

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

**ROTATOR KILIF TENDİNOPATİSİNDE KAN AKIMI
KISITLAMALI EGZERSİZ EĞİTİMİNİN KAS KALINLIĞI VE
SEMPTOMLARA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Uzm. Fzt. Dilara KARA

Spor Fizyoterapistliği Programı

DOKTORA TEZİ

ANKARA

2023

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

**ROTATOR KILIF TENDİNOPATİSİNDE KAN AKIMI
KISITLAMALI EGZERSİZ EĞİTİMİNİN KAS KALINLIĞI VE
SEMPTOMLARA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Uzm. Fzt. Dilara KARA

**Spor Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. İrem DÜZGÜN**

**ANKARA
2023**

ONAY SAYFASI

ROTATOR KILIF TENDİNOPATİSİNDE KAN AKIMI KISITLAMALI EGZERSİZ
EĞİTİMİNİN KAS KALINLIĞI VE SEMPTOMLARA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Dilara KARA

Danışman: Prof. Dr. İrem DÜZGÜN

Bu tez çalışması 22/11/2023 tarihinde jürimiz tarafından “Spor Fizyoterapistliği Programı” nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: *Prof. Dr. Nevin ERGUN*
Sanko Üniversitesi

Üye: *Prof. Dr. Volga BAYRAKCI TUNAY*
Hacettepe Üniversitesi

Üye: *Prof. Dr. Aydan AYTAR*
Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Üye: *Prof. Dr. Özlem ÜLGER*
Hacettepe Üniversitesi

Üye: *Doç. Dr. Elif TURGUT*
Hacettepe Üniversitesi

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

05 Aralık 2023

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN

Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. (1)
- x Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir.(2)
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmmiştir.

(İmza)

22/11/23

Dilara KARA

1“*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*”

- (1) *Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.*
- (2) *Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.*
- (3) *Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolu çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir. Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir*

* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Prof. Dr. İrem DÜZGÜN danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

(İmza).

Uzm. Fzt. Dilara KARA

TEŞEKKÜR

Akademik hayatıma başladığım günden beri bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, destekleyen ve akademik gelişimimde büyük katkıları olan çok sevdiğim danışmanım Sayın Prof. Dr. İrem DÜZGÜN'e,

Tezime verdiği katkıların yanında, akademik gelişimimi her zaman destekleyen, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Sporda Fizyoterapi Ana Bilim Dalı başkanımız değerli hocam Sayın Prof. Dr. Volga BAYRAKCI TUNAY'a,

Tezimin ultrasonografik verilerinin elde edilmesinin yanı sıra makale yazımı konusundaki değerli katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Levent ÖZÇAKAR'a,

Tez izleme komitemde yer alarak bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren, destekleyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Aydan AYTAR'a,

Akademik hayatımın bir kısmında birlikte çalışma fırsatı yakaladığım ve bu süreçte büyük emekleri olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Nevin ERGUN'a,

Tez ve tez dışı her türlü akademik desteği sağlayan, yöneticilik özellikleriyle de örnek olan Fakülte dekanımız değerli hocam Sayın Prof. Dr. Özlem ÜLGER'e,

Tez savunma jürimde yer alarak bilgi ve tecrübeleriyle katkıda bulunan, akademik hayatımda desteğini her zaman hissettiğim Sayın Doç. Dr. Elif TURGUT'a,

Akademik gelişimime bilgi ve tecrübeleriyle yol göstererek katkıda bulunan, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Sayın Doç. Dr. Gülcan HARPUR'a,

Tez çalışmalarım boyunca desteklerini her zaman hissettiğim ve birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum değerli çalışma arkadaşlarım Ceyda SEVİNÇ, Özgün UYSAL, Taha İbrahim YILDIZ, Kübra ÇAYLAN GÜRSES'e,

Sporcu Sağlığı Ünitesi'nden yolu geçmiş, bir dönem birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum çalışma arkadaşlarım Serdar DEMİRCİ, Burak ULUSOY, Leyla ERASLAN, Sinan AKOĞLU ve Damla TOK'a,

Desteğini hayatımın her aşamasında hissettiğim çok sevdiğim aileme, eşim Oğuzhan KARA'ya ve hayatıma girdiği günden beri bana en büyük motivasyon ve neşe kaynağı olan oğlum Atlas KARA'ya,

Doktora eğitimim boyunca TÜBİTAK 2211-A Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında beni destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na,

Teşekkür ederim...

ÖZET

Kara, D. Rotator Kılıf Tendinopatisinde Kan Akımı Kısıtlanmalı Egzersiz Eğitiminin Kas Kalınlığı ve Semptomlara Etkisinin Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sporda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı, Spor Fizyoterapistliği Programı, Doktora Tezi, Ankara 2023. Bu araştırmanın amacı, rotator kılıf tendinopatisinin rehabilitasyonunda kan akımı kısıtlanmalı eğitimin (KAKE) omuz çevresi kas kalınlığı, kas kuvveti ve omuz semptomlarına etkisini araştırmaktır. Araştırmaya tek taraflı omuz ağrısı nedeniyle rotator kılıf tendinopatisi tanısı alan 18-45 yaş aralığında, 32 hasta dahil edildi. Hastalar randomize olarak KAKE grubu (yaş: 31,5±5,1 yıl, boy uzunluğu: 171,7±8,7 cm, vücut ağırlığı: 71,8±11,3 kg) ve kontrol grubu (yaş: 34,9±5,4 yıl, boy uzunluğu: 172,1±8,6 cm, vücut ağırlığı: 72,9±13,6 kg) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Her iki gruba da 8 hafta boyunca, haftada 2 gün, progresif dirençli omuz rehabilitasyon programı uygulandı. KAKE grubundaki hastalar ağırlı omzun en proksimal noktasına yerleştirilen 5 cm genişliğindeki pnömatik bir *cuff* ile rehabilitasyon egzersizlerini yaparken, kontrol grubunda yer alan hastalar aynı egzersiz protokolünü ağırlı omuzda *cuff* olmadan uyguladı. Her iki grupta da egzersizler düşük şiddette (1 maksimum tekrarın %30'u), 4 set, toplam 75 tekrar (30/15/15/15) olacak şekilde eşit volümde uygulandı. Tüm hastaların tedavi öncesi ve sonrası supraspinatus, infraspinatus, deltoid, biceps braki ve skapula-retraktör kas kalınlıkları ile akromiohumeral (AH) mesafeleri ultrasonografi ile; 60°/sn ve 180°/sn açısız hızlarda omuz internal ve eksternal rotator kas kuvvetleri ise izokinetik dinamometre ile ölçüldü. Ayrıca omuz ağrısı, görsel analog skala ile; omuz fonksiyonu ise Omuz Ağrı ve Disabilite İndeksi (SPADI) ile değerlendirildi. Tedavi sonrasında KAKE grubunda biceps braki kas kalınlığı ($p<0,001$) ve 60°/sn'de ölçülen omuz internal rotasyon ($p=0,02$) kas kuvveti kontrol grubuna göre daha yüksekti. Diğer omuz kas kalınlıkları, AH mesafe ve rotasyonel kas kuvvetleri açısından gruplar arasında fark bulunmadı ($p>0,05$). Her iki grupta da supraspinatus ($p=0,003$), infraspinatus ($p=0,001$), skapula-retraktör ($p=0,02$) kas kalınlıkları ve tüm omuz rotasyonel kas kuvvetleri zamanla artış gösterdi ($p<0,05$). Tedavi sonrasında SPADI skoruyla ölçülen omuz fonksiyonu KAKE grubunda daha iyiydi ($p=0,04$). Ancak her iki grupta da ağrı zamanla azaldı, omuz fonksiyonu gelişti ($p<0,05$). Sonuçlar rotator kılıf tendinopatisinde uygulanan KAKE'nin oklüzyon bölgesinin proksimal (omuz internal rotasyon kas kuvveti) ve distalinde (biceps braki kas kalınlığı) olumlu etkileri olduğunu gösterdi. KAKE'nin omuz rehabilitasyonunda geleneksel rehabilitasyon protokollerine bir alternatif olarak kullanılabilceğini düşünüyoruz.

Anahtar kelimeler: Omuz ağrısı, dirençli egzersiz, hipertrofi, rehabilitasyon, fizyoterapi.

Yazar, doktora eğitim süresi boyunca TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

ABSTRACT

Kara, D. Investigation of the Effect of Blood Flow Restriction Training on Shoulder Muscle Thickness and Symptoms in Rotator Cuff Tendinopathy. Hacettepe University, Graduate School of Health Sciences, Department of Sports Physiotherapy and Rehabilitation, Sports Physiotherapy Program, PhD Thesis, Ankara 2023. The aim of this study was to investigate the effects of blood flow restriction training (BFRT) on shoulder muscle thickness, muscle strength, and shoulder symptoms in rotator cuff tendinopathy. Thirty-two patients aged between 18-45 years with diagnosed rotator cuff tendinopathy due to unilateral shoulder pain were included in the study. Patients were randomly allocated into two groups: the BFRT group (age: 31.5 ± 5.1 years, height: 171.7 ± 8.7 cm, body weight: 71.8 ± 11.3 kg) and the control group (age: 34.9 ± 5.4 years, height: 172.1 ± 8.6 cm, body weight: 72.9 ± 13.6 kg). A progressive rehabilitation program was applied to both groups twice a week for eight weeks. Patients in the BFRT group performed rehabilitation exercises with a 5 cm-wide pneumatic cuff placed at the most proximal portion of the painful shoulder, while patients in the control group performed the same exercise protocol without the cuff. The exercises in both groups were performed at low intensity (30% of 1 repetition maximum), 4 sets, with a total of 75 repetitions (30/15/15/15). Before and after the rehabilitation, the thickness of the supraspinatus, infraspinatus, deltoid, biceps brachii, and scapula-retractor muscles, as well as the acromiohumeral (AH) distance, were measured using ultrasonography. Shoulder internal and external rotator muscle strengths were measured using an isokinetic dynamometer at angular velocities of $60^\circ/\text{s}$ and $180^\circ/\text{s}$. Additionally, shoulder pain was assessed using a visual analog scale, and shoulder function was evaluated using the Shoulder Pain and Disability Index (SPADI). The BFRT group had a greater increase in biceps brachii muscle thickness ($p < 0.001$) and higher shoulder internal rotation muscle strength at $60^\circ/\text{s}$ ($p = 0.02$) compared to the control group after the rehabilitation. There were no significant differences between the groups in terms of other shoulder muscle thicknesses, AH distance, and rotator muscle strength ($p > 0.05$). Both groups showed a significant increase in the supraspinatus ($p = 0.003$), infraspinatus ($p = 0.001$), and scapula-retractor ($p = 0.02$) muscle thicknesses, and all shoulder rotator muscle strengths over time ($p < 0.05$). The shoulder function measured by the SPADI score after the rehabilitation was better in the BFRT group ($p = 0.04$). However, both groups showed a reduction in pain and improvement in shoulder function over time ($p < 0.05$). The results indicated that BFRT applied in rotator cuff tendinopathy had positive effects on both proximal (shoulder internal rotation muscle strength) and distal (biceps brachii muscle thickness) sites of the occlusion. BFRT can be utilized as an alternative to traditional rehabilitation protocols in shoulder rehabilitation.

Keywords: Shoulder pain, resistance exercise, hypertrophy, rehabilitation, physiotherapy.

The author has been supported by TUBITAK throughout her doctorate process.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Omuz Kuşağı Kasları	4
2.1.1. Rotator Kılıf Kasları	4
2.1.2. Skapulotorasik Eklem Kasları	5
2.1.3. Diğer Kaslar	7
2.2. Omuz Kuşağı Biyomekaniği	10
2.3. Rotator Kılıf Tendinopatisi	13
2.3.1. Rotator Kılıf Tendinopatisinin Etyolojisi	14
2.3.2. Rotator Kılıf Tendinopatisinde Klinik Semptomlar	16
2.3.3. Rotator Kılıf Tendinopatisinde Rehabilitasyon	16
2.4. Kan Akımı Kısıtlamalı Eğitim (KAKE)	17
2.4.1. Kan Akımı Kısıtlamalı Eğitimin Potansiyel Etki Mekanizmaları	19
2.4.2. Kan Akımı Kısıtlamalı Eğitim Prensipleri	21
2.4.3. Kan Akımı Kısıtlamalı Eğitiminin Güvenliği ile İlgili Noktalar ve Kontrendikasyonları	23
2.5. Kan Akımı Kısıtlamalı Eğitimin Proksimal Etkileri	25
3. BİREYLER VE YÖNTEM	27
3.1. Araştırma Dizaynı ve Etik Onayı	27
3.2. Bireyler	27
3.3. Değerlendirmeler	30

3.3.1. Dahil Edilme Kriterleri Açısından Değerlendirme	30
3.3.2. Demografik Bilgiler ve Klinik Özellikler	31
3.3.3. Ağrı Şiddetinin Değerlendirilmesi	31
3.3.4. Omuz Fonksiyonunun Değerlendirilmesi	31
3.3.5. Kas Kalınlığının Değerlendirilmesi	32
3.3.6. Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi	33
3.4. Yöntem	34
3.5. Rehabilitasyon protokolü	34
3.5.1. Egzersiz Protokolü	35
3.5.2. Kan Akımı Kısıtlanmalı Eğitim Protokolü	38
3.6. İstatistiksel Analiz	40
4. BULGULAR	41
4.1. Tanımlayıcı Veriler	41
4.2. KAKE Grubunda Uygulanan Oklüzyon Miktarı	43
4.3. Akromiöhumeral Mesafe ve Kas Kalınlıklarının Karşılaştırması	43
4.4. Omuz Rotator Kas Kuvvetlerinin Karşılaştırması	45
4.5. Tedavi Öncesi ve Sonrasında Ekstremiteler Arası Karşılaştırmalar	47
4.6. Ağrı ve Fonksiyonel Skorların Karşılaştırması	50
4.7. Egzersiz Eğitimi Esnasında Algılanan Yorgunluk Düzeyi	52
5. TARTIŞMA	53
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	64
7. KAYNAKLAR	66
8. EKLER	80
EK 1. Etik Kurul Onayı	
EK 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	
EK 3. Olgu Rapor Formu	
EK 4. Omuz Ağrı ve Disabilite İndeksi (SPADI)	
EK 5. Tez Orijinallik Raporu	
EK 6. Dijital Makbuz	
EK 7. Görüntü Kullanım Onam Formu	
9. ÖZGEÇMİŞ	92

SİMGELER ve KISALTMALAR

%	: Yüzde
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
°	: Derece
1-MT	: 1-Maksimum tekrar
ACSM	: Amerikan Spor Tıbbı Birliği
AH	: Akromiohumeral
AOB	: Arteriyel oklüzyon basıncı
cm	: Santimetre
ÇAA	: Çeyrekler arası aralık
EHA	: Eklem hareket açıklığı
GA	: Güven aralığı
GH	: Büyüme hormonu (<i>Growth hormon</i>)
ICC	: <i>Intraclass Correlation Coefficient</i>
IGF	: İnsülin benzeri büyüme faktörü
KAKE	: Kan akımı kısıtlamalı eğitim
MHz	: Megahertz
mTORC1	: <i>Mammalian target of rapamycin complex 1</i>
n	: Birey sayısı/sıklık
Nm/kg	: Newton-metre/kilogram
OMNI-RES EB	: <i>OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise with Elastic Bands</i>
RPE	: Algılanan yorgunluk derecesi (<i>Rating of perceived exertion</i>)
SKU	: Standart KAATSU birimi (<i>Standard KAATSU Unit</i>)
SPADI	: Omuz Ağrı ve Disabilite İndeksi (<i>Shoulder Pain and Disability Index</i>)
SS	: Standart sapma
VAS	: Görsel Analog Skalası

ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
3.1.	Hasta akış şeması.	29
3.2.	Supraspinatus (A) ve skapula-retraktör (B) kaslarının kalınlık ölçümleri sırasındaki <i>prob</i> pozisyonu.	32
3.3.	Supraspinatus tendonunun (SSP) kısa eksen (A) ve uzun eksen (B) görüntülemesi ve supraspinatus (C) ve skapula-retraktör (D) kasların kalınlık ölçümleri (çift oklar) için kısa eksen görüntüleme.	33
3.4.	Kas kuvvetinin değerlendirilmesi sırasında hasta pozisyonu.	34
3.5.	<i>Biceps curls</i> (A) ve omuz 0° abduksiyonda iken skapular retraksiyon (B) egzersizi.	36
3.6.	<i>Full can</i> (A) ve yan yatışta eksternal rotasyon (B) egzersizi.	36
3.7.	Omuz 45° abduksiyonda iken skapular retraksiyon (A) duvarda şınav (B) egzersizi.	36
3.8.	Yüzüstü T (A) yüzüstü Y (B) egzersizi.	37
3.9.	Yüzüstü omuz 90° abduksiyonda eksternal rotasyon (A) masa kenarında şınav (B) egzersizi.	37
3.10.	KAATSU Nano cihazı.	39
3.11.	Arteriyel oklüzyon basıncı ölçüm pozisyonu.	39

TABLolar

Tablo	Sayfa
2.1. Omuz eklemlerinde meydana gelen hareketler.	11
2.2. Tendinopatinin farklı nedenleri.	15
2.3. Kas kuvveti ve hipertrofisi için önerilen KAKE protokolü.	24
3.1. Egzersiz protokolü.	35
4.1. Demografik bulgular ve klinik özellikler.	41
4.2. Omuz eklem hareket açıklıkları.	42
4.3. Tedavi öncesi ağrı ve fonksiyonel skorlar.	42
4.4. Etkilenen ekstremitede tedavi öncesi AH mesafe, kas kalınlığı ve omuz rotator kas kuvveti.	43
4.5. Etkilenen ekstremitede AH mesafe ve kas kalınlıklarının karşılaştırması.	44
4.6. Etkilenen ekstremitede omuz rotator kas kuvvetlerinin karşılaştırması.	46
4.7. KAKE grubunda tedavi öncesi ve sonrasında ekstremiteler arası karşılaştırma.	48
4.8. Kontrol grubunda tedavi öncesi ve sonrasında ekstremiteler arası karşılaştırma.	49
4.9. Ağrı ve fonksiyonel skorların karşılaştırması.	51

1. GİRİŞ

Omuz ağrısının yaşam boyu görülme sıklığı %70'tir ve omuz ağrısı olan kişilerin yaklaşık %50'si bir yıldan fazla bir süreyle ağrı yaşamaktadır (1). Literatürde omuz ağrısı ve fonksiyon kaybı ile ilgili pek çok tanım bulunmakla birlikte; ağrıya neden olan mekanizmalar, ağrı hissinin kaynağı, rotator kılıf tendonlarındaki yapısal yetersizlik, inflamasyon olup olmadığı ve bunun omuz ağrısındaki rolü nedeniyle farklı kavram tartışmaları bulunmaktadır. Son yıllarda subakromiyal ağrı sendromu, rotator kılıf tendinopatisi, semptomatik parsiyel veya tam kat rotator kılıf yırtıkları tanımlamaları "rotator kılıfla ilişkili omuz ağrısı" şemsiye terimiyle adlandırılmıştır (2).

Glenohumeral kas imbalansı omuz ağrısına neden olan faktörlerden biridir. Supraspinatus, teres minör, infraspinatus ve subskapularis kasları kol elevasyonu sırasında humerus başının glenoid kavite içerisinde dinamik stabilizasyonunu sağlar (3). Baş üstü aktiviteler veya sporlar sırasında tekrarlayan yüklenmeler, özellikle supraspinatus tendonunda dejeneratif değişiklikler meydana getirir. Rotator kılıf kaslarında meydana gelen zayıflık veya dejeneratif değişiklikler nedeniyle zayıf rotator kılıf, deltoidin yukarı yönde uyguladığı çekme kuvvetine karşı koyamaz ve humerus başında superior translasyon meydana gelir. Bu durum omuz ağrısı ve fonksiyon kaybına zemin hazırlar (4).

Rotator kılıf patolojisi olan bireylerde posterior omuz (infraspinatus-teres minör), orta trapez, supraspinatus ve deltoid gibi omuz çevresi kaslarda zayıflık ve bu kasların enine kesit alanlarında azalma olduğu gösterilmiştir (5-7) Benitez-Martinez ve ark. (6) omuz ağrısı olan sporcularda asemptomatik sporculara göre supraspinatus kasının atrofik olduğunu raporlamıştır. Bunun ağrıya bağlı kas atrofisi olabileceğini belirtmişlerdir.

Altta yatan mekanizmalardan yola çıkılarak yapılan çalışmalarda rotator kılıfla ilişkili omuz ağrısı durumlarında egzersiz tedavisinin etkinliği kanıtlanmıştır (8). Kanıta dayalı rehabilitasyon programları skapular stabilizatör kaslar ile birlikte rotator kılıf kas kuvvetini sağlamaya yönelik dirençli egzersizlere odaklanmıştır (8-10).

Son yıllarda kas hipertrofisi sağlamak ve kuvvetini geliştirmek için kullanılan popüler uygulamalardan biri kan akımı kısıtlamalı eğitim (*Blood flow restriction training-KAKE*) ya da KAATSU eğitimi olarak adlandırılan düşük şiddetli egzersiz

eğitimidir (11-14). Bu uygulama, ekstremitenin en proksimal noktasına yerleştirilen pnömatik bir *cuff* yardımıyla kan akımının kısıtlanması ile birlikte düşük şiddetli egzersiz yapılmasıdır. Bu eğitim esnasında uygulanan eksternal basınç, venöz dönüşü kısmen kısıtlayacak, ancak arteriyel akımın devamlılığını sağlayacak düzeydedir (15). Buradaki venöz oklüzyon periyodları ile oluşan anaerobik ortam kas hipertrofisini uyaran çeşitli mekanizmaları harekete geçirir. Önerilen mekanizmalar arasında artan metabolik stres, artan Tip II kas lifi ateşlenmesi, hücresel şişme, protein sentezi için kas içi sinyallerde artış ve büyüme hormonu (*Growth hormon-GH*) sekresyonunun uyarılması gibi mekanizmalar bulunmaktadır (11, 14, 16).

Amerikan Spor Tıbbı Birliği (ACSM) kas kuvvet ve hipertrofisi için uygulanacak olan direnç miktarının 1-Maksimum tekrarın (1-MT) %70'inden fazla olması gerektiğini belirtmiştir (17). Ancak bu yüklenme tipi özellikle ağırlı bireyler için erken dönemlerde ağrıyı arttırması nedeniyle uygun değildir. KAKE'de 1-MT'nin %20-30'unda yani düşük şiddetli bir egzersiz eğitimi uygulanır. Bu egzersiz eğitiminin yüksek şiddetli antrenmanın yararlarını çok daha düşük yüklerde elde etmeye izin verdiği gösterilmiştir (11, 18). Özellikle yüksek şiddetli egzersizi tolere edemeyen bireylerde ve kas-iskelet sistemi rehabilitasyonunda yararlı bir egzersiz alternatifi olacağı ileri sürülmektedir (15, 16, 19, 20). Yaşlılarda (21), postmenopozal dönemdeki kadınlarda (22), sporcularda (14), diz cerrahileri sonrasında (23), diz osteoartritinde (24) ve patellofemoral eklem ağrısında (25) yapılmış olan çalışmalarda kas kalınlığı ve/veya kuvveti üzerine anlamlı etkileri olduğu gösterilmiştir. Bu uygulamanın herhangi bir yan etkisinin olmadığı ve güvenli bir şekilde kullanılabileceği ileri sürülmektedir (26-28).

KAKE'de hedef bölge pnömatik *cuff*'in altında kalan distal bölgelerdir (11). Bu nedenle günümüze kadar yapılan çalışmalar çoğunlukla alt ekstremitte kaslarına odaklanmıştır. Anatomik konumu nedeniyle doğrudan pnömatik *cuff* altına yerleştirilemeyen omuz, göğüs gibi bölgeler hakkında çok az sayıda çalışma vardır. 2019 yılında Bowman ve ark. (29) tarafından yapılan randomize kontrollü bir çalışmada bu eğitimin ekstremitte distali dışında, proksimal bölgelerde hatta kontralateral ekstremitte üzerinde de olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir. Bu eğitimin etki mekanizmaları göz önüne alındığında sadece ekstremitte distalinde değil, proksimal bölgelerde de kas hipertrofisi ve kuvvetinde artmanın olabileceği öne

sürülmektedir. Ancak bununla ilgili çalışma sayısı oldukça azdır ve literatürde bulunan sınırlı sayıdaki çalışmanın hepsi sağlıklı popülasyon üzerindedir.

Güncel literatür göz önüne alındığında rotator kılıf tendinopatisinde KAKE'nin etkilerini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu araştırma rotator kılıf tendinopatilerinde KAKE'nin omuz çevresi kas kalınlığı ve kas kuvvetini arttırmada, standart rehabilitasyon protokolüne göre daha etkili olacağı görüşüyle planlandı. Kuvvet artışıyla birlikte bu hastalarda ağrının azalması ve omuz fonksiyonlarının iyileşmesi beklendi. Böylece omuz rehabilitasyonunda yeni bir egzersiz eğitim modelinin fizyoterapistlere kazandırılması hedeflendi.

Araştırmanın hipotezleri şunlardır:

Hipotez 1: Kan akımı kısıtlamasıyla uygulanan egzersiz eğitimi omuz çevresi kas kalınlığını arttırmada daha etkilidir.

Hipotez 2: Kan akımı kısıtlamasıyla uygulanan egzersiz eğitimi rotator kılıf kas kuvvetini arttırmada daha etkilidir.

Hipotez 3: Kan akımı kısıtlamasıyla uygulanan egzersiz eğitimi omuz ağrısının azaltılmasında daha etkilidir.

Hipotez 4: Kan akımı kısıtlamasıyla uygulanan egzersiz eğitimi omuz fonksiyonunun geliştirilmesinde daha etkilidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Omuz Kuşağı Kasları

Omuz fonksiyonları glenohumeral, skapulotorasik, akromioklavikular ve sternoklavikular eklemlerin koordineli hareketleri ile gerçekleştirilir. Bu eklemlerin fonksiyonunun gerçekleştirilmesinde rol oynayan omuz kuşağı kasları ise humerus, skapula, kostalar, vertebra ve hatta sakruma kadar uzanan geniş bir alanda yer almaktadır. Bu kaslar üst ekstremité hareketlerinin gerçekleştirilmesinde ve bu hareketler sırasında omuz eklemine dinamik stabilizasyonda görevlidir. Bu bölümde omuz kuşağı kasları fonksiyon ve yerleşimlerine göre; rotator kılıf kasları, skapulotorasik eklem kasları ve diğer kaslar olmak üzere sınıflandırıldı.

2.1.1. Rotator Kılıf Kasları

Rotator kılıf kasları supraspinatus, infraspinatus, subskapularis ve teres minör kaslarından oluşur ve temel olarak omuz internal-eksternal rotasyonu ve kol elevasyonu sırasında humerus başının glenoid fossa içerisinde stabilizasyonundan sorumludur.

Supraspinatus kası

Spina skapula üzerinde supraspinöz fossa içerisinde uzanır. Humerus büyük tuberkülüne bağlanmak için akromion prosesinin altından geçer. Supraspinöz fossada yer alan kısım üstte trapez kasının, lateralde ise deltoid kasının derinindedir. Daha önce yapılan kinezyoloji çalışmaları bu kasın omuz abduksiyonunun ilk 15°'sinde etkili olduğunu söylese de güncel araştırmalar tüm omuz abduksiyon hareketi esnasında aktif olduğunu belirtmektedir. Eklem hareketini sağlamasının yanı sıra asıl önemli olan görevi humerus başının glenoid fossa içerisinde stabilize edilmesidir (3).

İnfraspinatus kası

Spina skapula altında infraspinöz fossa içerisinde uzanır. Kas liflerinin çoğu yüzeyledir. Ancak bir kısmı deltoid ve trapez kasları tarafından kaplanmıştır (3). Humerus büyük tuberkülünde supraspinatus insersiyonunun hemen altında sonlanır.

Omuz eksternal rotasyonunda ve humerus başının glenoid fossa içerisinde stabilize edilmesinde görevlidir (30).

Subskapularis kası

Skapulanın anterior (kostal) yüzünde, subskapular fossa içerisinde uzanır. Omuz eklemine anteriordan geçer ve humerus küçük tuberkülünde sonlanır (30). Bu distal bağlantı humerus başını örtmek için diğer rotator kılıf kaslarıyla ortak bir tendinöz yapı olacak şekilde birleşir. Bu kas skapulanın anterior yüzüne yapışması ve horizontal çekiş açısı nedeniyle omuz internal rotasyonunda primer rol oynar. Aynı zamanda omuz adduksiyonuna yardımcı olur. Ayrıca humerus başının glenoid fossa içerisinde stabilize edilmesinde görevlidir (3).

