500 Hz; atım süresi 400 usn; 10 msn uyarı ve 50 msn dinlenme şeklinde fizyoterapist tarafından uygulandı.

3.3. Hastaların Değerlendirilmesi

Çalışmaya dahil edilme kriterlerine uyan ve çalışmaya katılmayı gönüllü olarak kabul eden her iki gruptaki hastaların sosyodemografik bilgileri ve klinik özellikleri ‘ RKL olan Hasta Takip Formu’ ile sorgulanmıştır (EK-4). Ağrı, özel testler, kas kuvvetinin değerlendirilmesi, kas mimari ölçümleri, omuz fonksiyonelliğinin ve yaşam kalitesinin değerlendirilmesi tedavi öncesinde ve 6 haftalık tedavi sonunda değerlendirilerek forma kaydedildi (EK-4). Çalışmamızın akış şeması Şekil 3.1 2’ de gösterildi.



şekil 3.1. Çalışmanın akış şeması

3.3.1. Değerlendirmede kullanılan parametreler

Demografik, fiziksel özellikler ve hikaye

Hastaları cinsiyet, yaş, boy, kilo, vücut kütle indeksi (VKİ), RKL patolojisi ve hastaların daha önce fizik tedavi ve rehabilitasyon alıp almadığı kayıt altına alınmıştır.

Özel testler

Hastalara RKL'na özđü klinik testler yapılmıştır. Bu testler Neer testi, Hawkins Testi, Drop Arm ve ağrılı ark testlerinden oluşturulmuştur. Testlerin spesifite, duyarlılık ve geçerlilik ve güvenirlik yüzdeleri çizelge 3.1' de gösterilmiştir. Bu testlerden iki tanesinin pozitif olması çalışmaya dahil olmalarını sağlamıştır.

Çizelge 3.1. Omuza yönelik özel testlerin spesifite, duyarlık ve geçerlik ve güvenirlik yüzdeleri [89]

	Spesifite (%)	Duyarlık (%)	Geçerlik ve güvenirlik (%)
Neer testi	82,3	63,2	61
Hawkins testi	77,4	52,6	68
Drop Arm	100	5,3	64
Ağrılı ark	83,6	39,5	67

Neer testi

Hastanın incelenen taraftaki kolu iç rotasyonda iken, inceleyen kişi tarafından omuz pasif olarak fleksiyona getirilir (Resim 3.1). Bu maneva ile tüberkülüm majör ile akramionun antero-inferioru arasındaki mesafe daraltılmış olmaktadır [89].



Resim 3.1. Neer testinin yapılışı

Hawkins testi

Hasta ayakta dururken incelenen omuzda kol ve dirsek 90° fleksiyonda ve adduksiyonda iken iç rotasyonda ağrı oluşması testin pozitif olduğunu göstermektedir (Resim 3.2). Bu manevra supraspinatus tendonunu korakoid çıkıntı ve korakoakromiyal tendonuna doğru sıkıştırmaktadır [92].



Resim 3.2. Hawkins testinin yapılışı

Drop Arm

Hastanın incelenecek olan omuz eklemi pasif olarak 90° abduksiyon ve maksimum dış rotasyona getirilir ve daha sonra hastadan kolunu yavaşça aşağı indirmesi istenir (Resim 3.3). Hastanın kolunun ağırlı ile kontrolsüz olarak düşmesi muhtemel rotator kaf yırtığına işaret eder [89, 90].



Resim 3.3. Drop Arm testinin yapılışı

Ağrılı ark testi

Hastadan koluna aktif olarak yapabileceği en son noktaya kadar abdüksiyon yaptırması istenir. Daha sonra kolunu başlangıç pozisyonuna getirmesi istenir. Hastanın elevasyonun 60° ile 120° 'leri arasında ağrı hissetmesi durumunda test pozitif kabul edilmektedir (Resim 3.4) [89].



Resim 3.4. Ağrılı ark testinin yapılışı

Ağrı değerlendirilmesi

Çalışmaya katılan hastalarda tedavi öncesi ve tedavi sonrası olmak üzere dinlenme halindeki ağrı, vizuel analog skala (VAS) ile 0 “Hiç ağrı olmaması” ve 10 “En dayanılmaz ağrı” şeklinde numerik değerlendirilmiştir [91].

Omuzun fonksiyonel değerlendirilmesi

Omuz hastalarında kendine bakım, giyinme, hijyen gibi bir çok fonksiyonel aktiviteyi gerçekleştirmede yetersizlikler meydana gelebilmektedir. Bu durum hastaların tedaviden beklentileri fonksiyonel aktivitelerini gerçekleştirebilmek olmaktadır [92]. Hastaların tedavi kazanımlarına bakarken fonksiyonel yetersizlik düzeyine etki edebilecek ağrı, kuvvet, hareket açıklığı gibi değerlendirmelere ek omuz fonksiyonelliği de değerlendirilmelidir [93].

Kol omuz ve el sorunları anketi (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire) (DASH)

Üst ekstremité ile ilgili fonksiyonel özürü değerlendirmek için kullanılan bir ölçektir. Ölçekte semptomlar ile alakalı 5, fonksiyonel işler ile ilgili 25 olmak üzere toplam 30 soru ve 3 bölüm vardır. Ölçeğin iş, müzik ve spor olarak 4 sorudan oluşan iki bölümü daha mevcuttur. Ölçekte cevap seçenekleri 1 ile 5 arasındadır. Her bölüm için ayrı ayrı yapılan puanlama 0-100 olarak hesaplanmaktadır. Yüksek değerli puanlar, ciddi aktivite kısıtlılıklarını göstermektedir. Testin geçerlilik ve güvenilirlik oranı % 95 olarak gösterilmiştir [94].

Western ontario rotator kaf ölçeği (The Western Ontario Rotator Cuff Index) (WORC)

Rotator kaf lezyonlarına özgü yaşam kalitesini değerlendiren 21 sorudan oluşan ölçektir. Fiziksel belirtiler ile ilgili 6, rekreasyon ve spor aktiviteleri ile ilgili 4 ve duygusal durum ile ilgili 3 soruyu içerir. Her bir soru 100 mm'lik görsel analog skala üzerinden cevaplanır. Toplam skor 100 'dür. Puanlamada düşük değerler yaşam kalitesinde herhangi bir azalma olmadığını göstermektedir. Ölçek geçerlilik ve güvenilirlik oranı %79 olarak belirtilmiştir [95].

Kas kuvvetinin değerlendirilmesi

Kas kuvvetinin değerlendirilmesi izokinetik bilgisayar destekli dinamometre ile (Biodex System 3 Pro TM Medical Systems, Shirley, NY, ABD) ölçülmüştür (Resim 3.5). Her test öncesi sistem kalibre edilmiştir. Ölçüm parametreleri ayarlanırken, ölçümün daha objektif olması için gravite kompensasyon açık konuma getirildi ve cihaz ölçüme başlamadan önce kişinin kolunu horizontal pozisyona alarak kişinin ve cihazın ağırlığını ölçüp, test sırasında yerçekimi etkisini elimine edildi [96]. Ölçüme başlamadan önce hastalara izokinetik cihaz ve test hakkında bilgi verilerek, test sırasında ne yapılması gerektiği anlatıldı. Objektif olabilmek için her iki ölçümde de kişiye herhangi bir sözlü motivasyonda bulunulmamıştır.

Hastaların cihaz ekranında bulunan geribildirimden yararlanarak görsel motivasyon artışı sağlanmıştır. Hastalar, 60° / sn ve 180° / sn açısal hızlarda internal ve eksternal kuvvet

değerlendirilmesi için cihazın koltuğunda 80° kalça fleksiyonunda ve 90° diz fleksiyonunda ayak bilekleri kısıtlanmadan dik pozisyonda oturdular. Gövdeleri, göğüs, bel ve uyluğun üst kısmındaki kayışlar kullanılarak sabitlendi. Hastaların omuz eklemi 45° abduksiyonda 30° fleksiyonda ve dirsek 90° fleksiyonda, internal ve eksternal rotasyon hareketi 0° -45 ° açılarda arasında olacak şekilde ayarlandı (Resim 3.6). İlk önce üç tekrardan oluşan deneme, ardından bilgisayarın sağladığı sinyal ile sırasıyla 60°/s’de 5, 180°/s’de 20 kez uygulanarak, konsantrik olarak üretilen kuvvetlerin ölçümü yapıldı. Hastalara iki ayrı açı ölçüm arasında (60°/sn ile 180°/sn açısal hızlar arası) 60sn dinlenme arası verilmiştir [97]. Tüm ölçümler aynı fizyoterapist tarafından yapıldı. Her hızda ER ve IR'nin tepe torkunda (PT) izokinetik gücü ölçerek, analizde ölçümler sırasında kaydedilen en yüksek tork (Newton metre) ile kişinin maksimum tork’ unun kişinin ağırlığına oranı ile hesaplanarak ölçülen maksimal tork / kişinin ağırlığı (P/W) değerleri izokinetik kas testi değerlendirme normu olarak kullanılmıştır [98].



Resim 3.5. Kas kuvvetinin değerlendirilmesi için izokinetik bilgisayar destekli dinamometre



Resim 3.6. İzokinetik kuvvet ölçümünde dinamometre ile kişinin pozisyonlanması

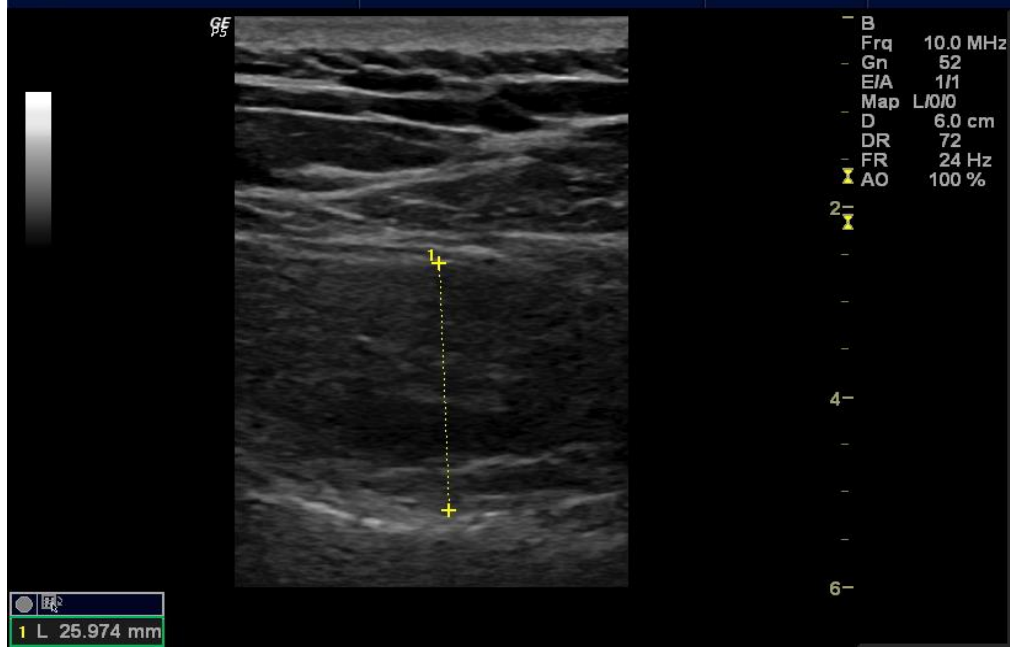
Kas mimarisinin değerlendirilmesi

Kas mimarisi için, real time ultrasonografik yöntemle, yüksek frekanslı lineer prob kullanılarak yapılan non-invazif bir radyolojik inceleme metodu olan omuz ultrasonografisi kullanılmıştır [9]. Kas kalınlığı, lif uzunluğu, ve pennasyon açısı değerlendirmeleri, 10 yıldan fazla kas iskelet sistemi ultrasonografisi deneyimi olan fiziksel tıp ve rehabilitasyon uzmanı tarafından yapılmıştır. Değerlendirmeleri yapan uzmanın hastaların hangi grupta olduğuna dair körlüğü sağlanmıştır. Değerlendirmeler, B-Modunda çalışan bir ultrasonografik sistem ile (GE Logiq P5, Wisconsin, ABD) 12 MHz lineer prob kullanılarak yapılmıştır.

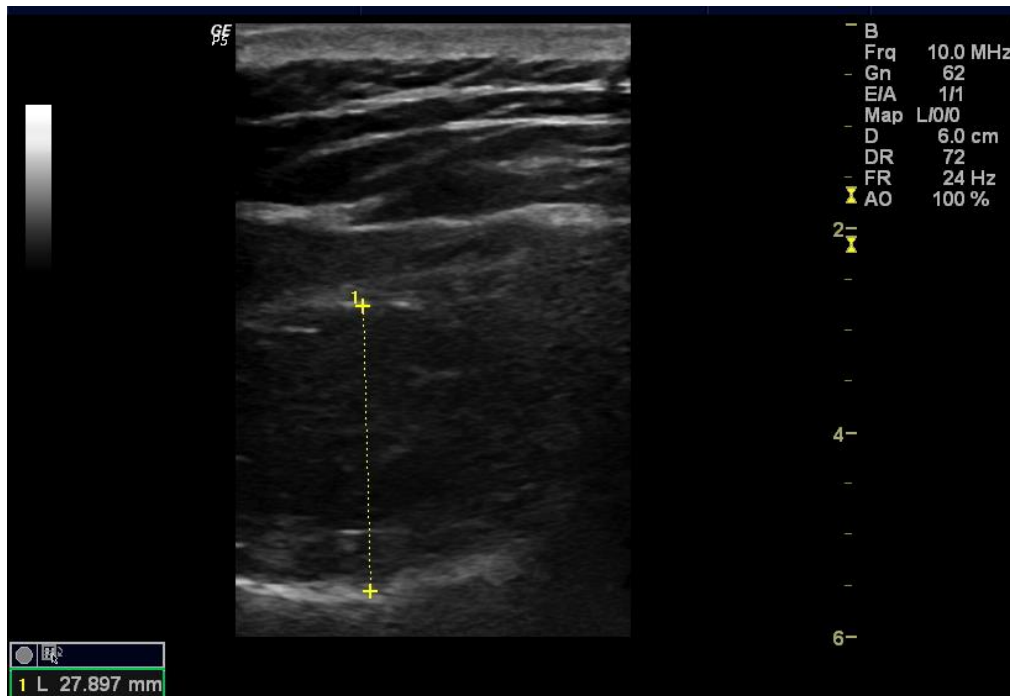
Supraspinatus kas mimari ölçümleri hasta etkilenen omuzu açıkta kalacak şekilde kol addüksiyon ve internal rotasyonda, dirsek 90 ° fleksiyonda, el nötral ve orta hatta olacak şekilde oturur pozisyonda uygulanmıştır [99].

Lif uzunluk ölçümü için lineer prob lif demetleri düzlemine paralel olacak şekilde yerleştirildi. Uzunluk ölçümü için hem medial hem de lateral bağlanma bölgelerinde iyi görülebilen lif demetleri kullanıldı [100]. Pennasyon açısı ölçümleri, lif demetinin intramusküler tendona yapıştığı noktadan, lif demeti ile intramusküler tendon arasındaki açı ölçülerek yapıldı (Resim 3.9-3.10). Kas kalınlığı ölçümü ise, akromiyonun orta noktası baz

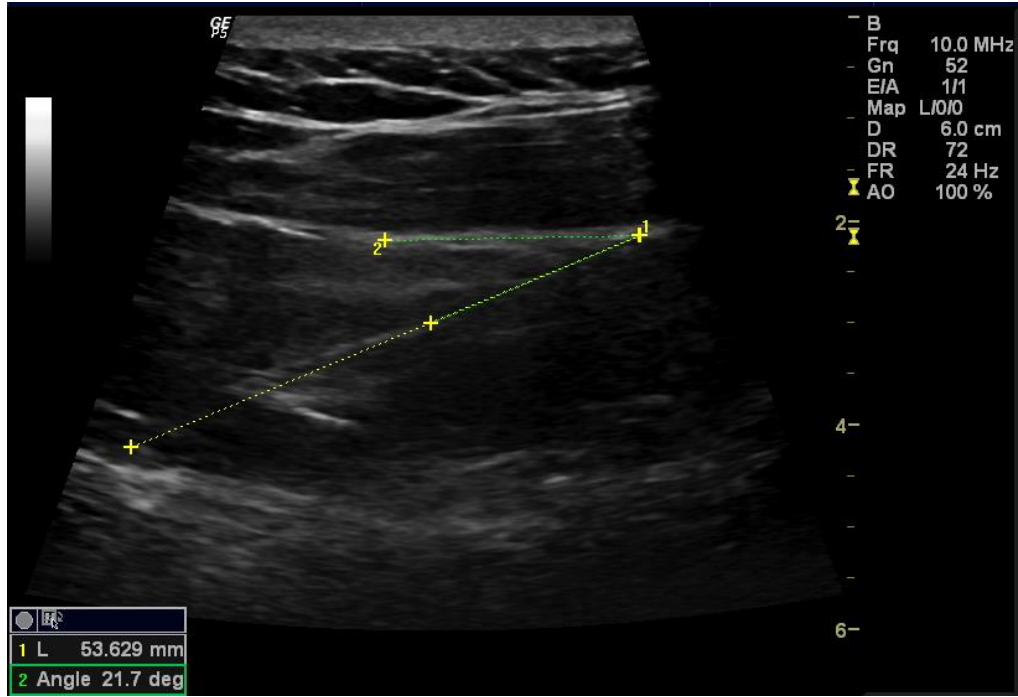
alınarak ve prob supraspinatus fossaya transvers pozisyonda yerleştirilerek, kasın en geniş görüntülediği bölgeden ölçüldü (Resim 3.7-3.8) [36].



