

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ROTATOR CUFF SENDROMLU HASTALARDA OMUZ
EKLEMİNİN NÖROMEKANİK YÖNTEMLERLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Bekir CEBE

Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

ESKİŞEHİR

2024

**T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**ROTATOR CUFF SENDROMLU HASTALARDA OMUZ
EKLEMİNİN NÖROMEKANİK YÖNTEMLERLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Bekir CEBE

**Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Abdurrahman ÖZÇELİK**

**ESKİŞEHİR
2024**

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Dr. Bekir CEBE'ye ait “Rotator *cuff* sendromlu hastalarda omuz ekleminin nöromekanik yöntemlerle değerlendirilmesi” adlı çalışma jürimiz tarafından Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Tarih: 24.07.2024

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Akın TURGUT
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Üye

Prof. Dr. Abdurrahman ÖZÇELİK
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Üye

Prof. Dr. Ulukan İNAN
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fakülte Kurulu'nun.... /..... /.....
Tarih ve /..... Sayılı Kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Atilla Özcan ÖZDEMİR
Dekan

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Tıp Fakültesi Dekanlığı'na,

Tıpta Uzmanlık Tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Rotator *Cuff* Sendromlu Hastalarda Omuz Eklemine Nöromekanik Yöntemlerle Değerlendirilmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Bu tez çalışmasıyla ilgili tüm süreçler Bekir CEBE tarafından, 20. 02. 2020 tarihli, 03 numaralı kararla onaylanmıştır.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Bekir CEBE

Tarih: 24. 07. 2024

İmza:

TEŞEKKÜR

“ilk ve en önce iyi bir insan ol ” düsturuyla bizi yetiştiren anne ve babama sonsuz teşekkür ediyorum. Osmangazi Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı’nda yapmış olduğum uzmanlık eğitimim boyunca, bir pusula gibi doğru yönü ve yolu bulmamızı sağlayan, ortopedik cerrahi sanatının incelikli yaklaşım ve icrasında müstesna birer rol model olarak bizlere örnek olan, bilimsel düşünce ve üretim motivasyonu oluşturarak yeni dimağlarda filizlenmesini destekleyen, deneyim ve bilginin cömertçe aktarılmasına vesile olan başta Prof. Dr. Abdurrahman ÖZÇELİK’e olmak üzere bütün hocalarıma sonsuz teşekkür ediyorum. Bu çalışmanın test süreçlerinin Eskişehir Teknik Üniversitesi hareket ve motor kontrol laboratuvarında hayata geçirilmesini sağlayan ve çalışmanın her aşamasında deneyim ve bilgisini cömertçe paylaşan Prof. Dr. Hayri ERTAN’a, ölçüm sonrası süreçte uzakta ama hep yanımızda olan Doç. Dr. Utku S. YAVUZ’a (*Faculty of Electrical Engineering, The University of Twente, Netherlands*) teşekkür ederim.

ÖZET

Cebe B. Rotator Cuff Sendromlu Hastalarda Omuz Eklemine Nöromekanik Yöntemlerle Değerlendirilmesi Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir, 2024. Bu çalışma, Mayıs 2020-Mayıs 2022 arasında kliniğimize tek taraflı rotator *cuff* sendromu tanısı alan hastalarda, rotator *cuff* sendromunun omuz kinematiği üzerindeki etkilerini izokinetik dinamometre ve yüzey elektromiyografi yöntemleriyle değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, patolojik omuzla sağlam omuzlar arasındaki biyomekanik parametreleri karşılaştırmayı ve sağlıklı bireylerle hastalar arasındaki farkları belirlemeyi hedeflemektedir. Çalışmaya, tek taraflı izole kısmi supraspinatus yırtığı olan yedi hasta ile 10 sağlıklı genç erişkin kontrol grubu dahil edilmiştir. İzokinetik dinamometre kullanılarak omuz izokinetik abduksiyon hareketi sırasında maksimum tork, güç ve iş gibi mekanik parametreler ölçülmüştür. Yüzey EMG ile deltoid kasının elektriksel aktivitesi kaydedilmiştir. Her iki cihaz senkronize olarak kullanılmış ve elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. RMH olan hastaların patolojik omuzlarında izokinetik abduksiyon hareketi sırasında elde edilen maksimum tork, maksimum güç ve maksimum iş değerleri, sağlam omuzlara ve sağlıklı bireylere kıyasla anlamlı fark görülmemiştir. Ayrıca, yEMG verileri, patolojik omuzlarda deltoid kas aktivitesinde anlamlı bir fark göstermemiştir. Bu bulgular, izole kısmi supraspinatus yırtıklarının RMH'nın omuz kinematiğinde ve kas aktivitesinde belirgin değişikliklere yol açmadığını ortaya koymaktadır. İzokinetik dinamometre ve yEMG'nin senkronize kullanımı, RMH'nın omuz kinematiği üzerindeki etkilerini objektif ve detaylı bir şekilde değerlendirmeye olanak sağlamaktadır. Bu yöntemlerin klinik değerlendirme ve tedavi süreçlerinde kullanılması, tanı ve tedavi yaklaşımlarının optimize edilmesine katkıda bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: Rotator Cuff sendromu, Parsiyel supraspinatus yırtığı, Omuz kinematiği, İzokinetik omuz abduksiyonu, Deltoid kas aktivitesi.

ABSTRACT

Cebe B. M.D. Evaluation of Shoulder Joint with Neuromechanical Methods in Patients with Rotator Cuff Syndrome, Eskişehir Osmangazi University, Department of Orthopedics and Traumatology, Medical Specialty Thesis, Eskişehir, 2024. This study aims to evaluate the effects of rotator cuff syndrome on shoulder kinematics using isokinetic dynamometer and surface electromyography methods in patients diagnosed with unilateral rotator cuff syndrome in our clinic between May 2020 and May 2022. The study aims to compare biomechanical parameters between pathological shoulders and healthy shoulders, and to identify differences between healthy individuals and patients. The study included seven patients with isolated partial supraspinatus tears on one side and a control group of 10 healthy young adults. Mechanical parameters such as maximum torque, power, and work during shoulder isokinetic abduction movement were measured using an isokinetic dynamometer. The electrical activity of the deltoid muscle was recorded using surface EMG. Both devices were used synchronously, and the obtained data were statistically analyzed. The maximum torque, power, and work values obtained during isokinetic abduction movement in the pathological shoulders of patients with RMH did not show a significant difference compared to healthy shoulders and healthy individuals. Additionally, sEMG data did not show a significant difference in deltoid muscle activity in pathological shoulders. These findings indicate that isolated partial supraspinatus tears do not cause significant changes in shoulder kinematics and muscle activity in RMH. The synchronous use of isokinetic dynamometer and sEMG allows for an objective and detailed evaluation of the effects of RMH on shoulder kinematics. The use of these methods in clinical evaluation and treatment processes can contribute to optimizing diagnosis and treatment approaches.

Keywords: Rotator Cuff syndrome, Partial supraspinatus tear, Shoulder kinematics, Isokinetic shoulder abduction, Deltoid muscle activity

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET.....	VI
ABSTRACT	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	X
ŞEKİLLER.....	XII
TABLolar	XIII
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.1.Giriş.....	1
1.2. Amaç	3
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Omuz Anatomisi	5
2.1.1. Humerus	5
2.1.2. Skapula	6
2.1.3. Klavikula.....	6
2.2. Omuz Eklemleri Anatomi ve Biyomekaniği.....	7
2.2.1. Akromiyoklaviküler Eklem.....	7
2.2.2. Glenohumeral Eklem	8
2.2.3. Sternoklaviküler Eklem.....	12
2.3. Rotator Manşet Kasları ve Biyomekaniği	16
2.3.1. Musculus Supraspinatus.....	18
2.3.2. Musculus İnfraspinatus.....	20
2.3.3. Musculus Subskapularis	21
2.4. Rotator Manşet Biyomekaniği	24
2.4.1. Kuvvet Çiftleri Teorisi.....	24
2.4.2. Rotator Hilal (<i>Crescent</i>) ve Kablo (<i>Cable</i>) Kompleksi.....	25
2.5. Rotator Manşet Hastalığı.....	27
2.5.1. Tarihçe	28
2.5.2. Rotator Manşet Yırtığı Sınıflandırma	30

2.5.3. Rotator Manşet Hastalığı Tanı	32
2.6. İzokinetik Dinamometre (ISOMED 2000).....	36
2.7. Yüzey Elektromyografi (Noraxon Ultium).....	38
3. GEREÇ VE YÖNTEM	39
3.1. Hasta Grubu Oluşturulması.....	39
3.2. Kontrol Grubu Oluşturulması	39
3.3. Test Prosedürü.....	40
3.3.1. Cilt Hazırlığı	40
3.3.2. Elektrot ve Sensör yerleştirilmesi	40
3.3.3. Oturma Pozisyonu.....	41
3.3.4. Test Protokolü.....	42
3.4. İstatistiksel Yöntem.....	47
4. BULGULAR.....	48
4.1. Kontrol Grubu Sağ ve Sol Omuz Karşılaştırması	48
4.2. Hasta grubu RM Yırtık ve Sağlam Omuz Karşılaştırması.....	51
4.3. Hasta Grubu ve Kontrol Grubu Karşılaştırılması.....	53
5. TARTIŞMA	55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	61
7. KAYNAKLAR	62

SİMGELER ve KISALTMALAR

ABD	Abduksiyon
ADD	Addüksiyon
AK	Akromiyoklaviküler
EHA	Eklem hareket açıklığı
GH	Glenohumeral
J	Joule
İD	İzokinetik Dinamometre
İS	İnfraspinatus
KA	Korakoakromiyal
KAA	Korakoakromiyal Ark
KAL	Korakoakkromiyal ligament
DK	Deltoid Kası
mV	miliVolt
Nm	Newton x metre
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
RC	Rotator Cuff
RCH	Rotator Cuff hastalığı
RCS	Rotator Cuff sendromu
RCY	Rotator Cuff yırtığı
RM	Rotator Manşet

RMH	Rotator Manşet Hastalığı
RMS	Rotator Manşet Sendromu
RMY	Rotator Manşet Yırtığı
meanRMS	mean Root Mean Square (Karelerinin Ortalamasının Karekökünün)
SA	Subakromiyal
SAA	Subakromiyal Aralık
SAİS	Subakromiyal İmpingement Sendromu
SK	Sternoklaviküler
SS	Supraspinatus
ST	Skapulotorasik
(°)	Derece, Aç
VKİ	Vücut Kitle İndeksi
W	Watt
sEMG	Surface Elektromiyografi
TM	Teres Minör
yEMG	Yüzey EMG