Teres minör kası

Anatomik lokasyonu ve fonksiyonu nedeniyle infraspinatus kasıyla yakın ilişkilidir. Skapulanın inferior açısından başlar, humerusa tutunmak için oblik bir şekilde yukarı ve dışarı doğru uzanır, humerus büyük tuberkülünün posteriorunda, infraspinatus kasının altında sonlanır. Omuz eksternal rotasyonunda ve humerus başının glenoid fossa içerisinde stabilize edilmesinde görevlidir (3, 30).

2.1.2. Skapulotorasik Eklem Kasları

Skapulotorasik eklem kasları, temel olarak skapulotorasik eklemden yukarı-aşağı rotasyon, anterior-posterior tilt ve internal-eksternal rotasyon olmak üzere üç rotasyon; elevasyon-depresyon ve protraksiyon-retraksiyon olmak üzere iki translasyon hareketinin gerçekleştirilmesinden sorumludur. Bu hareketler sayesinde kol elevasyonu sırasında glenoid kavitenin pozisyonunun ayarlanmasını ve skapular stabilizasyonun gerçekleştirilmesini sağlarlar (3).

Trapez kası

Trapez kası sırtın yüzeysel tabakasında yerleşmiş olan büyük bir kاست. Bu kas üst trapez, orta trapez ve alt trapez olmak üzere üç ayrı parçada adlandırılır. Bu adlandırmanın sebebi her bir parçanın farklı çekme açısının bulunması ve buna bağlı olarak farklı kas aktivasyonları oluşturmasıdır (3).

Üst trapez, oksipital çıkıntından ve üst servikal vertebraların spinöz proseslerindeki nuchal ligamentten başlar, klavikulanın lateral 1/3 kısmı ve akromionda sonlanır (30). Yukarı yönlü diyagonal çekiş açısından dolayı, primer görevi skapular elevasyon ve yukarı rotasyonudur. Skapular retraksiyon hareketine de yardımcı olur (3).

Orta trapez, alt servikal vertebraların nuchal ligamentinden, C7'nin spinöz prosesinden ve üst torakal vertebraların (1-5.) spinöz prosesinden başlar; akromionun medialinde ve spina skapulanın üst kenarında sonlanır (30). Horizontal çekiş açısından dolayı skapular retraksiyonda rol oynayan temel kاستر. Skapular yukarı rotasyon hareketine ise yardımcı olur (3).

Alt trapez, orta ve alt torakal vertebraların (6-12.) spinöz prosesinden başlar, spina skapulanın alt kenarında sonlanır (30). Aşağı yönlü diyagonal çekiş açısından dolayı görevi skapular depresyon ve yukarı rotasyondur. Skapular retraksiyon hareketine ise yardımcı olur (3).

Bu kasın tüm parçaları birlikte çalıştığında skapular retraksiyon sağlarlar. Ancak buradaki temel retraktör orta trapez kasıdır. Üst ve alt trapez kasları bu harekete yardımcı olur. Kasın bu parçaları elevasyon ve depresyon hareketinde antagonist olarak hareket ederken, skapular yukarı rotasyon hareketinde agonist olarak çalışırlar (3).

Serratus anterior kası

Üst sekiz torakal vertebranın lateral yüzeyinden başlar, skapulanın medial kenarının ön yüzünde sonlanır (30). Skapulanın toraksa stabilize edilmesinde, skapular protraksiyonda ve yukarı rotasyonda görevlidir. Serratus anterior kas aktivasyonu olmadan kolun baş üstü seviyeye elevasyonu gerçekleştirilemez (3).

Rhomboid kaslar

Rhomboideus majör ve minör genellikle tek bir kas olarak ifade edilir. Çünkü anatomik olarak bu kasları ayırmak zordur ve fonksiyonel olarak aynı işi yaparlar (3). Bu kaslar C7-T5 servikal ve torakal vertebraların spinöz çıkıntılarında başlar; skapulanın medial kenarında, spina skapula ile inferior açı arasındaki alanda sonlanır

(30). Temel görevleri skapular retraksiyon ve elevasyondur. Ayrıca levator skapula ile birlikte çalışarak skapular aşağı rotasyon yaptırırlar (3).

Levator skapula kası

Levator skapula, C1-C4 servikal vertebraların transvers çıkıntılarında başlar, skapulunun superior açısında sonlanır (30). Sırtta trapez kası tarafından tamamen örtülüdür. Vertikal çekiş açısından dolayı primer görevi skapular elevasyondur. Ayrıca skapular aşağı rotasyon hareketinin primer kasıdır. Skapular retraksiyon hareketine ise yardımcı olur (3).

Pektoralis minör kası

Pektoralis minör, skapulotorasik eklemden anteriorda bulunan tek kastır. Pektoralis majör kasının derininde yer alır. 3-5. kostaların medial kenarındaki kıkırdak yapıdan başlar, korakoid prosesinde sonlanır (30). Aşağıya yönlü diyagonal çekiş açısı çoğunlukla dikeydir, bu da onu skapular depresyon, aşağı rotasyon ve skapular tilt hareketlerinde primer hareket ettirici yapar (3).

2.1.3. Diğer Kaslar

Deltoid kası

Omuz eklemine anterior, posterior ve lateral olmak üzere üç yönden saran ve omuza şeklini veren kastır. Fonksiyonel olarak bu kas anterior, orta ve posterior deltoid olarak üç parçaya ayrılır.

Anterior deltoid, klavikulanın 1/3 lateralinden başlar; humerus lateralindeki *tuberositas deltoidea*'da sonlanır (30). Eklem ön yüzündeki oblik seyri nedeniyle abduksiyon, fleksiyon ve internal rotasyon hareketlerinde görev alır. Kol omuz hizasındayken çekiş açısı çoğunlukla yatayıdır, dolayısıyla horizontal adduksiyon yapar (3).

Orta deltoid, akromiyondan başlar; *tuberositas deltoidea*'da sonlanır (30). Eklem lateralindeki dikey çekiş açısı nedeniyle omuz abduksiyonunda primer görevlidir (3).

Posterior deltoid, spina skapuladan başlar; *tuberositas deltoidea*'da sonlanır (30). Eklemde arka yüzündeki oblik çekiş açısı nedeniyle omuz abduksiyonu, ekstansiyonu, hiperekstansiyonu ve eksternal rotasyonunda görev alır. Kol omuz hizasındayken çekiş açısı çoğunlukla yataydır, dolayısıyla horizontal abduksiyon yapar (3).

Pektoralis majör kası

Göğsün ön tarafında yer alan, omuz eklemine ön yüzünü medialden laterale doğru geçen büyük bir kastır. Deltoid kasının altında yer alan distal yapışma yeri dışında yüzeyseldir. Temel olarak omuz adduksiyon ve internal rotasyon yaptırır (30). Origo kısmında yapıştığı noktalar nedeniyle farklı çekiş açlarına sahip olan iki parçadan oluşur: klavikular ve sternal parça.

Klavikular parça, klavikulanın orta 1/3'lük kısmından başlar; humerus proksimal-lateralinde intertuberküler sulkusun kenarına tutunur. Bu parça, liflerin vertikal çekiş açısı nedeniyle hareketin başlangıç aşamasında omuz fleksiyonu yapar. Kol omuz hizasına geldikçe çekiş açısı horizontal pozisyon alır ve kas aktivasyonu azalır. Bu parça omuz fleksiyonunun erken evresinde (0° - 30°) etkilidir, orta evrede 90° omuz elevasyonuna yaklaştıkça etkisiz hale gelir (3).

Sternal parça, sternum ve ilk altı kostanın kırkırdak kısmından başlar; humerus proksimal-lateralinde intertuberküler sulkusun kenarına tutunur. Omuz tam fleksiyondayken daha vertikal bir çekiş açısına sahiptir ve omuz 90° ekstansiyona yaklaştığında kas aktivasyonu azalır. Klavikular parça ile tam ters yönde hareket eder. Omuz ekstansiyonunun erken kısmında (180° - 150°) en etkilidir, orta evrede 90° omuz elevasyonuna yaklaştıkça etkisiz hale gelir (3).

Bu kasın her iki parçası sagittal düzlemdeki fleksiyon-ekstansiyon hareketinde antagonist olarak çalışırken; omuz adduksiyon, internal rotasyon ve horizontal adduksiyon hareketleri sırasında agonist olarak hareket ederler (3).

Latissimus dorsi kası

Sırtta alt trapez kası tarafından kaplanan kısım ve humerustaki insersio bölgesine tutunmak için aksilladan geçerken distal olarak kaplanan küçük bir kısım dışında çoğunlukla yüzeysel bir kastır. T7-L5 vertebraların spinöz proseslerinden

(torakolumbar fasya), iliak krista ve sakrumun arkasından ve son üç kostanın inferiorundan başlar, distale doğru uzanarak humerusta bulunan intertuberküler sulkusun medial kısmına yapışır (30). Omuz eklemine inferior ve medialden geçtiği için omuz ekstansiyon, hiperekstansiyon, adduksiyon ve internal rotasyon hareketlerini sağlar. Ayrıca ilium ve sakruma tutunması nedeniyle, kollar sabit iken pelvis elevasyonu yapar. Bu hareket, koltuk değneğiyle yürüme sırasında, kollar koltuk değneği üzerinde sabitlendiğinde meydana gelir (3).

Teres majör kası

Skapulanın inferior açısında teres minör kasının altından başlar, latissimus dorsi ile birlikte aksillanın altından geçerek humerusun intertuberküler sulkusunda sonlanır (30). Teres majör, genellikle latissimus dorsi kasının “küçük yardımcısı” olarak bilinir, çünkü omuz hiperekstansiyonu dışında latissimus dorsi kasının yaptığı tüm hareketleri yapar. Omuz ekstansiyonu, adduksiyonu ve internal rotasyonunda ana hareket ettirici kas olmasına rağmen, çok daha küçük boyutu onu latissimus dorsi kasından daha az etkili kılar (3).

Biseps braki kası

Uzun başı supraglenoid tuberkül ve superior labrumdan, kısa başı korakoid çıkıntıdan başlar; her iki baş birleşerek, radiusta bulunan tuberositas radii ve ön kol fasyasında sonlanır. Ön kolun fleksiyonu ve supinasyonunda primer rol oynayan kastır. Ayrıca omzun fleksiyonuna yardımcı olur (30). Omuz eklem kapsülü içerisinde bulunan biseps uzun başı, omuz eklemine dinamik stabilizasyonunda görev alır (3).

Korakobrakialis kası

Skapuladaki korakoid çıkıntıdan başlar, humerus medial kısmının orta parçasında sonlanır. Omuz fleksiyon ve adduksiyon hareketlerinde görev alır (3, 30).

Triseps braki kası

Kolun arkasındaki kas görüntüsünü oluşturan tek kastır (3). Üç başı bulunur. Uzun başı, skapulanın infraglenoid tuberkülünden; lateral başı, humerusun radial sulkusundan; medial baş, uzun ve lateral başların derininde humerusun radial

sulkusunun inferiorundan başlar; bu üç baş birleşerek dirseğin arka kısmına geçer ve ulnanın olekranonunda sonlanır (30). Lifleri dirsek arkasında vertikal olarak uzandığı için primer görevi dirsek ekstansiyonudur. Radius üzerinde hiçbir bağlantısı olmadığı için pronasyon veya supinasyonda rol oynamaz (3).

2.2. Omuz Kuşağı Biyomekaniği

Omuz elevasyonu, yani humerusun baş üstü seviyeye getirilmesi farklı düzlemlerde gerçekleşebilir: frontal düzlemde (abduksiyon), sagittal düzlemde (fleksiyon) veya skapular düzlemde (*scaption*). Omuz elevasyonu sırasında glenohumeral, skapulotorasik, akromioklavikular ve sternoklavikular eklemler eşzamanlı olarak hareket ederler.

Omuz elevasyonu sırasında glenohumeral eklemler eş zamanlı olarak gerçekleşen skapular yukarı rotasyona "skapulohumeral ritim" adı verilir (3, 31). Skapular yukarı rotasyon, kol elevasyonunun temel bir bileşenidir. Inman ve ark. (32) sağlıklı omuzlarda yaptıkları çalışmalarında, glenohumeral eklemdaki abduksiyon ile skapulotorasik eklemdaki yukarı rotasyon oranının 2:1 olduğunu belirtmişlerdir. Omuz elevasyonunun ilk 30°'sinde yalnızca glenohumeral eklem hareketi gerçekleşir. Bu dereceden sonraki her 2°'lik glenohumeral hareket için, 1° skapular yukarı rotasyon meydana gelir (31, 33). Inman'ın yaptığı araştırmadan sonra birçok araştırmacı omuz elevasyonu sırasındaki eklem kinematiğini incelemiş ve 1,25:1 ile 2,9:1 arasında değişen oranlarda skapulohumeral ritim değerleri raporlamıştır (31). Bu farklılıklar omuz elevasyonunun hangi düzlemde yapıldığı, elevasyon açısı, direnç miktarı, hareketin aktif veya pasif olarak gerçekleştirilmesi, hareketin hızı gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (31). Elevasyon sırasındaki skapulohumeral ritim üç fonksiyonel amaca hizmet eder (34).

- Daha yüksek açıda (120°'nin üzerinde) omuz elevasyonunun oluşmasına izin verir.
- Humerus başının glenoid fossa içerisine tam uyumunu sağlar.
- Glenohumeral kasların optimal uzunluk-gerilim ilişkisinin sürdürülmesini sağlar.

Kol elevasyonu 0°-90° ve 90°-180° olmak üzere iki faz olarak düşünüldüğünde, omuzun ilk 90°'lik abduksiyonunda, 60° glenohumeral abduksiyon ve 30°

skapulotorasik yukarı rotasyon meydana gelir. Bu yukarı rotasyon, sternoklavikular eklemdaki 20-25° klavikular elevasyon ve akromioklavikular eklemdaki 5-10° yukarı rotasyon ile senkronizedir (31).

90-180°'lik elevasyon sırasında ise ilk aşamaya ilave olarak glenohumeral eklemda 60° abduksiyon ve skapulotorasik eklemda 30° yukarı rotasyon meydana gelir. Bununla birlikte sternoklavikular eklemda klavikula 5° elevasyon ve 40° posterior rotasyon yaparken, akromioklavikular eklemda 20-25° yukarı rotasyon oluşur (31). Toplam 180°'lik omuz elevasyonu sırasında omuz eklemlerinde meydana gelen hareketler Tablo 2.1.'de özetlendi.

Tablo 2.1. Omuz eklemlerinde meydana gelen hareketler (34).

Elevasyon derecesi	Glenohumeral eklem	Skapulotorasik eklem	Sternoklavikular eklem	Akromioklavikular eklem
0°-90°	60° abduksiyon	30° yukarı rotasyon	20°-25° elevasyon	5°-10° yukarı rotasyon
90°-180°	60° abduksiyon	30° yukarı rotasyon	5° elevasyon 40° posterior rotasyon	20°-25° yukarı rotasyon
0°-180° (toplam)	120° abduksiyon	60° yukarı rotasyon	30° elevasyon 40° posterior rotasyon	30° yukarı rotasyon

Skapula istirahat pozisyonunda frontal düzlem ile 30°-45° açı yapar. Bu pozisyon “skapular düzlem” olarak adlandırılır (3, 33). Skapular düzlemde tam kol elevasyonu sırasında ise skapula ortalama 50° yukarı rotasyon, 24° eksternal rotasyon, 30° posterior tilt yapar (35). Skapular düzlem glenohumeral eklem yüzlerinin tam uyumlu, rotator kılıf tendonları ve kapsüloligamentöz kompleksin liflerinin düzgün sıralandığı ve supraspinatus-deltoid kaslarının optimal uzunluk-gerim ilişkisinde olduğu pozisyonudur. Birçok fonksiyonel aktivite bu düzlemde gerçekleştirilir (34).

Özetle, omuz abduksiyonu 6 temel kinematik prensip ile gerçekleştirilir (31).

1. Genel görüş olarak kabul edilen 2:1 oranındaki skapulohumeral ritme göre; 180°'lik aktif omuz abduksiyonu, eşzamanlı 120° glenohumeral eklem abduksiyonu ve 60° skapulotorasik yukarı rotasyonun bir sonucu olarak ortaya çıkar.

2. Tam omuz abduksiyonu sırasında skapulanın 60°'lik yukarı rotasyonu, sternoklavikular eklemdaki eş zamanlı elevasyon ile akromioklavikular eklemdaki yukarı rotasyonun birleşiminin sonucudur.
3. Omuz abduksiyonu sırasında sternoklavikular eklemda klavikula retraksiyon yapar.
4. Omuz abduksiyonu sırasında skapula eksternal rotasyon ve posterior tilt yapar.
5. Omuz abduksiyonu sırasında klavikula kendi eksenini etrafında posterior rotasyon yapar.
6. Tam omuz abduksiyonu sırasında glenohumeral eklemda eksternal rotasyon meydana gelir.

Omuz hareketleri sırasında çeşitli açılarda farklı kas aktivasyonları gerçekleşir. Kolun ilk 60°'lik elevasyon fazında temel hareket glenohumeral eklemda meydana gelir. Bu süreç, supraspinatus ve deltoid kaslarının aktivasyonu ile başlar. Deltoid kasının humerus başına yukarı yönde uyguladığı kuvvet 60° omuz elevasyonunda maksimum düzeye ulaşır. Bu kuvvet rotator kılıf kasları tarafından karşılanır ve infraspinatus, teres minör ve subskapularis kasları humerus başını inferior yönde çekerek glenoid fossa içerisinde stabilize ederler. Üst trapez ve alt serratus anterior kasları ise skapulanın yukarı rotasyonunu gerçekleştirir (36).

Kolun 60°-100° arasındaki orta elevasyon fazında, kasların farklı açılarda oluşturduğu kompresyon kuvvetleri nedeniyle glenohumeral eklemda dinamik stabilizasyon sağlanır. 90° elevasyonda kompresyon ve kesme kuvvetleri arasında denge sağlanır ve eklem stabilizasyonu bu açıda maksimuma ulaşır. Subskapularis kasının alt lifleri, 90° elevasyonda stabilizasyon sağlarken, supraspinatus kas aktivasyonu 100°'de maksimum düzeydedir. Bu açıdan sonra supraspinatus aktivasyonu hızla azalır. Deltoid kas aktivasyonu ise 110° elevasyon sırasında maksimuma ulaşır. 130° elevasyondan sonra ise subskapularis kasının aktivasyonu giderek azalır, bu da anterior glenohumeral ligamentin bu açıdan sonra omuz stabilizasyonundaki önemini ortaya koyar. Orta elevasyon fazı, skapular rotasyonun en fazla olduğu faz olması nedeniyle üst ve alt trapez ile alt serratus anterior kaslarının aktivasyonu yüksektir (36).

Kol elevasyonunun 140°-180° arasındaki son fazında, glenohumeral eklem hareketi tekrar baskın hale gelir. Bu aşamada humerusun vücuttan uzaklaşmasında

latissimus dorsi, pektoralis majör, teres majör, teres minör ve subskapularis kaslarının uzama kapasiteleri önemlidir. Skapulotorasik eklemden üst trapez kası stabilizatör bir işlev üstlenirken, alt trapez ve serratus anterior kaslarının aktivasyonu bu aşamada artarak devam eder (36).

2.3. Rotator Kılıf Tendinopatisi

Tendinopati, tendondaki mekanik yüklenmeye bağlı olarak oluşan omuz ağrısı ve fonksiyon kaybı için kullanılan terimdir (37-39). Buradaki patolojik süreç tendondaki mekanik yüklenmenin artışı ile başlar (37) Tendinopati tanımı daha önceleri tendonun mikro yapısı ve kollajen diziliminde meydana gelen bozulmalar ile ilişkilendirilmiştir. Ancak, güncel tanımda bu dejenerasyon ortaya koyulmasa bile klinik değerlendirmede rotator kılıfla ilişkili omuz ağrısı ve fonksiyon kaybı varsa tendinopati olarak adlandırılır. Bazı durumlarda tendonun yapısında ve kollajen diziliminde bozulmalar patolojik olmaktan çok fizyolojik bir sürecin parçası (örneğin; yaşlanma, yüke adaptasyon veya cerrahi tamir sonrasında) olabilir. Bu durumda tendon yapısında bozulmalar olsa bile omuz ağrısı ve fonksiyon kaybı yoksa tendinopati olarak adlandırılmaz. Burada önemli olan tendon yapısındaki bozulmanın klinik bir tablo ile sonuçlanmasıdır (37, 39).

Tendonlar günlük yaşam aktiviteleri ve spor esnasında yükü depolar ve aktivite sırasında güç üretirler. Özellikle baş üstü sporlarda tekrarlı yüklenmelere bağlı olarak tendon üzerindeki mekanik kuvvet önemli ölçüde artar ve tendonun artan kapasitesi ile adaptasyon geliştirilir. Ağrı ve fonksiyon kaybı ile sonuçlanan rotator kılıf tendinopatisinde kollajen lifler dejenere olmuş, dizilimi düzensizleşmiş, glikozaminoglikan birikimi ve neoinnervasyon nedeniyle mikrovaskülarizasyonu artmış ve tendon kalınlaşmıştır (40). Rotator kılıfın mikro yapısında meydana gelen dejenerasyonlar ile oluşan klinik tablo tekrarlı yüklenmeler ve yaş ile birlikte ilerleyen süreçte parsiyel veya tam kat yırtıklara dönüşür. Rotator kılıf tendinopatisi, özellikle voleybol, hentbol, basketbol, fırlatma sporları gibi kolun baş üstü seviyeye tekrarlı olarak kaldırılmasını içeren sporlarla uğraşan sporcularda daha sık görülür (40, 41).

2.3.1. Rotator Kılıf Tendinopatisinin Etyolojisi

Şu ana kadar tendinopati için tanımlanmış dört etyolojik teori vardır: mekanik teori, vasküler teori, apoptoz teorisi ve nöral teori.

Mekanik teori: Bu teori, tendinopatiyi inflamatuvar bir süreç yerine dejeneratif bir süreç olarak açıklar ve kronik, tekrarlayan mikroskobik yüklenmelerin zaman içinde dejenerasyona yol açabileceğini gösterir (40). Tendon yorgunluğunu ve ardından gelen tendon yetmezliğini, tendonun normal fizyolojik stres aralığında kalan tekrarlanan yüklemelere bağlar. Dinlenme halindeyken tendon dalga benzeri bir görünüme sahiptir. Yüklenmenin başında bu dalga benzeri yapıda sadece düzleşme meydana gelir. Yüklenme devam ederse tendon içinde yük ve gerilim artar. Kollajen fibriller yükü alır. Fizyolojik yüklerin tendonun geriliminde (esnemesinde) %4'ten daha az bir artışa neden olduğuna inanılmaktadır. Ancak son çalışmalar %6, hatta %8'e kadar gerilim değerlerinin fizyolojik olabileceğini öne sürmektedir. Özellikle tekrarlanan travmalar veya uzun süreli stres durumunda bu fizyolojik aralıkta, özellikle üst uçlara doğru tendonda mikroskobik dejenerasyon yaşanmaya başlayabilir. Buna bağlı olarak tendonun mekanik özellikleri değiştiği için semptomatik bir tendonun oluştuğu varsayılmaktadır (42). Bu teori, yaşlı ve üst ekstremitte aktivite seviyesi yüksek bireylerin neden tendinopati insidansının daha yüksek olduğunu etkili bir şekilde açıklamaktadır.

Vasküler teori: Tendonlar, metabolik ihtiyaçları için vasküler desteğe ihtiyaç duyar. Bu kaynağın herhangi bir şekilde bozulması dokunun dejenerasyonuna neden olabilir. Bu teoriye göre bazı tendonların vasküler problemlere diğerlerine göre daha yatkın olduğu ileri sürülmüştür. Şu ana kadar odaklanılanlar arasında tibialis posterior, aşil ve supraspinatus tendonları yer almaktadır. Bu tendonların belirli bölgelerinde doğuştan hipovasküler bir alanın olduğu ve bu alanın dejeneratif değişimlere en açık bölge olduğu öne sürülmektedir (42).

Apoptoz teorisi: Programlanmış hücre ölümünün artmasına neden olan ve doku dejenerasyonuna yol açan bir mekanizmayı ifade etmektedir. Programlanmış hücre ölümünün hücre içi stresin bir sonucu olarak arttığı öne sürülmektedir. Artan hücre ölümü, kollajenin parçalanmasına neden olur ve tendonu yırtılmaya karşı duyarlı hale getirir. Bu teorinin güçlü yönlerinden biri, oksidatif stres, fibrokartilaj edinimi ve metaloproteinazların aktivasyonu (tendinopati bulguları) ile yüksek miktarlarda

döngüsel gerilimin (tekrarlayan travma) neden olduğu dejenerasyonun gelişimi arasında yeterince bağlantı kurmasıdır (42).

Nöral teori: Tendinopatinin, mast hücre degranülasyonu ve P maddesinin salınması gibi nöral aracılı mekanizmalardan doğduğunu savunur. Sinir uçlarının ve mast hücrelerinin tendinopati gelişiminde önemli bir rol oynadığını öne sürmektedir. Her ikisi de tendon homeostazisinin modülatörleri ve aynı zamanda mekanik yüke adaptif yanıtların araçları olarak işlev görürler. Bu sinir uçlarının ve mast hücrelerinin aşırı uyarılması nedeniyle nöral homeostazisin değişmesi, tendon matrisinde patolojik değişikliklerle sonuçlanabilir. Bir nöropeptid olan P maddesinin, tavşanlarda çeşitli tendon matris enzimleri ve genlerinin ekspresyonuna aracılık ettiği gösterilmiştir. Ayrıca radikülopatisi olanlarda tendon patolojilerinin görülme sıklığının arttığı tespit edilmiştir. Ağrı yolunda bulunan bir nörotransmitter olan glutamat, dejenere tendonlarda da bulunmuştur ve bu da nöral teoriye daha fazla destek sağlamaktadır (42).

Genel olarak, bu teoriler tendon temel bilimini klinik bulgularla ilişkilendirmede yararlı olsa da herhangi bir modelin tendon patolojisinin etiyolojisini ve ağrı ile fonksiyon arasındaki karmaşık etkileşimi tam olarak açıklaması pek mümkün değildir (40). Teoriler birbirini dışlamaz ve muhtemelen bu patolojik süreçler tendinopatinin klinik belirtilerini ortaya çıkarmak için birlikte çalışır (42). Fu ve ark. (43) bu teorilerin tendondaki “başarısız iyileşmenin” farklı tezahürleri olarak düşünülmesi gerektiğini ifade etmiştir. Tablo 2.2.’de tendinopati etyolojisinde rol oynayan mekanizmalar özetlendi.

Tablo 2.2. Tendinopatinin farklı nedenleri (42).

Neden	İyileşme cevabı	Başarısız iyileşme	Histopatolojik değişiklikler	Klinik bulgular
Aşırı kullanım	İnflamasyon	→	Proinflamatuvar sitokinlerin sürekli salınımı	Ağrı
İntrasellüler stres	İnnervasyon	→	Artan sinir büyümesi ve nöropeptitlerin salınımı	Mekanik zayıflık
Mikrotravma	Apoptoz/matris yeniden yapılanması	→	Hiperselülerite, artmış apoptoz, kollajenoliz	Dejenerasyon
Hipovaskülerite	Neovaskülerizasyon	→	Hipervaskülerite	-

2.3.2. Rotator Kılıf Tendinopatisinde Klinik Semptomlar

Rotator kılıf patolojisi olan hastalarda temel şikayet omuz ağrısıdır. Ağrı genellikle omuz antero-lateralindedir ve deltoid kasına yayılır. Omuz elevasyonunda ve abduksiyonunda ağrılı ark görülür. Ağrı ile birlikte krepitasyon ve tendon üzerinde hassasiyet de görülebilir (44). Omuz eklem hareket açıklığında (EHA) ve kas kuvvetinde yapısal nedenlerle gerçek bir kayıp beklenmez. Ancak hastalar ağrıya bağlı olarak genellikle abduksiyon ve eksternal rotasyon ile baş üstü aktiviteler esnasında kas kuvvetini açığa çıkarmakta zorluk çekerler (45). Bu durum omuzda fonksiyon kaybı sportif performansta azalma ile sonuçlanır. Bunların dışında günümüze kadar yapılan çalışmalar ile omuz ağrısı olan bireylerde kas kuvvet ve esnekliğinde sıklıkla gözlenen değişiklikler raporlanmıştır (44, 46-48) Bunlar;

- Artmış üst trapez aktivitesine karşı, zayıf alt trapez ve serratus anterior aktivitesi,
- Subskapularis kuvvetine karşı, zayıf infraspinatus ve teres minör,
- Latissimus dorsi kuvvetine karşı, zayıf alt trapez,
- Pektoralis minor kuvvetine karşı, zayıf serratus anterior,
- Pektoralis minor, üst trapez, latissimus dorsi ve posterior omuz (posterior kapsül, infraspinatus, teres minor) yapılarında esneklikte azalma.