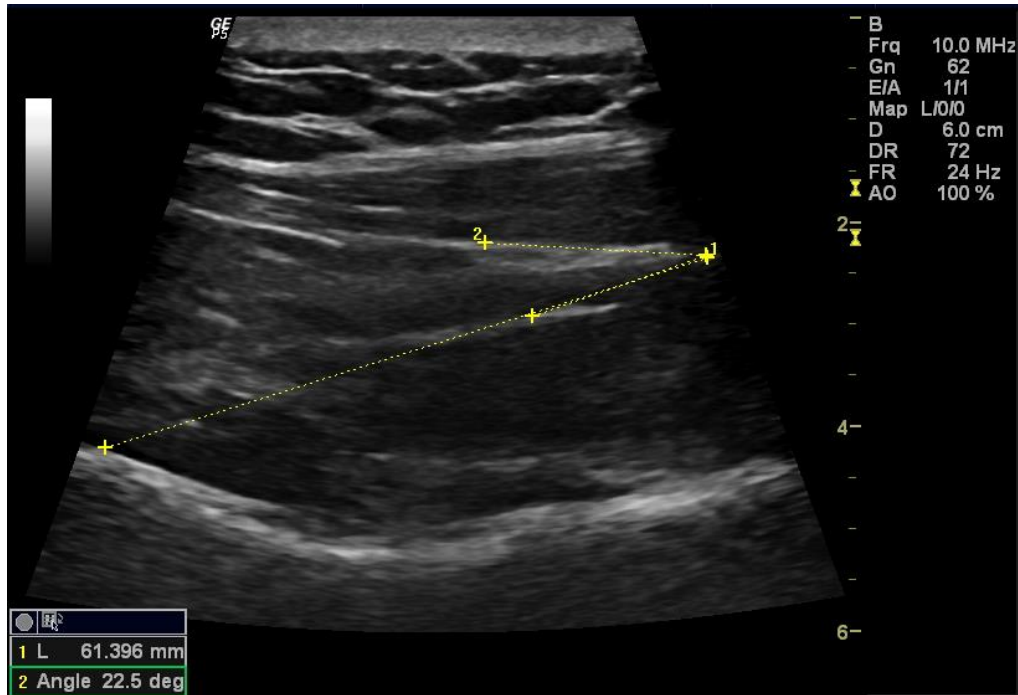
Resim 3.7. Supraspinatus kas kalınlığı ölçümü tedavi öncesi



Resim 3.8. Supraspinatus kas kalınlığı ölçümü tedavi sonrası



Resim 3.9. Supraspinatus lif uzunluğu ve pennasyon açısı ölçümü tedavi öncesi



Resim 3.10. Supraspinatus lif uzunluğu ve pennasyon açısı ölçümü tedavi sonrası

3.4. Uygulanan Tedavi Protokolü

3.4.1. Konvansiyonel tedavi grubu (KT)

RKL olan hastalarda konvansiyonel tedavi grubunda spor ve ortopedi uzmanlarının geliştirmiş olduğu konservatif tedavi protokolleri referans alınarak Longo ve arkadaşlarının geliştirdiği egzersiz programı kullanıldı. Bu protokol 6 hafta boyunca haftada 3 kez uygulandı. Her iki gruba verilen konservatif tedavi ve egzersiz programı çizelge 3-2 'de gösterilmiştir [101]. Tedavide şu prensiplere dikkat edildi;

- Tedavi programına alınan her hasta, tedaviye başlamadan önce bireysel olarak tedavi içeriği, egzersizlerin yapılışı ve süreler hakkında bilgilendirildi.
- Egzersizler bire bir tek kişilik seanslar halinde yapıldı.
- Tedavi başlamadan önce tüm hastalara termal ajanlar çizelgede gösterildiği sürelerce uygulandı.
- Hastalara 6 hafta boyunca haftada 3 kez 10 dakika boyunca supraspinatus tendonuna, orta parmakla güçlendirilmiş tenoperiosteum bileşkesine yerleştirilen ipsilateral elin işaret parmağı ile transvers friksiyon masajı yapıldı.
- Her hasta 6 hafta boyunca, haftada 3 kez, günde bir kere egzersiz programına fizyoterapist eşliğinde katıldı.
- Egzersizler sırasında oluşan hatalar fizyoterapist tarafından düzeltildi.
- Tüm hastaların tedavi programına başlamadan önce ve tedavi programı tamamlandıktan sonra değerlendirmeleri yapıldı.
- Egzersizler 3 set ve 10 tekrarlı olarak uygulandı.
- Bir sonraki egzersize, hareketler arasında yeterli dinlenme süreleri verilerek geçildi.
- İzometrik egzersizler omuz external rotasyon, internal rotasyon, addüksiyon ve abdüksiyon kaslarına, 10 sn kasılma, 10 sn dinlenme şeklinde uygulandı.
- Germe egzersizleri 30 sn germe, 30 sn dinlenme şeklinde uygulandı.
 - Posterior kapsül germe; skapular bölgede herhangi bir hareket olmadan omzun posterior yapılarının ortalama 30 saniye gerilmesi şeklinde uygulandı. Hasta ayakta dik duruşta, etkilenen kolunun dirseğini sağlam eli ile kavrayarak yapabildiği kadar karşı omzuna yaklaştırması istendi (Resim 3.11) [101].
 - Pektoralis minör germe sırasında hasta kapı kenarında ayakta dik duruşta pozisyonlandı. Hastanın etkilenen omzu ve dirseği 90° fleksiyon pozisyonunda kapı

kenarına yerleştirildi. Bu pozisyonda iken öne minik adım alarak ve aksi yönde üst gövde rotasyonu yaparak omzun ön tarafındaki gerginliği hissetmesi ve son noktada 30 sn beklemesi istendi (Resim 3.12).

- GH eklem mobilizasyonları posterior – inferior glide ve skapula mobilizasyonları 3-6 set ossilasyonlar ile yapıldı.
- Skapular stabilizasyon için açık ve kapalı kinetik zincir egzersizleri, basit hareketle başlanıp hastaların tolerasyonuna göre zorlaştırılarak uygulandı (Resim 3.13-3.14-3.15).
- Kas kuvvetlendirme için (skapular depresyon, skapular protraksiyon, skapular retraksiyon, omuz ekstansiyonu, omuz eksternal rotasyonu ve omuz internal rotasyonu) egzersizleri için elastik band olarak sarı ve kırmızı renkli Thera band (Theraband Elastic Band Hygienic Corporation Akron, Ohio) kullanıldı (Resim 3.16).

Çizelge 3.2. Hastalara uygulanan tedavi protokolü [101]

Rotator kaf hastalarında tedavi ve egzersiz programı					
1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
Soğuk uygulama (10 dk)	Sıcak uygulama (20dk)	Sıcak uygulama (20dk)	Sıcak uygulama (20dk)	Sıcak uygulama (20dk)	Sıcak uygulama (20dk)
Transfers Friksiyon masajı (10dk)	Germe egzersizleri	Germe egzersizleri	Germe egzersizleri	Germe egzersizleri	Germe egzersizleri
Germe egzersizleri üst trapez ve kapsüller germe	İnferior ve posterior glide Skapula mobilizasyonu	İnferior ve posterior glide Skapula mobilizasyonu	İnferior ve posterior glide Skapula mobilizasyonu	İnferior ve posterior glide	İnferior ve posterior glide
İzometrik egzersizler	İzometrik + skapular stabilizasyon egzersizleri	Skapular stabilizasyon+ theraband egzersizleri	Skapular stabilizasyon+ theraband egzersizleri	Skapular stabilizasyon+ theraband egzersizleri	Skapular stabilizasyon+ theraband egzersizleri

Hastalara uygulanan bazı egzersizlerin resimleri aşağıda verildi.



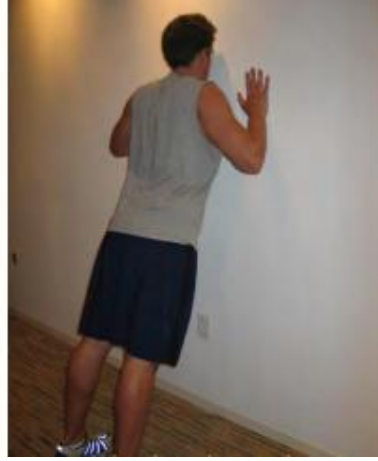
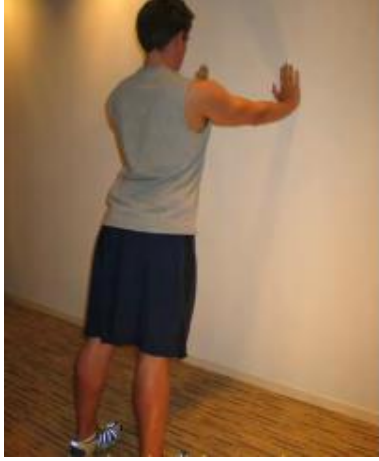
Resim 3.11. Posterior kapsül germe



Resim 3.12. Pektoralis minör germe



Resim 3.13. İzometrik Omuz eksternal rotasyon



Resim 3.14. Kapalı kinetik zincir skapula retraksiyon



Resim 3.15. Skapula retraksiyon kuvvetlendirme



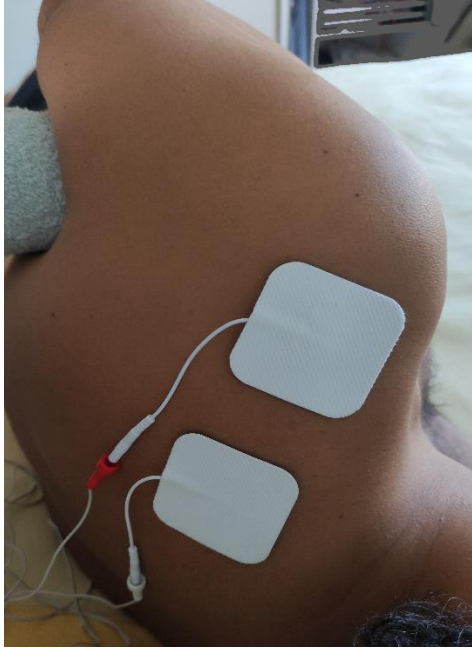
Resim 3.16. Omuz internal rotasyon kuvvetlendirme

3.4.2. Konvansiyonel tedavi ile elektrik stimölasyon grubu (KT+ES)

Her hasta tedaviye başlamadan önce bireysel olarak tedavi içeriği, elektrik stimölasyonuyla birlikte yapılacak egzersizler ve süreleri konusunda bilgilendirilmiştir. KT + ES grubuna konvansiyonel tedavi uygulamalarına ek olarak elektrik stimölasyonu uygulandı. Elektrik stimölasyonu, rus akımı seçilerek “ITO Physiotherapy&Rehabilitation EU-940” model cihazı kullanılarak 2500 Hz frekansında, 400 μ sn geçiş süresi ile 10 msn kontraksiyon ve 50 msn dinlenme şeklinde toplam 20 dk uygulama yapıldı (Resim 3.17). Akım şiddeti tetanik kas kontraksiyonu alınana kadar artırıldı. Hastalar, elektrik stimölasyonunun kontraksiyonuyla eş zamanlı hareketi yapması, kontraksiyon boyunca kasını kasılı halde tutması ve dinlenme süresinin başlamasıyla hareketi sona erdirerek, kasını dinlendirmesi istenmiştir [67]. Uygulamada kendinden yapışkanlı, 5×5cm² boyutunda, 2 elektrot, supraspinatus kasının motor noktaları üzerine yerleştirilmiştir. Elektrik stimölasyonu, elektrot yerleşimi resim 3-18’de gösterilmiştir.



Resim 3.17. Elektrik stimölasyonunda kullanılan elektroterapi cihazı



Resim 3.18. Elektrik stimülasyonu elektrot yerleşimi

3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışma 41 denek üzerinden gerçekleştirilmiştir. Veriler IBM “Statistical Package for Social Sciences” SPSS versiyon 23 programına aktararak tamamlanmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken kategorik değişkenler için frekans dağılımı (sayı, yüzde), sayısal değişkenler için tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma) verilmiştir. Sayısal ölçümlü değişkenlerin dağılımının normale uygun olup olmadığı Shapiro-Wilk testi ve uygun grafiksel yöntemler ile araştırılmıştır.

İki grup arasında fark olup olmadığına bağımsız örneklem t testi ile, zamanlar arasındaki farkın incelenmesinde bağımlı örneklem t testinden, iki kategorik değişken arasındaki ilişkinin incelenmesinde ise ki kare testinden yararlanılmıştır. Anlamlılık için $p < 0,05$ kabul edilmiştir.

Gruplar arasındaki farkın klinik olarak önemli kabul edilecek büyüklükte bir farkın olup olmadığını göstermek için etki büyüklüğü hesaplanması kullanılmıştır. Etki büyüklüğünün hesaplanmasında Cohen tarafından geliştirilen, etki büyüklüğü = ölçümler arasındaki fark / ilk ölçümün standart sapması formülü kullanılarak (d) değeri hesaplandı [102]. Etki büyüklüğü (d) değeri sonuçları, 0.20 – 0.50 “zayıf”, 0.51 – 0.80 “orta”, 0.81 ve üzeri “kuvvetli” olarak yorumlandı [103].

4. BULGULAR

Rotator kaf lezyonlu hastalarda nöromusküler elektrik stimülasyonunun ve konvansiyonel tedavinin; ağrı, fonksiyon, izokinetik omuz rotator kuvvet ve kas mimarisine etkisinin incelendiği bu çalışmada egzersiz grubuna 21 ve elektrik stimülasyon grubuna 20 hasta birey dahil edildi. Tüm gruplara aynı ölçüm yöntemleri tedavi öncesi ve tedavi sonrası uygulanarak, elde edilen sonuçlar kendi aralarında ve birbirleri ile karşılaştırıldı.

4.1. Grupların Demografik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Hastaların başlangıç demografik özelliklerinin karşılaştırılması çizelge 4-1’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Demografik bilgilere dair dağılımlar

		KT	KT + ES	İstatistiksel analiz (Test/p)
		N=21 (%) ort±ss	N=20(%) ort±ss	
Cinsiyet	Erkek	3 (%14,3)	11 (%55,0)	7,552/0,006^k
	Kadın	18 (%85,7)	9 (%45,0)	
Yaş		52,00±6,69	45,20±9,66	2,631/0,012^t
BKİ		29,12±3,24	28,48±4,28	0,537/0,595 ^t
BKİ	Normal	3 (%14,3)	6 (%30,0)	1,635/0,441 ^k
	Fazla kilolu	9 (%42,9)	8 (%40,0)	
	Obez	9 (%42,9)	6 (%30,0)	
İmpingment	Yok	13 (%61,9)	13 (%65,0)	0,042/0,837 ^k
	Var	8 (%38,1)	7 (%35,0)	

k:Ki kare testi, t:Bağımsız örneklem t testi.

Uygulanan ki kare testi sonucunda, gruplar ile BKİ ve İMP arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamakta ($p>0,05$) iken gruplar ile cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Ancak randomizasyon sonucu erkeklerin KT + ES grubunda olma oranı kadınlara göre daha yüksektir.

Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, gruplar arasında BKİ ortalaması bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmamakta ($p>0,05$) iken gruplar arasında yaş ortalaması bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$).

Buna göre, KT grubunun erkeklerin yaş ortalaması KT + ES grubuna göre anlamlı derecede daha yüksektir.

4.2. Ağrı Değerlendirmesi Sonuçları

İki grup arasındaki tedavi öncesi ve tedavi sonrası ağrı değerlendirilmesinin karşılaştırılması çizelge 4-2’te gösterilmektedir.

Çizelge 4.2. KT ve KT + ES gruplarında hastaların VAS’a göre ağrı düzeyleri

VAS	Tedavi öncesi		Tedavi sonrası		t ₁ /p	Etki Büyükliği
	n (%) ort±ss	t ₂ /p	n (%) ort±ss	t ₂ /p		
KT	7,19±2,14	0,791/0,433	0,81±1,03	-0,248/0,805	16,48 / 0,00*	0,24
KT + ES	6,70±1,81		0,90±1,29		20,92 / 0,00*	0,86

*p< 0,001, t₁:Bağımlı örneklem t testi, t₂:Bağımsız örneklem t testi.

Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası VAS ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmamaktadır (p>0,05).

Uygulanan bağımlı örneklem t testi sonucunda, tedavi öncesi ve sonrası zamanlar arasında VAS ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmaktadır (p<0,05). Buna göre, her iki grubun (KT - KT + ES) tedavi öncesi VAS ortalamaları tedavi sonrasına göre daha yüksektir.

Etki büyüklükleri incelendiğinde KT + ES grubunun ağrı düzeyindeki azalma daha büyük olarak bulundu.

4.3. Omuzun Fonksiyonel Değerlendirilmesi Sonuçları

İki grup arasındaki tedavi öncesi ve tedavi sonrası DASH değerlendirilmesinin karşılaştırılması çizelge 4-3 ‘te gösterilmektedir. Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası WORC düzeylerinin karşılaştırılması çizelge 4-4’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.3. KT ve KT + ES gruplarında hastaların DASH düzeyleri

DASH	Tedavi öncesi		Tedavi sonrası		t ₁ /p	Etki Büyükliği
	n (%) ort±ss	t ₂ /p	n (%) ort±ss	t ₂ /p		
KT	55,07±18,89	-0,226/0,823	17,48±11,95	-0,075/0,941	13,57/ 0,000	0,07
KT + ES	56,46±20,37		17,79±14,17		12,16/ 0,000	0,20

*p< 0,001, t₁:Bağımlı örneklem t testi, t₂:Bağımsız örneklem t testi

Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası DASH ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmamaktadır (p>0,05).

Uygulanan bağımlı örneklem t testi sonucunda, tedavi öncesi ve sonrası zamanlar arasında DASH ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmaktadır (p<0,05). Her iki tedavi grubunda da üst ekstremitte fonksiyonel özürllülüğün göstergesi olan DASH ölçeğine göre anlamlı iyileşme olduğu görülmektedir. Ancak etki büyüklüğüne bakıldığında iki grupta fark tespit edilememiştir.

Çizelge 4.4. KT ve KT + ES gruplarında hastaların WORC düzeyleri

		Tedavi öncesi		Tedavi sonrası		t ₁ /p	Etki Büyükliği
		n (%) ort±ss	t ₂ /p	n (%) ort±ss	t ₂ /p		
WORC	KT	50,62±27,30	1,597/0,118	19,71±22,37	0,573/0,570	5,50/ 0,000	0,52
	KT + ES	38,18±22,16		16,33±14,33		6,64/ 0,000	1,79
Fiziksel belirtiler	KT	44,87±15,33	0,695/0,491	19,38±9,97	0,101/0,920	8,15/ 0,000	0,21
	KT + ES	41,45±16,16		19,70±10,28		7,46/ 0,000	0,31
Spor	KT	29,29±11,03	0,596/0,555	11,19±6,56	1,130/0,265	8,55/ 0,000	0,18
	KT + ES	31,30±10,59		13,90±8,69		9,26/ 0,000	0,53
İş	KT	30,24±10,49	0,922/0,362	8,14±7,78	1,779/0,083	9,51/ 0,000	0,18
	KT + ES	33,05±8,94		12,40±7,53		11,58/ 0,000	0,55
Yaşam şekli	KT	28,67±7,00	1,756/0,090	7,57±6,42	2,254/0,030	11,38/ 0,000	0,62
	KT + ES	34,35±12,76		13,05±8,99		8,50/ 0,000	0,70
Duygular	KT	26,71±7,97	0,396/0,694	6,00±5,37	2,143/0,038	10,24/ 0,000	0,12
	KT + ES	25,50±11,42		10,00±6,55		5,76/ 0,000	0,60

*p< 0,001, t₁:Bağımlı örneklem t testi, t₂:Bağımsız örneklem t testi.

Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, gruplar arasında tedavi öncesi WORC, fiziksel belirtiler, spor, iş, yaşam şekli, duygu skoru ortalamaları ve tedavi sonrası WORC, fiziksel belirtiler, spor, iş skoru ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmamakta (p>0,05) iken tedavi sonrası yaşam şekli ve duygu skoru ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmaktadır (p<0,05). Buna göre, KT + ES grubunun tedavi sonrası yaşam şekli ve duygu skoru ortalamaları KT grubuna göre anlamlı derecede daha yüksektir.

Uygulanan bağımlı örneklem t testi sonucunda, tedavi öncesi ve sonrası zamanlar arasında WORC, fiziksel belirtiler, spor, iş, yaşam şekli, duygu skoru ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmaktadır (p<0,05). Buna göre, , her iki tedavi grubunda da (KT - KT + ES) WORC ölçeği skorlarına (fiziksel belirtiler, spor, iş, yaşam şekli, duygu skoru) göre anlamlı iyileşme görülmektedir. Ancak KT + ES grubundaki iyileşme daha belirgin gerçekleşmiştir.

4.4. Kas Mimarisi Değerlendirilme Sonuçları

Gruplar arası kas mimari parametrelerin tedavi öncesi ve sonrası zamanla ve gruplar arasındaki değerlendirilmesinin karşılaştırılması çizelge 4-5 ' da gösterilmektedir.

Çizelge 4.5. Kas mimari parametrelerinin zamanla ve gruplar arasındaki farklılık düzeyleri

	Tedavi öncesi		Tedavi sonrası		t ₁ /p	Etki Büyüklüğü
	n (%) ort±ss	t ₂ /p	n (%) ort±ss	t ₂ /p		
Kas kalınlığı						
KT	18,12±2,59	4,786/0,000	22,33±3,05	4,968/0,000	5,62/0,000*	1,41
KT + ES	19,81±2,84		24,49±3,19		6,53/0,000*	1,54
Lif uzunluğu						
KT	46,26±4,76	0,286/0,777	49,41±3,85	0,437/0,665	5,94/0,000*	0,08
KT + ES	46,73±5,85		50,19±6,97		5,38/0,000*	0,10
Pennasyon açısı						
KT	17,58±2,26	1,273/0,210	18,28±2,46	1,747/0,089	1,329/0,199	0,39
KT + ES	18,56±2,65		19,91±3,45		3,044/0,007	0,54

*p< 0,001, t₁:Bağımlı örneklem t testi, t₂:Bağımsız örneklem t testi.

Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası pennasyon açısı ve lif uzunluğu ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmamakta (p>0,05) iken tedavi öncesi ve sonrası kas kalınlığı ortalaması bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmaktadır (p<0,05). Buna göre KT + ES grubunun tedavi öncesi ve sonrası kas kalınlığı ortalaması KT grubuna göre anlamlı derecede daha yüksektir.

Uygulanan bağımlı örneklem t testi sonucunda, tedavi öncesi ve sonrası zamanlar arasında egzersiz yapanlarda pennasyon açısı ortalaması bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmamaktadır (p>0,05). KT grubunda kas kalınlığı ve lif uzunluğu ortalamaları bakımından ve KT + ES grupta, kas kalınlığı, lif uzunluğu ve pennasyon açıları ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmaktadır (p<0,05). Buna göre, KT grubunun tedavi sonrası kas kalınlığı ve lif uzunluğu ortalamaları tedavi öncesine göre daha yüksektir. Ayrıca KT + ES grubunun tedavi sonrası kas kalınlığı, lif uzunluğu ve pennasyon açısı ortalamaları tedavi öncesine göre daha yüksektir.

Etki büyüklükleri incelendiğinde KT + ES grubunun kas kalınlığının artış daha büyük olarak bulundu.

4.5. Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi Sonuçları

İki grup arasındaki parametrelerin tedavi öncesi ve tedavi sonrası zamanla ve gruplar arasındaki izokinetik peak tork ve p/w değerlendirilmesinin karşılaştırılması çizelge 4-7, 4-8 'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.6. 'Peak tork' düzeylerinin zamanla ve gruplar arasındaki farklılık düzeyleri

	Tedavi öncesi		Tedavi sonrası		t ₁ /p	Etki Büyüklüğü	
	n (%) ort±ss	t ₂ /p	n (%) ort±ss	t ₂ /p			
External Rotasyon 60 °/sn							
KT	8,25±5,13	2,072/0,045	16,20±5,58	1,425/0,162	7,104/ 0,000*	0,64	
KT + ES	12,37±7,42		19,77±9,96		5,797/ 0,000*	0,44	
İnternal Rotasyon 60°/sn							
KT	11,12±5,06	-2,175/0,037	19,98±10,09	1,432/0,160	4,586/ 0,000*	0,47	
KT + ES	15,37±7,20		24,74±11,17		4,885/ 0,000*	0,68	
External/İnternal Rotasyon 60°/sn							
KT	1,04±0,77	0,344/0,733	0,94±0,44	1,024/0,314	0,709/0,487	0,10	
KT + ES	0,97±0,49		0,83±0,24		1,446/0,165	0,31	
External Rotasyon 180 °/sn							
KT	11,93±4,01	1,854/0,071	19,41±6,87	0,847/0,402	-5,71/ 0,000*	0,57	
KT + ES	14,73±5,57		21,59±9,44		-5,64/ 0,000*	0,84	
İnternal Rotasyon 180°/sn							
KT	17,17±6,78	0,102/0,919	24,00±10,34	0,859/0,396	3,338/ 0,003	0,03	
KT + ES	16,95±6,85		27,02±12,10		4,277/ 0,000*	2,37	
External/İnternal Rotasyon 180°/sn							
KT	0,74±0,20	-2,413/0,021	0,86±0,27	0,209/0,836	1,864/0,077	0,07	
KT + ES	0,89±0,20		0,84±0,26		0,671/0,510	1,75	

*p< 0,001, t₁:Bağımlı örneklem t testi, t₂:Bağımsız örneklem t testi.

Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, gruplar arasında tedavi öncesi, external/internal rotasyon 60°/sn, external rotasyon 180°/sn ve internal rotasyon 180°/sn skoru ortalamaları ve tedavi sonrası external rotasyon 60°/sn, ve internal rotasyon 60°/sn, external/internal rotasyon 60°/sn, external rotasyon 180°/sn, internal rotasyon 180°/sn ve external/internal rotasyon 180°/sn, skoru ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı

derecede bir farklılık bulunmamakta ($p>0,05$) iken tedavi öncesi external rotasyon $60^\circ/\text{sn}$, internal rotasyon $60^\circ/\text{sn}$ ve external/internal rotasyon $180^\circ/\text{sn}$ skoru ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Buna göre, KT + ES grubunun tedavi öncesi external rotasyon $60^\circ/\text{sn}$, internal rotasyon $60^\circ/\text{sn}$ ve external/internal rotasyon $180^\circ/\text{sn}$ skoru ortalamaları KT grubuna göre anlamlı derecede daha yüksektir.

Uygulanan bağımlı örneklem t testi sonucunda, tedavi öncesi ve sonrası zamanlar arasında external/internal rotasyon $60^\circ/\text{sn}$ ve external/internal rotasyon $180^\circ/\text{sn}$ skoru ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmamakta ($p>0,05$) iken external rotasyon $60^\circ/\text{sn}$, internal rotasyon $60^\circ/\text{sn}$, external rotasyon $180^\circ/\text{sn}$ ve internal rotasyon $180^\circ/\text{sn}$ skoru ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Buna göre, her iki grupta tedavi sonrası external rotasyon $60^\circ/\text{sn}$, internal rotasyon $60^\circ/\text{sn}$, external rotasyon $180^\circ/\text{sn}$ ve internal rotasyon $180^\circ/\text{sn}$ skoru ortalamaları tedavi öncesine göre daha yüksektir.

Etki büyüklükleri incelendiğinde KT + ES grubunun tedavi sonrası external rotasyon $180^\circ/\text{sn}$, internal rotasyon $180^\circ/\text{sn}$ ve external/internal rotasyon $180^\circ/\text{sn}$ değerlerindeki artış daha büyük olarak bulundu.

Çizelge 4.7. P / W düzeylerinin zamanla ve gruplar arasındaki farklılık düzeyleri

	Tedavi öncesi		Tedavi sonrası		t ₁ /p	Etki Büyüklüğü
	n (%) ort±ss	t ₂ /p	n (%) ort±ss	t ₂ /p		
External Rotasyon 60°/sn						
KT	10,91±6,86	-1,435/0,159	19,17±7,02	1,473/0,149	4,908/ 0,000*	0,45
KT+ES	14,25±8,00		23,09±9,87		6,588/ 0,000*	0,68
İnternal Rotasyon 60°/sn						
KT	15,99±9,39	-1,600/0,119	27,84±15,48	0,530/0,599	3,048/ 0,006	0,50
KT + ES	22,17±14,63		30,46±16,11		-2,12/ 0,047	1,16
External/İnternal Rotasyon 60°/sn						
KT	0,78±0,52	0,273/0,786	0,81±0,40	0,438/0,664	0,416/0,682	0,09
KT + ES	0,74±0,31		0,86±0,36		1,300/0,209	1,31
External Rotasyon 180°/sn						
KT	14,83±5,22	-2,362/0,024	23,80±7,54	0,814/0,420	5,739/ 0,000*	0,25
KT + ES	19,79±7,88		26,07±10,21		4,717/ 0,000*	0,84
İnternal Rotasyon 180°/sn						
KT	18,91±5,96	-1,333/0,194	33,48±16,92	0,106/0,916	-3,56/0,002	0,02
KT + ES	23,07±12,65		32,93±16,49		2,533/0,020	0,42
External/İnternal 180°/sn						
KT	0,81±0,24	-1,222/0,229	0,80±0,28	0,723/0,474	0,167/0,869	0,40
KT + ES	0,91±0,25		0,86±0,27		0,531/0,602	0,91

*p< 0,001, t₁:Bağımlı örneklem t testi, t₂:Bağımsız örneklem t testi.

Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, gruplar arasında tedavi öncesi external rotasyon 60°/sn, internal rotasyon 60°/sn, external/internal rotasyon 180°/sn external/internal rotasyon 180°/sn skoru ortalamaları ve tedavi sonrası external rotasyon 60°/sn, internal rotasyon 60°/sn, external/internal rotasyon 180°/sn, external rotasyon 180°/sn, internal rotasyon 180°/sn ve external/internal rotasyon 60°/sn skoru ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmamaktadır (p>0,05). Tedavi öncesi external rotasyon 180°/sn skoru ortalaması bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmaktadır (p<0,05). Buna göre, KT + ES grubunu tedavi öncesi external rotasyon 180°/sn skoru ortalaması egzersiz yapanlara göre anlamlı derecede daha yüksektir.

Uygulanan bağımlı örneklem t testi sonucunda, tedavi öncesi ve sonrası zamanlar arasında external/internal rotasyon 60°/sn ve external/internal rotasyon 180°/sn skoru ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmamakta ($p>0,05$) iken external rotasyon 60°/sn, internal rotasyon 60°/sn, external rotasyon 180°/sn ve internal rotasyon 180°/sn skoru ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Buna göre, KT grubu ve KT + ES grubunun tedavi sonrası external rotasyon 60°/sn, internal rotasyon 60°/sn, external rotasyon 180°/sn ve internal rotasyon 180°/sn skoru ortalamaları tedavi öncesine göre daha yüksektir.

Etki büyüklükleri incelendiğinde KT + ES grubunun tedavi sonrası internal rotasyon 60°/sn, external/internal rotasyon 60°/sn, external rotasyon 180°/sn ve external/internal rotasyon 180°/sn değerlerindeki artış daha büyük olarak bulundu.

5. TARTIŞMA

Rotator kaf lezyon tanılı ve dahil edilme kriterine uyan toplam 41 hastada, konvansiyonel tedavi ve konvansiyonel tedavi ile birlikte uygulanan elektrik stimülasyonunun, ağrı, fonksiyon, kas kuvveti ve kas mimarisine etkisini incelediğimiz bu çalışmada, her iki tedavi uygulamasının da ağrıyı azalttığı, omuz fonksiyonunu, kas kuvvetini ve kas kalınlığı ile lif uzunluğunu arttırarak omuza gerekli olan işlevini yeniden kazandırdığını gözlemledik. Ancak, KT + ES uygulanan grupta tüm parametrelerdeki artış KT grubuna göre daha belirgindi. Özellikle KT + ES uygulanan grupta ağrı, toplam WORC skorları, kas kalınlığı, eksternal rotator kas enduransı ile eksternal / internal kas endurans oranı değerleri klinik olarak önemli kabul edilecek üstünlükte olduğu görüldü. Çalışmamızda yer alan bu sonuçlar aşağıda literatürle tartışılarak yorumlanmaya çalışıldı.

Omuz ekleminde meydana gelen dejenerasyonlar yaşla birlikte artışa geçerek değerlendirme sonuçlarını etkilemektedir. Çalışmamızda KT grubu yaş ortalaması $52 \pm 6,69$, KT + ES grubu ise $45 \pm 9,66$ yıl olarak bulunmuştur. Land ve arkadaşlarının çalışmalarında yaş ortalamaları 51,2, McClure ve arkadaşlarının çalışmalarında 45,2 ve Analan ve arkadaşlarının RKL olan hastalarda yaptıkları çalışmada 52,9 olarak bulunmuştur [72, 98, 104, 105]. Tüm bu çalışmalara baktığımızda yaş ortalamalarının her iki grup için literatür ile uygunluk gösterdiği görülmüş olup, gruplar arasında yaş ortalaması bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık bulunmaktadır. Buna göre, KT grubunun erkeklerin yaş ortalaması KT + ES grubuna göre anlamlı derecede daha yüksektir.

Çalışmaya katılan hastalar arasında cinsiyet dağılımına bakıldığında % 65 ‘i kadın, % 34 ‘ü erkek olduğu görülmektedir. Cinsiyet dağılımı açısından literatüre baktığımızda, bazı çalışmalarda erkek, bazı çalışmalarda ise kadın hasta popülasyonunun fazla olduğu gözlemlenmiştir [106]. RKL olan hastalarda “ belirli bir cinsiyette daha fazla rastlanır ” demek için daha çok ve homojen dağılan çalışmalara ihtiyaç vardır.

Omuz rehabilitasyonunda temel amaçlar; ağrıyı azaltmak, eklem hareketliliğini arttırmak, eklem hareket açıklığı ve kas kuvvetini artırarak fonksiyonelliği en üst düzeye ulaştırmaktır. Omuz tedavisinde termal ajanlar, elektroterapi, elektromanyetik dalgalar, ses ve basınç dalgaları diğer rehabilitasyon yaklaşımlarına hazırlık olarak ve diğer tedavilerin etkinliğini arttırmak amacıyla kullanılması Ellenbecker’ın makalesinde önerilmiştir [96]. Elektrik

akımları vücutta elektrotermal, elektrokimyasal ve elektrofiziksel etkiler meydana getirerek direkt ve indirekt fizyolojik cevaplar açığa çıkararak tedavi edici amaçlarla kullanılır. Weber ve arkadaşları elektroterapi yöntemlerinin impingment, RKL, omuz instabiliteleri, adhesiv kapsülit ve skapular patoloji gibi durumlarda ağrıyı, ödemi ve kas spazmını azaltmak, eklem hareket açıklığını ve kuvveti arttırmak ve kasların reedükasyonu amacıyla uygulanmasının etkin sonuçlar gösterdiğini saptamışlardır [114]. Çalışmamızda termal ajanlar ve elektroterapi uygulamaları literatür ile benzerlik göstererek her iki grupta ağrıyı azaltmış, kas kuvveti ve omuz fonksiyeliğini arttırmıştır.

NMES, iskelet kası üzerinde kas adaptasyonlarını hızlandırmak, hasar görmüş kası korumak veya kasın fonksiyonel kapasitesini artırmak için kullanılan yaygın klinik bir yöntemdir. NMES; uygulama süresi, tedavi seans sayısı ve tekrar sayısı ile hastaya göre modifiye edilerek, patolojik kaslarda myofiber hipertrofi, kas güçlendirme, anjiogenez, büyüme faktörü salgılanması ve kas metabolik enzim aktivasyonu gibi fizyolojik adaptasyonlar sağlayarak tekrarlanabilir tedavilere olanak sunar. Bu tür fizyolojik yanıtlar farklı stimülasyon parametreleri kullanılarak çeşitlendirilebilir. Edgerton ve arkadaşları soleus, gastrocnemius ve tibialis anterior kaslarına uyguladıkları NMES (10hz, 500 ums, 10 msn kontraksiyon ve 50 msn dinlenme) sonucu kas lifi uzunluğunda, kas kalınlığında ve seri serkomer sayısında artış bulmuş, uygulanan akımın kas kuvveti üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Düşük frekanslarda uyarılan, yüksek oranda yavaş liflere sahip olan iskelet kaslarının daha kolay aktive edildiği, yüksek oranda hızlı liflere sahip kasların ise, yalnızca yüksek frekanslı uyarılar ile aralıklı olarak aktive edilebildiğini eklemişlerdir [151]. Çalışmamızda benzer akım kullanılarak elde edilen veriler bu çalışma ile sarkomer sayısı dışındaki bulgular ile paralellik göstermektedir.

RKL olan hastalarda üst ekstremité kas yapısını inceleyen az sayıda çalışmanın yanında, kasın morfolojik özelliklerini tanımlayan kas mimari parametrelerinin incelendiği çalışma bulunmamaktadır. Genellikle sağlıklı kişiler ve kadavra üzerinde kas mimari özelliklerini tanımlayan çalışmalara rastlanmaktadır [39-100]. Çalışmamız RKL olan hastalara uygulanan KT + ES 'da tedavi öncesi ve sonrasının kas mimari parametrelerini inceleyen ilk çalışma niteliğindedir. Supraspinatus kası, glenohumeral eklemin önemli bir dinamik stabilizatörü ve rotator kaf patolojileriyle en sık ilişkide olan kas nedeniyle bu kastaki değişikliklerinin tam olarak anlaşılması önemlidir [135]. Bu nedenle çalışmamızda bu kasın mimari parametrelerine odaklanılmıştır.

Kim ve arkadaşlarının RK yırtıklarında yaptıkları çalışmada supraspinatus kasının lif demetlerinin ön ve arka parça kısmına göre farklılıklar gösterdiği, yırtık derinliği arttıkça, kas lif uzunluğunun kısaldığını belirtmişlerdir [100]. Pennasyon açısının ise yüzeyel yırtıklarda daha büyük değişime uğradığını saptamışlardır. Yazarlar, çalışmada kasların 3 boyutlu kişiye özel modellerin oluşturabileceğini göstermiştir. Bu modeller, farklı cerrahi teknikleri ve rehabilitasyon protokollerini stimüle edebilen bilgisayar modellerini geliştirmek için kullanılması önerilmiştir [126-142]. Çalışmamız sonucunda RKL olan hastalarda supraspinatus kas lif uzunluğunun her iki grupta arttığı görüldü. Kas mimari parametrelerinin gruplara göre değişimleri incelendiğinde; gruplar arasında herhangi bir üstünlük görülmedi. Lif uzunluk değerleri anatomik pozisyonda ölçülen supraspinatus kası ortalama değerlerine yakın olup, literatürle aynı doğrultuda olduğu görüldü. RK yırtık sonrası kısalan lif uzunluğunun, KT + ES sonrası uzamasının, RK yırtıklarında tedavinin başarılı olduğunu gösterse de, bu tezin doğrulanması için bu alanda çok daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Literatürde, RKL olan hastalarda, egzersiz ve sonrası rotator kaf kaslarının öncelikle omuz stabilizatörleri rolleriyle uyumlu olarak kuvvet üretimi için tasarlandığını öne süren çalışmalar yer alsa da [28-143-144-145], KT + ES uygulanarak tedavi öncesi ve sonrası kas mimari değişikliklerini inceleyen çalışma yoktur.

Potier ve arkadaşlarının derlemesinde; eksentrik ve konsentrik eğitimlerin farklı mimari adaptasyonlara yol açtığı, eksentrik egzersizin lif uzunluğunu, konsentrik egzersizin ise pennasyon açısını ve kas kalınlığını arttırdığını belirtmişlerdir [136]. Kim ve arkadaşları, 8 hafta boyunca dirençli egzersiz eğitim sonrası supraspinatus kasında lif uzunluğunda artış olduğunu ancak kas kalınlığı ve pennasyon açısında bir değişiklik olmadığını saptamışlardır [146]. Yazarlar; bir kasta, tüm fibrillerin aynı kas boyunca optimum uzunlukta olmasını beklemediklerini, bu sebeple, kuvvet-uzunluk ilişkisi bu optimum uzunlukların ne kadar farklı olduğuna bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Kas boyu kısaldıkça, daha az kuvvet üretileceği için kas lifi uzunluğundaki artışın da kas kuvveti ile paralel olarak artabileceğini savunmuşlardır [9]. Çalışmamızda; 6 hafta süre sonunda hem KT, hem de KT + ES grubunda; supraspinatus kas mimari adaptasyonu incelendiğinde, kas lif uzunluğu değerlerinin her iki grupta da arttığı görüldü. Bu sonuçlar, literatür ile benzerlik göstererek, her iki grupta da kas lif uzunluğundaki bu artış, kas kuvveti artışı ile paralellik göstermiştir.