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 2.1. Omuz kompleksini oluşturan kemikler.	6
Şekil 2.1. Omuz kompleksi ligamentleri önden görünüm.	8
Şekil 2.3. GH eklem koronal kesiti önden görünüm.	10
Şekil 2.4. Omuz eklem hareket eksenleri ve açıklıkları.	11
Şekil 2.5. Sağ GH eklem sagittal kesiti yandan görünüm.	15
Şekil 2.6. Rotator manşet kasları.	18
Şekil 2.7. Deltoid kası önden görünüm.	24
Şekil 2.8. GH eklem biyomekaniği, kuvvet çiftleri dengesi.	26
Şekil 2.9. RM yırtığı, kuvvet çifti dengesinin bozulması.	27
Şekil 2.10. Rotator kablo ve <i>cable</i> ve <i>crescent</i> kompleksi.	28
Şekil 2.11. Rotator manşet yırtığı asma köprü modellemesi.	28
Şekil 2.12. Bigliani ve Morrison'un akromiyon morfolojik sınıflandırması.	30
Şekil 2.13. RMY, Yırtık geometrisine göre sınıflandırılması.	32
Şekil 3.1. Sağ omuz, cilt hazırlığı ve elektrot yerleştirilmesi.	43
Şekil 3.2. İzokinetik dinamometre oturma pozisyonu.	43
Şekil 3.3. İzokinetik dinamometre ve yEMG cihazının senkronizasyonu.	45
Şekil 3.4. İzokinetik dinamometre setup arayüzü, test parametreleri.	45
Şekil 3.5. Sağ omuz İzokinetik konsantrik hareket siklusu.	46
Şekil 3.6. Katılımcının sağ omuz bir sette test edilen izokinetik hareket analizi.	47
Şekil 4.1. Kontrol grubu bilateral omuz maks. Tork (Nm) değerleri grafiği.	52
Şekil 4.2. Kontrol grubu bilateral omuz maks. İş (J) değerleri grafiği.	52
Şekil 4.3. Kontrol grubu bilateral omuz maks. Güç (W) değerleri grafiği.	53
Şekil 4.4. Hastalarda yırtık ve sağlam omuz maks. Tork (Nm) değerleri grafiği.	54
Şekil 4.5. Hastaların yırtık ve sağlam omuz maks. İş (J) değerleri grafiği.	54
Şekil 4.6. Hastaların yırtık ve sağlam omuz Güç (W) değerleri grafiği.	55

TABLOLAR

Sayfa

Tablo 4.1. Kontrol grubu İzokinetik dinamometre ölçümlerinin baskın (sağ), baskın olmayan (sol) tarafların karşılaştırılması.	50
Tablo 4.2. Kontrol grubu İzokinetik dinamometre ölçümlerinin baskın (sağ), baskın olmayan (sol) tarafların karşılaştırılması.	51
Tablo 4.3. Hastalarda izokinetik dinamometre parametrelerinin RM yırtık ve RM sağlam omuzlarda karşılaştırılması.	53
Tablo 4.4. Hastala grubu RM yırtık ve kontrol grubu deltoid kası (ön, orta, arka) lifleri meanRMS (mV) karşılaştırması.	54
Tablo 4.5. Hasta grubu RM yırtık omuzlarla, kontrol grubu sağlam omuzların maks. tork, maks. iş, maks güç karşılaştırılması.	55
Tablo 4.6. Deltoid (ön, orta, arka) kası meanRMS (mV) değerlerinin hasta grubu ve kontrol grubu karşılaştırılması.	56

1. GİRİŞ ve AMAÇ

1.1.Giriş

Omuz eklemi, vücudun en aktif ve en geniş hareket açıklığına sahip eklemlerinden biridir. Bu özellikleri nedeniyle günlük yaşam ve sportif aktiviteler sırasında sıkça travmalara maruz kalmaktadır. Omuz ağrısı, bel ve diz ağrılarından sonra en sık karşılaşılan kas-iskelet sistemi şikayetidir. Yaşla birlikte prevalansı artan Rotator manşet hastalığı (RMH), omuz ağrısının en yaygın nedenidir (1).

RMH, omuz eklemine stabilize eden ve kolun baş üstü hareketlerini sağlayan dört kasın (supraspinatus, infraspinatus, teres minor ve subskapularis) tendonlarının birleşerek oluşturduğu özelleşmiş bir yapı olan Rotator manşet (RM) işlevini etkileyen patolojileri kapsayan bir şemsiye terimdir. Bu hastalık, omuzda ağrı, güçsüzlük ve hareket kısıtlılığına neden olur. Hastalığın görülme sıklığı yaş, cinsiyet, meslek ve fiziksel aktivite düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Genel popülasyonda RMH'nin prevalansı %5 ile %39 arasında değişmektedir. RMH prevalansı 40'lı yaşlarda %6.7, 50'li yaşlarda %12.8, 60'lı yaşlarda %25.6, 70'li yaşlara gelindiğinde oran %45.8'e ulaşmaktadır. Erkeklerde daha sık görülmekle birlikte, menopoz sonrası kadınlarda risk artmaktadır (1, 2, 3).

Fiziksel olarak yoğun mesleklerde çalışanlar ve sporcular arasında hastalık daha yaygındır. Yoğun baş üstü aktivite gerektiren işçiler, ressamalar ve profesyonel sporcularda prevalans oldukça yüksek bulunmuştur (2,4).

RM yırtık etyolojisinde ekstrasik (dışsal) ve intrinsik (içsel) nedenler rol oynamaktadır. İçsel nedenler arasında tendonun kendisinde meydana gelen hipovaskülarite, yaşlanmaya bağlı dejenerasyon ve tendinozis gibi durumlar bulunurken, dışsal nedenler fonksiyonel Subakromiyal Aralık (SAA) daralmasına neden olan kemik veya yumuşak doku kaynaklı faktörler, sıkışma sendromları ve akromiyal morfolojik varyasyonlardır (5).

RMH, bireylerin yaşam kalitesinin azalmasına neden olur. Uygun tanı ve tedavi yaklaşımlarının gecikmesi durumunda kalıcı sakatlıklara yol açabilir iş ve günlük hayat aktivitelerinde ciddi zorluklara sebep olabilir (1,3,6).

Tedavi edilmeyen RMH'nın ilerleyen dönemlerinde hastalığın kronikleşmesi tedaviyi teknik olarak zorlaştırmakta ve daha yüksek tedavi maliyetlerine neden olmaktadır (7).

Tam kat rotator manşet yırtığı (RMY) sonrasında RM kaslarının yağlı dejenerasyona uğradığı ve tedavi edilmediği takdirde dejenerasyonun geri dönüşsüz olduğu bilinmektedir (6). Tedavi edilmeyen yırtıkların kronikleşmesi sonucu kas atrofisi ve kastaki yağlı dejenerasyon süreçleri sonrasında GH ekleminde osteoartrite neden olmaktadır (8).

Tam kat RM yırtıkları omuzdaki kuvvet çifti dengesi bozmaktadır. Bozulan kuvvet çifti dengesi, biyomekanik işlev kaybına neden olmakta, kuvvet çifti dengesinin cerrahi onarımla yeniden oluşturulması işlevin geri kazanılmasını sağlamaktadır (9).

RMY boyutu postoperatif sonuçlarla doğrusal korelasyon göstermektedir. Randelli ve ark., cerrahi tedavi esnasında yırtık boyutunun nispeten küçük olmasının postoperatif dönemde daha iyi supraspinatus (SS) bütünlüğü, daha iyi kas kuvveti ve en az 10 yıllık takip sürecinde daha düşük osteoartrit ilerlemesi ile ilişkili olduğunu yazmıştır (10).

Kim ve ark. (11), asemptomatik RMY olan hastaları incelemiş ve masif RMY olan asemptomatik omuzların sağlam kontralateral omuza kıyasla önemli ölçüde daha düşük Abdüksiyon (ABD) kuvveti olduğunu belirtmiştir. Ancak spesifik olarak tek taraflı kısmi veya tam kat yırtığı olan asemptomatik omuzlar ile sağlam kontralateral omuz arasında ABD ve Eksternal rotasyon kuvveti açısından bir fark olmadığını yazmıştır.

Baumer ve ark. (12), azalmış omuz kuvvetinin RM patolojisinin gelişimi ile ilişkili erken fonksiyonel değişikliklerden biri olabileceğini yazmıştır. Kim ve ark.'nın aksine, asemptomatik küçük yırtıkların ve hatta tendinosisin tek başına omuz kuvveti üzerinde kayda değer bir etkisi olduğu, asemptomatik RM patolojisi olan bireylerin

sağlam RM olan bireylere kıyasla daha düşük Abd ve elevasyon kuvvetine sahip olduğunu göstermiştir.

Kısmi kalınlıkta RM yırtıklarının yönetimi cerrahi ve konservatif tedavi modaliteleri arasında süregelen önemli bir tartışma konusudur (11,12,13). Konservatif tedavi seçenekleri arasında NSAİİ, fizyoterapi, aktivite modifikasyonu ve kortikosteroid enjeksiyonları bulunmaktadır (14).

Kısmi RM yırtıklarının cerrahi tedavi yaklaşımları arasında; debridman, kısmi onarım ve duruma göre kısmi yırtık tam kat yırtığa dönüştürülerek gerçekleştirilen RM onarımı yer almaktadır (11,13).

Tedavi yaklaşımının seçimi, hastanın klinik semptomları, yırtık karakteristikleri, fonksiyonel hedefleri ve genel sağlık durumu gibi bireysel faktörler temel alınarak belirlenmelidir (12,13). Yırtık büyüklüğü, lokalizasyonu ve yırtık süresi gibi parametrelerin yanı sıra hastanın yaş, aktivite düzeyi ve komorbiditeleri de tedavi planlamasında dikkate alınmaktadır (11,12,13).

İzokinetik ölçümler Kısmi yırtıklarda Omuz kinematiklerinin hareket paternlerindeki farklılıkları ortaya koymak açısından önemli bir yöntemdir. Kinematik analizler, standart fizik muayene sırasında gözden kaçabilecek telafi ve adaptasyon sonucu ortaya çıkan hareketleri belirlememize olanak tanır. Kinematik analiz, kısmi RM yırtıklarına sahip omuzlarda hareket paternlerinin hassas bir şekilde ölçülmesini ve normal hareket paternleriyle karşılaştırılmasını mümkün kılar. Örneğin, kolun elevasyonu sırasında deltoid kas aktivitesini objektif olarak ölçebilmemizi sağlamaktadır (16).

RMH, omuz kinematğinde değişikliklere yol açar. İzokinetik Dinamometre (İD) ve yüzey Elektromiyografi (yEMG) kullanımı, kas gücü ve fonksiyonel kas aktivitesi ölçümlerinde değerli ve objektif bilgiler sunar (17).

1.2. Amaç

Bu çalışmanın amacı, RM hastalığının omuz kinematği üzerine etkisini İD ve yEMG yöntemleriyle değerlendirmektir. Çalışmada, hastaların patolojik omuzları ile

sağlam omuzları arasında izokinetik abdüksiyon hareketi sırasında elde edilen biyomekanik parametrelerin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Ayrıca, sağlıklı bireylerle hastalar arasındaki farkların belirlenmesi hedeflenmektedir.

İzokinetik dinamometre, sabit hızda kontrollü hareket sırasında kuvvet, tork ve iş gibi mekanik parametrelerin objektif olarak ölçülmesini sağlar ve bu süreçte yer çekimi etkilerini dikkate alır (11). Yüzey EMG cihazı, spesifik kasların elektriksel aktivitesini ölçerek kas yoğunluğu ve aktivasyon zamanlaması hakkında güvenilir veriler sunar. Bu çalışmada, her iki cihazın senkronize edilerek kullanılması, İD ile elde edilen mekanik verilerin, kas aktivitesi ile eş zamanlı olarak değerlendirilmesine olanak tanıyacaktır. Bu entegrasyon, RMH'nın omuz kinematiği üzerindeki etkilerini ve deltoid (ön, orta, arka) kası aktivitesini spesifik analiz edilmesini sağlayacaktır (17).