2.3.3. Rotator Kılıf Tendinopatisinde Rehabilitasyon

Rotator kılıf tendinopatisinin tedavisi konservatiftir. Tedavinin primer hedefi, rotator kılıf üzerindeki mekanik kompresyon ve sürtünmeyi azaltmaktır (38). Tedavi planı iyi bir değerlendirme sonucunda altta yatan faktörlerin tespit edilmesi ile oluşturulur. Altta yatan faktörler ortadan kaldırılmadığında rotator kılıf üzerindeki mekanik stres devam eder ve süreç dejeneratif rotator kılıf yırtığı olarak ilerleyebilir.

Rehabilitasyonda erken ağrılı dönemde ilk yapılması gereken hasta eğitimi ve aktivite modifikasyonudur. Sporcularda antrenman yükünün düzenlenmesi, ağrı derecesine bağlı olarak gerekirse bir süre spora ara vermesi istenebilir. Baş üstü seviyede ağırlık antrenmanları, yüksek dirençli itme-çekme aktiviteleri, eklem son açılarında zorlu hareketler, tekrarlı baş üstü fırlatmalar gibi ağrıyı tetikleyen hareketlerden kaçınılması gerekir.

Ağrının azalması için soğuk uygulama, elektroterapi yöntemleri, manuel tedavi, eklem mobilizasyonları, bantlama gibi fizyoterapi yöntemlerinden yararlanılabilir. Ayrıca kortikosteroid enjeksiyonu ve non-steroid anti-inflamatuar ilaç kullanımı gibi farmakolojik yöntemler de ilgili hekim tarafından inflamatuvar ağrının azaltılması için uygulanabilecek konservatif yaklaşımlardır (38, 40, 45, 49).

Rotator kılıf tendinopatisinin tedavisinde kanıt düzeyi en yüksek olan tedavi yöntemi egzersizdir (38, 40, 50) Rehabilitasyon programı doğru afferent girdilerle hem tendonu optimal yükleyecek hem de iyileşmesine olanak sağlayacak şekilde progresif egzersizlerden oluşur (40, 44).

Egzersiz programının temel içeriği: (51)

- Yumuşak doku fleksibilitesini arttırmak için: Posterior kapsül, pektoralis minor, üst trapez, biceps gibi kaslara yönelik esneklik egzersizleri
- Skapular stabilitenin ve kas dengesinin sağlanması için: Skapular stabilizasyon egzersizleri
- Humerus başını stabilize etmek ve inferior hareketini arttırmak için: Rotator kılıf egzersizleri
- Humerus başının anterior translasyonunu engellemek için: Posterior omuz (infraspinatus, teres minor) odaklı rotator kılıf egzersizleri

2.4. Kan Akımı Kısıtlamalı Eğitim (KAKE)

KAKE ekstremitte üzerine yerleştirilen pnömatik bir *cuff*, turnike veya elastik bant yardımıyla kan akımının kısmi olarak kısıtlanması ile birlikte yapılan egzersiz yöntemidir. KAATSU eğitimi, vasküler oklüzyon eğitimi veya hipoksik eğitim gibi isimlerle de adlandırılır (13, 52, 53). Bu eğitimdeki kan akımı kısıtlanması esnasında arteriyel kan akışı korunurken, venöz kan akışı kısmi olarak kısıtlanır (15). KAKE genellikle düşük şiddetli direnç antrenmanı ile birlikte uygulanırsa da yürüme, bisiklete binme gibi aerobik egzersizlerle de kullanılmaktadır (20, 54).

KAKE, 1966 yılında Yoshiaki Sato tarafından Japonya'da geliştirilmiş ve ilk olarak KAATSU eğitimi olarak tanımlanmıştır (15, 53). Sato, bir Budist anma töreninde uzun süreli geleneksel Japon oturuşu (diz üstü yere oturuş) esnasında, *calf* kaslarında hissettiği uyuşma ve rahatsızlık hissini yüksek şiddetli *calf raise* egzersizi yaptığındaki hisle benzer olduğunu ve bunun da azalan kan akışıyla ilişkili

olabileceğini düşünmüş ve bu eğitimin temellerini teorileştirmiştir. Daha sonra halatlar, bantlar ve farklı oklüzyon basınçlarıyla yıllar süren deneyler sonucunda KAATSU eğitimi için protokoller geliştirmiştir. 1973 yılında bir kayak kazasında bilateral ayak bileği kırığı ve sağ diz medial kollateral bağ yaralanması geçiren Sato, ayak bilekleri alçıda iken 2 hafta boyunca KAATSU eğitimi uyguladığını ve tedavisini takip eden doktorun alçı sonrasında gördüğü ciddi hipertrofiye şaşırdığını belirtmiştir. 1983 yılında ise KAATSU eğitimi halka yaygınlaşmaya başlamıştır (53). Literatürde ise 1987 yılında Eiken ve Bjurstedt (55) tarafından tanımlanmış ve günümüze kadar pek çok çalışma yapılmıştır. KAKE özellikle son 10 yılda giderek popüler hale gelmiştir.

KAKE temel olarak yüksek şiddetli egzersizi tolere edemeyen, geleneksel direnç egzersiz protokollerini uygulayamayan veya uygulamak istemeyen bireylerde kas kuvvetini artırmak, kas hipertrofisi sağlamak, fonksiyonu iyileştirmek ve kardiyovasküler fonksiyonu geliştirmek için kullanılır (11, 15, 54, 56). Literatürde bu eğitimin nöromusküler, aerobik ve anaerobik performans parametrelerini geliştirdiğine dair yayınlanmış birçok araştırma bulunmaktadır (14, 56-63). Yapılan çalışmalarda kas boyutu ve kuvvetinde artış (14, 57, 58, 60, 62), fiziksel fonksiyonda iyileşme (57, 64), kassal ve kardiyovasküler enduransta gelişme (59-61) gibi etkileri raporlanmıştır.

ACSM kas kuvvet ve hipertrofisi için uygulanacak olan direnç miktarının 1-MT'nin %70'inden fazla olması gerektiğini belirtmiştir (17). Ancak özellikle yüksek şiddetli egzersizi tolere edemeyen bireylerde veya kas-iskelet sistemi yaralanmaları sonrası kas zayıflığı ve atrofinin görüldüğü erken evrelerde, bu direnci uygulamak mümkün olmamaktadır. Ayrıca bu yüklenme tipi kas-iskelet sisteminin ağırlı durumlarında, rehabilitasyonun erken evrelerinde ağrıyı arttırması nedeniyle uygun değildir. KAKE'de 1-MT'nin %20-30'unda, yani düşük şiddetli bir yük uygulanır (13). Bu egzersiz eğitiminin yüksek şiddetli antrenmanın yararlarını çok daha düşük yüklenmede elde etmeye izin verdiği gösterilmiştir (11, 18). Bu nedenle ağırlı olan ekleme veya iyileşen dokuya aşırı stres uygulamadan, kas zayıflığı ve atrofinin önlenmesi/tedavisi amacıyla, kas-iskelet sistemi patolojilerinin rehabilitasyonunda geleneksel egzersiz yöntemlerine bir alternatif olarak önerilmektedir (15, 16, 19, 54).

2.4.1. Kan Akımı Kısıtlamalı Eğitimin Potansiyel Etki Mekanizmaları

KAKE'nin kas boyutu ve kuvvetinde artışa neden olduğu mevcut araştırmalar tarafından gösterilse de bu eğitimin etki mekanizmaları hala kanıtlanmamıştır. Etki mekanizmaları için yapılan araştırmalar son yıllarda artarak devam etmektedir. Önerilen mekanizmalar metabolik ve mekanik stres olmak üzere iki ana faktörün birleşimine dayanmaktadır. Bu faktörler, doku hipoksisi, metabolitlerin birikmesi ve hücrel şişme gibi bir dizi ikincil mekanizmanın sinyalini vermek üzere sinerjistik olarak hareket eder. Bu durum daha sonra, protein sentezine, Tip 2 kas lifi ateşlenmesine, lokal ve sistemik anabolik hormon sentezine ve miyojenik kök hücrelerin uyarılmasına yol açan otokrin ve parakrin sinyal yolları harekete geçirir (20).

Günümüze kadar birkaç potansiyel etki mekanizması ortaya konmuştur.

Egzersize Bağlı Metabolik Stres

En güçlü potansiyel mekanizmanın egzersize bağlı metabolik stres olduğu düşünülmektedir (54, 65, 66). KAKE'de egzersiz düşük yüklerle (düşük mekanik gerilim) yapılmasına rağmen, araştırmalar laktat, fosfat iyonları ve hidrojen iyonları gibi metabolik yan ürünlerdeki birikmenin geleneksel yüksek şiddetli egzersize benzer şekilde olduğunu göstermiştir (67, 68). KAKE'de oluşan hipoksik ortam bu şekilde bir metabolik stres yanıtı sağlamaktadır. Oluşan bu metabolik stresin, yavaş kasılan motor üniteleri inhibe eden ve hızlı kasılan motor ünitelerin devreye girmesine yol açan sinir liflerini (grup III ve IV afferent sinir lifleri) aktive ettiği düşünülmektedir. Bu hızlı kasılan motor üniteler hipertrofik adaptasyonlara daha duyarlıdır. Ek olarak metabolik stres, kas büyümesine katkıda bulunan GH (*Growth hormon*) gibi anabolik hormonların salınmasıyla ilişkilidir (54). Takarada ve ark. (69) tek bir KAKE seansı sonrasında, kan laktat seviyelerindeki artışla birlikte, GH salınımında başlangıç seviyesine kıyasla yaklaşık 290 kat artış olduğunu bildirmiştir. Bu da kas hipertrofisine neden olur.

Kemoreseptör Uyarımı

Merkezi kemoreseptörler, hidrojen iyonu konsantrasyonundaki değişikliklere yanıt verirken, periferik kemoreseptörler kanın oksijen ve karbondioksit seviyelerindeki değişikliklere yanıt verir. KAKE’de metabolit birikimi nedeniyle merkezi ve periferik kemoreseptörlerin uyarılabilir. Baroreseptörler ise kan basıncındaki değişikliklere karşı duyarlıdır. KAKE’de *cuff* basıncındaki değişiklik venöz dönüş seviyesini etkiler. Bu nedenle, *cuff*’ın söndürülmesinden sonra merkezi ve periferik kemoreseptörlerin biriken metabolitler tarafından uyarılması ve venöz dönüş nedeniyle azalan diastol sonu hacminin fizyolojik sistemler ve antrenmanla ilgili adaptasyonlardan sorumlu olabileceği öne sürülmektedir (54).

Hücresel Şişme

KAKE uygulamasının egzersizle birlikte yapılmadığında bile kas gelişimine neden olabileceği öne sürülmektedir. Bu mekanizma KAKE sırasında kasın maruz kaldığı yüksek taleplere yanıt olarak oluşan kas hücrelerindeki şişmeyi işaret eder (54). *Cuff*’ın çıkarılmasını takiben oluşan kan göllenmesi, metabolit birikimi ve reaktif hiperemi kombinasyonu yoluyla hücre şişmesi indüklenebilir (70). Takarada ve ark. (71) yaptıkları araştırmada, ön çapraz bağ cerrahisi geçirmiş hastalara egzersiz olmadan KAKE uygulamıştır. Cerrahi sonrası 10 gün boyunca, her bir seansta, 200-260 mmHg arasındaki basınçlarda, 5 set KAKE uygulaması yapılmış ve setler arasında 3 dakikalık dinlenme aralıkları verilmiştir. Sonuçta kontrol grubuna göre diz ekstansör kaslarında kullanmama kaynaklı atrofının azaldığını göstermişlerdir (%9.4'e karşı %20.7). Bu durum, KAKE egzersizini takiben yaygın olarak görülen egzersiz kaynaklı kas şişmesi veya yerel kemoreseptörlerin aktivasyonunun, protein dengesini anabolizma yönünde kaydırarak hipertrofik yanıtta rol oynayabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Ancak son yıllarda yapılan bir araştırmada, egzersiz olmadan KAKE uygulamasının miyofibriller protein sentezini artırmadığı, ancak egzersizle birleştirildiğinde etkili olduğu gösterilmiştir (72). Özetle bu mekanizma, KAKE egzersizinin olumlu etkilerini açıklamak için önerilmiş olup, daha fazla araştırma ve kanıt gerektiren bir konudur.

Protein Sentezi

KAKE ile ilişkilendirilen bir diğer olası mekanizma, kas protein sentezinin artmasıdır. Bunu *mammalian target of rapamycin complex 1* (mTORC1) gibi biyomoleküler yolların değiştirilmesi, aynı zamanda *Muscle RING Finger1* ve *atrogin-1* gibi bileşenlerin inhibisyonu ve kas büyümesini baskılayan *myostatin* yolunun inhibisyonu ile gerçekleştirir (54, 73, 74). Fry ve ark. (74) 1-MT'nin %20'sinde yapılan tek bir KAKE seansı ile kas protein sentezinde egzersiz öncesi seviyelere göre %56'lık önemli bir artış olduğunu bildirmiştir. Özetle bu mekanizma KAKE'nin önemli biyomoleküler yolları modüle ederek protein sentezini artırabileceğini öne sürmektedir.

2.4.2. Kan Akımı Kısıtlamalı Eğitim Prensipleri

Düşük şiddetli KAKE uygulamasında; kullanılan *cuff*'ın tipi, genişliği, uygulama basıncı, egzersizin şiddeti, tekrar sayısı, süresi ve frekansı gibi eğitimin etkinliğini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda belirli protokoller geliştirilmiş olsa da kanıtlanmış bir uygulama protokolü bulunmamaktadır. KAKE'nin özellikle üst ekstremiteler için uygulama protokolleri hala geliştirilmesi gereken, araştırmaya açık bir konudur.

Uygulama Basıncı

Egzersiz sırasında kan akımı kısıtlamasının basıncı, arteriyel kan akışını korurken venöz çıkışı kısıtlayacak kadar yeterli basınç sağlayacak şekilde ayarlanmalıdır. Bunu sağlamak için, bireyselleştirilmiş basınç miktarı genellikle bireyin arteriyel oklüzyon basıncının (AOB) yüzdesine göre hesaplanır. Uygulanan optimal basınç kişiden kişiye göre değişir ve büyük ölçüde ekstremiteler çevresine ve *cuff* genişliğine bağlıdır (20). Daha geniş *cuff* ile daha düşük basınçlarda oklüzyon sağlanır (75). Geniş ekstremiteler genellikle ince ekstremitelere göre daha yüksek bir uygulama basıncı gerektirir (13). Genel olarak uygulama basıncı için antrenman hedeflerine ulaşma olasılığının en yüksek olduğu aralık AOB'nin %40 ile %80'i arasında belirlenmiştir (27, 76). Yüksek basınçlar daha fazla rahatsızlık ve algılanan eforla ilişkilendirilir (77, 78).

Eğitim Y¼k¼

KAKE'nin en önemli faydalarından biri, yüksek dirençler kullanmadan kasta yüksek şiddetli antrenman adaptasyonunun mümkün olmasıdır. KAKE egzersizleri için genel olarak 1-MT'nin %40'ından daha düşük yükler kullanılır. Ancak kasta adaptasyonu sağlamak için bir miktar mekanik gerilim gerektiğinden yüklenmenin 1-MT'nin %20'lik eşiğinin altına düşmemesi gerekir (13). Bu nedenle genellikle önerilen eğitim şiddet aralığı 1-MT'nin %20-40'ıdır (13, 76).

Eğitim Hacmi ve Setler Arası Dinlenme Periyodu

Eğitim hacmi (tek bir seansta gerçekleştirilen iş miktarı), dirençli eğitim adaptasyonları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. KAKE'de bir egzersiz için tipik olarak 30 tekrardan oluşan bir başlangıç seti ve ardından 15 tekrardan oluşan 3 set (4 set, toplam 75 tekrar) önerilmektedir (13, 27, 76, 79). Bir diğer önerilen yöntem ise toplam 3-5 set istemli yorgunluk oluşana kadar yapılan tekrar sayısıdır (13, 76). Ancak KAKE'ye yeni başlayan bireyler için istemli yorgunluk oluşana kadar yapılan tekrar sayısı önerilmemektedir. Birey egzersiz uyarısına alışıkça aşamalı olarak bir geçiş sağlanmalıdır (27).

Setler arasındaki kısa dinlenme aralıkları metabolik stres için metabolit birikimini sağlar ve egzersiz sırasındaki hipoksiye katkıda bulunur. Setler arasında genellikle 30-60 saniyelik dinlenme periyodu önerilir (13, 27, 76, 79). Bir egzersizin tüm setleri ve dinlenme periyotları boyunca *cuff* şişirilmiş halde tutulurken, egzersizler arasındaki geçişlerde *cuff* basıncı sıfırlanır. Bir sonraki egzersize geçerken *cuff* tekrar şişirilir (79). Bir egzersizin dinlenme süresi boyunca *cuff* basıncının korunması metabolik stresin artmasına neden olur (13, 27).

Eğitim Frekansı ve Süresi

Genel olarak iskelet kas hipertrofisi ve kuvvet adaptasyonu sağlamak için haftada 2-4 kez direnç antrenmanı yapılması önerilir (80). KAKE ile haftada 2-3 kez progresif olarak yapılan egzersizin kas adaptasyonları için yeterli olduğu belirtilmektedir (13, 27, 76, 79).

Bugüne kadar yapılan bazı araştırmalar (81-83) kas kuvveti ve hipertrofisi ile ilgili adaptasyonların erken dönemlerden itibaren (1-3 hafta) oluştuğunu gösterse de genellikle adaptasyonlar için eğitim süresi >3 hafta önerilmektedir (76).

Güncel literatüre göre kas kuvveti ve hipertrofisi sağlamak için önerilen KAKE eğitim prensipleri Tablo 2.3.'te özetlendi.

2.4.3. Kan Akımı Kısıtlanmalı Eğitiminin Güvenliği ile İlgili Noktalar ve Kontrendikasyonları

KAKE ile ilgili güvenlik kaygıları, tedavi sırasında yüksek basınçların etkilerine ve tam ekstremitte iskemisinin tehlikelerine odaklanmaktadır. 2006 ve 2016 yıllarında Japonya'da yapılan anket araştırmaları eğitimin ciddi yan etkilerinin olmadığını (pulmoner emboli, sinir paralizisi vb.), en sık görülen yan etkilerin baş dönmesi, subkutan kanama ve uyuşukluk olduğunu raporlamıştır (28, 52). Ancak bu semptomlar eğitimin başlangıcında ortaya çıksa da birey egzersize alıştıka ortadan kaybolmaktadır (79). Yapılan bir diğer araştırmada ise belirlenen yan etkiler ve görölme oranı ise; gecikmiş başlangıçlı kas ağrısı (%39,2), uyuşukluk (%18,5), bayılma/baş dönmesi (%14,6) ve morarma (%13,1) olarak belirtilmiştir (84). KAKE ile ilgili herhangi bir ciddi komplikasyon bildirilmemiş olmasına rağmen, özellikle vasküler endotel hasarı ve koagölasyon problemi olan bireyler üzerindeki etkiler konusunda çalışmalar olmadığı için endişeler vardır (79).

Kontrendikasyonlar arasında derin ven trombozu öyküsü, endotelial disfonksiyon, hamilelik, bireyin inaktivite geçmişi gibi durumlar sayılabilir (27, 85). Bununla birlikte deneyimli bir klinisyen tarafından kullanıldığında KAKE'nin yaş, cinsiyet ve antrenman düzeyi ne olursa olsun çoğu birey için güvenli bir egzersiz alternatifi olduğu belirtilmektedir (26-28, 85).

Tablo 2.3. Kas kuvveti ve hipertrofisi için önerilen KAKE protokolü.

	Öneriler	Notlar
Cuff yerleşimi	Ekstremitenin en proksimal noktası	<i>Çok eklemlili egzersizler sırasında gövde kasları da faydalanabilir.</i>
Cuff genişliği	Alt ekstremitte için geniş (6–13,5 cm) ve üst ekstremitte için dar manşetler (3–6 cm)	<i>Pnömatik cufflar veya elastik sargılar kullanılabilir.</i>
Oklüzyon basıncı	Arteriyel oklüzyon basıncının %40-80'i	<i>Daha geniş ekstremiteler için daha yüksek basınç gerekir. Daha geniş cufflar, daha düşük basınçlarda oklüzyon sağlar.</i>
Egzersiz tipi	Hem tek eklemlili hem de çok eklemlili egzersizler	<i>Stresin izole kaslara uygulanmasını sağlamak ve motor ünite ateşlenmesini artırmak için mümkün olduğunda izole, tek eklemlili egzersizler. Aynı sürede daha fazla kasın çalışacağı göz önüne alındığında, egzersiz programının verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için çok eklemlili egzersizler kullanılabilir. Ancak hedef dokuya olan yüklenmeyi azaltabilir.</i>
Eğitim yükü	1-MT'nin %20-40'ı (düşük şiddetli egzersiz)	<i>Düşük şiddet, çok tekrarlı KAKE yüksek şiddetli antrenmana benzer metabolik uyarı sağlar. Özellikle klinik popülasyonda progresif olarak uygulanmalıdır.</i>
Eğitim hacmi	Her egzersiz için 45-75 tekrar Minimum 2–3 set ve her egzersiz için ≤5 set (Genellikle 30–15–15–15 tekrar)	<i>Egzersiz başına 75'ten fazla tekrar sayısı gereksiz görünmektedir ve özellikle setler yorgunlukla sonuçlanırsa daha azı yeterli olabilir.</i>
Setler arası dinlenme süresi	30-60 saniye	<i>Yeterli venöz göllenmeyi sağlamak için, setler arası dinlenme periyotları sırasında oklüzyon sürdürülmelidir.</i>
Eğitim frekansı	Klinik popülasyonda: 2-3 gün/hafta Sporcularda: 2-4 gün/hafta	<i>Bazı protokoller hızlı adaptasyon için günde 1-2 kez de yapılabileceğini belirtmektedir.</i>
Eğitim süresi	3-12 hafta arasında (Genellikle 4-6 hafta)	<i>Kas adaptasyonları için >3 hafta önerilir.</i>

2.5. Kan Akımı Kısıtlamalı Eğitimin Proksimal Etkileri

Günümüze kadar yapılan çalışmaların çoğu alt ekstremitede düşük şiddetli KAKE'nin etkilerine odaklanırken, anatomik yerleşimi nedeniyle doğrudan kan akımı kısıtlamasının uygulanmadığı rotator kılıf, skapula çevresi ve pektoral kaslar gibi proksimalde yer alan bölgeler için bu eğitimin etkinliği hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. Proksimal yanıtın ekstremitte üzerine yerleştirilen *cuff* tan uygulanan basınç nedeniyle, gerilme ve kas içi basınç değişiklikleri ile birtakım mekanizmaların uyarılması sonucunda oluşabileceği varsayılmıştır (86). KAKE ile düşük şiddetli egzersiz yaparken, kaslar genellikle kısmi oklüzyon nedeniyle hücre içi ve lokal kan pH'ını azaltan ve metabolik stres sinyallerine katkıda bulunan laktat, kalsiyum ve diğer metabolitlerin uzaklaştırılmasını geçici olarak önleyecek şekilde yorgunluğa kadar çalıştırılır. Yorgunluk nedeniyle artan kas lifi ateşlenmesi, kas hücresi şişmesinden kaynaklanan yapısal gerginlik ve kastan hücre büyümesinin düzenlenmesinde yer alan sinyal yolları (örneğin; miyokinler, lokal insülin benzeri büyüme faktörleri (IGF), mikroRNA salınması) yoluyla kas anabolizmasının uyarıldığı varsayılmaktadır (73, 82, 87, 88). Metabolik ve mekanik stres öncelikle tıkanma bölgesinin distalindeki kaslar tarafından deneyimlendiğinden, proksimal kasların kuvvet ve kas kütleindeki değişiklikler açısından aynı uyarıcı etkileri deneyimleyemeyeceği düşünülebilir. Ancak KAKE'nin artan kas lifi ateşlenmesinin yanı sıra lokal parakrin veya sistemik etkileri nedeniyle oklüzyon bölgesinin proksimalindeki kas gruplarında da olumlu etkilerinin olabileceği öne sürülmektedir (12, 89).

Yasuda (90), düşük şiddetli KAKE ile *bench press* egzersiz programını takiben daha fazla pektoralis majör kas aktivasyonunun kas kuvvetindeki iyileşmeyle birlikte olduğunu gözlemledikten sonra KAKE'nin proksimal etkilerini ilk öne sürenler arasındaydı. Daha güncel bir araştırmada Bowman ve ark. (91) KAKE ile rotator kılıf egzersiz programını takiben uygulama yapılan ekstremitde proksimal kas kuvveti ile birlikte distal ekstremitte çevresinin KAKE uygulanmayan gruba göre daha iyi olduğunu, ayrıca kontralateral ekstremitde de kavrama kuvveti ölçümlerinde artış olduğunu gözlemledi. Aynı araştırmacılar başka bir araştırmada KAKE ile alt ekstremitte egzersiz programını takiben hem uygulama yapılan ekstremitde hem de kontralateral ekstremitde uyluk çevresi ve diz ekstansiyon kuvvetinde kontrol

grubuna göre anlamlı artış gözlemlenildi (29). Araştırmacılar, bu çalışmalarda anabolik sinyalleşmeye ilişkin doğrudan lokal veya sistemik ölçümler yapılmamış olmasına rağmen bu sonuçların kısmen sistemik anabolik sinyal mekanizmalarına bağlı olabileceği sonucuna varmıştır. KAKE'nin potansiyel proksimal etkilerinin doğrudan ölçümüne (fizyolojik mekanizmalar) ilişkin veriler son derece sınırlıdır ve bu nedenle proksimal etkilerle ilgili güncel çıkarımların çoğu dolaylı gözlemler sonucunda yapılmıştır.

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda, sağlıklı popülasyonda KAKE ile yüksek şiddetli egzersiz programının etkilerinin, ekstremitelerde düşük şiddetli egzersizlerle elde edilebileceği gösterilmiştir. Ancak hem proksimal etkiler açısından yapılan araştırma sayısı çok sınırlıdır hem de omuz ağrısı gibi klinik popülasyonda KAKE'nin etkilerini araştıran randomize kontrollü bir çalışma bulunmamaktadır. KAKE'nin kas-iskelet sistemi rehabilitasyonunda da kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Dizaynı ve Etik Onayı

Bu araştırma prospektif, randomize kontrollü, değerlendirici kör (ultrasonografik değerlendirme) olarak gerçekleştirildi. Hastalar Aralık 2020 ile Ocak 2022 arasında Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Sporda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı, Sporcu Sağlığı Kliniği'nde alındı. Gerekli etik kurul izni Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2020/02-28 (KA-19146) karar numarası ile alındı (Bkz. EK 1). Araştırmaya katılan bireyler araştırma ile ilgili bilgilendirildi ve imzalı onam formu alındı (Bkz. EK 2).

3.2. Bireyler

Araştırmada rotator kılıf tendinopatisi tanısı konularak Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Sporcu Sağlığı Kliniği'ne yönlendirilen 18-45 yaş aralığındaki toplam 43 hasta değerlendirildi. Araştırma öncesinde her gruba 5 hasta dahil edilerek bir pilot çalışma gerçekleştirildi. Bu pilot çalışmadan alınan veriler ile omuz eksternal rotator kas kalınlığında 0,27 cm gruplar arası fark, 0,22 cm standart sapma (SS), 0,61 etki büyüklüğü, $\alpha=0,05$ hata payı ve %95 güç ile her grupta 12 hastalık bir örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu bulundu. Tedavi sürecinde %10'luk bir kayıp oranı öngörülerek toplam 28 hastanın araştırmaya dahil edilmesi planlandı.