Kas kalınlığı parametrelerinin gruplara göre değişimleri incelendiğinde her iki grupta da artış saptandı fakat bu artış KT + ES grubu lehine klinik anlamda daha yüksek olarak bulundu. Kas kalınlığında görülen bu mimari adaptasyonlar yüklenme modelleri ile uyumlu ve literatürdeki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Her iki grupta da kas kalınlığı artışı olması, omuz kaslarına yönelik uygulanan ilerleyici spesifik egzersiz eğitim ile elde edilen kas kuvvetindeki kazanımın egzersiz yaklaşımlarının klinikte kolay ulaşılabilir ve uygulanabilir olması açısından önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Pennasyon açısı, pennat kasların önemli bir mimari ve fonksiyonel özelliğidir. Sadece bir kaç çalışma kadavra örneklerinden, MRI ve ultrasonografiden supraspinatusun pennasyon açısını tahmin etmiştir ve çok az çalışma supraspinatus lezyonlarında pennasyon açısını bildirmiştir [137]. Hayashi ve arkadaşları supraspinatus yırtıklarını artroskopik rotator kaf onarımı öncesi ve sonrasında MR görüntüleri kullanarak incelemiş, preoperatif pennasyon açısının, yırtık derecesi ile doğrudan ilişkili olduğu ve postoperatif onarım sonucunu için prognostik bir faktör olabileceği sonucuna varmışlardır [147].

Fırat ve arkadaşlarının supraspinatus patofizyolojisini, kas mimari özellikleri yönünden inceledikleri çalışmada, kasın pennasyon açısının ortalama $11,8^\circ$ olarak bulunmuştur [139]. Çalışmamızda RKL olan hastalarda supraspinatus kasının tedavi öncesi değerleri KT grubunda $17,5^\circ$ ve KT + ES grubunda ise $18,5^\circ$ olarak; tedavi sonrası ise KT grubunda $18,2^\circ$, KT + ES grubunda $19,9^\circ$ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar literatürdeki ortalama değerlere yakınlık göstermektedir. Çalışmamızda supraspinatus pennasyon açıları literatür ile uyumluluk göstermiş olup, KT + ES grubunda pennasyon açısı artmış görülürken, KT grubunda ise anlamlı bir değişiklik görülmedi. KT + ES grubundaki pennasyon açısı ve kas kalınlığı artışı da literatür de alt ekstremité çalışmaları ile uyumluluk göstermektedir [36-148]. Ancak bu alanda omuz kas mimari parametrelerini inceleyen herhangi bir çalışma yoktur. Literatürdeki çalışmalarda pennasyon açısının egzersiz sonrası gösterdiği değişime dair çalışma sonuçları farklılık göstermektedir. Direnç egzersizleriyle pennasyon açısının da kas kalınlık artışıyla beraber artacağı belirtilmektedir, ancak bunu desteklemeyen yayınlar da mevcuttur [18-149-150]. Çalışmamızda ES eklenerek tedavi edilen grupta kasın mimari parametrelerinden olan, kas kalınlığında ve lif uzunluğu artış görülmesi sonucu olarak bu tedavi yaklaşımının, kas kuvveti üretimi ve omuz mobilitesini olumlu yönde etkilediğini söyleyebiliriz.

Egzersiz ve uygulanan NMES ‘nun süresi de kasta meydana gelen yapısal değişiklikleri etkilemektedir. Kas adaptasyonlarındaki değişiklikler için 4-6 haftalık sürenin yeterli olabileceği düşünülse de kasın mimari özelliklerinde anlamlı değişiklikler saptayabilmek için daha uzun süreli egzersiz ile ES uygulanması önerilmektedir [30, 129]. Bu durum çalışmamızdaki 6 haftalık KT + ES ‘ nu grubunda, lif uzunluğu ve pennasyon açılarındaki etki büyüklüğü analizlerinde herhangi bir fark saptayamadığımızın nedenlerinden biri olarak sayılabilir.

RKL olan hastaların konservatif tedavisinde ağrı için NMES çok kullanılan bir modalite değildir [79]. Hara ve arkadaşları yaptıkları çalışmada uygulanan hibrit egzersiz sisteminde infraspinatus kasına, 5000 Hz frekansta 40 Hz atım (2.4 ms uyarı, 22.6 ms dinlenme) rektangular bifazik rus akımı uygulamışlar. 6 hafta sonra kas kuvveti artarken, VAS skorları egzersiz grubuna göre daha fazla azalmıştır [109]. Çalışmamızda da KT+ ES grubunun konvansiyonel tedaviye göre VAS skorlarındaki azalma anlamlı oranda daha belirgin olmuştur.

Omuz ağrısı, fonksiyonellik, kas kuvveti ve eklem hareket açıklığı gibi birçok faktörü olumsuz yönde etkilemektedir [63]. RKL olan hastalarda ve tüm diğer omuz problemlerinde ağrının değerlendirilerek diğer parametreler ile olan ilişkisinin belirlenmesi, hastaya özel oluşturulacak tedavi programına yardımcı olacaktır. Çalışmamızla birlikte benzer şekilde, yapılan birçok araştırmada omuz ağrısını değerlendirmek için VAS kullanılmış olup, tedavi sonrası değerlendirmelerde her iki grupta da hastaların VAS skorları ortalamalarında anlamlı azalma görülmüştür.

Analan ve arkadaşları 4 hafta boyunca RKL’lu hastalarında eklem hareketliliği, germe ve gevşeme egzersizlerini içeren çalışmalarında, egzersiz programlarının ağrıyı azalttığını göstermişlerdir [98]. Kibler ve arkadaşları, omuz rehabilitasyonu ve omuza yönelik özel egzersizlerin uzun vadede ağrı üzerinde etkili olduğunu, yaptıkları pek çok çalışmada kanıtlamışlardır [107]. Eraslan ve arkadaşları bir gruba skapula odaklı egzersiz eğitim programı, diğer gruba ise skapula ile birlikte rotator kılıf kaslarını (glenohumeral eklemin rotasyon komponentlerini) hedef alan bir egzersiz programı uygulamışlar. Bu araştırmada amaçları skapular kontrol ile rotator kılıf kaslarının doğrudan kuvvet eğitimlerinin birlikte uygulanmasının hem optimal glenoid kavite pozisyonunu hem de humerus başının glenoid içinde pozisyonlanmasına katkı sağlayabileceğini göstermekti. Her iki eğitim grubuna da

erken dönem egzersizleri olarak postüral düzgünlüğün sağlanmasına yönelik germe egzersizleri ile özellikle serratus anterior, orta ve alt trapez gibi periskapular kasların nöromusküler kontrolünün artırılmasını hedefleyen egzersizler seçildi. Çalışma sonucunda, rotator kılıf ve periskapular kasların nöromusküler kontrolünün kol elevasyonunun ilerleyici açılara odaklanarak geliştirilmesi, glenohumeral eklem ve skapular ritmin restorasyonu ile kol elevasyon açılarındaki dinamik gelişimine katkı sağlayarak hastaların semptomlarının azaltılması ve fonksiyonelliğin artırılmasında etkili olabileceğini bulmuşlardır [108-109].

Araştırmamızda, Eraslan ve arkadaşlarının da vurguladığı gibi skapular stabilizasyon egzersizlerinin ve rotator kaf kuvvetlendirme egzersizlerinin humerus başının glenoid kavite içerisinde yukarı yönlü translasyonunu azaltarak rotator kaf tendonlarının mekanik kompresyona bağlı irritasyonunu azalttığı ve nihayetinde hastaların ağrısının azaltılmasında etkili olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca çalışmamızda bu araştırmadan farklı olarak eklenen egzersiz eğitimi ile birlikte uygulanan elektrik stimülasyonunun hastaların semptomlarının azaltılmasında ve fonksiyonelliklerinin artırılmasında klinik olarak etkili olduğu saptandı.

Ağrılı hastalarda egzersiz, sadece ağrı algısını azaltmakla kalmayıp, sıklıkla görülen stres ve anksiyeteyi azaltarak kişinin ruh sağlığı üzerinde de etkili olduğu, çalışmamızda WORC ölçeğinin duygular bölümündeki skorların azalması ile desteklenmektedir. Literatür incelendiğinde benzer bir şekilde egzersizin günlük yaşam aktivitelerdeki verimliliğin artırılmasında etkin bir yöntem olduğunu gösteren ve çalışmamızı destekleyen araştırmalar olduğu görülmektedir [109].

Günümüz tedavi yöntemleri, hastaya bütüncül yaklaşarak, hastalığın önlenmesi, kontrolü, ve yönetilmesinde, egzersizleri, farmakolojik yöntemleri kullanmadan opioid salınımını arttıran güçlü bir araç olarak görmektedir [108]. Belirli bölgeye odaklanan tekrarlı spesifik egzersizler, rostral ventromedial medulla (RVM)' yı uyararak, ağrı modülasyonunda ve analjezik etki üzerinde anahtar rol oynar. Opioidlerjik ve serotonerjik nöronların her ikisi de RVM bölgelerden salınarak, egzersizle indüklenen analjeziye dahil olduğuna dair yeni kanıtlar vardır. Lima ve arkadaşları, düzenli egzersizin, PAG ve RVM dahil, merkezi inhibitör yollardaki opioidleri arttırarak serotonin seviyelerini yükselttiğini saptamışlardır [10]. Bu da egzersizin ağrıyı azaltmak için endojen inhibitör sistemlerimizi kullandığını düşündürür. Merkezi sinir sistemi tüm bu inhibitör yolaklardaki engelleme ve uyarma arasında bir denge sağlar. Fiziksel aktivite seviyeleri, yoğunluk, süre, sıklık, egzersiz türü ve

yaralanma durumu bu dengeyi etkiler [10, 108]. Ağrı eğer kronikleşirse santral sensitizasyon mekanizmaları sonucu ağrı oluşturacak bir etken olmadan bile ağrı duyma ve ağrısız uyarının ağrı oluşturmaya gibi modülasyon bozuklukları görülmeye başlar.

Çalışmamızda, 6 haftalık omuz tedavisi üzerine yoğunlaşmış egzersiz ve elektrik stimülasyonu tedavi programlarının, omuz ağrısı üzerinde anlamlı düzeyde azalmaya neden olması da bu ağrı inhibisyon mekanizmalarını aktive ettiğini düşündürmektedir. Sadece egzersiz eğitiminin sonucunda iyileşme görülse de, aşamalı ilerleyen kişiye özel egzersiz ile birlikte fizyoterapi ajanlarının kullanılmasıyla oluşturulan protokollerin, ağrı yolları üzerinde daha etkili olacağını söyleyebiliriz. Ayrıca, omuz hastalarında kişiye özel egzersiz programıyla kombine fizyoterapi ve elektroterapi ajanlarının tedaviye dahil edilmesi ile uzun vadede ağrının kronikleşmesinin de önüne geçeceğini düşünmekteyiz.

Winters ve arkadaşları, 114 RKL olan hasta ile yaptıkları çalışmada; hastaları iki gruba ayırmış. Birinci gruba fizyoterapi ile birlikte izometrik ve germe egzersizleri uygulanırken, kontrol grubu olan ikinci gruba yalnızca fizyoterapi uygulamaları yapılmıştır. 6 hafta süresince fizyoterapist eşliğinde sürdürülen tedavi sonrası değerlendirmelerde, fizyoterapi ile birlikte izometrik ve germe egzersizleri uygulanan grupta yalnızca fizyoterapi uygulanan gruba göre omuz ağrısı, şiddeti ve süresinin değişmediğini belirtmişlerdir. 6 haftalık tedavi bittikten sonra hastaların evde haftada iki kez olacak şekilde, omuz egzersizlerine devam edilmeleri istemiş ve 6 ay sonrası ölçümlerde omuz ağrısının, şiddetinin ve süresinin anlamlı ölçüde azaldığı saptanmıştır [110]. Bu çalışmada ağrı düzeyi 6 haftada anlamlı azalma bildirilmezken, bizim çalışmamızda 6 haftalık süre sonrasında konvansiyonel tedavi ile egzersiz uygulanan grupta anlamlı azalmalar belirlendi. Bunu üstteki çalışmadan farklı olarak uyguladığımız RK egzersizlerinin çeşitliliğine, egzersizlerin fonksiyonlara yönelik olmasına ve manuel terapi tekniklerinin etkinliğine bağlayabiliriz. Ancak hastalarımızı 6 ay takip edemediğimiz için aynı süredeki etkinliğini karşılaştırmak mümkün olmamıştır. Hay ve arkadaşları yaptığı çalışmada ise 207 RKL olan hastada kontrol grubu, egzersiz grubu ve subakromial steroid enjeksiyon grubu olmak üzere 3 grup oluşturmuştur. Egzersiz tedavisi 4 hafta boyunca 20 seans uygulanmıştır. Çalışma sonucunda; hem egzersiz grubunda hemde subakromial steroid enjeksiyon grubunda VAS skorlarında anlamlı azalmalar olduğunu göstermişlerdir [111]. Bizim çalışmamızda hem kapsamlı bir egzersiz programı hemde Rus akımı eklenmiş ve ayrıca sadece VAS değil, aynı zamanda kuvvet, kas yapısı ve omuz fonksiyonelliğine bakılmıştır.

Hara ve arkadaşlarının, 20 RKL tanılı hastada yaptıkları çalışmada, omuz internal ve external rotator kaslarına 6 hafta boyunca elastik band ile 8 set ve 10 tekrarlı, uyguladıkları egzersiz programı sonucu, ağrının kontrol grubuna göre anlamlı azaldığı gösterilmiştir. Aktivite ağrı şiddeti 5,8 istirahat ağrı şiddeti 1,5 ve gece ağrı şiddeti ise 5,5 olarak saptamışlar ve parsiyel RKY olan hastalarda ağrının en çok baş üstü aktivitelerde olduğu ve özellikle gece arttığı bildirilmiştir [109]. Çalışmamızda da DASH ve WORC skorlarına göre kol ağrısı nedeniyle uyumakta zorlanan ve günlük aktiviteleri kısıtlanan hastaların hem KT grubunda hem de KT + ES grubunda tedavi sonrası her iki ölçekte de anlamlı düzeyde azaldığı bulunmuştur.

RK patolojilerinde, egzersiz programlarının süresi, yoğunluğu ve takibi konusunda farklı protokoller bulunmaktadır [14]. Ayrıca literatür incelenmesinde görüldüğü üzere egzersizin yapıldığı zaman ve şiddetin yanı sıra, başlarken yavaş yoğunlukta başlayıp, hasta alıştıktan sonra ilerlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Fahy ve arkadaşlarının yaptıkları meta-analizde 8 hafta, haftada 3 gün, 10 tekrarlı izometrik ve izotonik güçlendirme ile EHA egzersizleri içeren bir programın en az 12 seansının gözetim altında yapılması gerektiğini vurgulayarak 6-8 haftalık sürenin yeterli olduğunu ifade etmişlerdir [61]. Lombardi ve arkadaşları da 30 hastanın katıldığı, yine gözetim altında uygulanan, 8 haftalık progresif dirençli egzersiz programında DASH ve VAS skorlarında kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde azalma saptamışlardır [110]. Ludewig ve arkadaşları 6 haftalık fizyoterapist gözetiminde ve düşük yoğunluklu yapılan egzersiz programının, ev egzersiz programına göre ağrı azalması ve kas kuvveti artışı sağlanmasında daha etkili olduğunu göstermişler ve bir egzersiz dönemine başlarken yavaş yoğunluk ile başlanmasının ve süre artışının önemli olduğunu belirtmişlerdir [112]. Martins ve arkadaşları da 4 hafta ve 6 hafta olarak ayırdıkları 2 gruba, proprioseptif, germe ve güçlendirme egzersizleri uygulamışlar ve 6 haftalık grupta WORC ve VAS seviyelerinde daha yüksek fark elde ettiklerini vurgulamışlardır [113]. Çalışmamızda egzersiz protokolü literatür ışığında, fizyoterapist gözetiminde, aşamalı ilerleyen, zorluk seviyesi gittikçe artan bir şekilde haftada 3 gün ve 6 hafta süresince uygulandı. Bu stratejinin hastalarımızda VAS, DASH, WORC skorları ile kas kuvveti ve

NMES, kası kuvvetlendirmek amacıyla kullanılan tek başına ya da aktif kontraksiyonla uygulanabilen bir yöntemdir. Egzersiz ile NMES'nun kas kuvvetlendirme fizyolojisi farklıdır. NMES'nunda senkronize motor sinir depolarizasyonunu ile büyük motor üniteler kontraksiyona katılır. Egzersiz sırasında yani istemli harekette ise asenkronize şekilde, ilk

önce küçük motor üniteler, ardından büyük motor üniteler kontraksiyona katılmaktadır. NMES sırasında normalde en az aktive olan motor üniteler daha fazla çalışarak kasın mimarisinde değişikliklere sebep olabilir. Bu özellik sadece seçilen kasta mümkündür. Egzersiz de ise birçok kas devreye girerek, koordine hareketler önem kazanır [113, 114].

Çalışmamızda hastaların kendi klinik durumlarına ilişkin algılarını ve omuz fonksiyonelliğini değerlendirmek amacıyla DASH ve WORC ölçeklerini kullandık. Hasta beyanlı ölçekler fiziksel, duygusal ve sosyal fonksiyonları değerlendiren genel sağlık düzeyi ölçekleri ya da öncelikli sadece fiziksel fonksiyona odaklanan özel ölçeklerdir [95]. Fiziksel ve sosyal fonksiyon ile hastanın semptomlarının sorgulandığı DASH ölçeği yalnızca omuz değil tüm üst ekstremitenin fonksiyonunu ölçerek bu yönüyle RK patolojilerinde kullanılan diğer omuz özgü ölçeklerden ayrılmaktadır. Ayrıca omuz problemlerinde en sık kullanılan anketlerden biridir [129-135]. Çalışmamızda, DASH skorları her iki grupta tedavi sonrası azalırken, klinik anlamda etki büyüklüğü değerleri her iki grupta da tedavi sonrası benzerdir. Toplam skora da ise en düşük skor KT + ES uygulanan grupta görülmüştür.

Literatür taramamızda, parsiyel RK yırtığı derecelerinde omuz fonksiyonunu değerlendiren çalışmaya rastlanmadığı için karşılaştırma yapamadık. Ancak bir çalışmada farklı RKL'larında DASH ve WORC sonuçlarında değişebileceğini gördük [131]. Genel olarak değerlendirildiğinde ise ileri derece yırtıklarda fonksiyon seviyesinin grade1-2 RK yırtıkları grubuna göre daha düşük çıkmış olmasının nedeni lezyonun daha ilerlemiş ve fonksiyonun daha fazla bozulmasının göstergesi olduğu düşünülmektedir. Bu konuyla ilgili farklı omuz yırtıklarını değerlendirecek özelleşmiş çalışmalara ihtiyaç vardır.

Smith ve arkadaşlarının omuz ağrısının fiziksel aktivite düzeyleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, 8 hafta, haftada 2 kez manuel terapi, yumuşak doku mobilizasyonu ve skapular stabilizasyon egzersizlerini içeren gruba ek olarak, çalışmamızla benzer ES grubu oluşturmuşlardır. NMES 'nu trapezius kasına 75 Hz; atım süresi 400 mikrosaniye; 5 saniye uyarı ve 25 saniye dinlenme şeklinde uygulanmıştır. El dinamometresiyle baktıkları kas kuvveti değerleri ve DASH skorları tedavi sonrası ES grubu lehine anlamlı düzeyde azalmıştır [132]. Omuz ağrısı, çalışmamızla benzer şekilde her iki uygulama sonucunda anlamlı olarak azalmıştır. Yazarlar, kuvvetlendirme ve esneklik programlarının ES ile kombine kullanımının yaralanma öncesi seviyelere geri dönüşünü kolaylaştırdığını ifade etmişlerdir [136-137-138].

Witte ve arkadaşlarının RK yırtıklarında yaptıkları çalışmada, 3 gruba ayırdıkları 92 hasta üzerinde 6 hafta süren konvansiyonel tedavi sonrası omuz fonksiyonelliğini değerlendirmek için WORC, DASH ve Constant Score (CS) ölçeklerini kıyaslamışlar [133]. Her üç ölçeğin birbiri ile korelasyonunun uyumlu ve iyi olduğunu vurgulayarak tedavi sonrası her 3 ölçekte anlamlı düzeyde azalma tespit etmişlerdir.