Bu çalışmanın hipotezi, tek taraflı RMH patolojik omuzlarında izokinetik ABD hareketi sırasında elde edilen maksimum tork, maksimum güç ve maksimum iş gibi biyomekanik parametrelerin, sağlam omuz ve sağlıklı bireylere kıyasla anlamlı farklılıklar gösterebileceğidir. Ayrıca, kas aktivitesi verileri ile biyomekanik parametrelerdeki değişimlerin, hastalığın klinik aşaması ile doğrusal bir ilişki göstereceği düşünülmektedir (12).

İD ve yEMG'nin senkronize kullanımı, RMH klinik değerlendirilmesinde ve tedavi sürecinde daha detaylı ve güvenilir veriler sağlayarak tanı ve tedavi yaklaşımlarını optimize etmeye katkıda bulunabilir. İD ve yEMG verilerinin senkronize kullanımı, RMH biyomekanik ve nörofizyolojik etkilerini daha kapsamlı ve bilimsel şekilde ortaya koyarak, bu hastalıkların tanı ve tedavi yaklaşımları tercihinde objektif bir değerlendirme sağlayabilir. Bu sayede hem cerrahi hem de cerrahi dışı tedavi yöntemlerinin seçimi süreci daha objektif bir şekilde değerlendirilebilecektir.

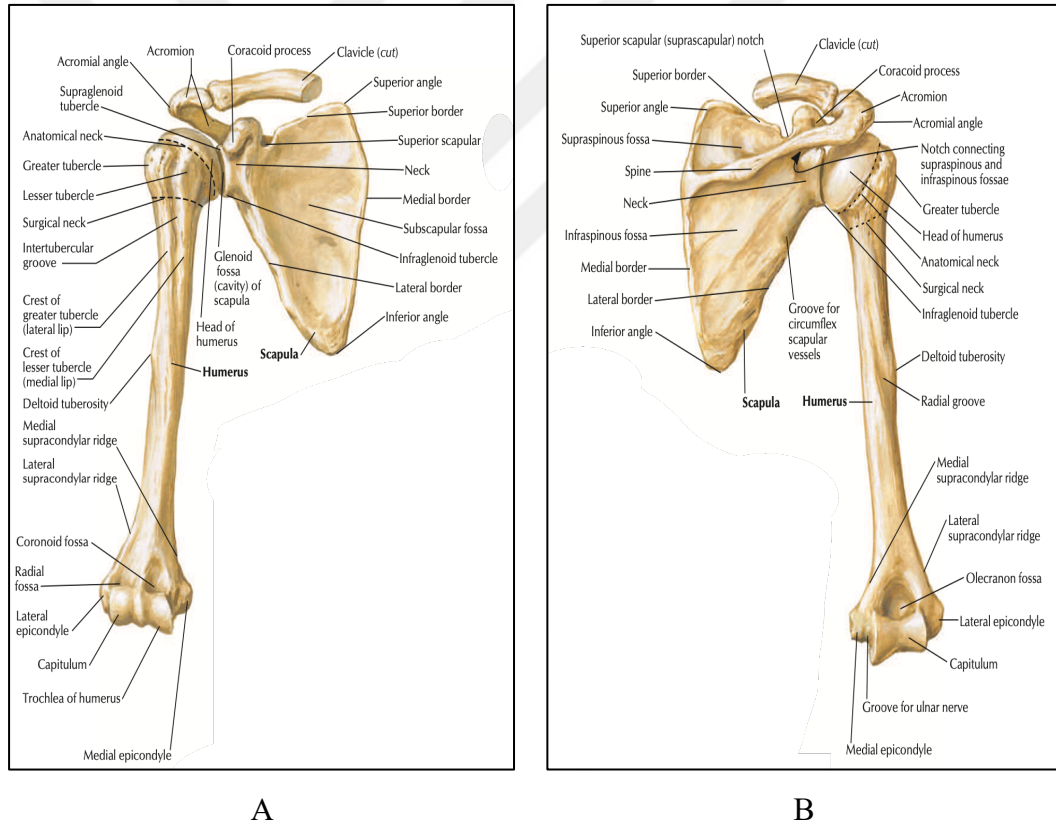
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Omuz Anatomisi

Üst ekstremité ve gövde arasında bir nevi köprü vazifesi gören omuz insan vücudunun en fazla hareket açıklığına sahip eklemdir. Omuz kompleksi içerisinde yer alan klavikula, skapula, humerus ve sternum kemiklerinin oluşturduğu eklem yapılarının belirli bir ahenk içerisinde olması üst ekstremité hareket kabiliyetini arttırmaktadır. Bu durum uzun kavrama, uzanma ve yakalama hareketlerine de katkı sunabilmektedir (19).

2.1.1. Humerus

Humerus, üst ekstremitenin en uzun ve en büyük kemiğidir. Proksimalde glenoid kavite ile eklem yaparak omuz eklemini oluşturur (şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Omuz kompleksini oluşturan kemikler.

A. Humerus, Skapula, Akromiyon Lateral 1/3 ü Önden görünümü

B. Humerus, Skapula, Akromiyon Lateral 1/3 ü Arkadan görünümü (21).

Proksimal humerus, baş, anatomik boyun, cerrahi boyun, büyük ve küçük tüberkül olmak üzere dört ana bölümden oluşur. Humerus başı, skapulanın glenoid fossa'sı ile eklemleşerek GH eklemi oluşturur. Büyük tüberkül, subskapularis kasının bağlandığı bölgedir. Küçük tüberkül ise SS, infraspinatus (İS) ve teres minör (TM) kaslarının bağlandığı bölgedir. Distal humerus, medial ve lateral epikondiller, kapitellum ve troklea olarak adlandırılan yapıların bulunduğu bir bölgedir. Bu yapılar, önkol kemikleri olan radius ve ulna ile eklemleşir ve dirsek eklemi oluşturur (21).

2.1.2. Skapula

Skapula, omuz kuşağının arka kısmında yer alan geniş, yassı bir kemiktir. Skapulanın üç köşesi (üst, alt ve lateral köşe) ve üç kenarı (üst, medial ve lateral kenar) bulunur. Skapulanın dorsal yüzeyinde, skapular spina adı verilen belirgin bir çıkıntı yer alır (şekil 2.1.). Skapular omurga, akromiyon ve korakoid çıkıntı ile devam eder. Akromiyon, klavikula ile eklem yaparak akromioklavikular (AK) eklemi oluşturur. Korakoid çıkıntı ise birçok kasın ve bağın yapışma noktasıdır. Glenoid fossa, humerus başı ile eklemleşerek GH eklemi oluşturur. Skapula, humerus ile birlikte omuz eklemi hareket açıklığını sağlar ve kasların tutunma noktası olarak işlev görür (21).

2.1.3. Klavikula

Klavikula, omuz kuşağının ön kısmında yer alan S şeklinde uzun bir kemiktir. Medialde sternum ile eklem yaparak sternoklavikular (SK) eklemi oluşturur, lateralde ise akromiyon ile eklem yaparak AK eklemi oluşturur. Klavikula, üst ekstremitayı aksiyal iskelete bağlar ve omuz eklemi hareketine katkıda bulunur. Klavikula, aynı zamanda önemli damarlar ve sinirlerin korunmasında da rol oynar (21).

2.1.4. Sternum

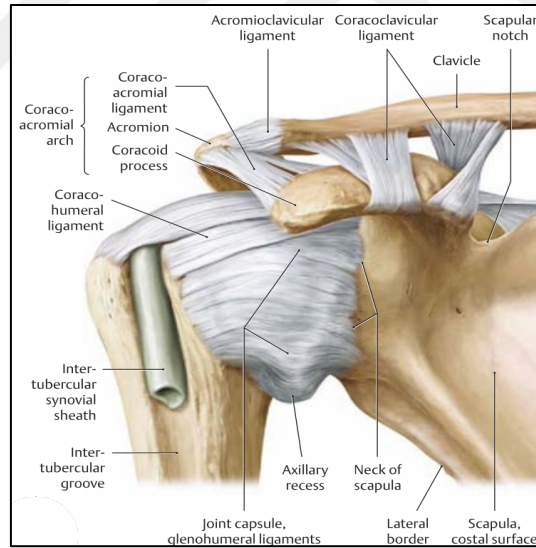
Sternum, göğüs kafesinin ön kısmında yer alan düz bir kemiktir. Üstte manubrium, ortada korpus sterni ve altta ksifoid olmak üzere üç bölümden oluşur. Manubrium, klavikula ve ilk iki kaburga ile eklem yapar. Korpus sterni, üçüncü ila yedinci kaburgalar ile eklemleşir. Ksifoid, sternumun en alt kısmında yer alır ve genellikle yaşla birlikte kemikleşir. Sternum, kaburgalar ve torasik vertebralar ile birlikte göğüs kafesini oluşturur ve iç organları korur. Ayrıca, sternumda kemik iliği bulunur ve hematopoez sürecine katkıda bulunur (22).

2.2. Omuz Eklemleri Anatomi ve Biyomekaniği

Omuz kompleksi, beş ayrı eklemden oluşmaktadır. Bu eklemlerden ikisi fonksiyonel eklem olarak sınıflandırılmaktadır: Skapulotorasik (ST) ve Subakromiyal (SA) eklemler. Diğer üç eklem ise gerçek eklemler olarak kabul edilmektedir: Akromiyoklavikular (AK), Glenohumeral (GH) ve Sternoklavikular (SK) eklemler.

2.2.1. Akromiyoklaviküler Eklem

AK eklem, skapulanın akromiyon çıkıntısı ile klavikulanın lateral ucu arasında yer alan sinovyal, düz bir eklemdir. Eklem yüzeyleri, ince bir hiyalin kıkırdak tabakası ile kaplıdır ve eklem boşluğu fibrokartilaginöz bir disk tarafından ikiye ayrılmıştır. Bu disk, eklem yüzeylerinin uyumunu artırmakta ve şok emici bir işlev görmektedir. AK eklem kapsülü nispeten zayıf olup, superior ve inferior AK ligamentler tarafından desteklenmektedir. Eklem stabilitesini artıran diğer önemli yapılar, klavikula ile korakoid çıkıntı arasında uzanan konoid ve trapezoid ligamentlerden oluşan korakoklaviküler ligamentlerdir (Şekil 2.3.) (19).



Şekil 2.2. Omuz kompleksi ligamentleri, önden görünüm (25).

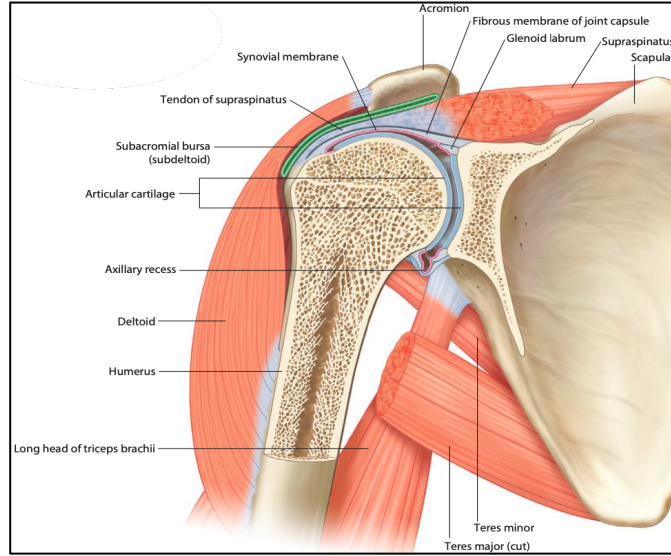
AK eklem, omuz kompleksinin dinamik bir bileşeni olarak, omuz hareketleri sırasında skapula ve klavikula arasındaki koordinasyonu sağlamaktadır. Skapulanın rotasyon, tilt ve translasyon hareketlerine izin vermekte, böylece glenohumeral eklemin geniş hareket açıklığını desteklemektedir. Bu eklem, omuzun abduksiyon, fleksiyon ve baş üstü hareketleri sırasında kritik bir rol oynamaktadır.