Klinik değerlendirmede dahil edilme kriterlerine uyan tüm hastalara araştırma öncesinde kas-iskelet sistemi ultrasonografisinde 20 yıllık tecrübesi olan bir fizik tedavi hekimi tarafından ultrasonografik değerlendirme yapıldı ve tüm hastalar unilaterale rotator kılıf tendinopati bulguları açısından değerlendirildi. Klinik ve ultrasonografik değerlendirme sonucunda dahil edilme kriterlerini karşılamayan 11 hasta araştırma dışı bırakıldı. Toplam 32 hasta bilgisayar destekli randomizasyon ile KAKE (müdahale) veya kontrol grubu olarak iki gruba ayrıldı ve cinsiyete göre blok randomizasyon yapıldı. Araştırma sürecinde KAKE grubunda yer alan 1 hasta tedavi seanslarının zamanına uyum gösteremediği için (>2 seansa gelmeme) araştırma dışı bırakıldı. Araştırmanın hasta akış şeması Şekil 3.1.'de verildi.

Hastaların araştırmaya dahil edilme ve edilmeme kriterleri aşağıdaki gibidir.

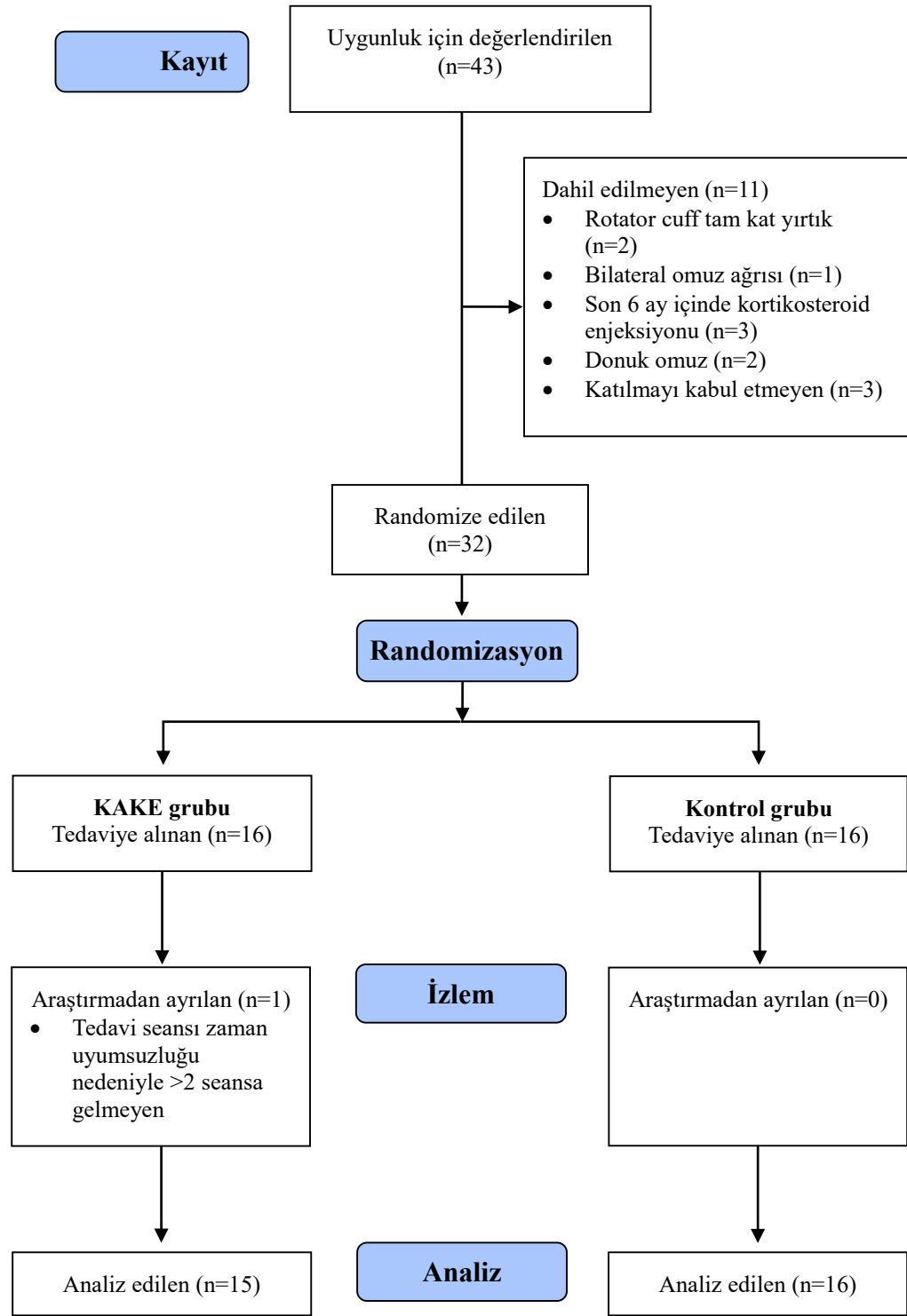
Dahil edilme kriterleri:

- 18-45 yaş arasında,
- En az 3 aydır devam eden unilateral omuz ağrısı olan,
- Klinik değerlendirmede 5 testten (Neer testi, Hawkins-Kennedy testi, Jobe testi, ağrılı ark bulgusu, dirençli eksternal rotasyonda ağrı) en az 3'ü pozitif olan (92),
- Ultrasonografik değerlendirmede rotator kılıf tendinopatisi veya parsiyel rotator kılıf yırtığı olan.

Dahil edilmeme kriterleri:

- Hipertansiyon, kardiovasküler hastalıklar, periferal vasküler hastalıklar, derin ven trombozu hikayesi, nörolojik hastalıklar, sistemik inflamasyon, diyabet tanısı, kanser tanısı, obezite varlığı,
- Hamilelik durumu,
- Servikal bölgede radikülopati semptomlarının olması,
- Bilateral omuz ağrısının bulunması,
- Daha önce geçirilmiş omuz cerrahisi veya dislokasyonu hikayesinin olması,
- Omuzda pasif eklem hareket limitasyonu olması,
- Tam kat rotator kılıf yırtığının olması,
- Son 6 ayda omuz eklemine herhangi bir enjeksiyon yapılmış olması,
- Daha önce var olan omuz problemiyle ilgili rehabilitasyon almış olması,
- Araştırmaya katılmanın kabul edilmemesi.

Bunların dışında araştırmaya dahil edildikten sonra 2'den fazla tedavi seansına katılamayan ve rehabilitasyon sürecinde COVID-19 enfeksiyonuna yakalanan bireyler araştırma dışı bırakıldı.



Şekil 3.1. Hasta akış şeması.

3.3. Değerlendirmeler

3.3.1. Dahil Edilme Kriterleri Açısından Değerlendirme

Araştırmanın başında hastalara dahil edilme kriterleri açısından 5 klinik test (92, 93) uygulandı ve pasif omuz EHA değerlendirmesi yapıldı.

Rotator kılıf tendinopatisinin tanısında;

- Klinik testlerden Neer testinde skapula stabilize edildikten sonra hastanın kolu pasif olarak tam fleksiyona alındı. Son noktada anterior veya lateral omuz ağrısı varsa test pozitif olarak kabul edildi (92, 94).
- Hawkins-Kennedy testinde hastanın kolu ve dirseği 90° fleksiyondayken pasif olarak maksimum internal rotasyon yaptırıldı. Bu manevra sırasında omuz ağrısı oluştuysa test pozitif olarak kaydedildi (92, 94).
- Jobe testinde hastanın kolu skapular düzlemde 90° fleksiyonda (*scaption*), dirsek tam ekstansiyonda iken dirsek üzerinden aşağı yönlü direnç uygulandı. Direnç esnasında ağrı oluştuysa test pozitif kabul edildi (94).
- Ağrılı ark testinde hastadan aktif olarak omuz abduksiyonu yapması ve hareket sırasında ağrı oluştuğunda bu ağrıyı bildirmesi istendi. 60° ile 120° abduksiyon arasında omuz ağrısı oluştuysa test pozitif kabul edildi (92).
- Dirençli eksternal rotasyon testinde hastanın her iki kolu gövde yanında, dirsekleri 90° fleksiyonda iken önkol üzerinden medial yönde direnç uygulandı. Direnç esnasında hasta omuz ağrısı bildirdiyse test pozitif olarak kabul edildi (92).

Pasif omuz EHA değerlendirmesinde gonyometrik ölçüm yapıldı. Unilateral omuz ağrısı olan hastalarda omuz EHA değerlendirmesinde gonyometrik ölçümün güvenilir olduğu gösterilmiştir (95). Hasta sırtüstü yatış pozisyonunda iken omuz fleksiyon, abduksiyon, internal rotasyon ve eksternal rotasyonu standart, plastik gonyometre ile ölçüldü ve derece cinsinden kaydedildi. Pasif EHA'da limitasyonu olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

3.3.2. Demografik Bilgiler ve Klinik Özellikler

Tüm hastaların demografik bilgileri (yaş, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi) ve klinik özellikleri (dominant ekstremite, etkilenen ekstremite, ağrının başlangıç zamanı, spor yapma yapmadığı ve spor dalı) kaydedildi.

3.3.3. Ağrı Şiddetinin Değerlendirilmesi

Hastaların istirahat, gece ve aktivite sırasındaki ağrı şiddeti tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında görsel analog skalası (VAS) kullanılarak değerlendirildi. 0-10 cm'lik yatay bir çizgi (0 hiç ağrı hissetmiyorum, 10 çok şiddetli ağrı hissediyorum) üzerinde hastadan hissettiği ağrı şiddetini işaretlemesi istendi. Ağrı skoru çizgi üzerinde cetvelle ölçülerek cm cinsinden kaydedildi. VAS'ın kronik (> 3 ay) kas iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda güvenilirlik (*Intraclass Correlation Coefficient-ICC*) değeri 0.86-0.88 olarak bildirilmiştir (96). Rotator kılıfı ilişkili omuz ağrısı olan hastaların tedavisinde minimal klinik anlamlılık değeri ise 1,4 cm olarak bildirilmiştir (97).

3.3.4. Omuz Fonksiyonunun Değerlendirilmesi

Hastaların omuz fonksiyonel durumunun değerlendirmesinde Omuz Ağrı ve Disabilite İndeksi (*Shoulder Pain and Disability Index-SPADI*)- Türkçe formu kullanıldı (98) (Bkz. EK 4). SPADI hasta tarafından doldurulan, kısa, anlaşılması ve skorlanması kolay bir ankettir. Doldurulması yaklaşık 2-3 dakika sürer (99). Ağrı ve disabilite olmak üzere 2 bölüm ve 13 sorudan oluşur. İlk bölüm 5 sorudan oluşur ve etkilenmiş taraf üzerine yatma, boynun arkasına dokunma, yüksek bir yere uzanma ve itme aktiviteleri esnasında hissedilen ağrıyı sorgular. İkinci bölüm 8 sorudan oluşur ve kişisel bakım, kıyafet giyme, eşya taşıma ve yerleştirme, arka cepten bir şey çıkarma gibi günlük yaşam aktiviteleri esnasında hissedilen zorluğun derecesini sorgular (100). Her bir soru 0-10 arasında puanlanır ve elde edilen sonuçlar yüzde olarak hesaplanır. Toplam skor 0-100 arasında değişir (Toplam skor (%) = (Ağrı skoru + Disabilite skoru) /130 x 100). Omuz fonksiyonel durumunu yansıtan belirlenmiş bir kesme noktası (*cut-off score*) yoktur (99). Yüksek yüzdelik skor omuz fonksiyonel durumunun kötüleştiğini gösterir. Rotator kılıf patolojisi olan hastalarda minimal

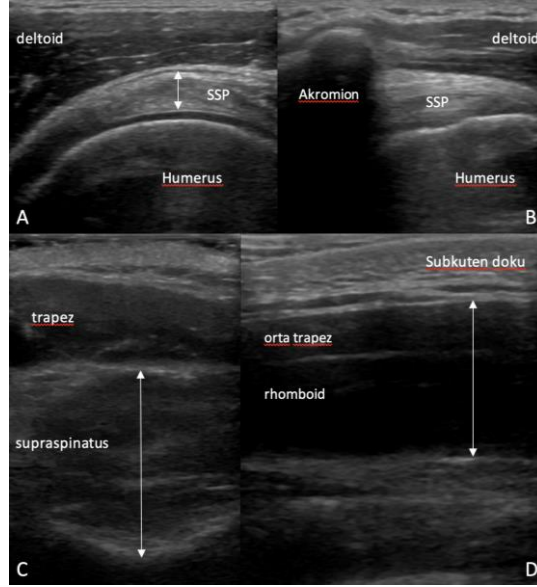
linik anlamlılık düzeyi 15,4 olarak bulunmuştur (101). Test-tekrar test güvenilirliği 0.84-0.95 (ICC) olarak bildirilmiştir (99).

3.3.5. Kas Kalınlığının Değerlendirilmesi

Omuz kas kalınlıkları ultrasonografi ile değerlendirildi. Ölçümler hastaların hangi gruba dahil olduğunu bilmeyen bir hekim tarafından değerlendirici kör olarak gerçekleştirildi. Supraspinatus (Şekil 3.2.- Şekil 3.3.), infraspinatus, deltoid, biceps braki ve skapula-retraktör (orta trapez+rhomboïd kaslar) (Şekil 3.2.- Şekil 3.3) kas kalınlıkları ve akromiöhumeral (AH) mesafe 5-12 MHz lineer *prob* (Logiq P5, GE Medical Systems, Wisconsin, Amerika Birleşik Devletleri) kullanılarak ölçüldü. Tüm kaslar, hastalar rahat oturma pozisyonunda, kollar gövdenin yanında, dirsekler bükülü, dizlerden desteklenmiş ve avuç içleri birbirine bakacak şekilde görüntüledi. Ölçüm sırasında *prob* ile cilt arasında suda çözünür bir jel kullanıldı ve *prob* kompresyonu ve jel miktarı optimal tutuldu. AH mesafe, akromiyon ile humerus başı arasındaki en kısa mesafe olarak ölçülürken; tüm kas kalınlıkları fasyal sınırlar içerisinde kasın merkezindeki (en şişkin nokta) doğrusal mesafe olarak ölçülerek, cm cinsinden kaydedildi (102).



Şekil 3.2. Supraspinatus (A) ve skapula-retraktör (B) kaslarının kalınlık ölçümleri sırasındaki *prob* pozisyonu.



Şekil 3.3. Supraspinatus tendonunun (SSP) kısa eksen (A) ve uzun eksen (B) görüntülemesi ve supraspinatus (C) ve skapula-retraktör (D) kasların kalınlık ölçümleri (çift oklar) için kısa eksen görüntüleme.

3.3.6. Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

Omuz rotator kas kuvveti tedavi öncesi ve tedavi sonrasında izokinetik dinamometre (IsoMed2000 D&R GmbH, Almanya) ile değerlendirildi. Omuz internal rotator ve eksternal rotator kas kuvveti konsentrik olarak $60^\circ/s$ ve $180^\circ/s$ açısal hızlarda ölçüldü. Hastalara ölçümden önce 10 dakika bir ısınma/germe periyodu verildi. Ölçümler izokinetik cihazda oturma pozisyonunda iken gerçekleştirildi. Her iki omuzdan ve belden geçirilen kemerler yardımıyla hasta cihaza sabitlendi. Omuz skapular düzlemde 45° elevasyonda ve dirsek 90° fleksiyonda olacak şekilde pozisyonlandı (103, 104) (Şekil 3.4.). Omuz rotasyonel EHA 30° internal rotasyon ve 40° eksternal rotasyon (toplam rotasyonel EHA 70°) olarak ayarlandı (103, 105). Değerlendirmeler önce sağlam tarafta, sonra etkilenen tarafta yapıldı. Kas kuvvet ölçümünden önce her bir açısal hızda 5-6 submaksimal tekrar yapılarak hastanın cihaza adaptasyonu sağlandı. Sonrasında $60^\circ/s$ açısal hızda altı tekrar ve $180^\circ/s$ açısal hızda on tekrar olacak şekilde ölçüm gerçekleştirildi (106). Test sırasında hasta maksimum kuvveti açığa çıkarması için sözlü olarak teşvik edildi. Vücut ağırlığı başına düşen maksimum konsentrik kas kuvveti Newton-metre/kilogram (Nm/kg) cinsinden kaydedildi (106).



Şekil 3.4. Kas kuvvetinin değerlendirilmesi sırasında hasta pozisyonu.

3.4. Yöntem

Araştırma kriterlerini karşılayan ve gruplara rastgele dağılımla ayrılan rotator kılıf tendinopatisi hastalarında, tedavi öncesi değerlendirmeler yapıldıktan sonra rehabilitasyon sürecine başlandı. KAKE grubunda yer alan hastalar ağırlı omzun en proksimal noktasına (deltoid kasının insersio hizası) yerleştirilen bir *cuff* ile egzersiz yaparken, kontrol grubunda yer alan hastalar aynı egzersiz protokolünü ağırlı omuzda *cuff* olmadan uyguladı.

3.5. Rehabilitasyon protokolü

Rehabilitasyon sürecinde her iki gruba dahil olan hastalar 8 hafta boyunca, haftada 2 gün klinikte (27, 107), fizyoterapist gözetiminde egzersiz programına dahil edildi. Tüm hastalar toplam 16 seans egzersiz programını tamamladı.

Değerlendirmeler yapıldıktan sonra, rehabilitasyonun ilk seansına gelmeden önce, tüm hastalara ağrı kontrolüne yönelik aktivite modifikasyonu içeren (tekrarlı baş üstü aktiviteler ve ağır itme-çekme aktivitelerini kısıtlama) bilgilendirme yapıldı ve soğuk uygulama önerisi verildi (günde 3 kez, 15 dakika) (2, 108-110). Ayrıca omuz arka kapsülü ile pektoralis minör kasına yönelik germe egzersizleri (günde 3 tekrar, 3-4 kez, 20 saniye) verildi (108, 109, 111-113). Egzersiz programı boyunca ihtiyaç duyulması halinde soğuk uygulamaya ve germe egzersizlerine devam edildi. Ayrıca

rehabilitasyon sürecinde klinikte tedavi olmayan günlerde, hastalar verilen ev egzersiz programını günde 3 defa uyguladı. Egzersiz programına uyum için hastalardan egzersiz günlüğü tutması istendi (108).

3.5.1. Egzersiz Protokolü

Rehabilitasyon esnasında her iki grupta yer alan hastalara 8 hafta boyunca kanıta dayalı, progresif omuz egzersiz programı uygulandı (8, 76, 108, 109, 111, 114, 115) (Tablo 3.1., Şekil 3.5.-3.9.). Egzersizler seçiminde temel olarak skapular stabilitenin sağlanması ve humerus başı inferior hareketinin artırılması hedeflenerek skapular retraksiyon, rotator kılıf ve biceps braki odaklı egzersizler tercih edildi.

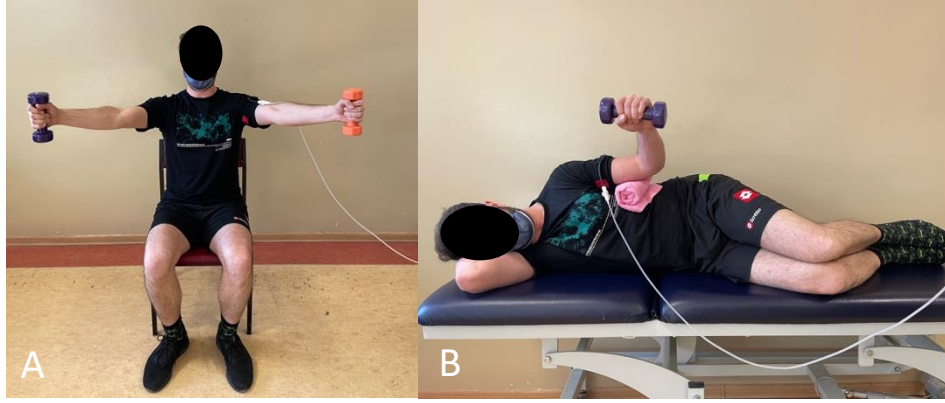
Egzersizler bilateral olarak gerçekleştirildi. Egzersiz hızı 2 saniye konsentrik, 2 saniye eksentrik (13, 76) olacak şekilde ayarlandı ve hastalara kontrollü olarak tempoyu koruyabilmeleri için sözel uyarılar verildi. Egzersiz yükü KAKE protokolüne göre belirlendi (Bkz. 3.5.2. Kan Akımı Kısıtlamalı Eğitim Protokolü). Her iki grupta eşit tekrar ve set sayısında egzersizler gerçekleştirildi.

Tablo 3.1. Egzersiz protokolü.

0-1 hafta	<i>Biceps curls</i> (elastik bant) (Şekil 3.5.) Omuz 0° abduksiyonda, dirsekler 90° fleksiyonda iken skapular retraksiyon (elastik bant) (Şekil 3.5.)
1-2 hafta	<i>Biceps curls</i> ve skapular retraksiyon egzersizlerine devam <i>Full can</i> (serbest ağırlık) (Şekil 3.6.) Yan yatışta eksternal rotasyon (serbest ağırlık) (Şekil 3.6.)
2-4 hafta	<i>Biceps curls</i> , <i>full can</i> ve yan yatışta eksternal rotasyon egzersizlerine devam Omuz 45° abduksiyonda, dirsekler 90° fleksiyonda iken skapular retraksiyon (elastik bant) (Şekil 3.7.) Duvarda şınav (Şekil 3.7.)
4-6 hafta	<i>Biceps curls</i> , <i>full can</i> , yan yatışta eksternal rotasyon, duvarda şınav egzersizlerine devam Yüzüstü T egzersizi (serbest ağırlık) (Şekil 3.8.)
6-8 hafta	<i>Biceps curls</i> , <i>full can</i> ve yan yatışta eksternal rotasyon egzersizlerine devam Yüzüstü Y egzersizi (serbest ağırlık) (Şekil 3.8.) Yüzüstü omuz 90° abduksiyonda eksternal rotasyon (serbest ağırlık) (Şekil 3.9.) Masa kenarında şınav (Şekil 3.9.)



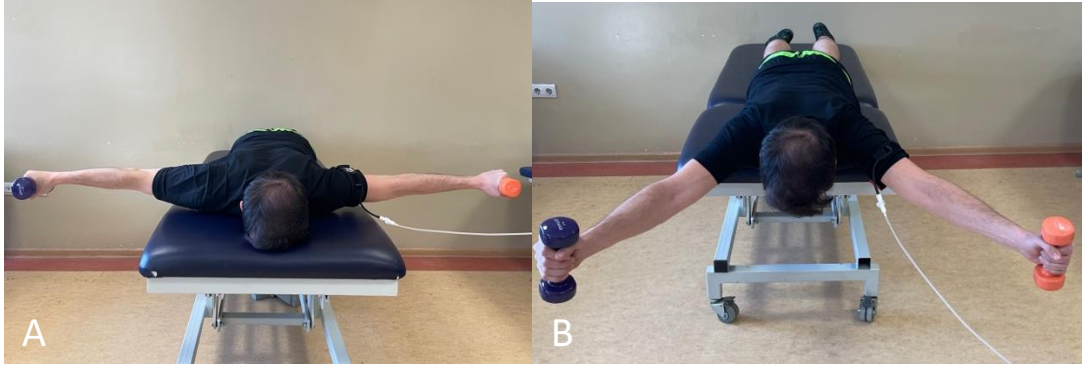
Şekil 3.5. *Biceps curls* (A) ve omuz 0° abduksiyonda iken skapular retraksiyon (B) egzersizi.



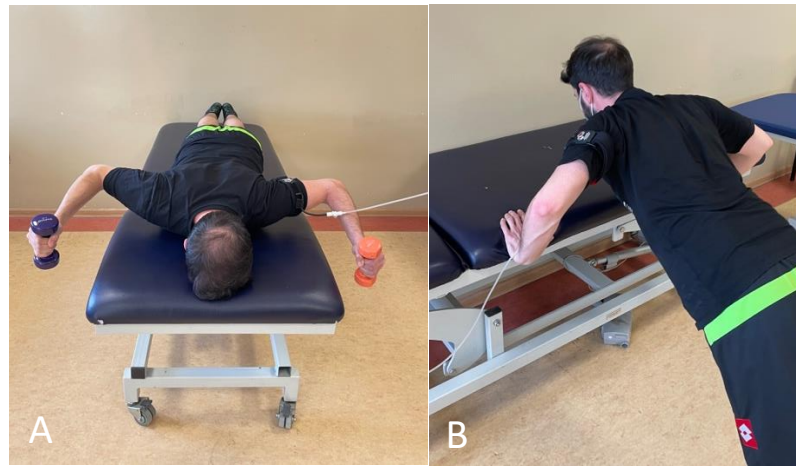
Şekil 3.6. *Full can* (A) ve yan yatışta eksternal rotasyon (B) egzersizi.



Şekil 3.7. Omuz 45° abduksiyonda iken skapular retraksiyon (A) duvarda şınav (B) egzersizi.



Şekil 3.8. Yüzüstü T (A) yüzüstü Y (B) egzersizi.



Şekil 3.9. Yüzüstü omuz 90° abduksiyonda eksternal rotasyon (A) masa kenarında sınav (B) egzersizi.

Direnç Miktarı

Egzersizler sırasında serbest ağırlık ve elastik bant yardımıyla eksternal direnç sağlandı. Değerlendirmeler yapıldıktan sonra hastalara en az 10 dakikalık bir dinlenme süresi verildi ve uygulanacak olan direnç miktarı bu seansta ayarlandı. Serbest ağırlıklı egzersizlerde direnç, 1-MT testi (116); elastik bantlı egzersizlerde direnç, algılanan yorgunluk derecesinin (*rating of perceived exertion-RPE*) puanlandığı *OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise with Elastic Bands* (OMNI-RES EB) (117) kullanılarak ayarlandı. Rotator kılıf, biceps braki ve skapular stabilizatör kasları aktive etmek için dört ana egzersiz seçildi ve bunlar tüm rehabilitasyon boyunca ilerletildi. Egzersizler sırasında kullanılan direnç ise bu dört temel egzersiz ile belirlendi: Supraspinatus için *full can* egzersizi (serbest ağırlık) (114), infraspinatus-

teres minör için yan yatışta eksternal rotasyon (serbest ağırlık) (114), biceps braki için *biceps curl* egzersizi (elastik bant) (118), skapula-retraktör kaslar (trapez+rhomboïd) için skapula retraksiyon egzersizi (elastik bant) (119). Serbest ağırlıklı egzersizlerde direnç miktarı 1-MT'nin %30'u (13, 76), elastik bantlı egzersizlerde direnç miktarı OMNI-RES EB skalasına göre 3-5 puan olacak şekilde belirlendi (117).

Egzersiz progresyonu 8 hafta boyunca, 2 haftalık aralıklarla, vücut pozisyonları (ayakta pozisyondan yüzüstü pozisyona) ve omuz abduksiyon açıları değiştirilerek veya direnç miktarı artırılarak sağlandı (Bkz. Tablo 3.1.). Serbest ağırlıklı egzersizlerde direnç artışı 0,5-1 kg olacak şekilde, elastik bantlı egzersizlerde ise direnç artışı bir üst seviyedeki bant rengi seçilerek sağlandı. Direnç artışı sonrasında hastanın verilen tekrar sayısını tamamlayamaması halinde bir önceki seviyeden devam edildi.

3.5.2. Kan Akımı Kısıtlanmalı Eğitim Protokolü

KAKE grubunda yer alan hastalara egzersizler esnasındaki kan akımı kısıtlanması, ağırlı omzun en proksimal noktasına yerleştirilen 5 cm genişliğinde pnömatik bir *cuff* (KAATSU Nano; KAATSU Globa Inc, Huntington Beach, California, USA) (Şekil 3.10.) aracılığıyla uygulandı. Her hasta için bireyselleştirilmiş basınç miktarı (16, 120) rehabilitasyonun ilk seansında egzersiz programına başlamadan önce belirlendi. Sessiz bir ortamda, hasta dinlenmiş halde, sırtüstü yatış pozisyonunda iken her iki avuç içi yukarı bakacak şekilde, anatomik pozisyonda AOB ölçüldü. AOB, radial arter üzerine yerleştirilen el doppleri (Medwelt Sonoline B; Contec Medical Systems, Hebei Province, Çin) ile doğrulandı (Şekil 3.11.). AOB ölçümü için ekstemiteye *cuff* yerleştirildikten sonra kademeli olarak basınç artışı yapıldı. Basınç artışı ile eş zamanlı olarak radial arter üzerindeki doppler ekranından basıncın kaybolduğu nokta takip edildi ve nabız seslerinin kaybolması dinlendi. Kan akışının ve nabız seslerinin kesildiği ilk nokta AOB olarak belirlendi (121-123). AOB, KAATSU Nano cihazına ait basınç birimi olan standart KAATSU birimi (*Standard KAATSU Unit-SKU*) olarak kaydedildi (15).