Yazarlar, tek bir ölçek yerine en az iki ölçeğin kullanılması gerektiğini, bunun da çalışma verilerini güçlendireceğini ve korelasyonu daha çok artıracaklarını tavsiye etmişlerdir [134-139-138-140]. Çalışmamızda da omuz fonksiyonelliğini, değerlendirmek için literatüre uygun şekilde 2 farklı ölçek kullanılmıştır. Araştırmamız sonucunda; konvansiyonel tedaviye eklenen ES uygulamasının, hem total WORC puanı hemde yaşam kalitesi puanı yönünden yalnız konvansiyonel tedaviye göre daha etkili olduğu tespit edildi yaşam kalitesinin geliştiği tespit edildi. Bu gelişmenin omuz fonksiyonundaki artış ile benzer faktörlerle ilişkili olduğunu düşünmekteyiz. Özetle omuz kaslarının kuvvet ve enduransının artması, kullandığımız ölçeklerde toplam skorlardaki anlamlı azalma ve özellikle ağrının azalarak yaşam kalitesinin artması ve omuz fonksiyonlarının gelişmesi sağlanmıştır.

Kullanılan akımın özelliği, NMES'nun kas kuvvetine etkinliği için önemli bir kriterdir. Biz de bu sebeble çalışmamızda, literatürde kas kuvvetini artırma amaçlı en sık kullanılan akım olan rus akımını (RA) uyguladık [115, 116]. Rus akımı periferik duyu ve motor sinir liflerinin birlikte depolarizasyonunu sağlayarak kas zarını elektriksel; kas sarsısını ise mekanik olarak uyarır. RA, daha fazla kas lifini etkileyerek, daha derin liflerde etki yarattığı belirtilmektedir.

Perez ve arkadaşları, sağlıklı vakalarda yaptıkları 6 haftalık RA akımı sonrası kas biyopsisi analizlerinde tip II lif çapında, kontraksiyon hızında ve kas kuvvetinde artış saptamışlardır [116]. Reinold ve arkadaşları RK yırtıklarında bir gruba egzersiz diğer gruba RA akımı (50hz 400 μ sn geçiş süresi ile 10 msn kontraksiyon ve 50 msn dinlenme 15dk) uygulamış, RA uygulanan grupta, external rotasyon kuvvetinin % 22 oranında artış olduğunu belirtmişlerdir [117]. Bizim çalışmamızda ise KT + ES uygulanan grupta hem internal (% 15) hemde eksternal rotasyon (% 16) kas kuvvetinde artış görülmüştür.

Elektroterapinin etkisi; akımın tipi, şiddeti, voltajı, durasyonu ve frekansına bağlı olarak değişmektedir. Lee yaptığı çalışmada akım şiddetinin sağlıklı kas için maksimum istemli

izometrik kontraksiyonun %50 ve üzeri düzeyinde, yaralanmış kas için %10 düzeyinde başlayarak artırılması gerektiğini belirtmiştir. Yorgunluk oluşmadan optimal kas kuvvetlendirilmesi için akımın stimülasyon süresinin 10 sn, dinlenme süresinin 50 sn olması önerilmektedir [118]. Ayrıca rus akımlarının spor yaralanmalarında egzersiz programlarını destekleyici olarak kullanılabileceğini de ifade etmiştir.

Reed ve arkadaşları aynı kasda iki farklı akım tekniğini karşılaştırdıkları çalışmada 27 sağlıklı olgu 3 gruba ayrılmış (1 Grup kontrol; 2. Grup yüksek frekans, 3. Grup alçak frekans) ve 10dk 'lık kuvvetlendirme eğitime tabi tutulmuşlardır. 1., 2., 3., ve 4. Hafta sonunda olgular değerlendirilerek, tedavi grupları arasında yapılan karşılaştırmalarda sadece 4. hafta ölçümlerinde tedavi öncesine göre anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Ayrıca frekans düştükçe yorgunluğun azaldığını saptamışlardır [120].

Matsuse ve arkadaşlarının çalışmasında, 30 sağlıklı birey, 3 gruba ayrılmış (1.grup hibrit program grubu RA+ egzersiz programı; 2. Grup RA; 3. Grup kontrol) 1. ve 2. Grupta bireylerin nondominant el bilek fleksör kaslarına haftada 3 seans, 6 hafta süreyle RA uygulanmıştır. 6 haftanın sonucunda izokinetik dinamometreyle değerlendirilen hastaların 3 grupta da el bilek izometrik fleksör kas kuvvetinde ve el kavrama kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır [128].

Bizim çalışmamızda da RA akımı içerisinde egzersiz uygulamasında olduğu konvansiyonel tedavi programına ilave edildiğinde kas kuvvetinin ve kas mimari adaptasyonlarının artmasına sebep olduğu sonucuyla literatüre katkı sağlamıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan akımın; akım şiddeti, frekansı, akımın uyarım ve dinlenme süreleri bu çalışmalardan yola çıkarak literatür ile uyumludur. Nitekim çalışmamızdaki sonuçlar ve derlemelerin hepsinin ortak görüşü, nöromüsküler elektriksel stimülasyonun optimal uygulama şekillerine yönelik daha çok araştırma yapılması gerekliliğidir [66-118-120].

Omuz problemlerinde, kas performans değerlendirmesinin objektif olarak belirlenmesi omuz rehabilitasyonunda önemlidir. İzokinetik testler kas performans test metodu olarak güvenilir bir yöntemdir [96]. Hem performans değerlendirme hem de tedavi amacı ile fizyoterapi de yıllardır kullanılan egzersiz sistemlerinin başında gelmektedir. İzokinetik dinometreler ile eklem hareket aralığı boyunca dirence karşı sabit hızda en yüksek kas kontraksiyonunu elde etmek hedeflenmektedir [96]. Aizawa ve arkadaşları izokinetik

sistemlerin omuz rehabilitasyonunda kullanılmasının omuz ekleminin yapısı göz önüne alındığında çok daha önemli bir hale gelmekte olduğunu, bunun sebebinin ise, omuz ekleminin stabilizasyonunun büyük oranda omuz çevresindeki kasların kuvveti ile sağlanmakta olduğunu belirtmişlerdir. Bu kasların ürettiği tork miktarı, eklem hareketinin hangi açılarda en yüksek tork ürettiğinin ayrıntılı ve objektif şekilde değerlendirilmesi omuz patolojilerinin rehabilitasyonu açısından oldukça önemlidir [121]. Literatür incelemesinde, RKL olan hastalarda izokinetik egzersizler ile fizyoterapi uygulamalarını araştıran ve karşılaştıran pekçok çalışma olmasına rağmen, bu çalışmaların kas mimarisi üzerine etkilerini araştıran çalışma sayısının yetersiz olduğu görülmektedir [121-122-129-130]. Çalışmamız sonucunda; supraspinatus kası ultrasonografik yöntemle objektif şekilde değerlendirilmiş olup, uygulanan tedavi sonrası her iki grupta da pennasyon açıları dışında, diğer parametrelerde anlamlı artışlar gözlenmiştir. Bu sonuç rotator kasların kuvvet ve enduransında da artış şeklinde yansımıştır. Bu açıdan bakıldığında çalışmamızın literatürdeki önemli bir eksiği tamamlamaya katkısı olacağını düşünmekteyiz.

İzokinetik sistemler kassal kuvveti ölçmenin yanında kas kuvvetini ve enduransı arttırmak amacıyla da kullanılır. İzokinetik egzersizlerin yüklenme fazında açısal hız her zaman sabittir ve rehabilitasyon amacına göre değişmektedir. Birçok makale spesifik hızlarda maksimal kuvvet parametresini dikkate almaktadır [122]. Fakat kişinin ağırlığı, maksimal kas kuvvet ölçümünde önem taşımaktadır. Özgün kas performansı ve relatif kas performansı için, kişinin maksimum tork' unun kişinin ağırlığına oranı ile hesaplanarak ölçülmelidir [123]. Bu sebeple bu çalışmada maksimal tork / kişinin ağırlığı parametresi izokinetik kas testi değerlendirme normu olarak kullanılmıştır. Literatürde genellikle kuvvet ölçümünde 60 derece/ sn, 180 derece / sn açısal hızı kullanılmaktadır [89]. Literatüre uyumlu olarak, çalışmamızda 60 derece / sn ve 180 derece / sn açısal hızlarını kullandık. İzokinetik test şimdiye kadar pek çok klinisyen tarafından kullanılmış ama literatürde RKL olan hastalarda, NMES sonrası kas mimari sonuçlarını değerlendirmek için kullanımı oldukça nadir bulunmaktadır.

Omuz rehabilitasyonunda izokinetik hareketin yönü omuz patolojileri ve rehabilitasyonun amacına bağlı olarak değişmekle birlikte en sık kullanılan ölçümler omuz dış rotatorlerine uygulanan değerlendirmelerdir. Hara ve arkadaşları RKL hastalarda omuz infraspinatus kasına egzersiz ve RA uyguladıkları çalışmada, 6 hafta sonrasında RA uygulanan grubun, egzersiz uygulanan gruba göre daha fazla kas gücü artışı ile sonuçlandığını göstermişlerdir.

Kas kuvvetini izokinetik dinamometreyle 60°/sn external ve internal rotasyon, 180°/sn external ve internal rotasyon hızlarında karşılaştırdıkları pik tork (PT) seviyelerinde NMES grubunda artış saptamışlar ve internal rotasyon düzeylerinin external rotasyona göre daha fazla arttığını bulmuşlardır [124]. Bu veriler bizim çalışmamızla da paralellik göstermektedir. Bizim kas kuvveti analizlerimizin sonucunda da hem 60°/sn hemde 180°/sn de internal ve external rotator kuvvet ve enduransları uygulanana tedavi ile her iki grupta da anlamlı düzeyde artmıştır.

Reinold ve arkadaşları, izometrik egzersizlerinin NMES ile birleştirilerek uyguladıkları tedavinin omuz rotator kaf yırtıkları olan hastalarda omuz external rotasyon kuvvetini yaklaşık %22 oranında arttırdığını bildirmiştir [125]. Codine ve arkadaşları da konservatif tedavi ve NMES sonrası 60 ve 180 °/sn açısal hız parametrelerine bakılmış 180°/sn açısal hızda İR’ da anlamlı bir artış tespit etmişlerdir [121]. Land ve arkadaşlarının 60 yaşında subakramial sıkışma sendromlu 40 hastada yaptıkları çalışmada, konservatif tedavi ve egzersiz sonrası dominant kolda 60°/sn ve 120 °/sn açısal hızlarda kuvvetin artışı ve VAS skorlarının düştüğü bulunmuştur [126].

Literatür incelendiğinde izokinetik sistemde omuz hastaları üzerinde pik tork değerlendirmesi yapan çalışmalar az sayıdadır. Bu çalışmaya benzer metodlar olmakla birlikte daha çok alt ekstremité pik tork ölçümleri mevcuttur [127]. Analan ve arkadaşları RKL olan 22 hastada bir gruba US ve egzersiz, diğer gruba sham US ve egzersiz uyguladıkları çalışmalarında, external rotasyon PT 60°/sn değerleri hem gerçek hem de sham US gruplarında arttarken, external rotasyon PT 180°/sn değerleri nin her iki grupta da artmadığını saptamışlardır. İzokinetik ölçümlerde kuvveti değerlendiren düşük açısal hız bileşeni genellikle hastalar için en ağırlı ve zor olanıdır. Bu nedenle tedavi sonrası ağrının azalması, düşük açısal hızda ER pik tork ölçüm değerlerinin artmasını tedaviye bağlı iyileşme olarak yansıtılabileceğini belirtmişlerdir [98]. Çalışmamızda Analan ve arkadaşlarından farklı olarak konvansiyonel tedavi ile ES uygulanmış olup; ağrı ve kas kuvvetine ek olarak omuz fonksiyonelliği ile kas mimarisi de incelenmiştir. External rotasyon pik tork 60°/sn değerleri her iki grupta da literatür ile benzer şekilde artış göstermiştir. Ancak kuvvetteki bu artış özellikle konvansiyonel tedaviye ilave olarak ES eklenen grupta etki büyüklüğü açısından daha belirgin gerçekleşmiştir.

Literatüre baktığımızda RKL olan hastalarda NMES' nun kas kuvvetini arttırdığı birçok çalışmada ifade edilse de; ES ve RA'nın izokinetik dinamometre kullanılarak kas kuvveti ve mimarisi üzerine etkisinin yeterince araştırılmadığı görülmektedir. Bizim çalışmamızın bu açıdan da literatüre önemli katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızın gücü ve limitasyonları

Çalışmamız literatürde RKL tanısı almış, konvansiyonel yöntemlerle tedavi edilecek hastalara klinikte; KT ve KT + ES uygulamasının kas mimarisi üzerine etkilerinin karşılaştırıldığı, tüm uygulamaların fizyoterapist kontrolünde yapıldığı multidisipliner ekipler ile birlikte yürütülen ender çalışmalardan biri olma özelliğini taşımaktadır. Çalışmamız KT + ES uygulamasının supraspinatus kas mimarisi üzerine uygulanarak kas adaptasyonunu inceleyen bildiğimiz kadarıyla ilk çalışma olarak literatüre katkıda bulunmaktadır.

Çalışmamızın her iki grupta da tedavi sonrası uzun süreli hasta takiplerinin yapılamamış olması, pandemi kuralları doğrultusunda hasta ile geçirilen sürenin kısa tutulması sonucu supraspinatus kası dışında diğer RK kaslarının değerlendirilememiş olması, kadın ve erkek popülasyonunun ve yaş ortalamalarının gruplar içinde homojen dağılmaması çalışmamızın limitasyonları olarak görülmektedir.

Çalışmamızda dikkat çeken klinik tecrübeler

- Hastalara tedavi öncesi verilen çalışma ile ilgili bilgilerin hastaların çalışmaya güvenini, isteğini ve aktif katılımını sağlamada etkili olduğunu gözlemledik.
- Ağrılı egzersizlerin hastaları tedirgin ettiğini gözlemleyerek, bu tedirginliği ortadan kaldırmak amacı ile kontrollü ve yavaş ilerleyen bir program uygulamasının katılımı arttırmada önemli olduğunu deneyimledik.
- Hasta ile birebir uygulama yapmış olmamızın egzersizi modifiye etmede avantaj sağladığını gözlemledik.
- Hastaların ağrıları azaldıkça kendilerini daha mutlu hissetmeleri tedaviye olan inancı ve güveni arttırdığını farkettilik.

- 6 haftalık tedavinin sonunda hastaların bir süre daha egzersizlere devam etme isteklerini, hastalarda egzersiz alışkanlığı oluşturabilmiş olduğumuzun bir göstergesi olduğunu düşünmekteyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

RKL olan hastalarda konvansiyonel tedavi ve bu tedaviye eklenen elektrik stimülasyonunun; omuz ağrısı, omuz fonksiyonelliği, kas kuvveti ve mimarisi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptığımız çalışmamızda aşağıdaki sonuçlara ulaşıldı:

- RKL olan hastalarda her iki tedavi yöntemi de hastalarda ağrıyı hafifletirken kas mimarisini, kas kuvvetini ve omuz fonksiyonunu iyileştirerek omuza gerekli olan işlevini yeniden kazandırdığı belirlendi.
- Konvansiyonel yöntemle tedavi olan hastalarda bu yaklaşımın omuz ağrısının azalmasında etkili olduğu görüldü. Ancak konvansiyonel tedavi ile elektrik stimülasyonu uygulamasının ağrı üzerine etkisinin daha belirgin olduğu bulundu.
- Üst ekstremité fonksiyonel özürüllüğün göstergesi olan DASH ölçeğine her iki tedavi yönteminde de anlamlı iyileşme görüldü.
- Her iki tedavi yaklaşımının da rotator kaf lezyonlarına özgü yaşam kalitesini değerlendiren WORC ölçeğine göre iyileşmeye neden olduğu tespit edildi. Ancak konvansiyonel tedavi ile elektrik stimülasyonu uygulamasındaki iyileşme daha belirgin oldu.
- Kas mimari adaptasyonlarının her iki grupta da pennasyon açısı dışındaki parametrelerinde anlamlı düzeyde artış bulundu. Konvansiyonel tedavi ile elektrik stimülasyonu uygulanan grupta kas mimari adaptasyonunun daha kuvvetli olduğu görüldü.
- Her iki tedavi yaklaşımı omuz rotator kuvveti ve enduransı artırarak, hem ER hemde İR kuvveti üzerinde etkili olduğu saptandı. Ancak konvansiyonel tedavi ile elektrik stimülasyonu uygulanan grubun ER ve İR kuvvetindeki artış daha büyük bulundu.

Gelecek çalışmalara önerilerimiz aşağıda sıralanmaktadır:

1. Egzersiz eğitimi RKL olan hastaların rehabilitasyonunun önemli bir parçasıdır. Fizyoterapist tarafından önerilen egzersizlerin hastalığın semptomlarına ve iyileşmesine önemli katkıları vardır.
2. Konvansiyonel tedavi ve egzersiz eğitiminin çalışmamızdaki, omuz kas kuvveti ve kas mimari adaptasyonu üzerine etkili sonuçları doğrultusunda klinikte uygulanabilir, düşük maliyetli ve ulaşılabilir olması açısından önemli olduğunu düşünmekteyiz. Egzersizler

aynı zamanda ev egzersizi olarak da verilebilecek ve uygulanabilecek olması açısından sürdürülebilirdir.

3. Çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlar; RKL olan hastalarda konvansiyonel tedavi ile birlikte supraspinatus kasına uygulanan elektrik stimülasyonunun gruplarda saptanan, ağrı, fonksiyon, kuvvet ve kas mimari parametlerinde sadece KT uygulanan gruba göre daha üstün sonuç vermesi, hastaların rehabilitasyon sürecine ES' nunun eklenmesinin örnek program olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz.
4. RKL olan hastalarda istirahat ağrı düzeyi ortalamaları her iki grupta anlamlı olarak azalmıştır. Bu durum sonucunda hem egzersizin hem de ES' nun ağrıyı azaltmada klinik olarak kullanılması önerilerek, uzun dönem takip sonuçlarının sunulduğu yeni çalışmalar planlanabilir.
5. Çalışmamızda DASH ve WORC ölçekleri ile değerlendirilen RKL olan hastalarda elde edilen sonuçlar, RK patolojilerinin omuz fonksiyonları üzerine direkt etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle iş, spora dönüş ve sosyal hayat verimliliğinde ciddi kısıtlamalara yol açan omuz problemleri üzerinde, özür düzeyini azaltacak ve yaşam kalitesini artıracak bir tedavi yöntemini literatüre kazandırmanın önemli olduğunu düşünmekteyiz.
6. Kas mimarisi, kasların oldukça spesifik işlevleri yerine getirmek üzere "tasarlanabileceğini" göstermek için kullanılarak, tedavi öncesi ve sonrası kas mimari parametrelerinin değerlendirilmelerinin yapılması ve bu verilerin kişiye özel egzersiz planlanmasında kullanılmasının, fizyoterapistler için daha objektif, etkin ve güvenilir rehabilitasyon programının oluşturulmasında yol gösterici olacağını düşünmekteyiz. Fakat bunun için daha spesifik çalışmalara ihtiyaç olduğunu önermekteyiz.
7. Çalışmamız, kas yapısının, farklı uygulamaları neticesinde değişebilir olduğunu göstermiştir. Bu adaptasyonu düzenleyen mekanik ve fizyolojik faktörlerin daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılması, şüphesiz gelecekteki çalışmalara kaynak olacaktır.