Korakoklaviküler ligamentler, özellikle yukarı rotasyon ve posterior tilt hareketlerinde skapulanın stabilitesini koruyarak, omuzun dinamik stabilizasyonunu desteklemektedir. Skapulanın hareketleri sırasında AK eklem, humerus başının glenoid fossa ile optimal hizalanmasını sağlayarak, omuzun düzgün ve ağrısız hareket etmesini mümkün kılmaktadır (19).

AK eklem, üç eksenli hareket yeteneğine sahiptir: anteroposterior glide (önden arkaya kayma), süperoinferior glide (üstten alta kayma) ve rotasyon. Bu hareketler, omuzun geniş hareket açıklığını ve adaptif kapasitesini sağlamaktadır. AK ligamentler, eklem anteroposterior ve süperoinferior yönlerdeki hareketlerini sınırlayarak stabiliteyi temin etmektedir. Korakoklaviküler ligamentler ise klavikulanın yukarı ve aşağı hareketlerini sınırlayarak eklem aşırı hareketini önlemektedir. Özellikle baş üstü aktivitelerde ve yük taşıma sırasında, AK eklem stabilizasyon mekanizmaları omuzun genel fonksiyonel performansını ve dayanıklılığını artırmaktadır (5).

2.2.2. Glenohumeral Eklem

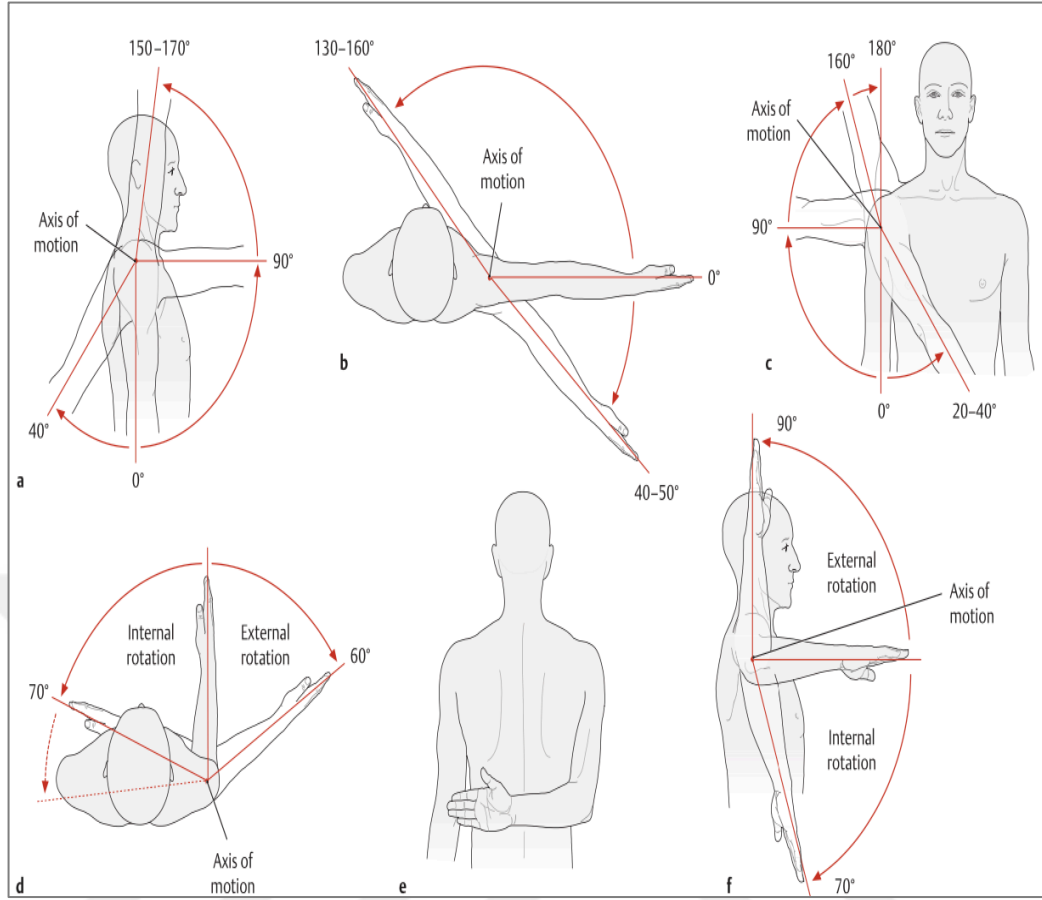
GH eklem, omuzun ana hareket eklemidir ve insan vücudundaki en hareketli eklemlerden biridir. Bu eklem, humerus başı ile skapulanın glenoid fossa'sı arasında yer alır ve top-yuva (ball-socket) formasyonunda sinovyal bir eklem olarak sınıflandırılır. Humerus başı küresel bir yapıya sahip olup, geniş bir hareket açıklığı sağlar. Glenoid fossa ise sığ bir çanak şeklindedir ve bu yüzeyin derinliğini artırmak için fibrokartilajinöz bir yapı olan glenoid labrum ile çevrilidir (Şeki 2.3.). Labrum, eklem stabilitesini artırır ve eklem yüzeyini genişletir (23).



Şekil 2.3. GH eklem Koronal kesiti önden görünüm (24).

GH eklemnin stabilitesinde üç ana ligament grubu rol oynar: superior(üst) GH ligament, middle (orta) GH ligament ve inferior (alt) GH ligament. Bu ligamentler, eklemnin farklı hareketlerinde stabilite sağlar ve humerus başının glenoid fossa içinde kalmasını temin eder. Eklem kapsülü, eklemi çevreler ve sinoviyal sıvı salgılayarak hareket sırasında sürtünmeyi azaltır (23).

GH eklem, omuz kompleksinin hareketli ve dinamik bir bileşeni olarak, üst ekstremitenin geniş hareket açıklığını sağlar. GH eklemdeki temel hareketler, Vertikal, Horizontal ve Rotasyonel hareketler olarak sınıflandırılabilir (19, 25).



Şekil 2.4. Omuz eklem hareket eksenleri ve açıklıkları (25).

- a. Fleksiyon/Ekstansiyon
- b. Anteversiyon/Retroversiyon
- c. Abdüksiyon/Addüksiyon
- d. e. f. İnternal/Eksternal rotasyon

Kol yanda ABD hareket açıklığı teorik olarak 180 derece kabul edilmekte, ancak pratikte, erkeklerin % 4'ü, kadınlarınsa % 28'i bu açıklığa ulaşabilmektedir. Abdüksiyon hareket açıklığı ortalaması erkeklerde 167°, kadınlarda 171° olduğu belirtilmektedir (26).

Günel ve ark.(1996) (27), Eskişehir'de 1000 sağlıklı erkek üstünde yapılan çalışmaya göre, eklem hareket açıklıkları: Fleksiyon 120°, Ekstansiyon 30°, Abdüksiyon 167°, Addüksiyon 50°, İç rotasyon 71°, Dış rotasyon 68° olarak bulunmuştur.

GH eklemnin dinamik stabilitesi, RM kaslarının (supraspinatus, infraspinatus, teres minor ve subscapularis) işlevi ile sağlanır. Bu kaslar, humerus başını glenoid fossa içinde merkezleyerek eklemnin stabilitesini korur. Rotator manşet kasları, eklemnin hareketi sırasında humerus başını glenoid fossa içinde tutmak için sürekli olarak çalışır. Ayrıca, biceps brachii'nin uzun başı da GH eklemnin stabilitesine katkıda bulunur (23).

GH eklemnin biyomekaniği, eklemnin hareket açıklığını ve stabilitesini sağlayan kompleks bir etkileşim ağıdır. GH ekleminde stabilite, statik ve dinamik mekanizmalar ile sağlanır. Statik stabilizatörler arasında kemik yapı, negatif intraartiküler basınç, glenoid labrum ve glenohumeral ligamentler bulunur. Bu yapılar, eklemnin anatomik olarak yerinde kalmasına yardımcı olur (19).

Dinamik stabilizatörler ise RM kasları ve diğer kas gruplarıdır. RM kasları, hareket sırasında eklemi stabil tutmak için aktif olarak çalışır. Özellikle SS kası, ABD hareketinin ilk 15 derecesinde kritik bir rol oynar. İS ve TM kasları, dış rotasyon hareketlerinde aktif rol alırken, subskapularis kası iç rotasyon hareketlerinde görev alır. Bu kasların koordineli çalışması, humerus başının glenoid fossa içinde stabil kalmasını sağlar (22).

GH eklemnin biyomekaniğinde önemli bir rol oynayan başka bir unsur da SH ritmidir. Skapula ve humerus arasında senkronize bir hareket ilişkisi vardır ve bu ilişki, omuzun hareket açıklığını ve verimliliğini artırır. Skapulanın yukarı rotasyonu, humerus başının glenoid fossa içinde optimal hizalanmasını sağlar ve SA aralığında sıkışma riskini azaltır (22).

RM hastalıkları, GH eklem biyomekaniğinde bozulmalara yol açar. SS tendiniti, RM yırtıkları ve SAİS gibi patolojiler, omuzun hareket açıklığını ve fonksiyonel kapasitesini ciddi şekilde etkiler. Bu patolojiler, SS tendonunun inflamasyonu ve dejenerasyonu sonucu oluşur ve omuzun Abd ve dış rotasyon hareketlerini kısıtlar (28).

2.2.3. Sternoklaviküler Eklem

SK eklem, klavikulanın medial ucu ile sternumun manubrium kısmı arasında yer alan sinovyal bir eklemdir. Bu eklem, omuz kuşağının aksiyal iskelete tek gerçek bağlantı noktasıdır. Eklem yüzeyleri hiyalin kıkırdak ile kaplıdır ve eklem boşluğu, şok emici bir işlev gören fibrokartilaj bir disk tarafından ikiye ayrılmıştır. SK eklem kapsülü, superior, inferior, anterior ve posterior SK ligamentler tarafından desteklenir. Ayrıca, interklaviküler ligament ve kostoklaviküler ligament de eklem stabilitesini artırır (23).

SK eklem, omuz kuşağının hareketliliği ve stabilitesinde önemli bir rol oynar. Üç eksenli hareket kabiliyetine sahiptir: elevasyon-depresyon, protraksiyon-retraksiyon ve rotasyon. Bu hareketler, omuzun geniş hareket açıklığını destekler. SK eklem stabilitesi, ligamentler ve kapsüler yapılar tarafından sağlanırken, sternokleidomastoid, subclavius ve pectoralis major kasları da eklem hareket ve stabilitesine katkıda bulunur (5).