Şekil 3.10. KAATSU Nano cihazı.



Şekil 3.11. Arteriyel oklüzyon basıncı ölçüm pozisyonu.

KAKE grubunda rehabilitasyon boyunca kan akımı kısıtlama basıncı, üst ekstremité için önerilen KAKE protokollerinde belirtildiği şekilde %50 AOB olarak ayarlandı (13, 27, 76, 120). Her hasta için belirlenen oklüzyon basıncına kademeli olarak ulaşıldı. Hastalar ilk seansta 150 SKU şişirilmiş *cuff* ile egzersiz müdahalesine alıştırıldı. Daha sonra her seansta *cuff* basıncı 10-30 SKU artırılarak 3 seans sonunda hedeflenen eğitim basıncına ulaşıldı. Dördüncü seanstan sonra *cuff* basıncı değiştirilmedi.

Egzersizler 1 set 30 tekrardan sonra, 3 set 15 tekrar olacak şekilde, toplam 4 set, 75 tekrar (30/15/15/15) olacak şekilde gerçekleştirildi (13, 27, 76, 79). Setler arasında 30 saniye, egzersizler arasında ise 2 dakika dinlenme süresi verildi (13, 27, 76). KAKE *cuff*'ı bir egzersiz sırasındaki setler arasında şişirilmiş olarak tutuldu. Egzersizler arasındaki geçişlerde ise 2 dakika boyunca *cuff* basıncı sıfırlanarak

reperfüzyon sağlandı (79). Toplam oklüzyon süresi 15-20 dakikayı geçmeyecek şekilde egzersizler uygulandı.

Egzersiz Eğitimi Esnasında Algılanan Yorgunluk Derecesinin Değerlendirilmesi

Her egzersiz seansının sonunda iki gruptaki hastalarda da RPE sorgulandı. RPE Modifiye Borg Skalası ile değerlendirildi. Bu skalaya göre hastalar algıladıkları egzersiz şiddetini “0: Hiç yorgunluğum yok” ve “10: Çok şiddetli” olacak şekilde 0-10 arasında derecelendirilen bir değer ile ifade etti.

3.6. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi “IBM SPSS Statistics V21” programı ile yapıldı. Kategorik değişkenler için sıklık (n), sayısal değişkenler için ortalama, SS, güven aralığı (GA), ortanca, çeyrekler arası aralık (CAA) gibi tanımlayıcı ölçülerden uygun olanları verildi. Sayısal değişkenlerin dağılımı Shapiro-Wilk normallik testi ($n < 50$) ve grafiksel yöntemlerle (histogram ve kutu-çizgi grafiği) değerlendirildi.

Grupların demografik özellikleri, tedavi öncesindeki omuz EHA’ları, AH mesafe ile kas kalınlıkları ve omuz rotator kas kuvvetleri normal dağılıma uygun olduğundan Bağımsız Gruplar Student t Testi kullanılarak karşılaştırıldı.

KAKE eğitiminin etkisini analiz etmek için Bir Sabit Faktörlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (*Repeated Measures ANOVA with One Fixed Factor*) kullanıldı. Bu analizde “one fixed factor” grup değişkeni (KAKE ya da kontrol), “repeated measures” ise zaman değişkeni (tedavi öncesi ve tedavi sonrası) olarak belirlendi.

Tedavi öncesi ve sonrasında ekstremiteler arasındaki kas kalınlığı ve kas kuvveti karşılaştırmaları Bağımlı Gruplar Student t Testi ile yapıldı.

Ağrı süresi, ağrı şiddeti, fonksiyonel skorlar, algılanan yorgunluk düzeyi gibi verilerin analizinde parametrik test varsayımları sağlanmadığı için grup içi karşılaştırmalar Wilcoxon Testi, gruplar arası karşılaştırmalar Mann-Whitney U Testi kullanılarak yapıldı.

Analizlerde istatistiksel anlamlılık değeri $p=0,05$ olarak kabul edildi (124).

4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı Veriler

Araştırmaya toplam 32 hasta dahil edildi. KAKE grubunda yer alan 1 hasta tedavi sırasında çalışmadan ayrıldı. KAKE grubunda 15, kontrol grubunda 16 hastanın verileri analiz edildi. KAKE ve kontrol gruplarına ait demografik özellikler, dominant ve etkilenen taraf bilgileri ve ağrı başlangıç süresi Tablo 4.1.'de verildi. Gruplar arasında demografik özellikler ve ağrı başlangıç süresi bakımından fark yoktu ($p>0,05$). Araştırmaya katılan bireyler rekreasyonel olarak haftada 1-3 gün spor yapıyorlardı. Dahil edilen hastaların hiçbiri elit düzeyde baş üstü aktivite içeren spor yapmıyordu. KAKE grubunda yer alan 6 hasta fitness, 2 hasta yoga, 3 hasta voleybol, 1 hasta basketbol, 4 hasta yürüyüş/koşu sporları; kontrol grubuna dahil edilen 5 hasta fitness, 1 hasta yoga, 2 hasta voleybol, 1 hasta yüzme, 5 hasta yürüyüş/koşu sporları, 2 hasta pilates yapıyordu.

Tablo 4.1. Demografik bulgular ve klinik özellikler.

	KAKE grubu (n=15)	Kontrol grubu (n=16)	p
Cinsiyet (n)	7 kadın, 8 erkek	8 kadın, 8 erkek	
Yaş (yıl)*	31,5±5,1	34,9±5,4	,071 [§]
Boy uzunluğu (cm)*	171,67±8,72	172,13±8,63	,884 [§]
Vücut ağırlığı (kg)*	71,80±11,28	72,94±13,57	,802 [§]
VKİ (kg/m²) *	24,1±3,1	24,5±3,5	,878 [§]
Ağrı süresi (ay) **	8,9 (5-12)	7,3 (4-10)	,327 [†]
Dominant taraf (n)	12 sağ, 3 sol	14 sağ, 2 sol	
Etkilenen taraf (n)	9 dominant 6 non-dominant	7 dominant 9 non-dominant	

KAKE, Kan akımı kısıtlamalı eğitim; VKİ, Vücut kütle indeksi.

*ortalama, SS; **ortanca, ÇAA. §: Bağımsız Gruplar Student t Testi; †: Mann-Whitney U Testi.

Grupların tedavi öncesi omuz EHA verileri Tablo 4.2.'de verildi. Gruplar arasında omuz EHA bakımından fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 4.2. Omuz eklem hareket açıklıkları.

		KAKE grubu (n=15)	Kontrol grubu (n=16)	p[§]
Fleksiyon	<i>Etkilenen</i>	179±2	175±4	,057
	<i>Sağlam</i>	177±6	178±4	,574
Abduksiyon	<i>Etkilenen</i>	179±2	177±5	,135
	<i>Sağlam</i>	176±8	179±3	,172
İnternal rotasyon	<i>Etkilenen</i>	75±12	76±7	,862
	<i>Sağlam</i>	73±13	79±7	,109
Eksternal rotasyon	<i>Etkilenen</i>	113±7	105±19	,131
	<i>Sağlam</i>	114±13	110±14	,399

KAKE, Kan akımı kısıtlamalı eğitim.

Veriler ortalama, SS olarak verildi. §: Bağımsız Gruplar Student t Testi.

Grupların tedavi öncesi ağrı şiddetleri ve SPADI skorları Tablo 4.3.'te verildi. Gruplar arasında tedavi öncesinde ağrı şiddeti ve fonksiyonel etkilenim düzeyi bakımından fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 4.3. Tedavi öncesi ağrı ve fonksiyonel skorlar.

	KAKE grubu (n=15)	Kontrol grubu (n=16)	p[§]
Ağrı (istirahat)	0 (0-1,7)	0,8 (0-2,2)	,358
Ağrı (gece)	1,8 (0-5,5)	0,3 (0-3,0)	,281
Ağrı (aktivite)	5,1 (4,0-6,5)	5,4 (4,5-6,7)	,626
Ağrı (izokinetik test)	3 (2,0-4,0)	3 (2,5-5,5)	,318
SPADI (%)	43,07 (28,5-60)	50,4 (37,35-64,23)	,299

KAKE, Kan akımı kısıtlamalı eğitim; SPADI, Omuz Ağrı ve Disabilite İndeksi.

Veriler ortanca, ÇAA olarak verildi. §: Mann-Whitney U Testi.

Grupların tedavi öncesi AH mesafe, kas kalınlıkları ve omuz rotator kas kuvveti verileri Tablo 4.4'te verildi. Gruplar arasında tedavi öncesinde AH mesafe, kas kalınlığı ve omuz rotator kas kuvveti bakımından fark yoktu ($p>0,05$) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Etkilenen ekstremitede tedavi öncesi AH mesafe, kas kalınlığı ve omuz rotator kas kuvveti.

	KAKE grubu (n=15)	Kontrol grubu (n=16)	p[§]
AH mesafe (cm)	1,00 (0,89-1,10)	1,09 (0,99-1,19)	,216
Kas kalınlığı (cm)			
Supraspinatus	2,09 (1,85-2,34)	1,98 (1,75-2,22)	,518
İnfraspinatus	2,37 (2,12-2,62)	2,19 (1,95-2,43)	,293
Deltoid	0,83 (0,67-1,00)	0,93 (0,77-1,09)	,415
Biseps braki	2,62 (2,35-2,89)	2,70 (2,44-2,96)	,667
Skapula-retraktör	1,64 (1,42-1,86)	1,53 (1,31-1,74)	,470
Kas kuvveti (Nm/kg)			
Omuz ER (60°/s)	0,32 (0,27-0,36)	0,31 (0,26-0,35)	,769
Omuz İR (60°/s)	0,43 (0,34-0,52)	0,43 (0,34-0,51)	,984
Omuz ER (180°/s)	0,27 (0,23-0,31)	0,26 (0,22-0,30)	,692
Omuz İR (180°/s)	0,37 (0,30-0,45)	0,40 (0,32-0,48)	,659

KAKE, Kan akımı kısıtlanmalı eğitim; ER, Eksternal rotator; İR, İnternal rotator; Nm/kg, Newton-metre/kilogram.

Veriler ortalama, %95 GA olarak verildi. §: Bağımsız Gruplar Student t Testi.

4.2. KAKE Grubunda Uygulanan Oklüzyon Miktarı

KAKE grubunda egzersizler sırasında uygulanan ortalama oklüzyon basıncı 189 ± 19 SKU (min-maks 160-220 SKU)'ydu.

4.3. Akromiohumeral Mesafe ve Kas Kalınlıklarının Karşılaştırması

Etkilenen ekstremitede tedavi öncesi ve sonrasındaki AH mesafe ve kas kalınlığı verileri Tablo 4.5.'te verildi. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrasında biseps braki kas kalınlığında $F(1, 29)=15,3$; $p<0,001$) anlamlı grup-zaman etkileşimi bulundu. Tedavi sonrasında biseps braki kas kalınlığı KAKE grubunda daha yüksekti. AH mesafe, supraspinatus, infraspinatus, deltoid ve skapula-retraktör kas kalınlıklarında anlamlı grup-zaman etkileşimi yoktu ($p>0,05$) (Tablo 4.5.).

Zamanın etkisi ise supraspinatus $F(1, 29)=10,31$; $p=0,003$), infraspinatus $F(1, 29)=13,52$; $p=0,001$) ve skapula-retraktör $F(1, 29)=5,88$; $p=0,02$) kas kalınlıkları için her iki grupta artış gösterdi (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Etkilenen ekstremitelerde AH mesafe ve kas kalınlıklarının karşılaştırması.

	KAKE grubu (n=15)			Kontrol grubu (n=16)			
	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	Tedavi sonrası	Grup*zaman etkileşimi§	Zaman etkisi§
AH mesafe (cm)	1,00 (0,89-1,10)	0,99 (0,90-1,08)	1,09 (0,99-1,19)	1,03 (0,94-1,12)		,341	,208
Kas kalınlığı (cm)							
Supraspinatus	2,09 (1,85-2,34)	2,33 (2,12-2,54)	1,98 (1,75-2,22)	2,10 (1,90-2,30)		,288	,003
İnfraspinatus	2,37 (2,12-2,62)	2,73 (2,52-2,94)	2,19 (1,95-2,43)	2,46 (2,26-2,67)		,610	,001
Deltoid	0,83 (0,67-1,00)	0,92 (0,74-1,09)	0,93 (0,77-1,09)	0,86 (0,70-1,03)		,085	,795
Biceps braki	2,62 (2,35-2,89)	2,87 (2,55-3,19)	2,70 (2,44-2,96)	2,59 (2,29-2,90)		<,001	,146
Skapula-retraktör	1,64 (1,42-1,86)	1,74 (1,50-1,99)	1,53 (1,31-1,74)	1,76 (1,52-2,00)		,371	,022

KAKE, Kan akımı kısıtlamalı eğitim; AH, Akromioklaviküler.
Veriler ortalama, %95 GA olarak verildi. §: Bir Sabit Faktörlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

4.4. Omuz Rotator Kas Kuvvetlerinin Karşılaştırması

Etkilenen ekstremitede tedavi öncesi ve sonrası omuz rotator kas kuvveti verileri Tablo 4.6’da verildi. Gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrasında 60°/s açısal hızdaki omuz internal rotator kas kuvvetinde $F(1, 29)=6,01$; $p=0,02$) anlamlı grup-zaman etkileşimi bulundu. Tedavi sonrasında 60°/s açısal hızdaki omuz internal rotator kas kuvveti KAKE grubunda daha yüksekti. 180°/s açısal hızdaki omuz internal rotator kas kuvveti ile 60°/s ve 180°/s açısal hızdaki omuz eksternal rotator kas kuvvetlerinde grup-zaman etkileşimi yoktu ($p>0,05$) (Tablo 4.6.).

Zamanın etkisi ise 60°/s açısal hızdaki omuz internal rotator $F(1, 29)=6,82$; $p=0,01$) ve eksternal rotator $F(1, 29)=15,52$; $p<0,001$) kas kuvvetleri ile 180°/s açısal hızdaki omuz internal rotator $F(1, 29)=21,77$; $p<0,001$) ve eksternal rotator $F(1, 29)=12,50$; $p=0,001$) kas kuvvetleri için her iki grupta zamanla artış gösterdi (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Etkilenen ekstremitede omuz rotator kas kuvvetlerinin karşılaştırması.

	KAKE grubu (n=15)		Kontrol grubu (n=16)		Zaman etkisi[§]
	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	
Kas kuvveti (Nm/kg)					
Omuz ER (60°/s)	0,32 (0,27-0,36)	0,36 (0,31-0,42)	0,31 (0,26-0,35)	0,34 (0,28-0,40)	,433
Omuz İR (60°/s)	0,43 (0,34-0,52)	0,49 (0,41-0,57)	0,43 (0,34-0,51)	0,43 (0,35-0,51)	,020
Omuz ER (180°/s)	0,27 (0,23-0,31)	0,31 (0,25-0,36)	0,26 (0,22-0,30)	0,31 (0,26-0,37)	,520
Omuz İR (180°/s)	0,37 (0,30-0,45)	0,44 (0,36-0,53)	0,40 (0,32-0,48)	0,43 (0,35-0,51)	,061

KAKE, Kan akımı kısıtlamalı eğitim; ER, Eksternal rotator; İR, İnternal rotator; Nm/kg, Newton-metre/kilogram. Veriler ortalama, %95 GA olarak verildi. [§]: Bir Sabit Faktörlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi.

4.5. Tedavi Öncesi ve Sonrasında Ekstremiteler Arası Karşılaştırmalar

KAKE grubunda bilateral ekstremitelere ait tedavi öncesi ve sonrası AH mesafe, kas kalınlığı ve omuz rotator kas kuvveti verileri Tablo 4.7.'de, kontrol grubunda bilateral ekstremitelere ait tedavi öncesi ve sonrası AH mesafe, kas kalınlığı ve omuz rotator kas kuvveti verileri Tablo 4.8.'de verildi. KAKE ve kontrol gruplarında ekstremiteler arasında hem tedavi öncesi hem de tedavi sonrasında AH mesafe, kas kalınlığı ve omuz rotator kas kuvveti bakımından fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.7. KAKE grubunda tedavi öncesi ve sonrasında ekstremite arası karşılaştırma.

	Tedavi öncesi			Tedavi sonrası		
	<i>Etkilenen</i>	<i>Sağlam</i>	<i>p1[§]</i>	<i>Etkilenen</i>	<i>Sağlam</i>	<i>p2[§]</i>
AH mesafe (cm)	1,00 (0,89-1,10)	0,98 (0,89-1,08)	,529	0,99 (0,90-1,08)	1,00 (0,90-1,11)	,395
Kas kalınlığı (cm)						
Supraspinatus	2,09 (1,85-2,34)	2,11 (1,91-2,32)	,315	2,33 (2,12-2,54)	2,36 (2,11-2,61)	,489
İnfraspinatus	2,37 (2,12-2,62)	2,36 (2,10-2,62)	,788	2,73 (2,52-2,94)	2,71 (2,53-2,90)	,414
Deltoid	0,83 (0,67-1,00)	0,84 (0,71-0,97)	,561	0,92 (0,74-1,09)	0,91 (0,70-1,12)	,611
Biceps braki	2,62 (2,35-2,89)	2,62 (2,34-2,90)	,890	2,87 (2,55-3,19)	2,82 (2,47-3,16)	,384
Skapula-retraktör	1,64 (1,42-1,86)	1,64 (1,45-1,83)	,904	1,74 (1,50-1,99)	1,73 (1,52-1,94)	,342
Kas kuvveti (Nm/kg)						
Omuz ER (60°/s)	0,32 (0,27-0,36)	0,33 (0,28-0,37)	,443	0,36 (0,31-0,42)	0,36 (0,30-0,41)	,691
Omuz İR (60°/s)	0,43 (0,34-0,52)	0,45 (0,38-0,52)	,314	0,49 (0,41-0,57)	0,51 (0,43-0,59)	,439
Omuz ER (180°/s)	0,27 (0,23-0,31)	0,27 (0,24-0,31)	,802	0,31 (0,25-0,36)	0,31 (0,27-0,36)	,771
Omuz İR (180°/s)	0,37 (0,30-0,45)	0,42 (0,35-0,48)	,171	0,44 (0,36-0,53)	0,46 (0,39-0,53)	,441

KAKE, Kan akımı kısıtlamalı eğitim; AH, Akromiöhümeral; ER, Eksternal rotatör; İR, İnternal rotatör; *p1*, tedavi öncesi karşılaştırma; *p2*, tedavi sonrası karşılaştırma; Nm/kg, Newton-metre/kilogram.

Veriler ortalama, %95 GA olarak verildi. §: Bağımlı Gruplar Student t Testi.

Tablo 4.8. Kontrol grubunda tedavi öncesi ve sonrasında ekstremite arası karşılaştırma.

	Tedavi öncesi			Tedavi sonrası		
	<i>Etkilenen</i>	<i>Sağlam</i>	<i>p1</i> [§]	<i>Etkilenen</i>	<i>Sağlam</i>	<i>p2</i> [§]
AH mesafe (cm)	1,09 (0,99-1,19)	1,10 (0,98-1,22)	,330	1,03 (0,94-1,12)	1,04 (0,94-1,13)	,912
Kas kalınlığı (cm)						
Supraspinatus	1,98 (1,75-2,22)	1,97 (1,67-2,27)	,654	2,10 (1,90-2,30)	2,12 (1,91-2,32)	,400
İnfraspinatus	2,19 (1,95-2,43)	2,19 (1,94-2,44)	,889	2,46 (2,26-2,67)	2,46 (2,20-2,71)	,922
Deltoid	0,93 (0,77-1,09)	0,94 (0,73-1,15)	,299	0,86 (0,70-1,03)	0,82 (0,66-0,98)	,329
Biceps braki	2,70 (2,44-2,96)	2,70 (2,38-3,03)	1,000	2,59 (2,29-2,90)	2,63 (2,28-2,97)	,538
Skapula-retraktör	1,53 (1,31-1,74)	1,53 (1,28-1,77)	,845	1,76 (1,52-2,00)	1,72 (1,48-1,95)	,352
Kas kuvveti (Nm/kg)						
Omuz ER (60°/s)	0,31 (0,26-0,35)	0,31 (0,26-0,36)	,875	0,34 (0,28-0,40)	0,34 (0,28-0,40)	,965
Omuz İR (60°/s)	0,43 (0,34-0,51)	0,43 (0,34-0,53)	,864	0,43 (0,35-0,51)	0,45 (0,38-0,53)	,278
Omuz ER (180°/s)	0,26 (0,22-0,30)	0,26 (0,21-0,31)	,979	0,31 (0,26-0,37)	0,30 (0,24-0,35)	,371
Omuz İR (180°/s)	0,40 (0,32-0,48)	0,41 (0,31-0,51)	,740	0,43 (0,35-0,51)	0,44 (0,35-0,53)	,572

KAKE, Kan akımı kısıtlamalı eğitim; AH, Akromiolumeral; ER, Eksternal rotatör; İR, İnternal rotatör; p1, tedavi öncesi karşılaştırma; p2, tedavi sonrası karşılaştırma; Nm/kg, Newton-metre/kilogram.
Veriler ortalama, %95 GA olarak verildi. §: Bağımlı Gruplar Student t Testi.

4.6. Ağrı ve Fonksiyonel Skorların Karşılaştırması

Grupların tedavi öncesi ve sonrasındaki ağrı şiddetleri (istirahat, gece, aktivite ve izokinetik test sırasındaki ağrı) ve SPADI skorları Tablo 4.9.'da verildi. Her iki grupta da ağrı şiddetleri ve SPADI skorları zamanla anlamlı olarak azaldı ($p<0,05$). Tedavi sonrasında her iki grup arasında ağrı şiddetleri bakımından fark bulunmazken ($p>0,05$), SPADI skoru tedavi sonrasında KAKE grubunda anlamlı olarak daha düşüktü ($p=0,04$) (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Ağrı ve fonksiyonel skorların karşılaştırması.

		Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	p1 [§]	p2 [†]
Ağrı (istirahat)	KAKE	0 (0-1,7)	0 (0-0)	,028	1,000
	Kontrol	0,8 (0-2,2)	0 (0-0)	,011	
Ağrı (gece)	KAKE	1,8 (0-5,5)	0 (0-0)	,008	,800
	Kontrol	0,3 (0-3,0)	0 (0-0)	,017	
Ağrı (aktivite)	KAKE	5,1 (4,0-6,5)	0,9 (0-1,2)	,001	,599
	Kontrol	5,4 (4,5-6,7)	1 (0-1,8)	<,001	
Ağrı (izokinetik test)	KAKE	3 (2,0-4,0)	0 (0-0)	,001	,520
	Kontrol	3 (2,5-5,5)	0 (0-1,0)	,001	
SPADI (%)	KAKE	43,07 (28,50-60,00)	6,92 (3,07-13,10)	,001	,037
	Kontrol	50,40 (37,35-64,23)	15,40 (6,25-19,60)	<,001	

KAKE, Kan akımı kısıtlamalı eğitim; SPADI, Omuz Ağrı ve Disabilite İndeksi; p1, grup içi tedavi öncesi-sonrası karşılaştırma; p2, gruplar arası tedavi sonrası karşılaştırma.

Veriler ortanca, ÇAA olarak verildi. §: Wilcoxon Testi; †: Mann-Whitney U Testi.

4.7. Egzersiz Eğitimi Esnasında Algılanan Yorgunluk Düzeyi

KAKE grubunda egzersiz esnasında algılanan yorgunluk düzeyi [ortanca (ÇAA): 6,6 (6-8) RPE], kontrol grubunda algılanan yorgunluk düzeyinden [ortanca (ÇAA): 4,8 (4-5,5) RPE] anlamlı olarak daha yüksekti ($p < 0,001$).

5. TARTIŞMA

Rotator kılıf tendinopatisinde kan akımı kısıtlaması ile birlikte uygulanan rehabilitasyon egzersizlerinin etkinliğinin değerlendirildiği bu araştırmada KAKE uygulanan grupta biceps braki kas kalınlığında ve 60°/s’de omuz internal rotator kas kuvvetinde kontrol grubuna göre daha fazla artış olduğu bulundu. Ayrıca tedavi sonrasında SPADI skoruyla değerlendirilen omuz fonksiyonunun KAKE grubunda daha iyi olduğu gösterildi. Ancak her iki egzersiz eğitiminin de diğer omuz rotasyonel kas kuvvetleri, kas kalınlıkları, AH mesafe ve omuz ağrısındaki değişim bakımından birbirlerine göre üstünlüğü yoktu. Her iki grupta da tüm omuz rotasyonel kuvvetleri, rotator kılıf ve skapula-retraktör kas kalınlıkları zamanla artış gösterirken; omuz ağrısı azaldı ve fonksiyonu iyileşti.

KAKE yüksek şiddetli antrenmanın etkilerini düşük şiddetlerde elde etmesi bakımından hem kuvvet eğitimi için hem de kas-iskelet patolojilerinin rehabilitasyonunda son yıllarda klinisyenler tarafından oldukça artan ilgiye sahiptir. Günümüze kadar yapılan araştırmaların büyük çoğunluğu oklüzyon bölgesinin distalinde kalan kaslara odaklanmıştır. Ancak bu eğitimin hem lokal hem de sistemik etki mekanizmaları düşünüldüğünde oklüzyon bölgesinin proksimalinde yer alan vücut bölümlerinde de etkiler oluşturabileceği düşünülmektedir. Şimdiye kadar proksimal etkilerin araştırıldığı sınırlı sayıda çalışma sağlıklı bireyler üzerinde gerçekleştirilmiştir (12, 29, 91, 125). Bu araştırma omuz ağrısı olan bireylerde KAKE’nin proksimal etkilerini değerlendirmesi bakımından bildiğimiz ilk araştırmadır ve araştırmanın sonuçları oklüzyonun proksimal ve distal bölgelerindeki olumlu etkilerini doğrulamıştır.

Araştırmamızda biceps braki kasında görülen kalınlık artışı KAKE’de oklüzyon bölgesinin distalinde hipertrofi gösteren çalışmalar ile tutarlıdır (29, 90, 125, 126). Bu hipertrofinin oklüzyon nedeniyle *cuff* distalinde oluşan göreceli hipoksik ortamda biriken metabolitler tarafından oluşturulan metabolik stres ve dirençli egzersizlerden kaynaklanan mekanik gerilim nedeniyle uyarılan mekanizmalar sayesinde oluştuğunu düşünüyoruz. Biceps tendonunun kılıfı, glenohumeral eklemin sinoviyal astarının bir uzantısıdır ve bu kılıf, rotator kılıf tendonlarını etkileyen patolojik bir durumda etkilenebilir. Neviasser ve ark. (127) omuz ağrısı olan 89 hastanın prospektif olarak artroskopik değerlendirmesinde biceps uzun başı

tendonundaki inflamatuvar değişiklikleri rotator kılıf tendinopatisi ile ilişkilendirmiştir. Bu ilişkinin rotator kılıf patolojisinin şiddeti arttıkça daha belirgin hale geldiğini belirtmişlerdir. Omuz ağrısı ile kliniğe başvuran birçok hastada biceps braki kasının uzun başında hassasiyet bulunmaktadır (128). Omuz ağrısının kaynağının bu tendon olduğu düşünülmektedir (129, 130). Biceps tendonundan kaynaklanan omuz ağrısı omuz fonksiyonunda ciddi bir azalmaya neden olabilir. Pek çok omuz patolojisine eşlik eden bu tendon hassasiyetini azaltmak ve tendondaki iyileşme cevabını arttırmak için optimal yüklenme önerilmektedir (130). Araştırma bulgularımıza göre klinik açıdan bakıldığında, ağırlı tendondaki stresi arttırmadan tendonun yüklenme kapasitesinin arttırılmasında KAKE önemli ölçüde fayda sağlayabilir ve geleneksel rehabilitasyon protokollerine bir alternatif olabilir.