Sonuç olarak; RKL olan hastalara uygulanan konvansiyonel tedavi ve egzersiz eğitimleri ile birlikte uygulanan elektrik stimülasyonunun, ağrı, fonksiyonel aktivite, kas mimarisi ve kas kuvvetine olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Lezyon ve kas yapısı göz önünde bulundurularak egzersizle birlikte elektrik stimülasyonu uygulanmasının, kas kuvvetlendirmede, kas kalınlığında ve lif uzunluğunda daha etkin sonuçlar ortaya koyduğu söylenebilir. Araştırma sonucunda tüm varlık hipotezleri kabul edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Kuhn, J.E. (2009). Exercise in the treatment of rotator cuff impingement: a systematic review and a synthesized evidence-based rehabilitation protocol. *Journal Shoulder Elbow Surgery*, 18(1): 138-60.
2. Lewis, J. (2016). Rotator cuff related shoulder pain: Assessment, management and uncertainties. *Manual Therapy*, 23: 57-68.
3. Premkumar, K. (2011). Study Guide to Accompany Anatomy and Physiology: The Massage Connection. *Lippincott Williams & Wilkins*, 20: 52-65
4. Gerber, C. (2011). Dynamic imaging and function of partial supraspinatus tendon tears. *Arthroscopy*, 27(9): 1180-6.
5. Lewis, J. (2016). Kim, Y. Rotator cuff related shoulder pain: assessment, management and uncertainties. *Manual Therapy*, 23: 57-68.
6. Oh, L.S., Luke, S., Brian, R., Michael P., Bruce, A., Marx, Robert G. (2007). Indications for rotator cuff repair: a systematic review. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 455: 52-63.
7. Duquin, T.R., C. Buyea, and Bisson, L.J. (2010). Which method of rotator cuff repair leads to the highest rate of structural healing? A systematic review. *The American journal of sports medicine*, 38(4): 835-841.
8. Cheung, E.V., Silverio, L. and Jeremy, W. Sperling, N. (2010). Strategies in biologic augmentation of rotator cuff repair: a review. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 468(6): 1476-1484.
9. Sachdeva, R., J. Farthing, P. and Kim, S.Y. (2017). Evaluation of supraspinatus strengthening exercises based on fiber bundle architectural changes. *The American Journal of Sports Medicine*, 27(7): 736-745.
10. Lima, L.V., Abner, T.S. and Sluka, A. (2017). Does exercise increase or decrease pain? Central mechanisms underlying these two phenomena. *The Journal of Physiology*, 595(13): 4141-4150.
11. Duymuş, M., Bozkurt, N.A., Orman, Y., Yeşilkaya, Ö., Yılmaz, C. (2012). Semptomatik Hastalarda Akromion Tiplerinin Dağılımı ve Subakromiyal Mesafeler; MRG Bulguları Acromion Types and Subacromial Distances in Symptomatic Patients; MRI Findings. *Kafkas Tıp Bilimleri Dergisi*, 2: 60-65.
12. Cobo-Vicente, F., San Juan, A. F. Larumbe-Zabala, E. Estevez-Gonzalez, A. J. Donadio, M. V. F. Perez-Ruiz, M. (2021). Neuromuscular Electrical Stimulation Improves Muscle Strength, Biomechanics of Movement, and Functional Mobility in Children with Chronic Neurological Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy*, 19(3): 179-183.

13. Ben Kibler, W., Ellenbecker, B., and A. Sciascia, M. (2018). Neuromuscular adaptations in shoulder function and dysfunction. *Hand Clinical Neurology*, 158:385-400.
14. Jancuska, J., Matthews, J., Miller, T., Kluczynski, M. A., Bisson, L. J. (2018). A Systematic Summary of Systematic Reviews on the Topic of the Rotator Cuff. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 6(9), 23-25.
15. Tüzün F., and Türker, T. (2012). Is the long sarcomere length responsible for non-traumatic supraspinatus tendinopathy? Potential novel pathophysiology and implications for physiotherapy. *Pathophysiology*, 19(3), 179-183.
16. Fitzgerald, L.F., Ryan, M. M., Bartlett, M. F., Miehme, J. D., Kent, J. A. (2020). Muscle architecture, voluntary activation, and low-frequency fatigue do not explain the greater fatigue of older compared with young women during high-velocity contractions. *PLoS One*, 15(11), 234-217.
17. Devrimsel, G., Y. Metin, and M. Serdaroglu Beyazal, Short-term effects of neuromuscular electrical stimulation and ultrasound therapies on muscle architecture and functional capacity in knee osteoarthritis: a randomized study. *Clinical rehabilitation*, 2019. 33(3), 418-427.
18. Lieber, R.L. and Friden, J. (2000). Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle Nerve*, 23(11), 1647-66.
19. Terry, G.C. and Chopp, T.M. (2000). Functional anatomy of the shoulder. *Journal of Athletic Training*, 35(3), 248-55.
20. Warner, J. J., Caborn, D. N., Berger, R., Fu, F. H., & Seel, M. (1993). Dynamic capsuloligamentous anatomy of the glenohumeral joint. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 2(3), 115-133.
21. Arifoğlu, Y. (2021). *Her yönüyle anatomi*. Hipokrat yayıncılık, 3: 65-75
22. Arıncı, K. (2014). *Anatomi*. Vol. 1. Güneş Tıp Kitabevleri. Ankara. 86-62.
23. Neumann, D.A. (2016). *Kinesiology of the musculoskeletal system-e-book: foundations for rehabilitation*. Elsevier Health Sciences.
24. Prescher, A. (2000). Anatomical basics, variations, and degenerative changes of the shoulder joint and shoulder girdle. *European Journal Radiology*, 35(2): 88-102.
25. Arıncı, K., Elhan, A. (1995). *Anatomi 1. cilt*. Güneş Kitabevi, Ankara, 388: 1192-210.
26. Gatti, C. J., Dickerson, C. R., Chadwick, E. K., Mell, A. G., & Hughes, R. E. (2007). Comparison of model-predicted and measured moment arms for the rotator cuff muscles. *Clinical Biomechanics*, 22(6), 639-644.
27. Güzel, N., Çıtaker, S. (2019). *Klinik Ortopedik Rehabilitasyon*. Hipokrat. Ankara, 102-108.

28. Bacle, G., Gregoire, F., Patat, P., Clavert, G., Pinieux, J. (2017). Anatomy and relations of the infraspinatus and the teres minor muscles: a fresh cadaver dissection study. *Surgery Radiology Anatomy*, 39(2): 119-126.
29. Sahara, W., Sugamoto, K., Murai, M., Tanaka, H., & Yoshikawa, H. (2006). 3D kinematic analysis of the acromioclavicular joint during arm abduction using vertically open MRI. *Journal of orthopaedic research*, 24(9), 1823-1831.
30. Doukas, W.C. and K.P. (2000). Speer, Anatomy, pathophysiology, and biomechanics of shoulder instability. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 8(3): 179-187.
31. Sharkey, N.A. Marder, R.A. (1995). The rotator cuff opposes superior translation of the humeral head. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(3): 270-5.
32. Warner, J. J., Deng, X. H., Warren, R. F., & Torzilli, P. A. (1992). Static capsuloligamentous restraints to superior-inferior translation of the glenohumeral joint. *The American journal of sports medicine*, 20(6), 675-685.
33. Miyamoto, H. (2020). Strain measurement of the deep layer of the supraspinatus tendon using fresh frozen cadaver: The influence of shoulder elevation. *Clinical Biomechanics*, 80: 105-160.
34. Suchomel, T.J., Nimphius, S., Bellon, C. R., Stone M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medical*, 48(4): 765-785.
35. Ward, S.R., Hentzen, L. H., Smallwood, R. K., Eastlack, K. A., Burns, D. C. (2006). Rotator cuff muscle architecture: implications for glenohumeral stability. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 448: 157-163.
36. Howell, S. M., Imobersteg, A. M., Seger, D. H., & Marone, P. J. (1986). Clarification of the role of the supraspinatus muscle in shoulder function. *JBJS*, 68(3), 398-404.
37. Sato, E., Killian, A. J. Choi, E. Lin, A. D. Choo, A. (2015). Architectural and biochemical adaptations in skeletal muscle and bone following rotator cuff injury in a rat model. *Journal Bone Joint Surgery American*, 97(7): 565-73.
38. Lieber, R.L. (2002). *Skeletal muscle structure, function, and plasticity*.: Lippincott Williams & Wilkins.
39. Angin, S., Simsek I. (2020). *Comparative Kinesiology of the Human Body: Normal and Pathological Conditions*. Academic Press, 96-102.
40. Franchi, M.V., Atherton, N. D. Reeves, M. Fluck, J. Williams, W. K. (2014). Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. *Acta Physiology (Oxf)*, 210(3): 642-54.
41. Hayashi, I., Enokida, K. Nagira, T. Yamasita, Y. Tsukutani, T. (2019). Change in the pennation angle of the supraspinatus muscle after rotator cuff tear repair. *Journal Shoulder Elbow Surgery*, 28(5): 888-892.

42. Aagaard, P., Andersen, P. Dyhre-Poulsen, A. M. Leffers, A. Wagner, S. P. (2001). A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *Journal Physiology*, 534(Pt. 2): 613-23.
43. Carlson, B.M., *The Human Body: Linking Structure and Function*. 2018: Academic Press, 32-39.
44. Gibbons, M.C., Sato, D., Bachasson, T. Cheng, H. Azimi, S. (2016). Muscle architectural changes after massive human rotator cuff tear. *Jorunal Orthopedic Result*, 34(12): 2089-2095.
45. Tomioka, T., H. Minagawa, H. Kijima, N. Yamamoto, H. Abe, M. (2009). Sarcomere length of torn rotator cuff muscle. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 18(6): 955-959.
46. Swan, M.A. Sato, L. M. Galatz, S. Thomopoulos S. (2014). The effect of age on rat rotator cuff muscle architecture. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 23(12): 1786-1791.
47. Kumar, V. P., & Balasubramaniam, P. (1985). The role of atmospheric pressure in stabilising the shoulder. An experimental study. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 67(5), 719-721.
48. Kim, S.Y., Sachdeva, Z., Li, D. Lee, B. W. Change in the Pathologic Supraspinatus: A Three-Dimensional Model of Fiber Bundle Architecture within Anterior and Posterior Regions. *Biomed Result International*, 2015. 2015: 564-825.
49. Moore, K.L.. Dalley, and A.F. (2018). *Clinically oriented anatomy*. Wolters kluwer india Pvt Ltd.
50. McRae, S., Sachdeva, Z. Li, D., Lee B. W. (2011). Relationship between self-reported shoulder function/quality of life, body mass index, and other contributing factors in patients awaiting rotator cuff repair surgery. *Journal Shoulder Elbow Surgery*,. 20(1): 57-61.
51. Rothenberg, A., Gasbarro, J., Chlebeck, A. (2017). The coracoacromial ligament: anatomy, function, and clinical significance. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 5(4): 232-597
52. Arkun, R. (2014). *Rotator kılıf: patolojik değişiklikler*. Triosem yayıncılık. Ankara, 2: 30-43.
53. Opsha, O., Malik, R., Baltazar, D., Primakov, S., Beltran, T. (2008). MRI of the rotator cuff and internal derangement. *European journal of radiology*,. 68(1): 36-56.
54. Almokhtar, Qanat, A. Mulla, Z. Alqurashi, A. (2020). Relationship Between Acromial Anatomy and Rotator Cuff Tears in Saudi Arabian Population. *Cureus*,. 12(5): 83-804.
55. Maruvada, S., Madrazo-Ibarra, A., Varacallo, M. (2021) *Anatomy, Rotator Cuff in StatPearls*.: Treasure Island (FL).

56. DeFranco, M.J., Cole, B.J (2009) *Current perspectives on rotator cuff anatomy*. *Arthroscopy*,. 25(3): 305-20.
57. Miswan, M.F., Saman, T. S. Hui, M. Z. Al-Fayyadh, M. R. (2017). Correlation between anatomy of the scapula and the incidence of rotator cuff tear and glenohumeral osteoarthritis via radiological study. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 25(1): 230-949.
58. Sasiponganan, C. (2019). Subacromial impingement anatomy and its association with rotator cuff pathology in women: radiograph and MRI correlation, a retrospective evaluation. *Skeletal Radiology*, 48(5): 781-790.
59. Pouliart, N. (2012). Diagnostic anatomy and diagnostics of enthesal pathologies of the rotator cuff. *Jounal Ultrason*, 12(51): 499-500.
60. Clark, J. M., & Harryman 2nd, D. T. (1992). Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff. Gross and microscopic anatomy. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 74(5), 713-725.
61. Vinson, E.N., C.A. Helms, and L.D. (2007). Higgins, Rim-rent tear of the rotator cuff: a common and easily overlooked partial tear. *American Journal of Roentgenology*, 189(4): 943-946.
62. Post, M. (1990). Complications of rotator cuff surgery. *Clinical orthopaedics and -related research*, (254): 97-104.
63. Moosmayer, S., A.V. Gartner, R. (2017). The natural course of nonoperatively treated rotator cuff tears: an 8.8-year follow-up of tear anatomy and clinical outcome in 49 patients. *Journal Shoulder Elbow Surgery*, 26(4): 627-634.
64. Fu, C.J., B. Sun, Z.-G. Bi, X.-M., Wang C.-L. (2017). Evaluation of platelet-rich plasma and fibrin matrix to assist in healing and repair of rotator cuff injuries: a systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*,. 31(2): 158-172.
65. Neer, C., E. Craig, and H. Fukuda, (1983). Cuff-tear arthropathy. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 65(9): 1232-1244.
66. Pınar, L. (2010). *Sinir ve Kas Fizyolojisi Temel Bilgileri*. Baskı, Ankara, Efil Yayınevi, sf, 13-33.
67. Fukuda, H. (2000). Partial-thickness rotator cuff tears: a modern view on Codman's classic. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 9(2): 163-168.
68. Fahy, Galvin, J. Lewis K. (2021). Large to massive rotator cuff tendon tears: a protocol for a systematic review investigating the effectiveness of exercise therapy on pain, disability and quality of life. *Openal Research*,. 4: 65-69.
69. Green, A. (2003). Chronic massive rotator cuff tears: evaluation and management. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 11(5): 321-331.

70. De Vos Andersen, N.B., Kent, J. Hjort, D. H. (2017). Clinical course and prognosis of musculoskeletal pain in patients referred for physiotherapy: does pain site matter? *BMC Musculoskeletal Disorder*, 18(1): 130.
71. Szucs, K., Navalgund, A. and Borstad, J. D. (2009). Scapular muscle activation and co-activation following a fatigue task. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 47(5), 487-495.
72. Jo, C.H., Kim, K. S., Yoon S., Shin, M. (2012). Platelet-rich plasma stimulates cell proliferation and enhances matrix gene expression and synthesis in tenocytes from human rotator cuff tendons with degenerative tears. *The American journal of sports medicine*,. 40(5): 1035-1045.
73. Hurley, M.V. and L.M. Bearne, (2008). Non-exercise physical therapies for musculoskeletal conditions. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 22(3): 419-433.
74. Demirbağ, K. Derya Y. (2014). Fizik Tedavi Ajanlarına Haksızlık mı Ediliyor? *Turkish Journal of Physical Medicine & Rehabilitation/Turkiye Fiziksel Tip ve Rehabilitasyon Dergisi*,. 60(2).
75. Bélanger, A. (2010) Therapeutic electrophysical agents: evidence behind practice. ed. China. *Lippincott Williams & Wilkins (Wolters Kluwer)* 50: 193-200
76. Swenson, C., Swärd L., Karlsson, J. (1996). Cryotherapy in sports medicine. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 6(4): 193-200.
77. Evans, D.W., N. Lucas, (2010). What is ‘manipulation’? A reappraisal. *Manual therapy*, 15(3): 286-291.
78. Brosseau, L., Casimiro, S. Milne, V. Welch, B. Shea, P. (2002). Deep transverse friction massage for treating tendinitis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4): 42-97.
79. Coronado, R.A., Coronado, D. L. Riddle, W. A. (2011). Bibliometric analysis of articles published from 1980 to 2009 in Physical Therapy, journal of the American Physical Therapy Association. *Physical therapy*,. 91(5): 642-655.
80. Hatstrup, S.J., Ariz,S. (1995). Rotator cuff repair: relevance of patient age. *Journal of shoulder and elbow surgery*,. 4(2): 95-100.
81. Morrison, D.S. Frogameni, S., Woodworth, P. (1997). Non-operative treatment of subacromial impingement syndrome. *The Journal of Bone & Joint Surgery*.79(5): 732-37.
82. Kuhn, J.E. (2009). Exercise in the treatment of rotator cuff impingement: a systematic review and a synthesized evidence-based rehabilitation protocol. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 18(1): 138-160.
83. Dillman, C.J., T.A. Murray, R.A. Hintermeister, K. (1994). Biomechanical differences of open and closed chain exercises with respect to the shoulder. *Journal of Sport Rehabilitation*, 3(3): 228-238.

84. Cohen, B.B., A.A. Romeo, and B. Bach J. (2002). Rehabilitation of the shoulder after rotator-cuff repair. *Operative techniques in orthopaedics*, 12(3): 218-224.
85. Kaçoğlu, C., Kale, M. (2015). Elektromyostimülasyon ile İlgili Elektriksel Akım Parametreleri ve Metodolojisi. *Celal Bayer Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*,. 10(2): 34-47.
86. Mahure, S.A., Rokito, A.S., Kwon, Y.W. (2017). Transcutaneous electrical nerve stimulation for postoperative pain relief after arthroscopic rotator cuff repair: a prospective double-blinded randomized trial. *Journal of shoulder and elbow surgery*,. 26(9): 1508-1513.
87. Hudak, D.A., Dale, M. A. Fery, D. E. (1991). Effects of humorous stimuli and sense of humor on discomfort. *Psychology Represuary*, 69(3 Pt 1): 779-86.
88. Feil, S., Minogue, C, Paessler, H. (2011). The effectiveness of supplementing a standard rehabilitation program with superimposed neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, single-blind study. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(6): 1238-47.
89. Neer, C. S. (1983). Impingement lesions. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 173, 70-77.
90. Robinson, A., Snyder-Mackler, L. (2008). Basic concepts in electricity and contemporary terminology in electrotherapy. *Clinical Electrophysiology: Electrotherapy and electrophysiological testing. 3rd ed. Philadelphia (PA): Lippincott Williams & Wilkins*, 1-26.
91. Cram, J. M., & Kaplan, M. L. (1985). Variational assimilation of VAS data into a mesoscale model; assimilation method and sensitivity experiments. *Monthly Weather Review*, 113(4), 467-484.
92. Hawkins, R. and Abrams, J. (1987). Impingement syndrome in the absence of rotator cuff tear (stages 1 and 2). *The Orthopedic Clinics of North America*, 18(3), 373-382
93. Nelson, R., Currier, D. (1991). *Electrophysiological evaluation: An overview. Clinical Electrotherapy*. Norwalk, Conn: Appleton & Lange, 331-344.
94. Gondin, J., Guette, Y. Ballay and A. Martin (2005). Electromyostimulation training effects on neural drive and muscle architecture. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(8): 1291-1299.
95. Reinold, M., Macrina, K. E., Wilk, J. R., Dugas, E. (2008). The effect of neuromuscular electrical stimulation of the infraspinatus on shoulder external rotation force production after rotator cuff repair surgery. *The American journal of sports medicine*, 36(12): 2317-2321.
96. Lake, D.A. (1999). *Clinical Electrotherapy*, Ed 3. Physical Therapy, 79(8): 804.