SK eklem, omuz kuşağının geniş hareket açıklığını ve adaptif kapasitesini sağlayan kompleks bir biyomekanik yapıya sahiptir. Eklem, elevasyon-depresyon, protraksiyon-retraksiyon ve rotasyon hareketlerine izin verir. Bu hareketler, klavikulanın sternum ve birinci kosta ile olan ilişkisi doğrultusunda gerçekleşir ve omuz kuşağının dinamik stabilitesine katkıda bulunur. SK eklemindeki bu hareketler, omuzun hareket açıklığını artırarak, üst ekstremitenin fonksiyonel kapasitesini maksimize eder (23).

2.2.4. Skapulotorasik Eklem

ST eklem, anatomik olarak gerçek bir eklem olmamakla birlikte, fonksiyonel bir eklem olarak kabul edilir. Bu eklem, skapulanın torasik kafes üzerinde kaymasıyla oluşur. Skapulanın arka yüzeyi ile kaburgaların dış yüzeyleri arasında yer alır. Skapula, 2. ve 7. kaburgalar arasında yerleşmiştir ve skapulotorasik eklem, skapulanın pektoralis minor, serratus anterior, trapezius ve romboid kasları gibi kaslarla bağlantılı hareket etmesini sağlar (19).

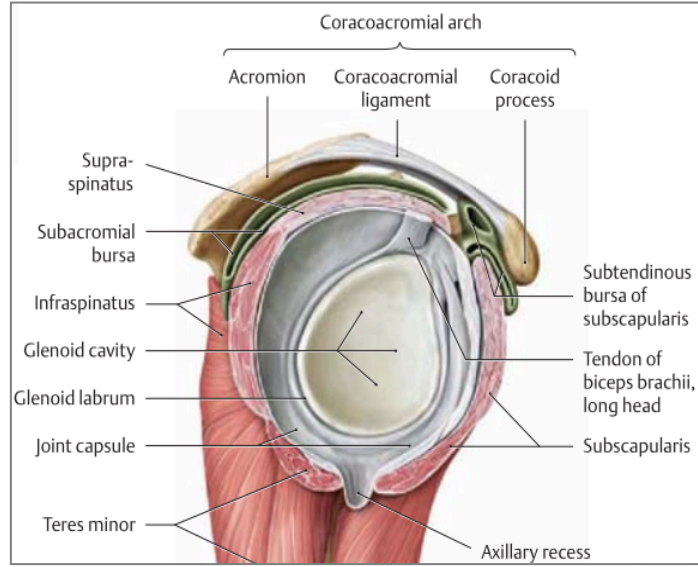
ST eklem, omuz kuşağının hareketliliği ve stabilitesinde kritik bir rol oynar. Skapulanın rotasyon, translasyon, elevasyon ve depresyon hareketlerine izin verir. ST eklem, skapulanın torasik duvar üzerinde yukarı ve aşağı kayması, yana doğru hareket etmesi ve rotasyon yapması ile omuzun geniş hareket açıklığını destekler. Bu eklem, omuzun baş üstü hareketlerinde ve omuzun çeşitli düzlemlerdeki hareketlerinde önemli bir rol oynar. ST eklem, skapula ve torasik kafes arasındaki yumuşak doku yapılarının sürtünme ve kayma hareketleri ile stabilizeyi ve hareketi mümkün kılar (29).

ST eklem, omuz kuşağının dinamik stabilitesine ve geniş hareket açıklığına katkıda bulunan fonksiyonel bir yapıdır. ST hareketler, AK ve SK eklemler aracılığıyla gerçekleştirilir. ST eklemin biyomekaniği, serratus anterior ve trapezius kaslarının koordineli çalışması ile sağlanır. Serratus anterior kası, skapulanın torasik kafes üzerinde stabil kalmasını sağlarken, trapezius kası skapulanın yukarı rotasyonunu destekler. Bu kasların uyumlu çalışması, omuzun dinamik stabilitesini ve hareket verimliliğini artırır (29).

ST eklem, omuzun fleksiyon ve Abd hareketlerinde skapulanın yukarı doğru rotasyonunu sağlayarak, humerus başının glenoid fossa ile optimal hizalanmasını sağlar. Bu hizalama, SA boşlukta sıkışma riskini azaltır ve omuzun genel fonksiyonel kapasitesini artırır. ST ekleminde meydana gelen disfonksiyonlar, omuz hareketlerinde kısıtlılık ve ağrıya yol açabilir, bu nedenle ST ritmin korunması omuz sağlığı açısından kritik öneme sahiptir (30).

2.2.5. Subakromiyal Aralık

SAA, omuz ekleminin üst kısmında, akromiyon, korakoakromiyal(KAL) ve AK eklem altında yer alan önemli bir anatomik boşluktur. Bu aralık, SS tendonu, SA bursa ve biceps brachi uzun başı tendonu yapılarını içerir. SA aralığın üst sınırını akromiyon ve KAL oluştururken, alt sınırını humerus başı ve RM kaslarının tendonları oluşturur (Şekil 2.5.) SA bursa, bu aralıkta yer alan yumuşak doku yapılarının sürtünmesini azaltarak omuz hareketlerinin sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar (31).



Şekil 2.5. Sağ GH eklem sagittal kesiti lateral görünüm (24).

SAA, omuzun baş üstü hareketleri sırasında SS tendonu ve bursa üzerinde oluşan baskıyı azaltan kritik bir bölgedir. Bu aralık, humerus başının yukarı doğru hareket etmesiyle daralabilir, bu da SS tendonu ve SA bursanın sıkışmasına yol açabilir. SAA genişliği, omuzun hareket açıklığı ve fonksiyonel kapasitesi için önemlidir. Omuzun ABD ve fleksiyon hareketleri sırasında SA aralıkta yeterli boşluğun korunması, SS tendonunun ve SA bursanın sağlığını korur (31).

RM kasları, özellikle SS, omuzun Abd hareketinde kritik bir rol oynar. SS tendonu, SA aralıkta yer aldığı için bu bölgede meydana gelen bir sıkışma veya daralma, tendinopati ve tendon yırtılmalarına yol açabilir. SS tendonu, omuzun baş üstü hareketlerinde akromiyon ve KAL altında hareket ederken sürekli olarak sürtünmeye maruz kalır. Bu durum, SS tendonunun dejenerasyonuna ve RM patolojilerine zemin hazırlar (31).

SA aralığın biyomekaniği, omuzun hareket açıklığını ve stabilitesini doğrudan etkiler. SAA, omuzun ABD, fleksiyon ve iç rotasyon hareketleri sırasında daralır. Bu daralma, özellikle tekrarlayan baş üstü aktivitelerde SS tendonu ve SA bursa üzerinde aşırı baskı oluşturur. SA aralığın daralması, supraspinatus tendonunun sıkışmasına ve SAI sendromuna yol açabilir. Bu sendrom, omuzda ağrı, hareket kısıtlılığı ve fonksiyon kaybına neden olur (31).

SA aralığının biyomekaniğinde akromiyonun şekli ve pozisyonu büyük önem taşır. Kavisli veya kanca şeklindeki akromiyon, (Bknz Şekil 2.12.) aralığının daralmasına neden olabilir ve bu durum SS tendonunun sıkışma riskini artırır. Ayrıca, KA ligamentinin kalınlaşması veya AK ekleminde meydana gelen osteofit oluşumu da SA aralığının daralmasına neden olabilir (28).

RM hastalıklarının etiolojisinde SA aralığının biyomekanik özellikleri önemli bir rol oynar. SS tendonunun SA aralıkta tekrarlayan sıkışması, tendinit, tendinozis ve tendon yırtılmalarına yol açar. Bu patolojiler, omuzun hareket açıklığını ve fonksiyonel kapasitesini ciddi şekilde kısıtlar. SA aralığının biyomekaniğinin anlaşılması, RM hastalıklarının tanı ve tedavisinde kritik bir rol oynar (32).

2.2.6. Korakoakromiyal Ark

Korakoakromiyal ark (KAA), korakoid çıkıntısı ile akromiyon arasında uzanan güçlü bir fibröz banttır. Bu ligament, SA boşluğun üst sınırını oluşturur ve SS tendonu ile SA bursa üzerinde koruyucu bir bariyer görevi görür (Bknz Şekil 2.5.). KA ligamentinin kalınlaşması veya deformasyonu, SA boşluğun daralmasına ve RM tendonu sıkışmalarına neden olabilir (28).

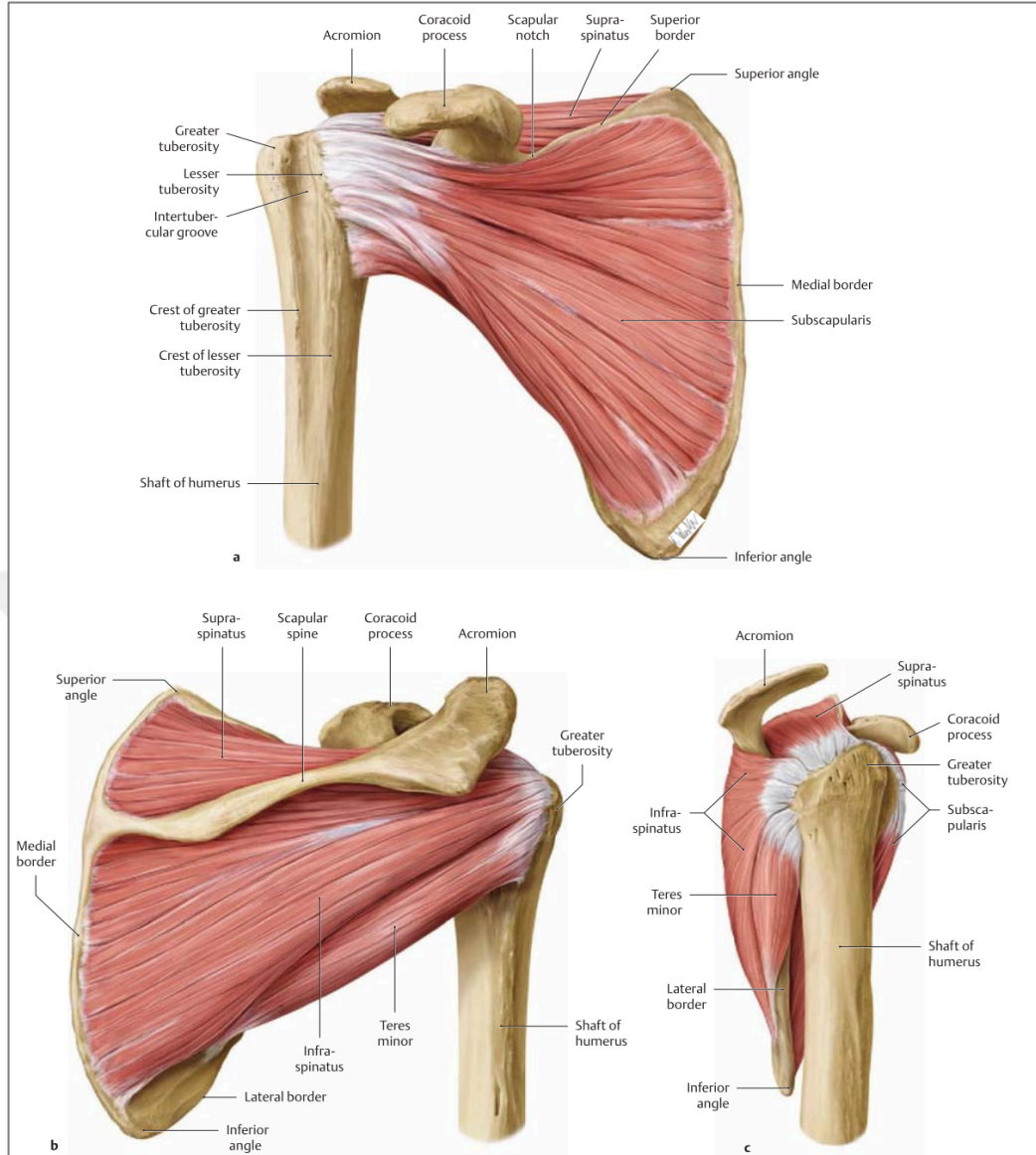
KAA, rotator kablo ve rotator hilal ile doğrudan ilişkili olup, omuzun baş üstü hareketleri sırasında bu yapılar üzerinde baskı oluşturabilir. Rotator kablo ve hilal yapıları, SS ve İS tendonlarını koruyarak, KA ligamentinin yarattığı mekanik baskıya karşı direnç sağlar. Bu yapıların uyumlu çalışması, omuz ekleminin fonksiyonel stabilitesini ve hareket kabiliyetini korur (9).