Biceps braki kası özellikle baş üstü aktiviteler sırasında omuz eklemi dinamik stabilizasyonunun bir parçası olarak rotator kılıf kaslarına destek olur. Bu işleviyle humerus başının glenoid boşluktaki konumunun korunmasını sağlar (34). Daha kalın ve kuvvetli bir biceps omuza gelen yükü glenoid boşluğun daha büyük bir alanına dağıtarak, eklem üzerindeki stresi ve rotator kılıfla ilişkili yaralanma riskini azaltabilir. Çalışmamızda KAKE grubunda artan biceps braki kas kalınlığının bu açıdan avantaj oluşturabileceğini düşünüyoruz. Ancak çalışmamızda sadece 8 hafta sonrası sonuçlar araştırıldı. Bu kas kalınlığının uzun dönemde takip edilmesinin rotator kılıf tendinopatisi ile ilişkili semptomlar ve yeniden yaralanma riski açısından önemli sonuçlar verebileceği öngörülmektedir.

Güncel araştırmalar KAKE'nin olası proksimal etkileri nedeniyle omuz veya göğüs bölgesi gibi *cuff* proksimalinde kalan kasların kuvvetini arttırmak veya hipertrofi cevabı oluşturmak için etkili bir egzersiz yöntemi olabileceğini öne sürmektedir (12, 29, 86, 91). Bu araştırmada 60°/s'de omuz internal rotator kas kuvvetinde kontrol grubuna göre daha fazla görülen artış, bu proksimal etkiyi desteklemektedir. Lambert ve ark. (125) araştırma protokolümüze benzer şekilde rotator kılıf kasları için uyguladıkları KAKE ile, omuz 0° abduksiyondaki izometrik internal rotator kas kuvvetinde artış bulmuşlardır. Eksternal rotator kas kuvvetinde ise sonuçlarımızla benzer şekilde KAKE uygulanmayan gruba göre fark oluşmamıştır. Yine aynı araştırmacı tarafından aynı protokol ile yapılan başka bir araştırmada, fırlatma sporcularında omuz 90° abduksiyondaki izometrik internal rotator kas kuvveti

kan akımı kısıtlaması olmayan gruba göre daha yüksek bulunmuştur (131). Omuz eksternal rotasyonu küçük bir kas grubu tarafından sağlanırken, internal rotasyon hem glenohumeral eklemden hem de bu eklemin dışında bulunan çevre kaslar tarafından gerçekleştirilir. KAKE uygulaması ile bulunduğu konum ve boyutları nedeniyle internal rotator kaslarda oluşan kan akımı kısıtlama etkisi ve metabolik stres daha fazla gerçekleşmiş olabilir. Araştırmamızdaki omuz internal rotator kas kuvvetindeki artışın pektoralis majör ve subskapularis gibi büyük kas gruplarının katkısıyla gerçekleşmiş olabileceğini düşünüyoruz. Yasuda ve ark. (90) sağlıklı erkek bireylerde kan akımı kısıtlaması ile yapılan *bench press* egzersizinde pnömatik *cuff* distalinde kalan triseps ve proksimalinde kalan pektoralis majör kas kalınlığı ve kuvvetinde anlamlı artış olduğunu göstermiştir. Uyguladığımız egzersiz protokolü içerisinde kan akımı kısıtlaması ile birlikte yapılan aşamalı şınav egzersizleri pektoralis majör ve subskapularis kaslarının kalınlığında/aktivasyonunda artışa neden olmuş olabilir. Ancak araştırma protokolü içerisinde bu kasların kalınlığını veya aktivasyonunu değerlendirmediklerimiz için kesin bir sonuca varmak mümkün değildir. Rotator kılıf patolojilerinde rehabilitasyonun temel hedeflerinden biri olan humerus başını stabilize etmek ve inferior hareketini arttırmak için omuz internal rotator kas kuvvetinin artması, KAKE'nin bu amaç için kullanılabilmesi adına olumlu bir sonuçtur.

Mevcut araştırmalar KAKE eğitiminin akut veya kronik ağrısı olan bireylerde olası bir ağrı modülasyon aracı olabileceğini göstermektedir (132-134). Ön diz ağrısı olan bireylerde, kan akımı kısıtlaması ile tek bir seans uygulanan açık kinetik zincir diz ekstansiyon egzersizinin hemen sonrasında ağrının önemli ölçüde azaldığı ve bu egzersize bağlı hipoaljezi etkisinin en az 45 dakika boyunca devam ettiği raporlanmıştır (133). Yine ön diz ağrısı olan bireyler üzerinde yapılan bir araştırmada KAKE ile düşük yüklü kuadriseps kuvvetlendirme programı uygulanan grupta, 8 haftalık takipte, uygulanmayan gruba göre ağrıda azalma miktarının daha fazla olduğu bulunmuştur (25). Hughes ve Patterson (134) KAKE ile ağrı duyarlılığındaki azalmanın beta-endorfin gibi endojen opioid üretiminden kaynaklanabileceğini ileri sürmüştür. KAKE sırasında iskemi, hipoksi, intramusküler metabolit birikimi ve doku pH'ında azalma ile yüksek düzeyde oluşan metabolik stresin beta-endorfin salınımına neden olabileceğini, beta-endorfinin de ağrılı uyaranları inhibe ederek egzersize bağlı hipoaljezi oluşumuna katkıda bulunabileceğini ifade etmişlerdir. Bulgularımız, her iki

egzersiz yönteminin de rotator kılıf tendinopatisinde ağrıyı azaltmada ve omuz fonksiyonunu iyileştirmede etkili olduğunu gösterdi. Sadece tedavi sonrasında SPADI skoruyla değerlendirilen omuz ağrı ve fonksiyon parametresi KAKE grubunda daha yüksekti. Ancak her iki grupta da tedavi sonrasında elde edilen fonksiyonel skor değerleri oldukça iyiydi (ortanca skor; KAKE grubu: 6,92; kontrol grubu: 15,40). KAKE grubunda tedavi sonrası ağrıda iyileşme skoru 4,2 puan, fonksiyonel iyileşme skoru 37 puan iken; kontrol grubunda ağrıda iyileşme skoru 4,4 puan, fonksiyonel iyileşme skoru 35 puan olarak ölçüldü. Ağrı ve fonksiyonel skorlardaki iyileşme seviyesi her iki grupta da çok benzer olmakla birlikte, minimal klinik anlamlılık düzeyinin (ağrı için 1,4 puan; SPADI için 15,4 puan) çok üzerindedi. Mevcut kanıtlar, kronik ağrısı olan bireylerde ağrının azaltılmasında dirençli egzersizlerin etkinliğini göstermektedir (135, 136). Her iki egzersiz grubunda da uygulanan dirençli egzersize bağlı olarak ağrı modülasyonu farklı mekanizmalarla meydana gelmiş olabilir. Bu nedenle üçüncü hipotezimiz (yani ağrının azaltılması bakımından daha etkilidir) reddedilirken, dördüncü hipotezimiz omuz fonksiyonunun geliştirilmesi açısından kabul edildi.

KAKE'nin sağlıklı tendonlar ve tendinopati gibi patolojiler üzerindeki etkilerine ilişkin araştırmaların azlığına rağmen, ön kanıtlar, ağrı ve fonksiyon gibi klinik sonuçlardaki iyileşmelerin yanı sıra olumlu yönde tendon adaptasyonlarının meydana geldiğini göstermektedir. Araştırmamızda da KAKE ile ağrı ortadan kalkmış, fonksiyonel durumda önemli derecede iyileşme gösterilmiştir. Sağlıklı tendonların morfolojik ve mekanik özellikleri üzerinde gösterilen olumlu etkiler arasında tendon kalınlığında, vaskülaritede, sertlikte, cilt sıcaklığında, neovaskülarizasyonda iyileşmeler yer almaktadır (137). Burton (137) KAKE'nin tendinopati rehabilitasyonunda kullanımı ile ilgili derlemesinde, yüksek şiddetli egzersiz müdahalelerini tamamlayıcı olarak, bu şiddette egzersizi tolere edemeyen hastalar için daha geniş bir rehabilitasyon seçeneği olarak kullanılabilceğini belirtmektedir. Tendinopati rehabilitasyonu ile ilgili yayınlar aşıl tendinopatisi ve patellar tendinopati konusunda genellikle vaka raporları ve vaka serileriyle sınırlıdır (138-140). Araştırmamızın KAKE'nin omuz tendinopatisindeki etkisini araştıran ilk randomize kontrollü çalışma olması bakımından literatüre kanıt değeri yüksek bir katkı verdiğini düşünmekteyiz. Ayrıca KAKE protokolüne göre üst ekstremitenin en

proksimal noktasına bağlanan *cuff*'ın, egzersiz sırasında tıpkı bir patellar *strap* veya epikondil bandı gibi işlev görüp, tendon üzerindeki yüklenmenin azalmasına neden olarak ağrının azalmasına katkıda bulunabileceğini düşünmekteyiz.

KAKE grubunda biceps braki kas kalınlığı ve 60°/s'de omuz internal rotator kas kuvveti hariç diğer kas kalınlıkları ve rotator kas kuvvetlerinde kontrol grubuna göre herhangi bir üstün etki gözlenmedi. KAKE'nin olumlu anabolik etkileri üç nedenden dolayı ekstremite proksimalinde yeterince oluşmamış olabilir. Birincisi, KAKE protokolü için önerilen tekrar sayısı üst ekstremite kaslarını yeterince yüklemeye yetmemiş olabilir. İkincisi, egzersizler arasında *cuff* basıncının düşürülmesi, oklüzyon etkisini yeterince sağlamamış olabilir. Araştırmamızda KAKE protokollerinde önerilen şekliyle tekrar sayısı 30/15/15/15 (toplamda 75) olacak şekilde uygulandı ve egzersiz setleri arasında *cuff* şişirilmiş halde tutulurken, egzersizler arasındaki geçişlerde *cuff* basıncı sıfırlandı. Bir derlemede Dankel ve ark. (12) *cuff* proksimalindeki kasları içeren üst ekstremite egzersizleri sırasında daha fazla yüklenme elde edilebilmesi için, daha fazla tekrar sayısının (>75 tekrar) ilave fayda sağlayabileceğini öne sürmüştür. Lambert ve ark. (125) sağlıklı omuzlarda KAKE ile rotator kılıf egzersizlerini, bizim tekrar sayımızdan farklı olarak, her egzersizin son setini istemli yorgunluk oluşana kadar uygulamışlardır. Bu araştırmanın sonucunda, KAKE olmayan gruba kıyasla KAKE grubunda omuz ve kol yağsız kütlelerinde, İR kuvvetinde ve kas dayanıklılığında artış gözlemlenmiştir. Yazarlar bu tekrar sayısının omuz kaslarının gerçekleştirdiği metabolik ve mekanik çalışmaya daha büyük katkı oluşturduğu sonucuna varmıştır. Standart düşük yüklü KAKE protokolünde tek eklem içeren egzersizlerde (örneğin; dirsek fleksiyon-ekstansiyonu) toplam 75 tekrar uygulandığında *cuff* distalindeki kaslarda istemli yorgunluk düzeyine ulaşılması muhtemeldir. Ancak çok eklem içeren egzersizlerde (örneğin; duvarda şınav) birden fazla ve büyük kas gruplarının çalışmasından dolayı bu kaslarda yorgunluk oluşması için (daha fazla metabolik stres) daha fazla tekrar sayısına ihtiyaç duyulabilir. Bu nedenle ilerleyen araştırmalarda omuz gibi *cuff* proksimalinde kalan bölgeler için istemli yorgunluk oluşana kadar tekrar sayısını içeren protokollerin araştırılması gerektiğini düşünüyoruz.

KAKE'nin *cuff* proksimalinde kontrol grubuna göre üstün etki oluşturmamasının üçüncü bir nedeni egzersiz tipi olabilir. Büyük kas gruplarını içeren

çok eklemlili ve/veya kapalı kinetik zincir egzersizleri, proksimal omuz kasları için daha fazla hipertrofik uyarıya neden olabilir. Araştırmamızda seçilen egzersizler rotator kılıf tendinopatisinin rehabilitasyonunda kanıt düzeyi yüksek olan, çoğunlukla tek eklem içeren egzersizlerdi (115, 141-143). Öte yandan araştırmamızda hem vücut pozisyonları hem de yükleme miktarı değiştirilerek izole kaslara yönelik ilerleyici yükleme sağlandı. Birkaç kas grubunu aynı anda çalıştıran tek egzersiz ilerleyici olarak yapılan şınav egzersiziydi. Yasuda ve ark. (90) yalnızca 10 katılımcı ile gerçekleştirdikleri, 8 haftalık, çok eklem içeren *bench press* antrenmanından sonra pektoralis majör kas kuvvetinde ve boyutunda artış bulmuştur. Aynı araştırmacılar başka bir araştırmada ise 6 haftalık *bench press* antrenmanının ardından pektoralis majör kas kesit alanının %8,3 arttığını bildirmişlerdir (144). Kasılma aktivitesinin potansiyel kümülatif etkileri nedeniyle, omuz kas kalınlığı ve kuvveti üzerinde KAKE'nin etkilerini değerlendirmek için çok eklemlili/kapalı zincir egzersizleri kullanılarak yapılacak olan daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Bildiğimiz kadarıyla düşük şiddetli KAKE'nin rotator kılıf kasları üzerindeki etkilerini protokolümüze benzer şekilde araştıran randomize kontrollü yalnızca iki çalışma vardır. Ancak bu araştırmalar sağlıklı bireylerle gerçekleştirilmiştir. Brumitt ve ark. (145) yan yatışta düşük şiddetli ER egzersizlerini 8 hafta boyunca KAKE (1-MT'nin %30'u yükte, 30/15/15/15 tekrar, 2 gün/hafta) ve KAKE uygulanmayan gruplarda araştırmış ve her iki grupta da supraspinatus ve omuz eksternal rotator kas kuvvetinde artış bildirmişlerdir. Ayrıca bu araştırmada supraspinatus tendon kalınlığının da her iki grupta arttığı tespit edilmiştir. Araştırmamıza benzer şekilde gruplar arasında herhangi bir fark bulunmamıştır. Araştırmacılar bu sonucu KAKE programı içerisinde tek bir egzersiz uygulandığından dolayı yeterli fizyolojik cevapların açığa çıkmamış olabileceği ile açıklamışlardır. Bir diğer çalışmada Bowman ve ark. (91) yan yatışta eksternal rotasyon, omuz internal rotasyon, *biceps curl*, *triceps extension* ve yüzüstü T egzersizlerini içeren 6 haftalık programı %60 AOB'de KAKE (1-MT'nin %30'u yükte, 30/15/15/15 tekrar, 2 gün/hafta) ve KAKE uygulanmayan gruplarda araştırmıştır. Gruplar arasında bulgularımıza benzer şekilde omuz eksternal ve internal rotasyon kas kuvvetleri açısından fark olmadığını, ancak omuz fleksiyonu, abduksiyonu ve skapular düzlemde elevasyon sırasındaki kas kuvveti ile kol ve önkol çevresinin KAKE grubunda daha yüksek olduğunu

raporlamışlardır. Bu araştırmada aynı zamanda kavrama kuvveti de kontralateral taraf ve kontrol grupları ile karşılaştırılmış; KAKE uygulanan grupta her iki ekstremitenin de kavrama kuvveti kontrol grubuna göre daha iyi bulunmuştur. Araştırmacılar bu bulgu ile düşük şiddetli KAKE'nin proksimal etkileri ile birlikte potansiyel çapraz geçiş (*cross-over*) etkilerinin de olabileceğini belirtmiştir. Bu araştırmalardan ve bulgularımızdan yola çıkılarak rotator kılıf kaslarına odaklanılarak uygulanan düşük yoğunluklu KAKE uygulamasının proksimal kas kuvveti ve kas kalınlığı kazanımları için faydalı sonuçlar vadettiği, ancak kanıta dayalı rehabilitasyon protokollerine göre üstünlüğünün tartışmalı olduğu görüşündeyiz.

Araştırmamızda her iki grupta tedavi öncesinde de tedavi sonrasında da etkilenen ve sağlam taraf arasında yapılan kas kuvveti ve kalınlığı karşılaştırmasında gruplar arasında fark bulunmadı. Genel olarak tedavi sonrasında tüm kas kalınlıkları (deltoid kas kalınlığı dışında) ve rotator kılıf kuvveti her iki ekstremitede de artış göstermekteydi. Rotator kılıf tendinopatisinde kas kuvveti genellikle omuz eklemi fonksiyonuyla ilişkilendirilmesine rağmen, bu patolojide maksimum kuvvet üretimindeki eksikliklere ilişkin literatür tutarsızdır. Rotator kılıf tendinopatisi olan hastalarda özellikle eksternal rotasyon kas kuvveti olmak üzere rotator kılıf kas kuvvetinde azalma raporlanmıştır (104, 146-148). Ancak araştırmamızda semptomatik ve asemptomatik tarafta benzer rotator kılıf kas kuvvetleri görüldü. Bunun bir nedeni araştırmalar arasındaki metodolojik farklılıklar olabilir. Daha önce bahsedilen çalışmalarda el dinamometresi ile maksimum izometrik kuvvet ölçümleri kullanılmış ve rotator kas kuvvetinin ölçümü sırasında omuz abduksiyon açısı yüzüstü veya sırtüstü pozisyonlarda 90° olarak ayarlanmıştır. Yüksek elevasyon açılarının rotator kılıf tendinopatisinde potansiyel ağrı oluşturma pozisyonu olduğu düşünüldüğünde bu çalışmalarda hastalar ağrıya bağlı omuz kuvvetini açığa çıkartamamış olabilirler. İzokinetik test, kas kuvveti ölçümünde altın standart olarak kabul edilmektedir (149). MacDermid ve ark. (104) izokinetik test ile oturur pozisyonda, skapular düzlemde, 75°/s açısal hızda rotator kas kuvvetini ölçmüş ve rotator kılıf patolojisi olan hastalarda (sağlıklı deneklerle karşılaştırıldığında) eksternal rotator ve internal rotator kas kuvvetinin daha zayıf olduğunu bildirmiştir. Ancak bu araştırmada semptomatik ve asemptomatik taraflar arasındaki kuvvet farklılıkları raporlanmamıştır. Bu da araştırmamızdaki bulguların doğrudan karşılaştırılmasını mümkün kılmamaktadır.

Ayrıca hastaların fonksiyonel etkilenim seviyesi de görülen bu farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir. Araştırmamızda tedavi öncesinde SPADI ile belirlenen omuz fonksiyonu (ortanca skor; KAKE grubu: 43,07; kontrol grubu: 50,40) orta düzeyde etkilenmişti. Güncel sistematik derlemelerde ve klinik fikir birliği araştırmalarında rotator kılıfla ilişkili omuz ağrısında sınırlı kanıtın eksternal ve internal rotator kas zayıflığını desteklediği belirtilmiştir (150, 151) ki bu da bizim bulgularımızla paraleldir. Kas kuvveti daha kötü olan bireylerde ağrı ve semptomların daha şiddetli olacağı yönünde bir kanıt yoktur (146, 147). Ayrıca tepe kas kuvvetinde değişiklik olmadan da ağrı ve fonksiyonel sonuçların iyileşebileceği belirtilmektedir (44, 152). Uygulamış olduğumuz her iki egzersiz protokolünde de kas kuvvet ve kalınlık kazanımları elde etmiş olmakla birlikte her iki grupta da ağrıda azalma ve fonksiyonda iyileşme tespit edilmiştir. Ekstremitte simetrisinin bozulmamış olması ve olumlu klinik sonuçlar her iki protokolün de rotator kılıf tendinopatisinin rehabilitasyonunda kullanılabileceğini göstermektedir.

Uzun süredir devam eden omuz ağrısının neden olduğu inhibisyon kas kalınlığında azalmaya yol açabilir. Rotator kılıf ve skapular stabilizatör kas kalınlıklarını araştıran az sayıda araştırmada omuz ağrısı olan hastalarda supraspinatus enine kesit alanının azalabileceği (6, 153), skapular kas kalınlığının ise asemptomatik omuzlara göre benzer olduğu raporlanmıştır (154, 155). Araştırmamıza dahil edilen hastalar en az 3 aydır (kronik) omuz ağrısı olan hastalar olmasına rağmen tedavi öncesinde ekstremiteler arasındaki kas kalınlığında bir fark tespit edilmedi. Bu da rotator kılıf tendinopatisinin etyolojisinde kas kalınlığı dışında bir mekanizmanın rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca dominantlık durumuna göre ekstremiteler arasında doğal kuvvet ve kas kalınlıkları farkı olabilir. Dominant omuzun tipik olarak daha fazla kuvvet sergileyeceği ve bir yaralanma veya ağrılı durum dominant tarafı etkilediğinde bu kuvvetin azalarak kontralateral taraf ile benzer olabileceği düşünülebilir. Araştırmamızda her iki grupta da ağrılı omuz dağılımlarının (dominant/non-dominant) benzer olması ile gruplar arasında bu faktör bakımından homojenlik sağlanmıştır.

Günümüze kadar raporlanan AH mesafe değerleri anatomik farklılıklar, kullanılan ölçüm protokollerinin çeşitliliği, hastanın duruşu veya omuz abduksiyon açısı gibi çeşitli faktörlerden dolayı farklılık göstermektedir. Asemptomatik bireylerde

omuz nötral pozisyonda ölçülen AH mesafe 6-12 mm arasındadır (156). Daha önce yapılan çalışmalarda AH mesafenin azalmasının rotator manşet tendonu ve subakromiyal bursa üzerine baskıya yol açabileceği ve omuz ağrısının mekanizmalarından biri olabileceği öne sürülürken (157-159), güncel araştırmalar omuz ağrısının birçok faktöre bağlı olarak oluşabileceğini AH mesafenin etkisinin olmadığını raporlamaktadır (160-162). Araştırmamızda ölçülen AH mesafe değerleri her iki grupta da normal sınırlar içerisindeydi (ortalama 10 mm). Ayrıca her iki egzersiz yönteminde de rotator kılıf kas kuvveti artmasına rağmen, AH mesafede tedavi sonrasında bir değişiklik tespit edilmedi. Benzer şekilde, Miller ve ark. (163) 12 haftalık rotator kılıf ve skapular stabilizatör kaslara yönelik kuvvet egzersizi programından sonra AH mesafede herhangi bir değişiklik bulamamıştır. Egzersiz tedavisinin glenohumeral eklemden statik pozisyonda ölçülen AH mesafeyi kayda değer ölçüde arttırmadığı söylenebilir. Güncel kanıtlar omuz ağrısında AH mesafede değişiklik olmadan ağrı ve fonksiyonel limitasyonun ortadan kaldırılabilmesi, bu mesafedeki azalmaya odaklanılmaması gerektiğini belirtmektedir (164).

Kas kuvveti kazanımları için yüksek şiddetli (> 1-MT'nin %70'i) antrenman önerilmesine rağmen (17) araştırmamızın bulguları düşük şiddetli (1-MT'nin %30'u) egzersizle de kas kuvvetinde kazanımlar elde edilebileceğini göstermiştir. Brumitt ve ark. (145) protokolümüze benzer şekilde uyguladıkları eğitim ile rotator kılıf kuvvetinde ve supraspinatus tendon boyutunda önemli artışlar raporlamıştır. Bu bulgulara göre kuvvet antrenmanı planlayan profesyoneller ve omuz patolojilerinin rehabilitasyonunda rotator kılıf kas kuvvetini arttırmak isteyen klinisyenlerin birden fazla set içerecek şekilde, düşük şiddet-yüksek tekrarlı egzersizleri kullanabileceği sonucuna varılabilir.

RPE “fiziksel bir işin ne kadar zor, ağır ve yorucu olduğunun bilinçli olarak hissedilmesi” olarak tanımlanmaktadır (165). Egzersiz sırasında algılanan eforun analizi egzersizin fizyolojik talepleri hakkında ilgili bilgiler sağlayabilir ve egzersiz programının ilerletilmesinde yol gösterici olabilir. Düşük şiddetli KAKE uygulamasının, yüksek şiddetli egzersiz yorgunluğuna benzer şekilde metabolik stresi tetiklediği belirtilmektedir (11-13). Çalışmamızda KAKE grubundaki hastalar aynı egzersiz yükünde daha fazla yorgunluk hissettiler (istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek RPE skorları). Daha önce yapılan bazı araştırmalarda KAKE ile kas

kazanımları sağlamak için RPE düzeyinin 7 ve üzerinde olması ya da egzersiz sırasında istemli yorgunluk oluşması önerilmiştir (29, 91, 125, 166). Araştırmamızda egzersizler sırasında yorgunluk için bir sınır skor koymasak da KAKE grubunda ortalama yorgunluk düzeyinin 7 RPE skoruna yaklaştığını gözlemledik. Bu sonuç ile düşük şiddetli KAKE uygulamasının, yüksek şiddetli egzersiz yorgunluğuna benzer şekilde bir yorgunluk oluşturduğunu söyleyebiliriz. Yorgunluktaki bu artış, KAKE sırasında hızlı kasılan kas liflerinin ateşlenmesi ile ilgili olabilir ve uygulanan oklüzyon nedeniyle oluşan metabolik stresin, KAKE olmadan yapılan düşük şiddetli egzersize göre daha fazla olmasıyla açıklanabilir.

KAKE protokolleri günümüze kadar alt ekstremitte üzerinde yapılan araştırmalar ile oluşturulmuştur. Alt ekstremitte ve üst ekstremitte arasındaki kas boyutlarındaki farklılık göz önünde bulundurulduğunda, egzersiz sırasında kontraktıl dokunun oluşturduğu sistemik cevaplar arasında fark görülmesi muhtemeldir. Örneğin; KAKE ile bilateral *leg press* egzersizi ile, unitaleral yapılan *full can* egzersizi arasında oluşan metabolik stres ve bunun proksimal kas grupları üzerindeki etkisi oldukça farklı olacaktır. Bu nedenle günümüzdeki KAKE protokolleri; bilateral/kontralateral eğitim, küçük kas-tek eklem içeren egzersizlere karşı büyük kas-çok eklemli egzersizler, egzersiz volümü, oklüzyon altında geçen toplam süre gibi parametrelerin değiştirilerek tekrarlı denemelerin yapılmasını gerektiren araştırmaya oldukça açık bir konudur.

Araştırmamızın bazı limitasyonları bulunmaktadır. Birincisi, egzersiz yükü için kullanılan başlangıç kuvvet ölçümlerinde ağrı önemli bir sınırlayıcı faktördü, çünkü tüm katılımcıların omuz ağrısı vardı. Ancak bu ağrı düzeyi test sırasında her iki grupta da ortalama 3/10 (VAS'a göre) olarak ölçüldü. Testin skapular düzlemde gerçekleştirilmesi, test sırasında maksimum bir kuvvet oluşturulmasına rağmen ağrı şiddetinin çok yüksek düzeyde olmasını engellenmiş olabilir. Tedavi sonrasında ise her iki grupta da test sırasında ağrı oluşmadı. İzokinetik test sırasındaki ağrının azalmasına bağlı olarak kas kuvveti değerlerinde yaşanan artışın gerçek bir artışı yansıtmaması olasıdır. Ancak ağrıdaki azalmanın gruplar arasında benzer olması nedeniyle bu limitasyonun kabul edilebilir olduğunu düşünüyoruz. İkinci olarak araştırmamızda KAKE eğitiminin potansiyel lokal ve sistemik mekanizmaları doğrudan ölçülemedi. Hem KAKE hem de ağrı modülasyonundaki fizyolojik

parametrelerin değerlendirilememesi bu sonuçların hangi mekanizmalarla ortaya çıktığını söylemek açısından limitasyon oluşturmaktadır. Bu nedenle omuz ağrısı olan hastalarda oklüzyon bölgesinin proksimalinde bu tür etkilerin daha iyi anlaşılması için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. Son olarak çalışmamıza dahil edilen hastalar rekreasyonel olarak çok çeşitli spor dallarından, farklı frekanslarda spor yapıyordu. Bu eşitlilik spor tipi açısından homojenliğin bozulmasına neden oldu.