97. VanKampen, D.A., Berg, H. J., Woude, R. M., Castelein, V. A. Scholtes, C. B. (2014). The diagnostic value of the combination of patient characteristics, history, and clinical shoulder tests for the diagnosis of rotator cuff tear. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 9(1): 1-9.
98. Çalış, M., Akgün, M., Birtane, I., Karacan, H. Çalış F. (2000). Diagnostic values of clinical diagnostic tests in subacromial impingement syndrome. *Annals of the rheumatic diseases*. 59(1): 44-47.
99. Lin, J. Hanten, S. L., Olson, T. S., Roddey, D. A. (2006). Shoulder dysfunction assessment: self-report and impaired scapular movements. *Physical therapy*, 86(8): 1065-1074.
100. Williams, J.W., D.R. Holleman, J., Simel, D. (1995). Measuring shoulder function with the Shoulder Pain and Disability Index. *The Journal of rheumatology*, 22(4): 727-732.
101. Madden, C., Putukian, E., McCarty, S. (2013). *Netter's Sports Medicine E-Book*. Elsevier Health Sciences, 96-128.
102. Luc, D. (2008). The DASH questionnaire and score in the evaluation of hand and wrist disorders. *Acta Orthopaedica Belgica*, 74(578): 81-5.
103. Lopes, D., Ciconelli, E. Carrera, S. Griffin, F. Faloppa F. (2009). Comparison of the responsiveness of the Brazilian version of the Western Ontario Rotator Cuff Index (WORC) with DASH, UCLA and SF-36 in patients with rotator cuff disorders. *Clinical and Experimental Rheumatology*, 27(5): 758-764.
104. Ellenbecker, T. S., & Cools, A. (2010). Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. *British journal of sports medicine*, 44(5), 319-327.
105. Oh, J.H., Yoon, J. Y. Kim and C. H. (2010). Isokinetic muscle performance test can predict the status of rotator cuff muscle. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 468(6): 1506-1513.
106. Analan, P.D., B. Leblebici, Adam, M. (2015). Effects of therapeutic ultrasound and exercise on pain, function, and isokinetic shoulder rotator strength of patients with rotator cuff disease. *Journal Physical Therapy Science*, 27(10): 3113-7.
107. Leong, H.T., Tsui, M. Ying, V. Y., Leung, S. (2012). Ultrasound measurements on acromio-humeral distance and supraspinatus tendon thickness: test-retest reliability and correlations with shoulder rotational strengths. *Journal of science and medicine in sport*, 15(4): 284-291.
108. Kim, S.Y., Bleakney, T., Rindlisbacher, K., Ravichandiran, B. W., Rosser E. (2013). Musculotendinous architecture of pathological supraspinatus: a pilot in vivo ultrasonography study. *Clinical Anatomy*, 26(2): 228-235.

109. Longo, U. G., Rizzello, G., Petrillo, S., Loppini, M., Maffulli, N., & Denaro, V. (2019). Conservative rehabilitation provides superior clinical results compared to early aggressive rehabilitation for rotator cuff repair: A retrospective comparative study. *Medicina*, 55(8), 402.
110. Mathiasen, R., Hogrefe, C. (2018). Evaluation and management of rotator cuff tears: a primary care perspective. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 11(1): 72-76.
111. Cohen, J. (2003). *A power primer*. Pittsburg, 6-17.
112. Kilic, S. (2014) Etki büyüklüğü. *Journal of Mood Disorders*, 4(1): 44-6.
113. McClure, P.W., Bialker, N. Neff, G. Williams A. (2004). Shoulder function and 3-dimensional kinematics in people with shoulder impingement syndrome before and after a 6-week exercise program. *Physical therapy*, 84(9): 832-848.
114. Land, H., S. Gordon, K. Watt, M. (2017) Isokinetic clinical assessment of rotator cuff strength in subacromial shoulder impingement. *Musculoskelet Science Practise*, 27: 32-39.
115. Mancini, G.B Malaspina, A. M., Scalercio, R., Ferranti, L. (2001). Anterior shoulder dislocation and injuries of the rotator cuff in patients aged over 40 years. Clinical and sonographic study. *Chirical Organic Movement*, 86(1): 37-44.
116. Kibler, W.B., Chandler, T. Uhl, R., Maddux, N. (1989). A musculoskeletal approach to the preparticipation physical examination. Preventing injury and improving performance. *The American Journal of Sports Medicine*, 17(4): 525-31.
117. Sforzo, G. (1989). Opioids and exercise. *Sports Medicine*, 7(2): 109-124.
118. Hara, K., Matsuse, R., Hashida, S., Iwanaga, M., Bekki M. (2020). The effect of rotator cuff physical exercise combined with electrically stimulated antagonist on shoulder rotator cuff strength. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, (1): 37-44.
119. Lombardi, G., Warren, M., Bernardo P. (2016). Implications of exercise-induced adipo-myokines in bone metabolism. *Endocrine*, 54(2): 284-305.
120. Ludewig, P.M. Borstad, J.D. (2003). Effects of a home exercise programme on shoulder pain and functional status in construction workers. *Occup Environ Med*, 60(11): 841-9.
121. Martins, L.V., Marziale, M. (2012) Assessment of proprioceptive exercises in the treatment of rotator cuff disorders in nursing professionals: a randomized controlled clinical trial. *Revial Brazilian Fisioter*, 16(6): 502-509.
122. Nelson, R.M. (1991). *Clinical electrotherapy*. Oxford. London, 35-78.
123. Vrbova, G. (2008). Spinal muscular atrophy: motoneurone or muscle disease? *Neuromuscular Disorder*, 18(1): 81-2.

124. Brukner, P.D. (2006). Recent advances in sports medicine. *Medicine and Science in Sports And Exercise*, 184(4): 188-193.
125. Perez M.J. (2003). Clinical approach versus technology in medicine and allergy. *Review Alerg Mexico*, 50(6): 205-7.
126. Hay, L., & Wylie, K. (2011). Towards evidence-based emergency medicine: best BETs from the Manchester Royal Infirmary. BET 4: Hydrotherapy following rotator cuff repair. *Emergency medicine journal*, 28(7), 634-635.
127. Reinold, M. Macrina, G., Fleisig, M., Drogosz, J., Andrews, M. (2008). The effect of neuromuscular electrical stimulation of the infraspinatus on shoulder external rotation force production after rotator cuff repair surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(12): 2317-21.
128. Lee, T. Q. (2013). Current biomechanical concepts for rotator cuff repair. *Clinics in orthopedic surgery*, 5(2), 89-97.
129. Connelly, A., Maddux, R.E., Kibler, W., Uhl, T. (1991). Isokinetic peak torque and work values for the shoulder. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 10(7): 264-9.
130. Mulligan, I.J., Biddington, B. D., Barnhart, T., Ellenbecker, Y. (2004). Isokinetic profile of shoulder internal and external rotators of high school aged baseball pitchers. *Journal of strength and conditioning research*, 18(4): 861-866.
131. Reinold, M.M., Macrina, K. E. Wilk, J. R. Dugas, E. L. Cain, J., Andrews K. (2020). Acute Effects of Weighted Baseball Throwing Programs on Shoulder Range of Motion. *Sports Health*, 12(5): 488-494.
132. Edouard, P., Codine, P. Samozino, P., Bernard, C. (2013). Reliability of shoulder rotators isokinetic strength imbalance measured using the Biodex dynamometer. *Journal of Sport Rehabilitation*, 16(2): 162-5.
133. Mayer, F. Horstmann, U., Kranenberg, K., Röcker H., Dickhuth, H. (1994). Reproducibility of isokinetic peak torque and angle at peak torque in the shoulder joint. *International journal of sports medicine*, 15(S 1): S26-S31.
134. Matsuse, H., Hashida, Y., Takano, M., Omoto, T., Nago, M., Bekki, W. (2017). Walking Exercise Simultaneously Combined With Neuromuscular Electrical Stimulation of Antagonists Resistance Improved Muscle Strength, Physical Function, and Knee Pain in Symptomatic Knee Osteoarthritis: A Single-Arm Study. *The Strength & Conditioning Journal* , 31(1): 171-180.
135. Smith, N., R. Hotze, Tate, A. (2021). A Novel Rehabilitation Program Using Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) and Taping for Shoulder Pain in Swimmers: A Protocol and Case Example. *International Journal of Sports Physical Therapy*,. 16(2): 579.

136. Witte, P.B., Henseler, J., Nagels, T. P., Vliet, R. G., Nelissen, S. (2012). The Western Ontario rotator cuff index in rotator cuff disease patients: a comprehensive reliability and responsiveness validation study. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(7): 1611-9.
137. Schenk, P., Papenkort, M., Bol, T., Siebert, R., Grassme, C., Rode , H. (2020). A simple geometrical model accounting for 3D muscle architectural changes across muscle lengths. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 103:109-694.
138. Potier, T.G., Alexander, C.M., Seynnes, O.R. (2009). Effects of eccentric strength training on biceps femoris muscle architecture and knee joint range of movement., *the European Journal of Applied Physiology*, 105(6): 939-44.
139. Firat, T., & Türker, T. (2012). Is the long sarcomere length responsible for non-traumatic supraspinatus tendinopathy? Potential novel pathophysiology and implications for physiotherapy. *Pathophysiology*, 19(3), 179-183.
140. Aizawa, T., Kato, Y., & Tabata, S. (1995). Operative results of massive rotator cuff tears. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, (4), S76.
141. Vaz, M.A., Baroni, J. M., Geremia, F. J., Lanferdini, A., Mayer, A. A. (2013). Neuromuscular electrical stimulation (NMES) reduces structural and functional losses of quadriceps muscle and improves health status in patients with knee osteoarthritis. *Medicine and Science in Sports And Exercise*, 31(4): 511-6.
142. Struyf F, Nijs J, Mollekens S, Jeurissen I, Truijen S, Mottram S. (2013). Scapular-focused treatment in patients with shoulder impingement syndrome: a randomized clinical trial. *Clinical rheumatology*, 32(1):73-85.
143. Ribeiro LP, Cools A, Camargo PR. (2020). Rotator cuff unloading versus loading exercise program in the conservative treatment of patients with rotator cuff tear: protocol of a randomised controlled trial. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*; 10(12):e040820.
144. Winter, M. S., Mack, L. A., Patten, R. M., Hollister, M. S., Mack, L. A., Patten, R. M., Winter 3rd, T. C., Matsen 3rd, F. A., & Veith, R. R. (1995). Association of sonographically detected subacromial/subdeltoid bursal effusion and intraarticular fluid with rotator cuff tear. *AJR. American journal of roentgenology*, 165(3), 605-608.
145. Reed, B. V. (1988). Effect of high voltage pulsed electrical stimulation on microvascular permeability to plasma proteins: a possible mechanism in minimizing edema. *Physical therapy*, 68(4), 491-495.
146. Frank C, Page P, Lardner R. (2009). Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach. *Human kinetics*.
147. Frich LH, Fernandes LR, Schroder HD, Hejbol EK, Nielsen PV, Jorgensen PH,. (2020). The inflammatory response of the supraspinatus muscle in rotator cuff tear conditions. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 26(1):97-100

148. Frost, P., Bonde, J. P. E., Mikkelsen, S., Andersen, J. H., Fallentin, N., Kaergaard, A. and Thomsen, J. F. (2002). Risk of shoulder tendinitis in relation to shoulder loads in monotonous repetitive work. *American Journal of Industrial Medicine*, 41(1), 11- 18.
149. Falkel, J. and Murphy, T. (1988). Case principles: swimmer's shoulder. *Shoulder Injuries, Sports Injury Management*, 1(2), 109-125.
150. Worsley P, Warner M, Mottram S, Gadola S, Veeger H, Hermens H,. (2013). Motor control retraining exercises for shoulder impingement: effects on function, muscle activation, and biomechanics in young adults. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 22(4):e11-e9.
151. Wickiewicz, T. L., Roy, R. R., Powell, P. L., & Edgerton, V. R. (1983). Muscle architecture of the human lower limb. *Clinical orthopaedics and related research*, (179), 275-283.
152. Gerber, C. Meyer, E., Frey, B., Rechenberg, H., Hoppeler, R., Frigg, S. (2009). Neer Award 2007: Reversion of structural muscle changes caused by chronic rotator cuff tears using continuous musculotendinous traction. An experimental study in sheep. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 18(2): 163-171.

EKLER

EK-1. Girişimsel olmayan klinik araştırmalar için bilgilendirilmiş gönüllü olur formu

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi / Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi öğretim üyelerinden Prof.Dr. Hakan GENÇ sorumluluğunda yürütülecek olan “*Rotator kaf hastalarında nöromusküler elektrik stimülasyonunun, ağrı, fonksiyon, izokinetik omuz rotator kuvvet ve kas mimarisine etkisi*” başlıklı araştırmaya davet edilmiş bulunuyorsunuz.

Bizim çalışmamızda amacımız nöromusküler elektrik stimülasyonun, omuz kaslarında görülen problemler sonucu omuzda ağrının, hareket kısıtlılığının, kas kuvvetsizliğinin, giderilmesi için uygulanan rehabilitasyonun kas kalınlığı, kas uzunluğu, lif uzunluğu, lif uzunluğunun kas uzunluğuna oranı ve pennasyon açısı parametrelerinin ağrıyı, fonksiyonu, izokinetik omuz kas kuvvetini ve kas yapısını nasıl etkilediğini araştırmaktır.

Omuz hastalarında egzersiz tedavisi ile birlikte yapılan nöromusküler elektriksel stimülasyonunun, ağrı, kas mimarisi ve fonksiyonel kapasiteyi artırma açısından diğer tedavilere göre daha etkili olabilir. Araştırmamızın beklenen herhangi bir riski yoktur.

Araştırmayı katılmayı Kabul etmek suretiyle bu araştırmaya önemli bir katkı sağlamış olacaksınız. İşbirliği ve katılımınız için şimdiden teşekkür ederiz.

Bu çalışmaya Ankara Eğitim Araştırma Hastanesi Etik Kurulu, 13/06/2019 tarih ve E-19/28 sayılı kararı ile gerekli izni vermiştir.

Bizimle paylaşacağınız bilgiler yalnızca bu araştırma amacıyla kullanılacak kişisel verilerinizin gizliliği protocol numarası ile korunacaktır. Katılımcı olmayı kabul etmeme ya da araştırma sürecinin bir aşamasında araştırmadan çekilme hakkınız vardır. Bu durumda sizden elde edilen veriler kullanılmayacaktır. Bu koşullarda araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz takdirde, lütfen aşağıdaki bölümü doldurup imzalayınız.

Ben, yukarıda yazılanları okudum ve anladım. Çalışma ile ilgili olarak araştırmacılara soru sorma olanağı buldum ve sorduğum sorulara doyurucu yanıtlar aldım. Bu koşullarda söz konusu araştırmaya gönüllü olarak katılmayı ve katılımımdan elde edilen verilerin araştırma ekibince kullanılmasını, araştırma süresince herhangi bir aşamada çekilme hakkım saklı kalmak koşuluyla hiç bir baskı altında olmaksızın kendi rızamla kabul ediyorum.

PROTOKOL NUMARASI:

Katılımcı

Adı-Soyadı:

İmza

Tarih:

Not: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu’nun doldurulması sırasında araştırma ekibinde yer alan Uz. Fzt. E. Merve ERSEVER katılımcılara yardımcı olacaktır. Katılımcıların konu ile ilgili ihtiyaç duyacakları her türlü bilgi için yardımcı araştırmacının iletişim bilgileri aşağıda yer almaktadır:

Araştırmacı: AdSoyad: Uz.Fzt.E.Merve ERSEVER

E-posta:

Telefon

Adres: S.B.Ü.Tıp Fakültesi / Ankara Eğitim Araştırma Hastanesi

EK-2. Hasta Takip Formu

Adı - Soyadı:

Yaş:

Tel:

Hastanın patolojisi :

Hasta daha önce FTR aldı mı?

-Aldıysa tarih:

Omuz testleri

Neer :

Hawkings :

Lag sign :

Drop arm :

Supraspinatus izolasyon testleri:

İzokinetik değerlendirme**TÖ****TS**

Skapular planda omuz abduksiyon 60 ° / saniye ve 180°:

External rotasyon 60 ° / saniye ve 180°:

İnternal rotasyon 60 ° / saniye ve 180° :

Kas mimarisi**TÖ****TS**

Kas kalınlığı:

Kas uzunluğu:

Lif uzunluğu:

Lif uzunluğu/ kas uzunluğu:

Pennasyon açısı:

TÖ**VİZUEL ANALOG SKALA (VAS)**

Adınız Soyadınız: _____ Tarih: _____

Ağrı şiddetinizi aşağıdaki ölçek üzerinde işaretleyin.

Hiç ağrı olmaması

En dayanılmaz ağrı



EK-2. (devam) Hasta Takip Formu

T.S

VİZUEL ANALOG SKALA (VAS)

Adınız Soyadınız: _____ Tarih: _____

Ağrı şiddetinizi aşağıdaki ölçek üzerinde işaretleyin.

Hiç ağrı olmaması

En dayanılmaz ağrı



EK-3. Etik Kurul Onayı



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
Sağlık Bakanlığı Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

Sayı : E.Kurul –E-19

28-no’lu çalışma

Hastanemiz Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği’nden “Rotator kaf hastalarında nöromusküler elektrik stimülasyonunun, ağrı, fonksiyon, izokinetik omuz rotator kuvvet ve kas mimarisine etkisi” konulu çalışma incelenmiş olup, Etik açıdan oy birliğiyle uygun görülmüştür.

13/06/2019

Prof. Dr. Uğur KOÇER
Etik Kurul Başkanı

EK-3. (devam) Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU									
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI				Rotator kaf hastalarında nöromusküler elektrik stimülasyonunun, ağrı, fonksiyon, izokinetik omuz rotator kuvvet ve kas mimarisine etkisi					
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU				-					
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı		Tarihi	Versiyon Numarası	Dili				
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ				Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐				
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU				Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐				
	OLGU RAPOR FORMU				Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐				
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ				Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐				
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama						
	SİGORTA		☐						
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ		☒						
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU		☐						
	İLAN		☐						
	YILLIK BİLDİRİM		☐						
	SONUÇ RAPORU		☐						
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ		☐						
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 28/2019		Tarih: 30/05/2019						
	Yukarıda bilgileri verilen SBÜ Ankara EAH Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği'nden, Prof. Dr. Hakan GENÇ'in sorumluluğunda yapılması planlanan "Rotator kaf hastalarında nöromusküler elektrik stimülasyonunun, ağrı, fonksiyon, izokinetik omuz rotator kuvvet ve kas mimarisine etkisi" isimli klinik araştırma başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.								
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU									
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI			İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu						
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:			Prof. Dr. Uğur KOÇER						
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Uğur KOÇER	Plastik,Rekonstrüktif ve Estetik Cerrah	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Murat KEKİLLİ	Gastroentoloji	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Doç. Dr. Burcu DUYUR ÇAKIT	Fizik Tıp ve Rehabilitasyon	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Doç. Dr. Ayhan TEKİNER	Beyin ve Sinir Cerrahisi	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Hülya BAŞAR	Anestezi ve Reanimasyon	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Hatice ÇELİK	Kulak Burun Boğaz Kliniği, Ağız Yüz ve Çene Cerrahisi	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Doç.Dr. Güray SOYDAN	Farmakoloji	Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Av. Ömer Faruk KURTUL	Avukat	Ankara Barosu/Serbest Avukat	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Öğr. Grv.Dr. Şükrü KELEŞ	Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı	Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Etik Kurul Başkanının Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Uğur KOÇER İmza: _____									

EK-3. (devam) Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU					
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Rotator kaf hastalarında nöromusküler elektrik stimülasyonunun, ağrı, fonksiyon, izokinetik omuz rotator kuvvet ve kas mimarisine etkisi			
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		-			
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	SBÜ Ankara Eğitim Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu			
	AÇIK ADRESİ:	Etik Kurul Sekreterliği Sakarya Mah. Ulucanlar Cad.No:89 Altındağ/Ankara			
	TELEFON	0312 598 36 00			
	FAKS	0312 363-33 96			
	E-POSTA	Etikkurul06@gmail.com			
BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Hakan GENÇ			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	SBÜ Ankara Eğitim Araştırma Hastanesi			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	-			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
		Gözlemsel Çalışma	a- ☐		
		a-)Prospektif Gözlemsel(Olgu Kontrol,Kesitsel)	b- ☐		
		b-)Prospektif Çalışma	c- ☐		
		c-)Retrospektif Çalışma			
		FAZ 1			
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
FAZ 4		☐			
Tıbbi cihaz klinik araştırması		☐			
İlaç dışı klinik araştırma	☒				
In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐				
Diğer ise belirtiniz: ???					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☐	ULUSLARARASI ☐	

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Uğur KOÇER
İmza:

EK-3. (devam) Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU									
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Rotator kaf hastalarında nöromusküler elektrik stimülasyonunun, ağrı, fonksiyon, izokinetik omuz rotator kuvvet ve kas mimarisine etkisi							
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		-							
Uzm. Dr. Yunus Emre BULUT	Halk Sağlığı	Ankara Halk Sağlığı Müdürlüğü	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Müh. Nebi ŞANALIR	Biyomedikal Mühendisi	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Öğr. Mustafa Sıddık ÖZCAN	Öğretmen	Ankara Kız Anadolu İmam- Hatip Lisesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Etik Kurul Başkanının Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Uğur KOÇER İmza:									

EK-4. Kol omuz ve el sorunları anketi (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire) (DASH)

DASH

(Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi)

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: _____

Bu anket bazı bedensel etkinlikleri yerine getirmenizin yanı sıra hastalık belirtilerinizi sormaktadır. Her soruyu son haftadaki durumunuzu göz önüne alarak uygun numarayı yuvarlak içine almak suretiyle cevaplayınız. Son hafta içinde bedensel etkinlikte bulunma fırsatınız olmadıysa lütfen hangi cevabın en doğru olacağına göre en iyi tahmininizi yapınız.