Rotator kablo ve rotator hilal, omuzun biyomekanik işlevlerinde kritik rol oynar. Rotator kablo, omuzun ABD ve dış rotasyon hareketleri sırasında tendonlara binen yükü dağıtarak, rotator manşetin işlevsel bütünlüğünü korur. Rotator hilal ise, omuzun esnekliğini ve hareket kabiliyetini artırarak, humerus başının etrafında bir tampon görevi görür. KAL ise, SA boşluğun üst sınırını oluşturarak, SS tendonu ve SA bursayı korur (9).

Bu yapıların birlikte çalışması, omuz eklemine dinamik stabilitesini ve hareket açıklığını optimize eder. RM tendonu yaralanmaları ve sıkışma sendromlarının önlenmesinde, rotator kablo ve hilal (Bknz: Şekil 2.10) yapıların biyomekanik özelliklerinin anlaşılması büyük önem taşır. Bu ilişkilerin bozulması, RM patolojilerinin gelişimine katkıda bulunabilir ve omuz fonksiyonlarını ciddi şekilde etkileyebilir (9).

2.3. Rotator Manşet Kasları ve Biyomekaniği

RM, omuz eklemine stabilitesini ve hareketliliğini sağlayan dört kas ve bunların tendonlarından oluşan bir komplekstir. Bu kaslar Supraspinatus, İnfraspinatus, Teres minor ve subscapularis'tir (Şekil 2.6.). Her bir kas, skapuladan başlayarak humerus başına yapışır ve omuz eklemine farklı hareketlerini kontrol eder. SS, humerus başının üst kısmına yapışır ve ABD hareketinde önemli rol oynar. İS ve TM kasları humerus başının arka kısmına yapışır ve dış rotasyon hareketlerini sağlar. Subscapularis ise humerus başının ön kısmına yapışır ve iç rotasyon hareketini gerçekleştirir (33).



Şekil 2.6. Rotator manşet kasları; Supraspinatus, İnfraspinatus, Subskapularis, Teres minör. a: anterior, b: posterior, c: lateralden görünüm (25).

RM kasları, omuz ekleminin dinamik stabilitesini sağlayan en önemli yapılardır. Bu kaslar, humerus başını glenoid fossa içinde merkezi bir konumda tutarak omuz ekleminin yerinden çıkmasını (dislokasyon) engeller. SS kası, omuzun Abd hareketinin ilk 15 derecesinde kritik bir rol oynar ve bu hareketi başlatır. İS ve TM kasları, omuzun dış rotasyonunu sağlar ve özellikle baş üstü aktivitelerde önemli rol oynar. Subscapularis kası ise omuzun iç rotasyon hareketi gerçekleştirir ve omuzun stabilitesine katkıda bulunur (33).

RM kasları, skapula ve humerus arasındaki hareketlerin uyumlu bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. Bu kaslar, SH ritmin korunmasında önemli rol oynar. SH ritm, skapulanın torasik kafes üzerindeki hareketleri ile humerus başının glenoid fossa içindeki hareketlerinin senkronizasyonunu ifade eder. Bu uyum, omuzun geniş hareket açıklığını ve fonksiyonel kapasitesini artırır (30).

RM kaslarının biyomekaniği, omuz ekleminin stabilitesini ve hareket açıklığını sağlayan kompleks bir etkileşim ağına dayanır. Bu kaslar, omuz ekleminin çeşitli hareketlerini gerçekleştirirken aynı zamanda eklemi stabilize eder. SS kası, omuzun ABD hareketini başlatır ve bu sırada humerus başını glenoid fossa içinde sabit tutar. İS ve TM kasları, dış rotasyon hareketlerini gerçekleştirir ve özellikle omuzun baş üstü hareketleri sırasında humerus başının yerinde kalmasını sağlar (30).

RM kaslarının koordineli çalışması, omuz ekleminin dinamik stabilitesini sağlar. Bu kaslar, omuzun hareketleri sırasında humerus başını glenoid fossa içinde merkezi bir konumda tutarak, SA aralıkta sıkışma riskini azaltır. Subscapularis kası, iç rotasyon hareketlerini gerçekleştirirken, aynı zamanda omuzun anterior stabilitesine katkıda bulunur. RM kaslarının zayıflaması veya yaralanması, omuz ekleminin stabilitesini ve hareket açıklığını olumsuz etkiler, bu da çeşitli omuz patolojilerine yol açabilir (30).

RM hastalıklarının etiyolojisinde, bu kasların biyomekanik özellikleri önemli bir rol oynar. SS tendonu, SA aralıkta sıkışmaya en yatkın yapıdır ve tekrarlayan baş üstü aktiviteler sırasında tendinit, tendinozis ve yırtılmalara maruz kalabilir. İS ve TM kasları da dış rotasyon sırasında aşırı yüklenmelere bağlı olarak yaralanabilir. RM kaslarının bu biyomekanik özellikleri, omuz ekleminin sağlıklı fonksiyonunu sürdürmesi için kritik öneme sahiptir (35,36).

2.3.1. Musculus Supraspinatus

Musculus supraspinatus, rotator manşetin dört kasından biridir ve skapulanın supraspinöz fossa'sında yer alır. Bu kas, omuzun ABD hareketinde önemli bir rol oynar. SS kasının proksimal kısmı, supraspinöz fossada geniş bir alanı kaplar ve lifleri medialden laterale doğru uzanır. SS kası iki alt birimden oluşmaktadır. Çift tüy kas yapısında daha büyük olan kordon benzeri bir tendinöz sonlanması olan anterior ünite

ve tek tüy kas yapısında daha küçük  erit şeklinde sonlanan tendinöz sonlanması ile bir arka ünitenin birleşmesinden oluşmaktadır. Lifler, humerus ba ının üst kısmındaki büyük tüberkülün üst fasetine yapışarak sonlanır (Bknz  ekil 2.6.). SS tendonunun büyük bir kısmı SA aralıkta akromiyonun altından geçer. Tendonun bu kısmı, SA bursa tarafından sürtünme azaltılarak korunur (33).

SS kasının sinirsel innervasyonu, supraskapular sinir (C5-C6) tarafından sağlanır. Kan dolaşımı ise supraskapular arter ve venler tarafından gerçekleştirilir. Kas, omuz ekleminin stabilitesine katkıda bulunarak humerus başını glenoid fossa içinde merkezi bir konumda tutar (19).

Musculus supraspinatus, omuzun dinamik stabilitesinde ve hareket açıklığında kritik bir role sahiptir. Kas, omuzun ABD hareketinin ilk 15 derecesini başlatır ve bu hareket sırasında humerus başını glenoid fossa içinde sabit tutar. Bu işlevi, rotator manşetin diğer kaslarıyla koordine bir şekilde gerçekleştirir. SS kası, omuzun baş üstü hareketleri sırasında akromiyonun altında hareket ederken, SA aralığında sıkışma riski altındadır. Bu nedenle, SS tendonu sıkışma sendromlarına ve RM patolojilerine en yatkın yapılardan biridir (31).

SS kasının biyomekanik işlevi, rotator manşetin diğer kaslarıyla olan etkileşimi ile daha da güçlenir. İS, TM ve subscapularis kaslarıyla birlikte çalışarak humerus başını stabilize eder ve omuz ekleminin yerinden çıkmasını engeller. Bu kasların koordine çalışması, omuzun geniş hareket açıklığını ve fonksiyonel kapasitesini artırır (30).

RM kaslarının biyomekaniğinde SS kasının rolü özellikle önemlidir. SS tendonu, tekrarlayan baş üstü aktiviteler sırasında sürekli olarak sürtünmeye ve sıkışmaya maruz kalır. Bu durum, SS tendinit, tendinozis ve tendon yırtılmalarına yol açabilir. SA aralığının daralması, SS tendonunun sıkışma riskini artırır ve bu da omuz ağrısı ve fonksiyon kaybına neden olabilir (28).

Musculus supraspinatus'un anatomik konumu, RM patolojilerinin gelişiminde önemli bir rol oynar. SS tendonunun SA aralığındaki pozisyonu, akromiyonun şekli (Bknz Şekil 2.12.) ve KA ligamentin durumu, tendonu sıkışmaya yatkın hale getirir.

Kanca şeklindeki akromiyon, SA aralığı daraltarak SS tendonunun sıkışma riskini artırır. Ayrıca, KA ligamentin kalınlaşması veya AK eklemdaki osteofitler de bu aralığın daralmasına katkıda bulunur (35).

SS kası ve tendonunun biyomekaniği, RM hastalıklarının etiyolojisini anlamada kritik öneme sahiptir. Tendonun tekrarlayan sürtünme ve aşırı yüklenme nedeniyle dejenerasyonu, tendinit ve yırtılmalara yol açar. Bu biyomekanik stresler, SS kasının işlevini ve omuz eklemine stabilitesini olumsuz etkileyerek, RM patolojilerinin gelişimini hızlandırır (28).

2.3.2. Musculus İnfraspinatus

Musculus İS, rotator manşetin dört kasından biridir ve skapulanın infraspinöz fossa'sında yer alır. Kasın proksimal kısmı, infraspinöz fossanın geniş bir alanını kaplar ve lifleri laterale doğru uzanarak humerus başının posterior kısmındaki büyük tüberkülün orta fasetine yapışır (Bknz: Şekil 2.6.). İS kasının tendonları, humerus başının arka kısmına tutunarak dış rotasyon hareketine katkıda bulunur (36).

İS kasının sinirsel innervasyonu, supraskapular sinir (C5-C6) tarafından sağlanır. Kan dolaşımı ise supraskapular arter ve venler tarafından gerçekleştirilir. Bu kas, omuz eklemine stabilitesine önemli bir katkı sağlayarak, humerus başının glenoid fossa içinde sabit kalmasına yardımcı olur (36).