Bu araştırma ile rotator kılıf tendinopatisi olan hastalarda düşük şiddetli KAKE uygulaması ile distal etkilerin yanında proksimal etkilerin de elde edilebileceği doğrulandı. KAKE'nin omuzla ilişkili ağrılı durumların rehabilitasyonunda yeni bir egzersiz yöntemi olarak kullanılabilceğini düşünüyoruz. Spor fizyoterapistliği alanında da özellikle oklüzyon bölgesinin distalinde kas hipertrofisi sağlaması ve kas kuvvet üretimindeki potansiyel artış nedeniyle hem omuz performansının artırılması hem de yaralanmaların önlenmesinde etkili bir yöntem olabilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Rotator kılıf tendinopatisinin rehabilitasyonunda 8 hafta boyunca uygulanan KAKE ile biceps braki kas kalınlığında ve omuz internal rotasyon kas kuvvetinde KAKE uygulanmayan gruba göre daha iyi bir artış tespit edildi.
2. KAKE ile oklüzyonun distalinde kalan bölgelerde olumlu etkiler sağlandı. Ayrıca oklüzyon bölgesinin proksimalinde de etkilerinin olabileceği doğrulandı.
3. Progresif olarak uygulanan her iki egzersiz yönteminde de omuz eksternal ve internal rotasyon kas kuvveti, rotator kılıf ve skapula-retraktör kas kalınlığı tedavi sonrasında artış gösterdi.
4. Her iki egzersiz yönteminin ağrıyı azaltmada ve omuz fonksiyonunu iyileştirmede etkili bir yöntem olduğu gösterildi. Tedavi sonrasında KAKE grubunda ölçülen omuz fonksiyon skoru kontrol grubuna göre daha yüksekti. Ancak her iki grupta da tedavi sonrasında elde edilen fonksiyonel skor değerleri iyiydi.
5. Biceps tendonunu ilgilendiren ağrılı durumlarda KAKE geleneksel protokollere göre daha iyi sonuçlar verebilir. Ayrıca internal rotasyondaki kuvvet artışından dolayı humerus başının glenoid kavite içerisinde santralizasyonunun hedeflendiği durumlarda KAKE tercih edilebilir.
6. Düşük şiddet (1-MT'nin %30'u) - çok tekrarlı (75 tekrar) olarak uygulanan progresif egzersiz programıyla hem kas kuvveti hem de kas kalınlığında artışlar olduğu gösterildi.
7. AH mesafe uygulanan egzersiz yöntemleriyle her iki grupta da değişmedi. Bu araştırmanın sonuçlarına göre rotator kılıf tendinopatisinde statik pozisyonda ölçülen AH mesafenin bir etkisinin olmadığı, AH mesafede bir değişiklik sağlanmadan da tedavide başarı elde edilebileceği görüldü.
8. Her iki egzersiz yönteminde de tedavi öncesi ve tedavi sonrasında kas kuvveti ve kalınlığı açısından ekstremiteler arasında fark bulunmadı. Orta düzeyde fonksiyonel etkilenimi olan rotator kılıf tendinopatisi hastalarında asemptomatik ekstremiteye kıyasla bu parametreler bakımından fark olmaması, ağrının omuz kas kuvveti veya kalınlığındaki azalmaya bağlı olarak ortaya çıkmadığını, diğer mekanizmaların düşünülmesi gerektiğini gösterir.

9. KAKE egzersiz protokollerinde yorgunlukla tetiklenen metabolik stres mekanizmaları göz önüne alındığında, egzersizlerin daha fazla tekrar sayısında veya istemli yorgunluk oluşana kadar gerçekleştirilmesi daha farklı sonuçların çıkmasına neden olabilir. Ayrıca üst ekstremitte rehabilitasyonunda uygulanacak KAKE protokolleri egzersiz tipi, egzersiz volümü, oklüzyon altında geçen toplam süre gibi parametrelerin değiştirilerek tekrarlı denemelerin yapılmasını gerektiren araştırmaya açık bir konudur.
10. Düşük şiddetli bir egzersiz yöntemi olan KAKE uygulaması ile yüksek şiddetli egzersiz yorgunluğuna benzer şiddette bir yorgunluk oluştuğu görüldü.
11. Bu araştırmanın sonuçları kronik omuz ağrısı (> 3 ay) ve orta düzeyde fonksiyonel etkilenimi olan (ortalama SPADI skoru: 45) hastalar için geçerlidir. Yeni başlangıçlı omuz ağrısında veya daha yüksek düzeyde fonksiyonel etkilenimi olan hastalar için genellenemez.
12. Bu araştırmanın sonuçları rekreasyonel olarak spor yapan bireyler için geçerlidir. Elit düzeyde baş üstü aktivite içeren spor yapan bireylerde veya sedanterlerde farklı sonuçlar oluşabilir.
13. Bu araştırma omuz rehabilitasyonunda KAKE'nin etkisini araştırması bakımından bir basamak oluşturmuştur. Omuz ağrısına neden olan pek çok farklı patolojinin rehabilitasyonunda KAKE uygulaması araştırılabilir.
14. Rotator kılıf tendinopatisinin rehabilitasyonunda KAKE'yi geleneksel rehabilitasyon protokollerine bir alternatif olarak klinisyenlerin kullanımı için öneriyoruz.
15. KAKE'nin rehabilitasyon uygulamalarında kullanılabilmesi için hasta seçiminde dikkatli olunması (kardiyovasküler problemler vb.) gerekir. Ayrıca oluşan yorgunluk ve basınç hissi nedeniyle bu uygulamadan rahatsız olabilecek hastalarda uygulama yapmak mümkün olmayabilir.
16. KAKE'nin maliyetli bir yöntem olması, ekipmana ait parçaların zamanla eskimesi, ekipmanı yerleştirirken kısa da olsa bir zaman gerektirmesi gibi göreceli dezavantajları da bulunmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Dubé M-O, Desmeules F, Lewis J, Roy J-S. Rotator cuff-related shoulder pain: does the type of exercise influence the outcomes? Protocol of a randomised controlled trial. *BMJ open*. 2020;10(11):e039976.
2. Lewis J. Rotator cuff related shoulder pain: assessment, management and uncertainties. *Manual therapy*. 2016;23:57-68.
3. Lippert L. *Clinical Kinesiology and Anatomy*. Clinical Kinesiology and Anatomy Fifth Edition: F.A. Davis; 2011.
4. Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clinical biomechanics*. 2003;18(5):369-79.
5. Tate A, Turner GN, Knab SE, Jorgensen C, Strittmatter A, Michener LA. Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers. *Journal of athletic training*. 2012;47(2):149-58.
6. Benitez-Martinez JC, Casaña-Granell J, de Llago YE, Villaron-Casales C, Espi-Lopez GV, Jimenez-Diaz F. Cross sectional area of the supraspinatus muscle and acromio-humeral distance in overhead athletes with and without shoulder pain: A cross-sectional study. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2017;26(6):524-9.
7. Leivseth G, Reikerås O. Changes in muscle fiber cross-sectional area and concentrations of Na, K-ATPase in deltoid muscle in patients with impingement syndrome of the shoulder. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1994;19(3):146-9.
8. Littlewood C, Malliaras P, Chance-Larsen K. Therapeutic exercise for rotator cuff tendinopathy: a systematic review of contextual factors and prescription parameters. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2015;38(2):95-106.
9. Seitz AL, Podlecki LA, Melton ER, Uhl TL. Neuromuscular adaptations following a daily strengthening exercise in individuals with rotator cuff related shoulder pain: a pilot case-control study. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2019;14(1):74.
10. Cools AM, Struyf F, De Mey K, Maenhout A, Castelein B, Cagnie B. Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. *British journal of sports medicine*. 2014;48(8):692-7.
11. Loenneke JP, Pujol TJ. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength & Conditioning Journal*. 2009;31(3):77-84.
12. Dankel SJ, Jessee MB, Abe T, Loenneke JP. The effects of blood flow restriction on upper-body musculature located distal and proximal to applied pressure. *Sports Medicine*. 2016;46:23-33.
13. Lorenz DS, Bailey L, Wilk KE, Mangine RE, Head P, Grindstaff TL, et al. Blood flow restriction training. *Journal of athletic training*. 2021;56(9):937-44.

14. Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. *Journal of science and medicine in sport*. 2016;19(5):360-7.
15. Wilkinson BG, Donnenwerth JJ, Peterson AR. Use of blood flow restriction training for postoperative rehabilitation. *Current sports medicine reports*. 2019;18(6):224-8.
16. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*. 2017;51(13):1003-11.
17. Medicine ACoS. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009;41(3):687-708.
18. Kim D, Loenneke JP, Ye X, Bemben DA, Beck TW, Larson RD, et al. Low-load resistance training with low relative pressure produces muscular changes similar to high-load resistance training. *Muscle & nerve*. 2017;56(6):E126-E33.
19. Ladlow P, Coppack RJ, Dharm-Datta S, Conway D, Sellon E, Patterson SD, et al. Low-load resistance training with blood flow restriction improves clinical outcomes in musculoskeletal rehabilitation: a single-blind randomized controlled trial. *Frontiers in physiology*. 2018;9:1269.
20. Vopat BG, Vopat LM, Bechtold MM, Hodge KA. Blood flow restriction therapy: where we are and where we are going. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2020;28(12):e493-e500.
21. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2019;49:95-108.
22. Linero C, Choi S-J. Effect of blood flow restriction during low-intensity resistance training on bone markers and physical functions in postmenopausal women. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2021;19(1):57-65.
23. Tennent DJ, Hylden CM, Johnson AE, Burns TC, Wilken JM, Owens JG. Blood flow restriction training after knee arthroscopy: a randomized controlled pilot study. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2017;27(3):245-52.
24. Ferlito JV, Pecce SAP, Oselame L, De Marchi T. The blood flow restriction training effect in knee osteoarthritis people: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. 2020;34(11):1378-90.
25. Giles L, Webster KE, McClelland J, Cook JL. Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. *British journal of sports medicine*. 2017;51(23):1688-94.
26. Loenneke J, Wilson J, Wilson G, Pujol T, Bemben M. Potential safety issues with blood flow restriction training. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2011;21(4):510-8.

27. Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports medicine*. 2015;45:313-25.
28. Yasuda T, Meguro M, Sato Y, Nakajima T. Use and safety of KAATSU training: results of a national survey in 2016. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2017;13(1):1-9.
29. Bowman E, Elshaar R, Milligan H, Jue G, Mohr K, Brown P. Proximal, distal, and contralateral effects of blood flow restriction training on the lower extremities: a randomized controlled trial. *Sports Health*. 2019; 11 (2): 149–56. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118:617-27.
30. Karakaya MG. Omuz Kompleksi: Anatomi ve Biyomekanik In: Bayrakçı Tunay V, Erden Z, Yıldız C, editors. *Üst Ekstremitte Yaralanmalarında Rehabilitasyon*. Ankara: Hipokrat Yayınevi; 2021. p. 743-72.
31. Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system-e-book: foundations for rehabilitation*: Elsevier Health Sciences; 2016.
32. Inman VT, Abbott LC. Observations of the function of the shoulder joint. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 1996;330:3-12.
33. Baltacı G. *Omuz Yaralanmalarında Rehabilitasyon*. 2020.
34. Kara D, Yıldız TI. The Shoulder. In: Kaya Utlu D, editor. *Functional Exercise Anatomy and Physiology for Physiotherapists*. Cham: Springer International Publishing; 2023. p. 177-98.
35. Freedman L, Munro RR. Abduction of the arm in the scapular plane: scapular and glenohumeral movements: a roentgenographic study. *JBJS*. 1966;48(8):1503-10.
36. Donatelli RA. *Physical Therapy of the Shoulder-E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2011.
37. Seitz AL, McClure PW, Finucane S, Boardman III ND, Michener LA. Mechanisms of rotator cuff tendinopathy: intrinsic, extrinsic, or both? *Clinical biomechanics*. 2011;26(1):1-12.
38. Rodriguez-Santiago B, Castillo B, Baerga-Varela L, Micheo WF. Rehabilitation management of rotator cuff injuries in the master athlete. *Current sports medicine reports*. 2019;18(9):330-7.
39. Scott A, Squier K, Alfredson H, Bahr R, Cook JL, Coombes B, et al. Icon 2019: international scientific tendinopathy symposium consensus: clinical terminology. *British journal of sports medicine*. 2020;54(5):260-2.
40. Millar NL, Silbernagel KG, Thorborg K, Kirwan PD, Galatz LM, Abrams GD, et al. Tendinopathy. *Nature reviews Disease primers*. 2021;7(1):1.
41. Florit D, Pedret C, Casals M, Malliaras P, Sugimoto D, Rodas G. Incidence of tendinopathy in team sports in a multidisciplinary sports club over 8 seasons. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2019;18(4):780.

42. Raney EB, Thankam FG, Dilisio MF, Agrawal DK. Pain and the pathogenesis of biceps tendinopathy. *American journal of translational research*. 2017;9(6):2668.
43. Fu S-C, Rolf C, Cheuk Y-C, Lui PP, Chan K-M. Deciphering the pathogenesis of tendinopathy: a three-stages process. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2010;2:1-12.
44. Vila-Dieiguez O, Heindel MD, Awokuse D, Kulig K, Michener LA. Exercise for rotator cuff tendinopathy: Proposed mechanisms of recovery. *Shoulder & Elbow*. 2023;15(3):233-49.
45. Dang A, Davies M. Rotator cuff disease: treatment options and considerations. *Sports medicine and arthroscopy review*. 2018;26(3):129-33.
46. Kibler WB, Ellenbecker T, Sciascia A. Neuromuscular adaptations in shoulder function and dysfunction. *Handbook of Clinical Neurology*. 2018;158:385-400.
47. Michener LA, Sharma S, Cools AM, Timmons MK. Relative scapular muscle activity ratios are altered in subacromial pain syndrome. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2016;25(11):1861-7.
48. Laudner K, Wong R, Latal J, Meister K. Posterior shoulder tightness and subacromial impingement characteristics in baseball pitchers: a blinded, matched control study. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2020;15(2):188.
49. Steuri R, Sattelmayer M, Elsig S, Kolly C, Tal A, Taeymans J, et al. Effectiveness of conservative interventions including exercise, manual therapy and medical management in adults with shoulder impingement: a systematic review and meta-analysis of RCTs. *British journal of sports medicine*. 2017;51(18):1340-7.
50. Bury J, West M, Chamorro-Moriana G, Littlewood C. Effectiveness of scapula-focused approaches in patients with rotator cuff related shoulder pain: a systematic review and meta-analysis. *Manual therapy*. 2016;25:35-42.
51. Kara D, Düzgün İ. Rotator manşet yaralanmaları ve sıkışma sendromunda rehabilitasyon. In: Bayrakçı Tunay V, Erden Z, Yıldız C, editors. *Üst Ekstremitte Yaralanmalarında Rehabilitasyon* Ankara: Hipokrat Yayınevi; 2021. p. 919-34.
52. Nakajima T, Kurano M, Iida H, Takano H, Oonuma H, Morita T, et al. Use and safety of KAATSU training: results of a national survey. *International journal of KAATSU training research*. 2006;2(1):5-13.
53. Sato Y. The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2005;1(1):1-5.
54. Freitas ED, Karabulut M, Bembem MG. The evolution of blood flow restricted exercise. *Frontiers in Physiology*. 2021;12:2179.
55. Eiken O, Bjurstedt H. Dynamic exercise in man as influenced by experimental restriction of blood flow in the working muscles. *Acta physiologica scandinavica*. 1987;131(3):339-45.

56. Amani-Shalamzari S, Rajabi S, Rajabi H, Gahreman DE, Paton C, Bayati M, et al. Effects of blood flow restriction and exercise intensity on aerobic, anaerobic, and muscle strength adaptations in physically active collegiate women. *Frontiers in physiology*. 2019;10:810.
57. Abe T, Sakamaki M, Fujita S, Ozaki H, Sugaya M, Sato Y, et al. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *Journal of geriatric physical therapy*. 2010;33(1):34-40.
58. Bjørnsen T, Wernbom M, Løvstad A, Paulsen G, D'Souza RF, Cameron-Smith D, et al. Delayed myonuclear addition, myofiber hypertrophy, and increases in strength with high-frequency low-load blood flow restricted training to volitional failure. *Journal of Applied Physiology*. 2019;126(3):578-92.
59. Held S, Behringer M, Donath L. Low intensity rowing with blood flow restriction over 5 weeks increases VO₂max in elite rowers: A randomized controlled trial. *Journal of science and medicine in sport*. 2020;23(3):304-8.
60. Abe T, Fujita S, Nakajima T, Sakamaki M, Ozaki H, Ogasawara R, et al. Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO₂max in young men. *Journal of sports science & medicine*. 2010;9(3):452.
61. Park S, Kim JK, Choi HM, Kim HG, Beekley MD, Nho H. Increase in maximal oxygen uptake following 2-week walk training with blood flow occlusion in athletes. *European journal of applied physiology*. 2010;109(4):591-600.
62. Sudo M, Ando S, Kano Y. Repeated blood flow restriction induces muscle fiber hypertrophy. *Muscle & nerve*. 2017;55(2):274-6.
63. Centner C, Lauber B. A systematic review and meta-analysis on neural adaptations following blood flow restriction training: what we know and what we don't know. *Frontiers in physiology*. 2020;11:887.
64. Clarkson MJ, May AK, Warmington SA. Chronic blood flow restriction exercise improves objective physical function: a systematic review. *Frontiers in physiology*. 2019;10:1058.
65. Suga T, Okita K, Morita N, Yokota T, Hirabayashi K, Horiuchi M, et al. Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Journal of applied physiology*. 2010;108(6):1563-7.
66. Takada S, Okita K, Suga T, Omokawa M, Kadoguchi T, Sato T, et al. Low-intensity exercise can increase muscle mass and strength proportionally to enhanced metabolic stress under ischemic conditions. *Journal of applied physiology*. 2012;113(2):199-205.
67. Suga T, Okita K, Takada S, Omokawa M, Kadoguchi T, Yokota T, et al. Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *European journal of applied physiology*. 2012;112:3915-20.

68. Karabulut M, Leal Jr JA, Garcia SD, Cavazos C, Bembem M. Tissue oxygenation, strength and lactate response to different blood flow restrictive pressures. *Clinical physiology and functional imaging*. 2014;34(4):263-9.
69. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of applied physiology*. 2000;88(1):61-5.
70. Loenneke JP, Fahs C, Rossow L, Abe T, Bembem M. The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. *Medical hypotheses*. 2012;78(1):151-4.
71. Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000;32(12):2035-9.
72. Nyakayiru J, Fuchs CJ, Trommelen J, Smeets JS, Senden JM, Gijsen AP, et al. Blood flow restriction only increases myofibrillar protein synthesis with exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 2019;51(6):1137.
73. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, MANOEL NEVES J, et al. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2012;44(3):406-12.
74. Fry CS, Glynn EL, Drummond MJ, Timmerman KL, Fujita S, Abe T, et al. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. *Journal of applied physiology*. 2010;108(5):1199-209.
75. Mouser JG, Dankel SJ, Jessee MB, Mattocks KT, Buckner SL, Counts BR, et al. A tale of three cuffs: the hemodynamics of blood flow restriction. *European journal of applied physiology*. 2017;117:1493-9.
76. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, et al. Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. *Frontiers in physiology*. 2019:533.
77. Mattocks KT, Jessee MB, Counts BR, Buckner SL, Mouser JG, Dankel SJ, et al. The effects of upper body exercise across different levels of blood flow restriction on arterial occlusion pressure and perceptual responses. *Physiology & behavior*. 2017;171:181-6.
78. Head P, Waldron M, Theis N, Patterson SD. Acute neuromuscular electrical stimulation (NMES) with blood flow restriction: The effect of restriction pressures. *Journal of sport rehabilitation*. 2020;30(3):375-83.
79. Anderson AB, Owens JG, Patterson SD, Dickens JF, LeClere LE. Blood flow restriction therapy: from development to applications. *Sports medicine and arthroscopy review*. 2019;27(3):119-23.
80. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine & science in sports & exercise*. 2004;36(4):674-88.
81. Fujita T, WF B, Kurita K, Sato Y, Abe T. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle

- blood flow. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2008;4(1):1-8.
82. Abe T, Yasuda T, Midorikawa T, Sato Y, CF K, Inoue K, et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2005;1(1):6-12.
 83. Yasuda T, Abe T, Sato Y, Midorikawa T, CF K, Inoue K, et al. Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily KAATSU-resistance training. *International journal of KAATSU training research*. 2005;1(2):65-70.
 84. Patterson SD, Brandner CR. The role of blood flow restriction training for applied practitioners: a questionnaire-based survey. *Journal of sports sciences*. 2018;36(2):123-30.
 85. Anderson KD, Rask DM, Bates TJ, Nuelle JA. Overall safety and risks associated with blood flow restriction therapy: a literature review. *Military medicine*. 2022;187(9-10):1059-64.
 86. Hedt C, McCulloch PC, Harris JD, Lambert BS. Blood flow restriction enhances rehabilitation and return to sport: the paradox of proximal performance. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*. 2022;4(1):e51-e63.
 87. Gundermann DM, Fry CS, Dickinson JM, Walker DK, Timmerman KL, Drummond MJ, et al. Reactive hyperemia is not responsible for stimulating muscle protein synthesis following blood flow restriction exercise. *Journal of applied physiology*. 2012;112(9):1520-8.
 88. Takano H, Morita T, Iida H, Asada K-i, Kato M, Uno K, et al. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European journal of applied physiology*. 2005;95:65-73.
 89. Lambert BS, Hedt C, Moreno M, Harris JD, McCulloch P. Blood flow restriction therapy for stimulating skeletal muscle growth: practical considerations for maximizing recovery in clinical rehabilitation settings. *Techniques in Orthopaedics*. 2018;33(2):89-97.
 90. Yasuda T, Fujita S, Ogasawara R, Sato Y, Abe T. Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: A pilot study. *Clinical physiology and functional imaging*. 2010;30(5):338-43.
 91. Bowman EN, Elshaar R, Milligan H, Jue G, Mohr K, Brown P, et al. Upper-extremity blood flow restriction: the proximal, distal, and contralateral effects—a randomized controlled trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2020;29(6):1267-74.
 92. Michener LA, Walsworth MK, Doukas WC, Murphy KP. Reliability and diagnostic accuracy of 5 physical examination tests and combination of tests for subacromial impingement. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2009;90(11):1898-903.

93. Ingwersen KG, Christensen R, Sørensen L, Jørgensen HR, Jensen SL, Rasmussen S, et al. Progressive high-load strength training compared with general low-load exercises in patients with rotator cuff tendinopathy: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2015;16(1):1-11.
94. King JJ, Wright TW. Physical examination of the shoulder. *The Journal of Hand Surgery*. 2014;39(10):2103-12.
95. Mullaney MJ, McHugh MP, Johnson CP, Tyler TF. Reliability of shoulder range of motion comparing a goniometer to a digital level. *Physiotherapy theory and practice*. 2010;26(5):327-33.
96. Boonstra AM, Preuper HRS, Reneman MF, Posthumus JB, Stewart RE. Reliability and validity of the visual analogue scale for disability in patients with chronic musculoskeletal pain. *International journal of rehabilitation research*. 2008;31(2):165-9.
97. Tashjian RZ, Deloach J, Porucznik CA, Powell AP. Minimal clinically important differences (MCID) and patient acceptable symptomatic state (PASS) for visual analog scales (VAS) measuring pain in patients treated for rotator cuff disease. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2009;18(6):927-32.
98. Bumin G, Tüzün EH, Tonga E. The Shoulder Pain and Disability Index (SPADI): Cross-cultural adaptation, reliability, and validity of the Turkish version. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2008;21(1):57-62.
99. Angst F, Schwyzer HK, Aeschlimann A, Simmen BR, Goldhahn J. Measures of adult shoulder function: Disabilities of the arm, shoulder, and hand questionnaire (DASH) and its short version (QuickDASH), shoulder pain and disability index (SPADI), American shoulder and elbow surgeons (ASES) society standardized shoulder assessment form, constant (Murley) score (CS), simple shoulder test (SST), oxford shoulder score (OSS), shoulder disability questionnaire (SDQ), and Western Ontario shoulder instability index (WOSI). *Arthritis care & research*. 2011;63(S11):S174-S88.
100. Williams Jr JW, Holleman Jr DR, Simel D. Measuring shoulder function with the Shoulder Pain and Disability Index. *The Journal of rheumatology*. 1995;22(4):727-32.
101. Ekeberg OM, Bautz-Holter E, Keller A, Tveitå EK, Juel NG, Brox JI. A questionnaire found disease-specific WORC index is not more responsive than SPADI and OSS in rotator cuff disease. *Journal of clinical epidemiology*. 2010;63(5):575-84.
102. Bailey LB, Beattie PF, Shanley E, Seitz AL, Thigpen CA. Current rehabilitation applications for shoulder ultrasound imaging. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2015;45(5):394-405.
103. Edouard P, Samozino P, Julia M, Cervera SG, Vanbiervliet W, Calmels P, et al. Reliability of isokinetic assessment of shoulder-rotator strength: a systematic review of the effect of position. *Journal of sport rehabilitation*. 2011;20(3):367-83.

104. MacDermid JC, Ramos J, Drosdowech D, Faber K, Patterson S. The impact of rotator cuff pathology on isometric and isokinetic strength, function, and quality of life. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2004;13(6):593-8.
105. Land H, Gordon S, Watt K. Isokinetic clinical assessment of rotator cuff strength in subacromial shoulder impingement. *Musculoskeletal Science and Practice*. 2017;27:32-9.
106. Ellenbecker TS, Davies GJ. The application of isokinetics in testing and rehabilitation of the shoulder complex. *Journal of athletic training*. 2000;35(3):338.
107. Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bembem MG. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European journal of applied physiology*. 2012;112:1849-59.
108. Lewis J, McCreesh K, Roy J-S, Ginn K. Rotator cuff tendinopathy: navigating the diagnosis-management conundrum. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2015;45(11):923-37.
109. Escamilla RF, Hooks TR, Wilk KE. Optimal management of shoulder impingement syndrome. *Open access journal of sports medicine*. 2014:13-24.
110. Dupuis F, Barrett E, Dubé M-O, McCreesh KM, Lewis JS, Roy J-S. Cryotherapy or gradual reloading exercises in acute presentations of rotator cuff tendinopathy: a randomised controlled trial. *BMJ open sport & exercise medicine*. 2018;4(1):e000477.
111. Sciascia A, Cromwell R. Kinetic chain rehabilitation: a theoretical framework. *Rehabilitation research and practice*. 2012;2012.
112. Borstad JD, Ludewig PM. Comparison of three stretches for the pectoralis minor muscle. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2006;15(3):324-30.
113. McClure P, Balaicuis J, Heiland D, Broersma ME, Thorndike CK, Wood A. A randomized controlled comparison of stretching procedures for posterior shoulder tightness. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2007;37(3):108-14.
114. Reinold MM, Escamilla R, Wilk KE. Current concepts in the scientific and clinical rationale behind exercises for glenohumeral and scapulothoracic musculature. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2009;39(2):105-17.
115. Ellenbecker TS, Cools A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. *British journal of sports medicine*. 2010;44(5):319-27.
116. Baechle TR, Earle RW. *Essentials of strength training and conditioning: Human kinetics*; 2008.
117. Colado JC, Garcia-Masso X, Triplett TN, Flandez J, Borreani S, Tella V. Concurrent validation of the OMNI-resistance exercise scale of perceived exertion with Thera-band resistance bands. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(11):3018-24.