Hangi el veya kolunuzun yaralandığını dikkate almadan sadece bedensel etkinliği yapabilme becerinize göre uygun cevabı verin.

Lütfen son hafta içindeki aşağıdaki etkinlikleri yapma yeteneğinizi uygun cevabın altındaki numarayı daire içine alarak sıralayınız.

	Zorluk yok	Hafif Derecede Zorluk	Orta Derecede Zorluk	Aşırı Zorluk	Hiç Yapamama
1- Sıkı kapatılmış ya da yeni bir kavanozu açmak	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
2- Yazı yazmak	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
3- Anahtarı çevirmek	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
4- Yemek hazırlamak	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
5- Zor açılan bir kapıyı iterek açma	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
6- Yukarıdaki bir rafa bir şey yerleştirmek	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
7- Ağır ev işleri yapmak (duvar, yer silmek, tamirat yapmak vs.)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
8- Bağ bahçe işleri yapmak, odun kesmek	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
9- Yatak yapmak	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
10- Alışveriş çantası ya da evrak çantası taşımak	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
11- Ağır bir cisim taşımak (4,5 kg' den fazla.)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
12- Yukarıdaki bir ampulü değiştirmek.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
13- Saçları yıkamak veya kurulamak.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
14- Sırtını yıkamak.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
15- Kazak giymek	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
16- Yiyecekleri kesmek için bıçak kullanmak	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
17- Az çaba gerektiren eğlendirici işler (iskambil oynamak, örgü örmek vs.)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
18- Kolunuzdan, omuzunuzdan veya elinizden güç aldığınız veya darbe vurduğunuz eğlenceye yönelik etkinlikler (önünde yerde bulunan bir konserve kutusu veya küçük bir taş iki elinizle kavradığınız bir sopayla yandan vurmak, tenis oynamak, masa tenisi oynamak)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
19- Kolunuzu serbestçe hareket ettirdiğiniz eğlendirici işler (suda taş sektirme, meyve taşlama, çelik çomak oynama)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
20- Ulaşım ihtiyaçlarını kendi başına giderebilmek (bir yerden başka bir yere gitmek)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
21- Cinsel faaliyetler	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅

DASH

(Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi) Sayfa -2

EK-4. (devam) Kol omuz ve el sorunları anketi (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire) (DASH)

	Engel yok	Az engel	Orta derecede	Bir hayli	Aşırı
22-Son hafta süresince kol omuz ya da el probleminiz aile arkadaşlar, komşular veya gruplarla normal sosyal etkinliklerinize <i>ne ölçüde</i> engel oldu?	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
	Hiç kısıtlanmadım	Hafif	Orta	Çok	Hiç bir şey yapamıyorum
22-Son hafta süresince kol omuz ya da el sorununuz nedeniyle işinizde ya da diğer günlük etkinliklerde kısıtlandınız mı?	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
	Yok	Hafif	Orta	Bir hayli	Aşırı
24-El, omuz ya da kol ağrınız	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
25-Herhangi belirli bir işi yaptığınızda el, omuz ya da kol ağrınız	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
26-El, omuz ya da kolunuzdaki karıncalanma(iğnelenme)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
27-El, omuz ya da kolunuzdaki güçsüzlük	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
28-El, omuz ya da kolunuzdaki hareket zorluğu	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
	Zorluk yok	Hafif Derecede Zorlandım	Orta Derecede Zorlandım	Aşırı Zorluk Çektim	Hiç Uyuyamadım
29-Geçen hafta içinde el, omuz ya da kol ağrınız nedeniyle uyumakta ne kadar zorlandınız?	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
	Kesinlikle Hayır	Katılmıyorum	Kararsızım	Aşırı Zorluk Çektim	Kesinlikle Evet
30-Kol, omuz veya el problemimden dolayı kendimi daha az yeterli, daha az yararlı hissediyor veya kendime daha az güveniyorum.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅

Huğak PL, Amadio PC, Bombardier (1996) C Am J Ind Med. 1996 Jan;29(6):602-8

Quick Dash Disability / Semptom Skoru = $\left[\left(\frac{\text{İşaretlenen maddelerin toplam puanı}}{\text{İşaretili madde sayısı}} \right) - 1 \right] \times 25$

Eğer biden fazla cevaplanmamış soru varsa Quick DASH skoru hesaplanmamalıdır.

DASH: The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand

Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi

EK-5. The western ontario rotator kaf indeksi (the Western Ontario Rotator Cuff Index) (WORC)

BÖLÜM A: FİZİKSEL BELİRTİLER

Hasta için açıklamalar:

Aşağıdaki sorular omuz probleminize bağlı yaşadığınız fiziksel belirtilerle ilgilidir. Tanımlanan tüm durumlarda geçen hafta içindeki belirtilerinizin derecesini aşağıdaki çizgi üzerinde işaretleyiniz.

Lütfen yanıtlarınızı “/” ile işaretleyiniz.

1- Omzunuzda ne kadar keskin ağrı hissediyorsunuz?



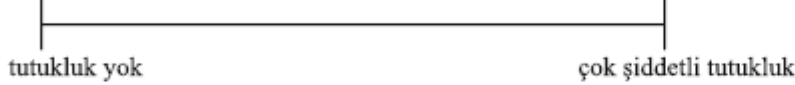
2- Omzunuzda hissettiğiniz sürekli, rahatsız edici ağrının şiddeti ne kadardır?



3- Omzunuzda (kolunuzda) ne kadar güçsüzlük hissediyorsunuz?



4- Omzunuzda ne kadar tutukluk hissediyorsunuz?



5- Omzunuzda ne kadar çıtırtı, kütürtü veya sürtünme hissediyorsunuz?



6- Omzunuz nedeniyle boynunuzda ne kadar rahatsızlık hissediyorsunuz?



EK-5. (devam) The western ontario rotator kaf indeksi (the Western Ontario Rotator Cuff Index) (WORC)

BÖLÜM B: SPOR/BOŞ ZAMAN AKTİVİTELERİ

Hasta için açıklamalar:

Bu bölüm geçen hafta içinde omuz probleminizin spor veya boş zaman aktivitelerinizi ne kadar etkilediğini içermektedir.

Lütfen her soru için yanıtınızı “/” ile işaretleyiniz.

7- Omuz probleminiz form düzeyinizi (kondüsyon, zindelik) ne kadar etkiledi?



8- Omzunuz bir şeyi güçlü veya uzağa fırlatma yeteneğinizi ne kadar etkiledi?



9- Birisi veya herhangi bir şey etkilenmiş omzunuza çarptığında ne kadar güçlük çekiyorsunuz?



10- Sınav çekmek ya da diğer zorlayıcı egzersizleri yaparken omzunuz nedeniyle ne kadar güçlük çekiyorsunuz?



BÖLÜM C: İŞ

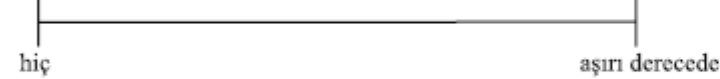
Hasta için açıklamalar:

Bu bölüm omuz probleminizin ev civarındaki veya dışındaki işinizi ne kadar etkilediğiyle ilgilidir. Geçen hafta içindeki uygun dereceyi “/” ile belirtiniz.

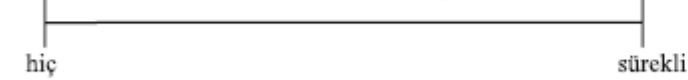
11- Ev ya da bahçeyle ilgili günlük aktivitelerinizde ne kadar zorluk çekiyorsunuz?



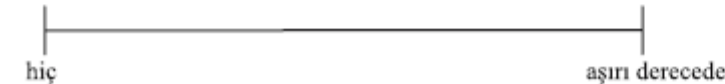
12- Kolunuzu başınızın üzerine kaldırmanızı gerektiren işlerde ne kadar zorlanıyorsunuz?



13- Etkilenen kolunuzu telafi etmek için diğer kolunuzu ne kadar kullanıyorsunuz?



14- Ağır cisimleri yerden veya omuz seviyesinin aşağısından (altından) kaldırmakta ne kadar zorluk çekiyorsunuz?



EK-5. (devam) The western ontario rotator kaf indeksi (the Western Ontario Rotator Cuff Index) (WORC)

BÖLÜM D: YAŞAM TARZI

Hasta için açıklamalar:

Bu bölüm omuz probleminizin yaşam tarzınızı ne kadar etkilediği veya değiştirdiğiyle ilgilidir. Yine, geçen hafta içindeki uygun miktarı lütfen “/” ile belirtiniz.

15- Omzunuz nedeniyle uyumakta ne kadar zorluk çekiyorsunuz?

hiç aşırı derecede

16- Omzunuz nedeniyle saçınıza şekil vermekte ne kadar zorluk çekiyorsunuz?

hiç aşırı derecede

17- Aile bireylerinizle veya arkadaşlarınızla şakalaşp oynamada (yerde yuvarlanmak, güreşmek) ne kadar zorluk çekiyorsunuz?

hiç aşırı derecede

18- Giyinirken veya soyunurken ne kadar zorluk çekiyorsunuz?

hiç aşırı derecede

BÖLÜM E: DUYGULAR

Hasta için açıklamalar:

Aşağıdaki sorular omuz probleminize bağlı olarak geçen hafta nasıl hissettiğinizle ilgilidir. Lütfen yanıtlarınızı “/” ile belirtiniz.)

19- Yapmaya çalışıp da omzunuz nedeniyle yapamadığınız şeyler ile ilgili olarak ne kadar hayal kırıklığı hissediyorsunuz?

hiç aşırı derecede

20- Omzunuz nedeniyle kendinizi ne kadar üzüntülü veya moralsiz (keyifsiz) hissediyorsunuz?

hiç aşırı derecede

21- Omzunuzun mesleğiniz veya işiniz üzerindeki etkisi hakkında ne kadar endişe duyuyorsunuz?

hiç aşırı derecede

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ERSEVER, Emine Merve
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri :
 Medeni hali :
 Telefon :
 e-mail :

Eğitim Derecesi	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi / Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	Devam Ediyor
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi, Fizyoloji Anabilim Dalı	2017
Lisans	Başkent Üniversitesi / Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü	2008
Lise	Ayrancı Lisesi (YDA)	2004

İş Deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2013-devam ediyor	Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	Fizyoterapist
2012-2013	Sağlık Bakanlığı Yönetim Hizmetleri Genel Müdürlüğü/ Özlük Daire Başkanlığı	Fizyoterapist
2012	Aksaray Devlet Hastanesi	Fizyoterapist
2011-2012	Özkaya Tıp merkezi	Fizyoterapist
2011	Başkent Üniversitesi İstanbul Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Hastanesi	Fizyoterapist
2008-2011	Başkent Üniversitesi AYAŞ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezi	Fizyoterapist

Yayınlar

1. M. Atasay, D. Gürbüz, E. Ayvat, S. Aksu. (2010). Depression in early stroke: Effects of hemiplegic side. *Eur Journal Neurol. Special Issue. (only the abstract)* 17(3),485-95.

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler

1. Sibel, A.Y., Merve, A. ve Didem, G. (2010, 22-28 Eylül). *Depression in early stroke: Effects of hemiplegic side*. The 14th Congress of the European Federation of Neurological Societies (EFNS) Geneva, Switzerland, Poster Report.
2. Sibel, A.Y., Didem, G., and Merve, A. (2010, 22-28 Eylül). *Correlation of health related quality of life In Early Stroke*. The 14th Congress of the European Federation of Neurological Societies (EFNS) Geneva, Switzerland, Poster Report.
3. Sibel, A.Y., Ender, A., Didem, G. and Merve, A. (2010, 22-28 Eylül). *Assessment of health related quality of life in migraine patients: Two different scales, two different results*. The 14th Congress of the European Federation of Neurological Societies (EFNS) Geneva, Switzerland, Poster Report.

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1. Gültekin K, Z., Akçay, Ş., Temel, T., Atasay, M., ve Ekemen, C. (2008). Başkent Üniversitesi öğrencilerinin sigaraya tutumları ve sigarasız üniversite oluşumuna bakışları. *Sağlık ve Toplum Dergisi*, 18(1), 12-18.
2. E. M. Ersever, N.A. Güzel, H. Genç, C. Mülkoğlu. (2021). Subakromiyal Sıkışma Sendromlu Hastalarda Egzersiz İle Elektrik Stimülasyonunun Etkileri. Ankara eğitim araştırma hastanesi tıp dergisi, 54(2), 4-10.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1. Gültekin Z., Akçay Ş., Temel T., Atasay M., Eken C., Özal D., Gökçe M.Ç. Üniversite öğrencilerinin sigarasız üniversite oluşumuna bakışları. Türk Toraks Derneği 11.Yıllık Kongresi 23-27 nisan 2008 ,Antalya /Belek Sözel Sunum
2. Elbasan B., Dalkılıç M., Yılmaz G., Ersever M., Uçurum S., Elmacı C., Topuz., Uzun E. (2013, 9-11 Mayıs). Türkiye'deki kamu hastanelerinde fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmet sunumu ve standartlar açısından güncel durum. 4. Ulusal fizyoterapi ve rehabilitasyon kongresi, Denizli, Sözel Sunum
3. Elbasan B., Dalkılıç M., Yılmaz G., Ersever M., Çalışkan E., Tarakçı D., Kınacı H., Dizdar G. (2013, 9-11 Mayıs). Fizyoterapistlerin fizyoterapi teknikleri ile ilgili görüşleri. 4. Ulusal fizyoterapi ve rehabilitasyon kongresi, Denizli, Sözel Sunum
4. Ersever, M., Aral, A., Göktaş, T., ve Pınar, L. (2016, 05-08 Eylül). Tüketici koşuya zorlanan antrene ve antrene olmayan sıçanlarda böbrek IL-6, oksidan ve antioksidan düzeylerinin karşılaştırılması. Türk Fizyolojik Bilimler Derneği 42. Ulusal Fizyoloji Kongresi, Düzce, Poster Bildirisi

Yazılan ulusal/uluslararası kitaplar veya kitaplardaki bölümler

1. Terapötik Egzersizler Kapsamlı El Kitabı, Bölüm adı: (Skapula ve çevresini kuvvetlendirme egzersizleri) (2020). 173-182 ERSEVER, E. Merve, Güneş Tıp Kitabevi, Çeviri Editörü: Prof. Dr. Fikriye Figen AYHAN ISBN:978-975-2778-0-9

2. Kronik Hastalıklarda Fiziksel Aktivite Ve Egzersiz Kanıta Dayalı Uygulamalar, Bölüm adı: (Egzersiz ve İmmün sistem). (2020). GÜZEL, Nevin A., ERSEVER, E.Merve Editörler: Doç. Dr. Yasemin ÇIRAK, Dr.Öğr.Üyesi Gül Deniz YILMAZ YELVAR (Basım aşamasında)

Aldığı Sertifikalar

- 1.Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi, 2007, Ankara
- Uluslararası SP Tedavisinde Güncel Yaklaşımlar Sempozyumu 1-2, 2008, Ankara
- Cyriax Üst Ekstremitte Mobilizasyonu-Manipulasyonu Kursu, 2009, Ankara
- Kinesio Taping Association International (KT1 KT2), 2009, Antalya
- Ayak Sağlığının Kas İskelet Sistemi Üzerine Etkileri, 2012, Ankara
- Patellafemoral Ağrı Sendromu Sempozyumu, 2012, Ankara
- TMMOB Ankara Şubesi MS Project, 2012, Ankara
- 4. Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi, 2013, Denizli
- Anadolu Lenfödem Derneği Üst-Alt Ekstremitte Lenfödem Rehabilitasyon Kursu, 2013, Ankara
- Kompleks Dekonjestif Terapi Kursu, 2013, Ankara
- 5. Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi, 2015, Bolu
- Ankara Tabip Odası, Temel Biyoistatistik Kursu, 2015, Ankara
- Gazi Üniversitesi, 17. Deney Hayvanları Uygulama ve Etik Kursu, 2015, Ankara
- 42. Ulusal Fizyoloji Kongresi 2016, Düzce
- The Role of Physical Therapy and Exercise, University of Toronto Online, Sertifika, 2021
- İzokinetik Sistemlerde Değerlendirme ve Egzersiz Planlama Kursu, 2021, Ankara

Projelerde Yaptığı Görevler

1. Üniversite öğrencilerinin sigaraya karşı bilgi ve davranışlarının değerlendirilmesi, Yürütücü Başkent Üniversitesi Araştırma Kurulu, Klinik Araştırma Projesi, KA07/184
2. Türkiye Böbrek Hastalıklarını Önleme Ve Kontrol Programı Çalıştayı, böbrek hastalarında fizik tedavi ve rehabilitasyonunun yeri ve önemi. (2013), Sağlık Bakanlığı, Ankara
3. Fizyoterapistlik Mesleğinde Yeniden Yapılanma Ve Strateji Belirleme Çalıştayı, Üniversitelerde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Eğitim Süresi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Lisans eğitimi veren akademik personelin yetkinliği ve yeterliliği, Üniversitelerde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Eğitimi Veren Bölüm Sayısı, Üniversitelerde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon eğitimi müfredatında minimum standartlar, Özlük Haklar Düzenleme Kurulu Üyeliği.30 Kasım-1 Aralık (2013) Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu

4. Tüketici koşuya zorlanan antrene ve antrene olmayan sıçanlarda böbrek IL-6, oksidan ve antioksidan düzeylerinin karşılaştırılması, Yardımcı Araştırmacı. (2014) Gazi Üniversitesi, BAP, 01/2015-21.
5. Farklı tür egzersizlerin ve immobilizasyonun, çeşitli dokularda irisin / BDNF düzeylerine etkisi ile kas mimarisi ve beyin dokusundaki değişimleri, Yardımcı Araştırmacı, (2020) Gazi Üniversitesi, BAP

Yabancı Dil

İngilizce



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..