İS kası, omuzun dış rotasyon hareketinde anahtar rol oynar. Kasın lifleri, humerus başını dışa doğru döndürerek omuzun dış rotasyonunu gerçekleştirir. İS, TM kası ile birlikte çalışarak bu hareketi destekler ve RM'in dinamik stabilitesini sağlar. İS kası, özellikle baş üstü aktivitelerde ve omuzun dış rotasyonunu gerektiren hareketlerde aktif olarak görev alır (36).

İS kasının fonksiyonel anatomisi, omuz eklemine stabilitesini ve hareket açıklığını koruma kapasitesi ile karakterizedir. Kas, omuzun çeşitli hareketlerini gerçekleştiren diğer RM kasları ile koordine bir şekilde çalışarak, humerus başını glenoid fossa içinde merkezi bir konumda tutar. Bu koordinasyon, omuzun hareketleri sırasında eklem yerinde kalmasını ve SA aralıkta sıkışma riskinin azaltılmasını sağlar (30).

2.3.3. Musculus Subskapularis

Musculus subscapularis, rotator manşetin dört kasından biri olup skapulanın anterior yüzeyinde, subskapular fossa'da yer alır. Kasın geniş ve yelpaze şeklinde lifleri, medialden laterale doğru uzanarak humerus başının anterior kısmındaki küçük tüberkülün üstüne yapışır (Bknz Şekil 2.6.). Subscapularis kası, omuz ekleminin en güçlü iç rotatörüdür ve büyük bir yüzeyi kaplar (37).

Subscapularis kasının sinirsel innervasyonu, üst ve alt subskapular sinirler (C5-C7) tarafından sağlanır. Kan dolaşımı ise subskapular arter ve venler tarafından gerçekleştirilir. Kasın lifleri, humerus başını glenoid fossa içinde sabit tutarak omuz ekleminin stabilitesine katkıda bulunur (37).

Musculus subscapularis, omuzun iç rotasyon hareketinde anahtar rol oynar. Kas, humerus başını içe doğru döndürerek omuzun iç rotasyonunu sağlar. Subscapularis, omuzun iç rotasyon hareketini gerçekleştirirken, diğer RM kasları ile koordine bir şekilde çalışarak humerus başını glenoid fossa içinde merkezi bir konumda tutar. Bu koordinasyon, omuz ekleminin dinamik stabilitesini sağlar (22).

Subscapularis kası, omuz ekleminin anterior stabilitesine de katkıda bulunur. Bu kas, özellikle omuzun ABD ve dış rotasyon hareketleri sırasında humerus başının anterior translasyonunu engelleyerek omuzun yerinde kalmasına yardımcı olur. Subscapularis kası, diğer RM kasları ile koordine çalışarak omuz ekleminin geniş hareket açıklığını ve fonksiyonel kapasitesini destekler (22).

2.3.4. Musculus Teres Minor

TM, rotator manşetin dört kasından biridir ve skapulanın lateral sınırının üst kısmında yer alır. Kasın lifleri, skapulanın lateral sınırından başlayarak laterale ve yukarı doğru uzanır ve humerus başının posterior kısmındaki büyük tüberkülün alt fasetine yapışır (Bknz: Şekil 2.6.). Bu anatomik yerleşim, TM kasını omuzun dış rotasyon ve stabilizasyon hareketlerinde önemli bir yapıya dönüştürür (36).

TM kasının sinirsel innervasyonu, aksiller sinir (C5-C6) tarafından sağlanır. Kan dolaşımı ise posterior sirkumfleks humeral arter ve supraskapular arter tarafından

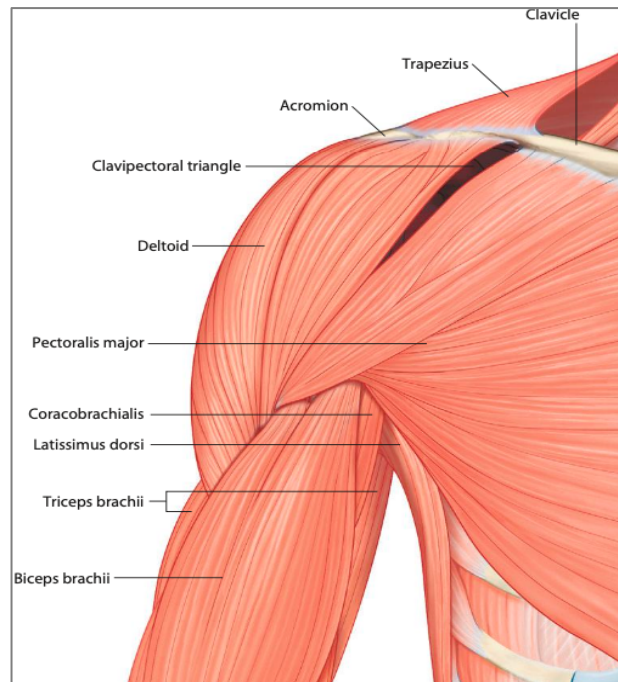
gerçekleştirilir. Kasın lifleri, humerus başını glenoid fossa içinde sabit tutarak omuz ekleminin stabilitesine katkıda bulunur (36).

TM, omuzun dış rotasyon hareketinde ve humerus başının stabilizasyonunda kritik bir rol oynar. Kas, İS kası ile çalışarak omuzun dış rotasyonunu gerçekleştirir. Bu işlev, özellikle baş üstü aktivitelerde ve omuzun dış rotasyonunu gerektiren hareketlerde önemlidir. TM, humerus başını glenoid fossa içinde merkezi bir konumda tutarak, RM kaslarıyla koordine çalışarak omuz ekleminin dinamik stabilitesine katkı sağlar (36).

TM kası, omuz ekleminin posterior stabilitesine de katkıda bulunur. Bu kas, omuzun ABD ve dış rotasyon hareketleri sırasında humerus başının posterior translasyonunu engelleyerek, omuzun yerinde kalmasına yardımcı olur. TM, diğer RM kasları ile birlikte omuz ekleminin geniş hareket açıklığını ve fonksiyonel kapasitesini destekler (22).

2.3.5. Musculus Deltoideus Anatomisi ve Omuz Kinematiğindeki Önemi

Deltoid kası, omuz eklemini örten ve omuza karakteristik yuvarlak şeklini veren büyük ve güçlü bir kastır (Şekil 2.7.). Deltoid kası, üç farklı bölümden oluşur; anterior (ön), medial (orta) ve posterior (arka).



Şekil 2.7. Deltoid kası önden görünüm (24).

Anterior lifler klavikulanın lateral üçte birlik kısımdan, medial lifler akromionun üst yüzeyinden ve posterior lifler ise skapular omurganın alt kenarından başlar. Bu üç bölümün lifleri, humerus başının lateralinde deltoid tüberositasında birleşir ve sonlanır (22).

Deltoid kasının sinirsel innervasyonu, aksiller sinir (C5-C6) tarafından sağlanır. Kan dolaşımı ise posterior sirkumfleks humeral arter ve deltoid dalı aracılığıyla gerçekleşir. Bu kas, geniş bir alanı kaplar ve omuzun ana hareket ettirici kaslarından biridir (22).

Deltoid kası, omuzun farklı hareketlerini gerçekleştiren üç ayrı bölümüyle işlev görür. Anterior lifler, omuzun fleksiyon, iç rotasyon ve horizontal ABD hareketlerinden sorumludur. Medial lifler, omuzun ABD hareketinde en güçlü işlevi gören bölümdür ve kolun yana doğru kaldırılmasını sağlar. Posterior lifler ise omuzun ekstansiyon, dış rotasyon ve horizontal ABD hareketlerini gerçekleştirir (Bknz Şekil 2.4.) (22).

Deltoid kasının bu üç bölümü, omuzun geniş hareket açıklığını ve güç üretimini sağlar. Her bir bölüm, farklı omuz hareketlerine katkıda bulunarak, omuz ekleminin çok yönlü hareketliliğini destekler. Deltoid kası, özellikle kolun baş üstü hareketlerinde ve yük taşıma sırasında büyük bir rol oynar (38).

Deltoid kası, omuz biyomekaniği açısından kritik bir öneme sahiptir. Omuz ekleminin geniş hareket açıklığını ve fonksiyonel kapasitesini sağlar. Deltoid kası, GH eklemin stabilitesine katkıda bulunarak, humerus başının glenoid fossa içinde yerinde kalmasını sağlar. Bu kas, özellikle ABD hareketinde SS kası ile birlikte çalışarak, omuzun yukarı kaldırılmasını başlatır ve devam ettirir (38).

Deltoid kasının lifleri, humerus başına farklı açılardan bağlandığı için, omuzun hareket açıklığını ve kuvvetini artırır. Anterior, medial ve posterior liflerin koordine çalışması, omuzun fleksiyon, ABD ve ekstansiyon gibi temel hareketlerini mümkün

kılar. Bu kasın güçlü ve koordineli işlevi, omuz ekleminin dinamik stabilitesini ve hareket kabiliyetini maksimize eder (38).

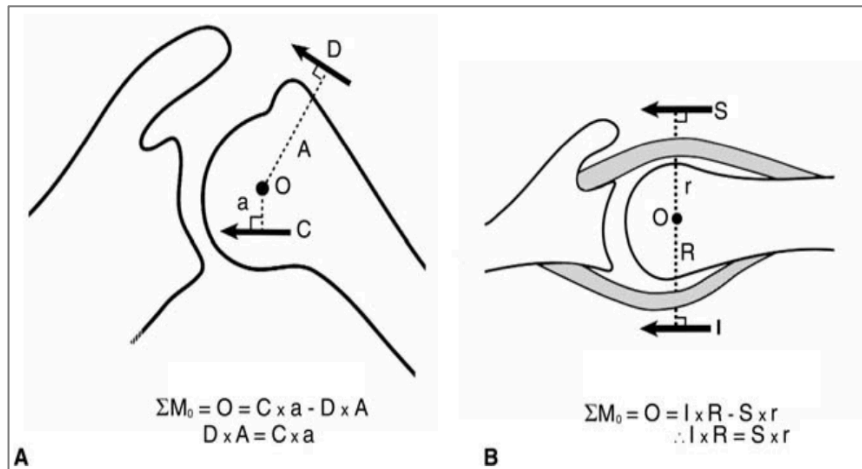
Deltoid kası, RM kasları ile birlikte çalışarak omuz ekleminin stabilitesine katkıda bulunur. Deltoid kasının ABD hareketi sırasında, RM kasları humerus başını glenoid fossa içinde sabit tutar, bu da SA aralıkta sıkışma riskini azaltır. Deltoid kasının işlevi, omuz ekleminin sağlıklı ve verimli bir şekilde çalışması için hayati önem taşır (38).

2.4. Rotator Manşet Biyomekaniği

Burkhart ve Io (9), “*Form, işlevi takip eder ve ona göre şekillenir. İnsanın vücudu, bu doğa ilkesinin en iyi örneklerindendir. İşlev bozulduğunda, anatomik yapı da bozulur. Dolayısıyla, işlevin geri kazandırılması, anatomiye nasıl eski haline getireceğini çözmeyi gerektirir*” demiştir. İşlevin geri kazandırılması, biyomekaniğin fiziksel ilkelerinin doğru uygulanmasıyla mümkündür. Omuzda, biyomekanik işlev, kemikler, tendonlar, kaslar ve ligamentlerin etkileşiminin bir sonucudur (Bknz: Şekil 2.1., Şekil 2.2., Şekil 2.6.).