118. Oliveira LF, Matta TT, Alves DS, Garcia MA, Vieira TM. Effect of the shoulder position on the biceps brachii EMG in different dumbbell curls. *Journal of sports science & medicine*. 2009;8(1):24.
119. Kara D, Harput G, Duzgun I. Shoulder-abduction angle and trapezius muscle activity during scapular-retraction exercise. *Journal of athletic training*. 2021;56(12):1327-33.
120. Whiteley R. Blood Flow Restriction Training in Rehabilitation: A Useful Adjunct or Lucy's Latest Trick? *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2019;49(5):294-8.
121. Chulvi-Medrano I, Cortell-Tormo JM, Hernández-Sánchez S, Picón-Martínez M, Rolnick N. Blood flow restriction training in clinical rehabilitation: Occlusion pressure methods relative to the limb occlusion pressure. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2023;32(4):361-8.
122. Weatherholt AM, VanWye WR, Lohmann J, Owens JG. The effect of cuff width for determining limb occlusion pressure: a comparison of blood flow restriction devices. *International journal of exercise science*. 2019;12(3):136.
123. Masri BA, Day B, Younger AS, Jeyasurya J. Technique for measuring limb occlusion pressure that facilitates personalized tourniquet systems: a randomized trial. *Journal of medical and biological engineering*. 2016;36:644-50.
124. Hayran M, Hayran M. Sağlık Araştırmaları İçin Temel İstatistik. Ankara: Omega Araştırma; 2011.
125. Lambert B, Hedt C, Daum J, Taft C, Chaliki K, Epner E, et al. Blood flow restriction training for the shoulder: A case for proximal benefit. *The American journal of sports medicine*. 2021;49(10):2716-28.
126. Counts BR, Dankel SJ, Barnett BE, Kim D, Mouser JG, Allen KM, et al. Influence of relative blood flow restriction pressure on muscle activation and muscle adaptation. *Muscle & nerve*. 2016;53(3):438-45.
127. Neviasser TJ, Neviasser RJ, Neviasser JS, Neviasser JS. The four-in-one arthroplasty for the painful arc syndrome. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 1982;163:107-12.
128. Uysal Ö, Demirci S, Kara D, Yıldız Tİ, Sevinç C, Eraslan LS, et al. Tender point examination with palpation in different shoulder pathologies: A retrospective study. *Journal of Orthopaedic Science*. 2022;27(2):366-71.
129. Nho SJ, Strauss EJ, Lenart BA, Provencher MT, Mazzocca AD, Verma NN, et al. Long head of the biceps tendinopathy: diagnosis and management. *JAAOS- Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2010;18(11):645-56.
130. Wilk KE, Hooks TR. The painful long head of the biceps brachii: nonoperative treatment approaches. *Clinics in sports medicine*. 2016;35(1):75-92.
131. Lambert BS, Hedt C, Ankersen JP, Goble H, Taft C, Daum J, et al. Rotator cuff training with upper extremity blood flow restriction produces favorable

- adaptations in division IA collegiate pitchers: a randomized trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2023;32(6):e279-e92.
132. Song JS, Spitz RW, Yamada Y, Bell ZW, Wong V, Abe T, et al. Exercise-induced hypoalgesia and pain reduction following blood flow restriction: A brief review. *Physical Therapy in Sport*. 2021;50:89-96.
 133. Korakakis V, Whiteley R, Epameinontidis K. Blood flow restriction induces hypoalgesia in recreationally active adult male anterior knee pain patients allowing therapeutic exercise loading. *Physical Therapy in Sport*. 2018;32:235-43.
 134. Hughes L, Patterson SD. The effect of blood flow restriction exercise on exercise-induced hypoalgesia and endogenous opioid and endocannabinoid mechanisms of pain modulation. *Journal of Applied Physiology*. 2020;128(4):914-24.
 135. Cuesta-Vargas AI, González-Sánchez M, Casuso-Holgado MJ. Effect on health-related quality of life of a multimodal physiotherapy program in patients with chronic musculoskeletal disorders. *Health and quality of life outcomes*. 2013;11(1):1-8.
 136. Koltyn KF. Analgesia following exercise: a review. *Sports medicine*. 2000;29:85-98.
 137. Burton I. Blood Flow Restriction Training for Tendinopathy Rehabilitation: A Potential Alternative to Traditional Heavy-Load Resistance Training. *Rheumato*. 2022;3(1):23-50.
 138. Cuddeford T, Brumitt J. In-season rehabilitation program using blood flow restriction therapy for two decathletes with patellar tendinopathy: A case report. *International journal of sports physical therapy*. 2020;15(6):1184.
 139. Sata S. Kaatsu training for patella tendinitis patient. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2005;1(1):29-32.
 140. Skovlund SV, Aagaard P, Larsen P, Svensson RB, Kjaer M, Magnusson SP, et al. The effect of low-load resistance training with blood flow restriction on chronic patellar tendinopathy—A case series. *Translational Sports Medicine*. 2020;3(4):342-52.
 141. Wilk KE, Yenchak A, Arrigo CA, Andrews JR. The advanced throwers ten exercise program: a new exercise series for enhanced dynamic shoulder control in the overhead throwing athlete. *The Physician and sportsmedicine*. 2011;39(4):90-7.
 142. Schwank A, Blazey P, Asker M, Møller M, Hägglund M, Gard S, et al. 2022 Bern consensus statement on shoulder injury prevention, rehabilitation, and return to sport for athletes at all participation levels. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2022;52(1):11-28.
 143. Heron SR, Woby SR, Thompson DP. Comparison of three types of exercise in the treatment of rotator cuff tendinopathy/shoulder impingement syndrome: A randomized controlled trial. *Physiotherapy*. 2017;103(2):167-73.

144. Yasuda T, Ogasawara R, Sakamaki M, Bemben MG, Abe T. Relationship between limb and trunk muscle hypertrophy following high-intensity resistance training and blood flow–restricted low-intensity resistance training. *Clinical physiology and functional imaging*. 2011;31(5):347-51.
145. Brumitt J, Hutchison MK, Kang D, Klemmer Z, Stroud M, Cheng E, et al. Blood flow restriction training for the rotator cuff: A randomized controlled trial. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2020;15(8):1175-80.
146. Clausen MB, Witten A, Holm K, Christensen KB, Attrup ML, Hölmich P, et al. Glenohumeral and scapulothoracic strength impairments exists in patients with subacromial impingement, but these are not reflected in the shoulder pain and disability index. *BMC musculoskeletal disorders*. 2017;18(1):1-10.
147. Maestroni L, Marelli M, Gritti M, Civera F, Rabey M. External rotator strength deficits in non-athletic people with rotator cuff related shoulder pain are not associated with pain intensity or disability levels. *Musculoskeletal Science and Practice*. 2020;48:102156.
148. Marcondes FB, Rosa SG, Vasconcelos RAd, Basta A, Freitas DG, Fukuda TY. Rotator cuff strength in subjects with shoulder impingement syndrome compared with the asymptomatic side. *Acta Ortopédica Brasileira*. 2011;19:333-7.
149. Chamorro C, Arancibia M, Trigo B, Arias-Poblete L, Jerez-Mayorga D. Absolute reliability and concurrent validity of hand-held dynamometry in shoulder rotator strength assessment: systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(17):9293.
150. Requejo-Salinas N, Lewis J, Michener LA, La Touche R, Fernández-Matías R, Tercero-Lucas J, et al. International physical therapists consensus on clinical descriptors for diagnosing rotator cuff related shoulder pain: A Delphi study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2022;26(2):100395.
151. Kwan C-K, Ko M-C, Fu S-C, Leong H-T, Ling SK-K, Oh J-H, et al. Are muscle weakness and stiffness risk factors of the development of rotator cuff tendinopathy in overhead athletes: A systematic review. *Therapeutic Advances in Chronic Disease*. 2021;12:20406223211026178.
152. Clausen MB, Hölmich P, Rathleff M, Bandholm T, Christensen KB, Zebis MK, et al. Effectiveness of adding a large dose of shoulder strengthening to current Nonoperative care for subacromial impingement: a pragmatic, double-blind randomized controlled trial (SExSI trial). *The American Journal of Sports Medicine*. 2021;49(11):3040-9.
153. Ueda Y, Tanaka H, Tomita K, Tachibana T, Inui H, Nobuhara K, et al. Comparison of shoulder muscle strength, cross-sectional area, acromiohumeral distance, and thickness of the supraspinatus tendon between symptomatic and asymptomatic patients with rotator cuff tears. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2020;29(10):2043-50.

154. McKenna LJ, de Ronde M, Le M, Burke W, Graves A, Williams SA. Measurement of muscle thickness of the serratus anterior and lower trapezius using ultrasound imaging in competitive recreational adult swimmers, with and without current shoulder pain. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2018;21(2):129-33.
155. O'Sullivan C, Persson UM, Blake C, Stokes M. Rehabilitative ultrasound measurement of trapezius muscle contractile states in people with mild shoulder pain. *Manual therapy*. 2012;17(2):139-44.
156. McCreesh KM, Crotty JM, Lewis JS. Acromiohumeral distance measurement in rotator cuff tendinopathy: is there a reliable, clinically applicable method? A systematic review. *British journal of sports medicine*. 2015;49(5):298-305.
157. Michener LA, Subasi Yesilyaprak SS, Seitz AL, Timmons MK, Walsworth MK. Supraspinatus tendon and subacromial space parameters measured on ultrasonographic imaging in subacromial impingement syndrome. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2015;23:363-9.
158. Cholewinski JJ, Kusz DJ, Wojciechowski P, Cielinski LS, Zoladz MP. Ultrasound measurement of rotator cuff thickness and acromio-humeral distance in the diagnosis of subacromial impingement syndrome of the shoulder. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2008;16:408-14.
159. Neer CS. Impingement lesions. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 1983;173:70-7.
160. Baumer TG, Dischler J, Mende V, Zael R, van Holsbeeck M, Siegal DS, et al. Effects of asymptomatic rotator cuff pathology on in vivo shoulder motion and clinical outcomes. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2017;26(6):1064-72.
161. Navarro-Ledesma S, Struyf F, Labajos-Manzanares MT, Fernandez-Sanchez M, Morales-Asencio JM, Luque-Suarez A. Does the acromiohumeral distance matter in chronic rotator cuff related shoulder pain? *Musculoskeletal Science and Practice*. 2017;29:38-42.
162. de Oliveira FCL, Ager AL, Roy J-S. Is There a Decrease in the Acromiohumeral Distance Among Recreational Overhead Athletes With Rotator Cuff-Related Shoulder Pain? *Journal of sport rehabilitation*. 2020;30(4):531-7.
163. Miller RM, Popchak A, Vyas D, Tashman S, Irrgang JJ, Musahl V, et al. Effects of exercise therapy for the treatment of symptomatic full-thickness supraspinatus tears on in vivo glenohumeral kinematics. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2016;25(4):641-9.
164. Park SW, Chen YT, Thompson L, Kjoenoe A, Juul-Kristensen B, Cavalheri V, et al. No relationship between the acromiohumeral distance and pain in adults with subacromial pain syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Scientific reports*. 2020;10(1):20611.
165. Marcora, Samuele. "Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs." *Journal of applied physiology*. 2009;106(6):2060-2062.

166. Thiebaud RS, Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Kim D, Abe T, et al. The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women. *Clinical physiology and functional imaging*. 2013;33(5):344-52.

8. EKLER

EK 1. Etik Kurul Onayı

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARASTIRMANIN AÇIK ADI	Rotator Kılıf Tendinopatisinde Kan Akımı Kısıtlanmalı Egzersiz Eğitiminin Kas Kalınlığı ve Septomlara Etkisinin Araştırılması
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	KA-19146

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>	10.12.2019 İmza tarihli
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>	
	İLAN	<input type="checkbox"/>	
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>	
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>	
	DİĞER	<input type="checkbox"/>	
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2020/02-28 (KA-19146)	Toplantı Tarihi: 06.02.2020	
	Üniversitemiz Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Levent OZÇAKAR'ın sorumlu araştırmacısı olduğu, Doç. Dr. İrem DUZGÜN'un danışmanlığını üstlendiği Uzm. Fzt. Dilara KARA'nın doktora tezi olan (KA-19146) kayıt numaralı ve "Rotator Kılıf Tendinopatisinde Kan Akımı Kısıtlanmalı Egzersiz Eğitiminin Kas Kalınlığı ve Septomlara Etkisinin Araştırılması" başlıklı proje öneri dosyası ile ilgili belge ve dokümanlar araştırmanın/çalışmanın gerekeceği amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve bilgi edinilmiş olup, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumundan izin alınması gerekmektedir.		

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU						
ETİK KURULU'N ÇALIŞMA ESASI		İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik İy Klinik Uygulamaları Kılavuzu				
BASKANIN UNVANI/ ADI/ SOYADI:		Prof. Dr. Mutlu HAYRAN				
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi	Katılım*	İmzası:
Prof. Dr. Mutlu HAYRAN Başkan	Preventif Onkoloji	Hacettepe Ü. Onkoloji Enstitüsü	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Türkan ELDEM Başkan Yardımcısı	Farmasötik Biyoteknoloji	Hacettepe Ü. Ezc. F.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Erdem KARABULUT (Bildirimlerden Sorumlu Üye)	Biyoistatistik	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Murat YURDAKOK	Çocuk Sağl. ve Hst. (Neonatoloji)	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Nilgün SAYINALP	İç Hst. Hematoloji	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Nüket ÖRNEK BÜKEN	Tıp Tarihi ve Etik	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Ayşe KUÇUKDEVECİ	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	Ankara Ü. Tıp F.	K	F <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Mehmet UĞUR	Biyo fizik	Ankara Ü. Tıp F.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Mehmet Hakan ÖZSOY	Ortopedi ve Travmatoloji	Memorial Ankara Hastanesi	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	KATILMADI!
Prof. Dr. M. Yıldırım SARA	Tabii Farmakoloji	Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Abdullah Cevdet AKMAN	Periodontoloji	Hacettepe Ü. Dış Hekimliği F.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Hatice Serap SIVRI	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Zafer ARIK	İç Hst. Tıbbi Onkoloji	Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Av. Meltem ÖNÜRÜ	Avukat	Hacettepe Ü. Hukuk Müşavirliği	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Fatma Nesrin ŞEYHİSMALIOĞLU	Sivil Üye	-	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	

* Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mutlu HAYRAN
İmzası:

Not: Etik Kurul Başkanı'nın her sayfada imzası yer almalıdır

EK 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Omuz ağrısı olan hastalarda bir araştırma planlamaktayız.

Araştırmanın Adı: Rotator Kılıf Tendinopatisinde Kan Akımı Kısıtlamalı Egzersiz Eğitiminin Kas Kalınlığı ve Semptomlara Etkisinin Araştırılması'dır.

Araştırmanın Konusu: Rotator kılıf tendinopatisine bağlı omuz ağrısı olan hastalarda kan akımı kısıtlamalı uygulanan egzersiz eğitiminin omuz kas kuvveti ve kas kalınlığına etkisinin değerlendirilmesidir.

Araştırmanın Amacı: Rotator kılıf tendinopatisine bağlı omuz ağrısı olan hastalarda 8 hafta boyunca uygulanacak olan kan akımı kısıtlamalı egzersiz eğitiminin omuz kas kuvveti, kas kalınlığındaki ve omuz ağrısındaki değişime etkisini araştırmaktır.

Araştırmanın Süresi: 8 hafta

Araştırmaya Katılan Hasta Sayısı: 28 hasta

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz; ancak katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayanır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni omuz ağrısı olan hastalarda ağrıya neden olabilecek etkenlerden birinin de omuz çevresi kas kuvvet yetersizliği olmasıdır. Omuz kasları arasındaki kuvvet dengesizliği de ağrı ve fonksiyon kaybına neden olabilecek etkenlerden biridir. "Kan akımı kısıtlamalı egzersiz eğitimi" kas kuvvetini arttırmak için geliştirilen ve son yıllarda oldukça popüler olan bir uygulamadır. Yapılan çalışmalar bu uygulama ile kısa süreler (3-8 hafta) içerisinde kas kuvvetinde ve kas büyüklüğünde anlamlı artış elde edilebileceğini göstermiştir. Omuz ağrısına neden olan mekanizmalardan birinin de kas kuvvet yetersizliği olduğunu düşündüğümüzde bu uygulamanın omuz ağrısı azaltmada ve fonksiyonları geliştirmede etkili olabileceğini öngörmekteyiz.

Çalışmamıza katılmayı kabul eden hastalarımızı rastgele olarak iki gruba ayıracağız. Bütün hastalarımız aynı egzersiz programını takip edecektir. Ancak bir grup hastamız kan akımı kısıtlaması ile egzersiz yaparken, diğer grup hastalarımız aynı egzersizleri kan akımı kısıtlaması olmadan uygulayacaktır. Kan akımı kısıtlamalı eğitim; kolunuzun en üst bölgesine (koltuk altının hemen altına) kan akımını yavaşlatacak tansiyon aletlerindeki gibi bir manşon giydirilerek uygulanır. Sizi rahatsız etmeyecek güvenli basınç aralığına kadar şişirdiğimiz manşonla birlikte omuz egzersizlerini yapmanızı isteyeceğiz.

Çalışma sonunda omuz ağrınızın azalmasını, omuz fonksiyonlarınızın iyileşmesini ve kas kuvvetinizin artmasını hedefliyoruz. Bu egzersiz eğitiminden fayda görmemeniz durumunda bilgilendirileceksiniz ve isteğinize bağlı olarak alternatif tedavi yöntemleri (manuel tedavi, sıcak-soğuk uygulama, direnç kullanmadan yapılan egzersiz eğitimi vb.) uygulanacaktır.

Çalışma Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Sporcu Sağlığı Ünitesi'nde gerçekleştirilecektir. Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Prof. Dr. Levent Özçakar, Doç. Dr. İrem DÜZGÜN ve Uzm. Fzt. Dilara KARA tarafından değerlendirileceksiniz.

Araştırmada İzlenecek Yöntem: Hasların ad-soyad, yaş, cinsiyet, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, dominant ve etkilenmiş taraf kol, meslek, sporcu ise spor dalı ve ağrı süresi kaydedilecektir.

Araştırmaya katılan hastalara tedavi ünitemizde 8 hafta boyunca haftada 2 seans, her bir seans 15 dakika, toplam 16 seans olacak şekilde egzersiz eğitimi uygulanacaktır.

Değerlendirme sonucunuz uygun ise bu çalışmaya alınacaksınız. Çalışmaya başlamadan size çalışma hakkında bilgi verilecektir. Yine izniniz doğrultusunda bu çalışmayı yapabilmek için yaş, boy, kilo, özgeçmiş, soy geçmiş gibi bilgileriniz alınacaktır. Hangi gruptan olursanız olun size aşağıdaki ölçümler uygulanacaktır. Eğitim öncesi ve 8 haftalık eğitim sonrasında yapılacak değerlendirmeler yaklaşık 60 dakika sürecektir.

- Ağrının değerlendirilmesi
- Omuz eklem hareketlerinin değerlendirilmesi (derece cinsinden omuz hareket açıları)
- Omuz kas kuvvetinin değerlendirilmesi (izokinetik sistem ile değerlendirilecektir)
- Omuz kas kalınlığının değerlendirilmesi (ultrasonografi ile değerlendirilecektir)
- Omuz fonksiyonlarının değerlendirilmesi (anket ile değerlendirilecektir)

Omuz ağrınız 10 cm'lik bir çizgi üzerinde ağrı şiddetini işaretlemeniz istenerek değerlendirilecektir. Omuz eklem açılarınız ise derece ölçen plastik bir açıölçer yardımıyla sırtüstü yatış pozisyonunda değerlendirilecektir. Omuz fonksiyonlarınızın değerlendirilmesi için cevaplama 5 dakikadan kısa süren bir anket uygulanacaktır. Omuz kas kuvveti değerlendirmesi izokinetik sisteme sahip bir makine ile yapılacaktır. İzokinetik sisteme sahip makineler güvenli bir şekilde omuz kas kuvvetinizi değerlendirmek için kullanılan aletlerdir. Değerlendirmeler, siz makinaya oturur pozisyonda iken yapılacaktır. Makineye oturmanızın ardından, kemer ile bel ve omuz kısmınızdan makinaya sabitleneceksiniz. Böylece düşme riskiniz ortadan kaldırılacaktır. Değerlendirme yaparken, ne kadar kuvvet uygulayacağımız size bağlı olacaktır ve siz ne kadar kuvvet uygularsanız makine de size o kadar kuvvet uygulayacaktır. Bu nedenle sakatlık riski yoktur. Omuz çevresi kas kalınlıklarınız ise 5 farklı kastan ultrasonografi ile değerlendirilecektir. Bu değerlendirmede omuz çevresinde yer alan kaslarınıza bir jel sürülecek ve ultrasonografi başlığı bu kaslar üzerine yerleştirilerek kasınızın görüntüsü elde edilecektir. Çalışma kapsamında yapılacak olan değerlendirmeler herhangi bir risk içermemektedir.

Değerlendirmeler sonrasında haftada 2 gün uygulanacak olan egzersiz eğitimi Uzm. Fzt. Dilara KARA gözetiminde yapılacaktır. Çalışmaya katılmayı kabul ettiğinizde 8 hafta boyunca düzenli olarak size verilen egzersizleri yapmanız istenecektir. Her seans için kan akımı kısıtlamalı egzersiz süresi maksimum 15 dakika olarak belirlenmiştir.

Çalışmada yapılacak olan düşük yoğunluklu egzersiz eğitimi herhangi ciddi bir risk taşımamaktadır. Sadece kan akımı kısıtlaması ile egzersiz eğitimine dahil edilerseniz kolunuzun en üst bölgesine yerleştirilecek olan manşonun (içinde hava bulunan, tansiyon aleti benzeri cihaz) şişirilmesi ile kolunuzda hafif şiddette bir basınç hissedebilirsiniz. Bu basınç sizi rahatsız ederse derhal manşon çıkartılacaktır.

Bu çalışma süresince size yapılan tedavi ve değerlendirmeler için herhangi bir ücretlendirme ve faturalandırma yapılmayacaktır. Çalışmaya katıldığımız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir. Bu değerlendirmelerden elde edilen veriler, kimliğiniz belirtilmeden sağlık alanında öğrenim

gören öğrencilerin eğitiminde veya bilimsel nitelikli yayınlarda kullanılabilir. Bu amaçların dışında bu kayıtlar kullanılmayacak, başkalarına verilmeyecektir.

Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Reddettiğiniz takdirde size uygulanan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Araştırma sırasında çalışmada kullanılan yöntemler ile ilgili yeni bir bilgi elde edildiğinde ve çalışmaya devam etme isteğinizi etkileyebilecek herhangi bir durumla karşılaşıldığında bilgilendirileceksiniz. Bu nedenle çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekme hakkına da sahipsiniz. Ayrıca çalışmada uygulanacak olan değerlendirmelere ve düzenli egzersiz programına uymamanız durumunda araştırmacılar tarafından çalışmaya katılımınıza son verilebilir. Ancak bu durum size uygulanan tedaviyi değiştirmeyecektir.

Araştırma sırasında görebileceğiniz olası bir zararda bunun sorumluluğu alınacak ve giderilmesi için her türlü tıbbi müdahale yapılacaktır. Bu konudaki tüm harcamalar üstlenilecektir. Tedavi süresince Uzm. Fzt. Dilara KARA'ya numaralı telefonda ve sorumlu araştırmacı Prof. Dr. Levent ÖZÇAKAR'a numaralı telefonda 24 saat ulaşabilirsiniz.

Yapılacak çalışmanın getireceği olası yararlar: Rotator kılıf tendinopatisine bağlı omuz ağrısı olan hastalarda kan akımı kısıtlanmalı egzersiz eğitiminin omuz kas kuvveti, kas kalınlığı ve omuz ağrısındaki değişime etkisi belirlenecektir. Çalışma sonunda bu eğitimin etkili bulunması halinde omuz ağrılarının tedavisinde yeni bir egzersiz yönteminin etkinliği gösterilmiş olacaktır. Bu alanda çalışan fizyoterapistlere rehabilitasyonun başarısının desteklenmesinde yol gösterici olacaktır.

Katılımcı

Adı, soyadı:

İmza:

Tarih:

Katılımcı ile görüşen fizyoterapist:

Adı soyadı: Dilara Kara

Adres: Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi

Tel:

İmza:

Sorumlu Araştırmacı:

Adı Soyadı: Prof. Dr. Levent Özçakar

Adres: Hacettepe Üniversitesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim

Dalı

Tel:

İmza:

Katılımcı / Hastanın Beyanı

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama tarafıma aşağıda adı belirtilen görevli tarafından yapıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ve fizyoterapist ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (*Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim*). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Tarafıma herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; günün herhangi bir saatinde, Uzm. Fzt. Dilara KARA'ya numaralı telefonda ve sorumlu araştırmacı Prof. Dr. Levent ÖZÇAKAR'a numaralı telefonda 24 saat ulaşabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına, hekim ve fizyoterapist ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla “katılımcı” olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

**Gönüllünün
Adı, Soyadı**

**İmzası :
Tarih:**

Katılımcı İle Görşen Fizyoterapist

Adı, Soyadı: Dilara Kara

Adres: Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi

Tel:

İmzası:

Sorumlu Araştırmacı: Prof. Dr. Levent Özçakar

Adres: Hacettepe Üniversitesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Tel:

İmza:

**Görüşme tanığı
Adı, Soyadı:**

**İmzası:
Tarih:**

EK 3. Olgu Rapor Formu

Olgu Rapor Formu

Hasta no:

1. Ağrının değerlendirilmesi (R-O L-O)

Tarih:

İstirahat
0 10

Aktivite

0 10

Gece

0 10

Tarih:

İstirahat
0 10

Aktivite

0 10

Gece

0 10

2. Omuz eklem hareketlerinin değerlendirilmesi

	TÖ		TS	
<u>Fleksiyon (R-L)</u>				
<u>Abduksiyon (R-L)</u>				
<u>İnternal rotasyon (R-L)</u>				
<u>Eksternal rotasyon (R-L)</u>				

Olgu Rapor Formu

Hasta no:

3. Kas kuvvetinin değerlendirilmesi

	<u>Tarih:</u>	<u>Tarih:</u>
	TÖ	TS
<u>Omuz IR 60°/sn</u>		
<u>Omuz ER 60°/sn</u>		
<u>Omuz IR 180°/sn</u>		
<u>Omuz ER 180°/sn</u>		

3. Ultrasonografik değerlendirme

	<u>Tarih:</u>	<u>Tarih:</u>
	TÖ	TS
<u>Supraspinatus</u>		
<u>İnfraspinatus</u>		
<u>Deltoid</u>		
<u>Biceps</u>		
<u>Orta trapez</u>		
<u>Akromiyo-humeral mesafe</u>		

4. Omuz fonksiyonu değerlendirmesi

	<u>İlk değerlendirme</u>	<u>Son değerlendirme</u>
<u>SPADI skoru</u>		

EK 4. Omuz Ağrı ve Disabilite İndeksi (SPADI)

OMUZ AĞRI VE DİSABİLİTE İNDEKSİ

Lütfen geçen hafta omuz probleminizi en iyi belirten puanı işaretleyin.

AĞRI SKALASI

Ağrınız ne kadar şiddetlidir?

Ağrınızı en iyi tanımlayan rakamı daire içine alınız. 0=hiç ağrı yok 10= düşülebilen en kötü ağrı.

Ağrınızın en kötü hali	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Etkilenmiş taraf üzerine yatarken	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yüksek raftaki bir şeye uzanırken	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Boynunuzun arkasına dokunurken	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Etkilenmiş kolla iterken	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Toplam skor: _____/50 x 100= _____%

(Eğer hasta tüm sorulara cevap vermemişse mümkün olan skoru böl. Örneğin 1 soru eksikse 40 üzerinden böl.)

DISABİLİTE SKALASI

Ne kadar zorluk çekiyorsunuz?

Durumunuzu en iyi tanımlayan rakamı daire içine alınız. 0=hiç zorluk yok 10= aşırı zor, yardıma ihtiyaç duyuyor.

Saçınızı yıkarken	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sırtınızı yıkarken	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Atlet ya da kazak giyerken	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Önden düğmeli gömlek giyerken	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pantolonunuzu giyerken	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yüksek bir rafa bir eşya koyarken	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.5 kg'lık ağır bir eşyayı taşırken	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Arka cebinizden bir şey çıkarırken	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Toplam disabilite puanı : _____/ 80 x 100= _____%

(Eğer hasta tüm sorulara cevap vermemişse mümkün olan skoru böl. Örneğin 1 soru eksikse 70 üzerinden böl.)

Toplam Spadi skor: : _____/ 130 x 100= _____%

EK 5. Tez Orijinallik Raporu

ROTATOR KILIF TENDİNOPATİSİNDE KAN AKIMI KISITLAMALI EGZERSİZ EĞİTİMİNİN KAS KALINLIĞI VE SEMPTOMLARA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

ORJİNALLİK RAPORU

%6	%6	%1	%1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%3
2	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
3	openaccess.hacettepe.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
4	openaccess.bezmialem.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
5	acikerisim.pau.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1
6	hdl.handle.net İnternet Kaynağı	<%1
7	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
8	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	<%1

EK 6. Dijital Makbuz



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Dilara Kara
Ödev başlığı: Doktora Tez
Gönderi Başlığı: ROTATOR KILIF TENDİNOPATİSİNDE KAN AKIMI KISITLAMALI...
Dosya adı: Dilara_KARA-dr_tez.docx
Dosya boyutu: 4.97M
Sayfa sayısı: 66
Kelime sayısı: 14,469
Karakter sayısı: 101,383
Gönderim Tarihi: 04-Ara-2023 03:15ÖS (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 2247369935



EK 7. Görüntü Kullanım Onam Formu

16.10.2023

Uzm. Fzt. Dilara Kara'nın doktora tez çalışması olan "Rotator Kılıf Tendinopatisinde Kan Akımı Kısıtlamalı Egzersiz Eğitiminin Kas Kalınlığı ve Semptomlara Etkisinin Araştırılması" isimli çalışma için çekilen görüntülerimin yüzüm açık bir şekilde bu tezde ve tezle ilişkili yayınlarda kullanılması için izin veriyorum.

Özgün Uysal

9. ÖZGEÇMİŞ