2.4.1. Kuvvet Çiftleri Teorisi

Omuz ekleminin stabilitesi ve hareket açıklığı, RM kasları ve ekstrinsik omuz kasları tarafından sağlanmaktadır. Bu kaslar, omuz etrafında belirli bir rotasyonel hareket üretecek momentler yaratacak şekilde konumlanmıştır. Omuz, koronal ve transvers düzlemlerde (Şekil 2.8.) dengeli kuvvet çiftlerini koruduğunda stabil bir hareket noktası muhafaza edebilir (9).

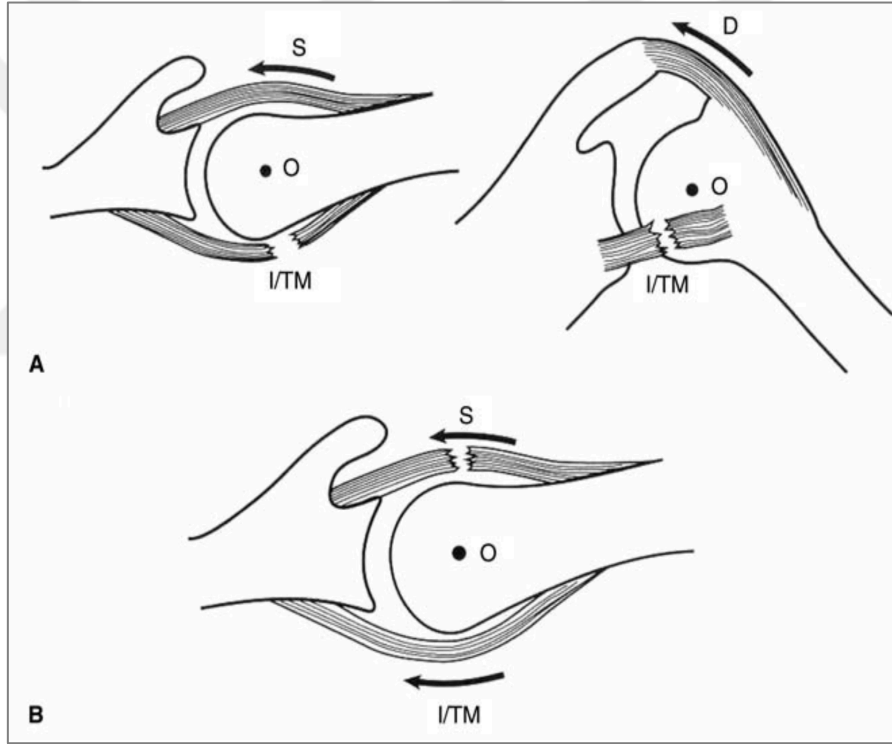


Şekil 2.8. GH eklem biyomekaniği, kuvvet çiftleri dengesi.

A. Koronal düzlem. B. Transvers düzlem.

(a: rotator manşetin alt kısmının moment kolu, A: deltoid moment kolu, C: rotator manşet kuvvetlerinin bileşeni, D: deltoid kuvveti, ΣM_0 : dönme merkezi (O) etrafındaki momentlerin toplamı, I: infraspinatus, r: subskapularis'in moment kolu, R: infraspinatus ve teres minor'un moment kolu, S: subskapularis) (9).

Kuvvet çiftleri dengesi büyük bir RMY nedeniyle bozulduğunda, omuz stabil bir hareket eksenini sağlayamaz ve aktif hareket kaybı yaşanır (Şekil 2.9.). Bu nedenle, manşet onarımının temel ilkesi dengeli kuvvet çiftlerinin yeniden sağlanması olmalıdır (9).



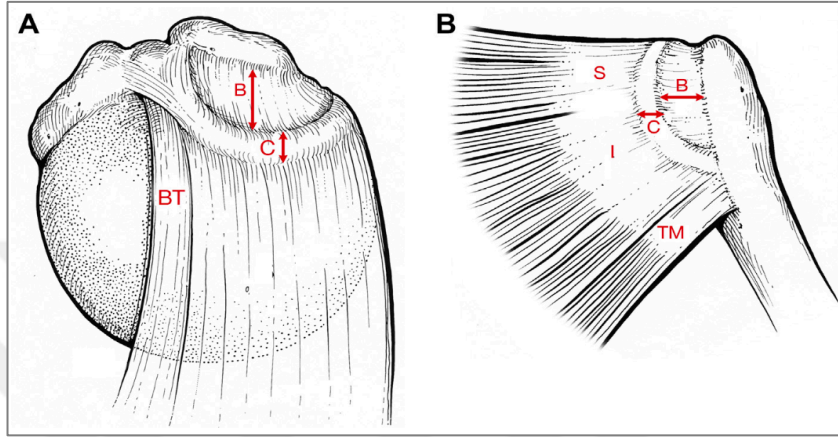
Şekil 2.9. RM yırtığı, kuvvet çifti dengesinin bozulması.

A. Transvers düzlemde kuvvet çifti (sol) ve koronal düzlemde kuvvet çifti (sağ),infraspinatus ve teres minor'u içeren bir RM yırtığı ile bozulur.

B. Transvers düzlemde kuvvet çifti, Subskapularisi içeren bir yırtıkla bozulur. (D: Deltoid, I: İnfraspinatus, O: Dönme merkezi, S: Subskapularis, TM: Teres minor) (9).

2.4.2. Rotator Hilal (*Crescent*) ve Kablo (*Cable*) Kompleksi

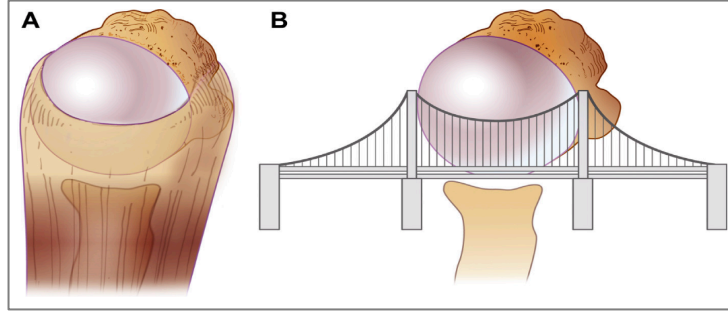
Rotator kablo ve Rotator hilal kompleksi, RM'in işlevsel anatomisinde önemli rol oynayan iki yapıdır. Rotator kablo, SS ve İS tendonlarının birleştiği noktada, lifli bir bant şeklinde uzanan ve humerus başının etrafında sirküler bir yapı oluşturan kalın bir fibröz banttır (Şekil 2.10.). Rotator hilal ise, rotator kablo'nun hemen lateralinde yer alan ve SS ile İS tendonlarının ince liflerinden oluşan hilal şeklinde bir yapıdır (39).



Şekil 2.10. Rotator *cab*le ve *crescent* kompleksi. A. Üstten görünüm, B. Arkadan görünüm. (B: Rotator hilal medio-lateral çapı, C: Rotator kablo, BT: Biceps tendonu, S: Supraspinatus, I: infraspinatus, TM: ters minör) (9).

Rotator kablo, RM'in fonksiyonel stabilitesinde önemli bir rol oynar. Bu fibröz bant, SS ve İS tendonlarının yırtılmalarına karşı direnç sağlar ve yük dağılımını optimize eder. Rotator kablo, özellikle omuzun ABD ve dış rotasyon hareketleri sırasında tendonlara binen yükü dağıtarak, RM'in işlevsel bütünlüğünü korur (35, 43).

Rotator hilal, rotator kablo 'nun hemen lateralinde yer alır ve SS ile İS tendonlarının ince liflerinden oluşur. Bu yapı nispeten hipovasküler bir alandır. Hilal yapısı RM'in esnekliğini ve hareket kabiliyetini artırır. Rotator hilal humerus başının etrafında bir tampon görevi görerek, SA boşlukta tendonların sıkışmasını önler ve omuzun dinamik stabilitesine katkıda bulunur (33).



Şekil 2.11. Rotator manşet yırtığı asma köprü modellemesi.

A. Rotator manşet Hilal (*Crescentic*) şeklinde yırtığı,

B. Yırtığın Asma köprü (*Suspention bridge*) modellemesi (41).

2.5. Rotator Manşet Hastalığı

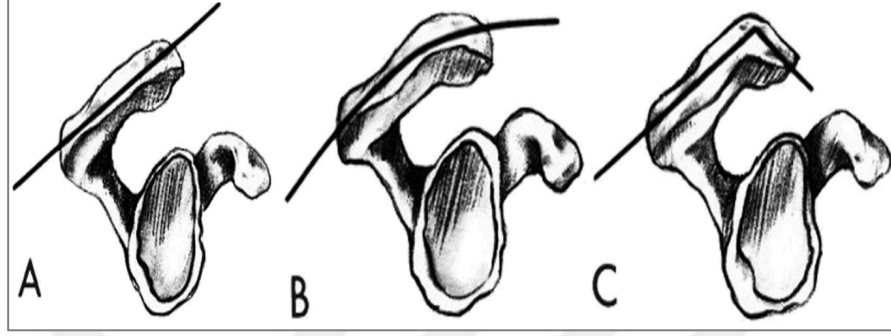
RMH, omuz eklemini stabilize eden ve hareket ettiren dört kasın (supraspinatus, infraspinatus, teres minor ve subscapularis) tendonlarının kısmi veya tam yırtılması durumudur. Bu yaralanma, omuz ağrısına, zayıflığa ve hareket kısıtlılığına yol açabilir. RM yırtıkları, travmatik yaralanmalar veya dejeneratif süreçler sonucunda meydana gelebilir (42).

RM yırtıkları, tendonların yıpranması, aşırı kullanım veya akut travma sonucu gelişir. Dejeneratif yırtıklar, genellikle yaşlanma sürecinin bir parçası olarak tendonlardaki kollajen liflerin zayıflaması ve kan akışının azalması ile ilişkilidir. Mikrotravmalar ve tekrarlayan hareketler, tendonlarda kademeli olarak hasara neden olur ve bu hasar zamanla bir yırtığa dönüşebilir (31).

Akut yırtıklar ise, genellikle düşme veya ani zorlanma gibi travmatik olaylar sonucunda oluşur. Yırtık bölgesinde inflamasyon, ödem ve fibrozis meydana gelir, bu da tendonun yapısal bütünlüğünü bozarak iyileşme sürecini zorlaştırır (42).

RM yırtıklarının etyolojisi genellikle multifaktöriyel olup, yaşlanma, genetik predispozisyon, tekrarlayan baş üstü aktiviteler ve akut travmalar gibi faktörlerin kombinasyonuna dayanır. Yaşlanma ile tendonların elastikiyeti ve kan dolaşımı azalır, bu da dejeneratif yırtıklara yol açabilir. Tekrarlayan baş üstü aktiviteler, özellikle sporcularda ve belirli meslek gruplarında sık görülür ve bu aktiviteler SS tendonu üzerinde sürekli bir stres oluşturarak yırtıklara neden olabilir (3).

Bigliani ve ark. (28), yaptıkları kadavra çalışmasında, akromiyon şeklindeki değişikliklerin yırtıklarla olan ilişkisi gösterilmiştir. 71 kadavranın 139 omzu incelenmiş, tip III akromiyona sahip olanlarda, tam kat RM yırtığının daha yüksek olduğunu bulmuştur.



Şekil 2.12. Bigliani ve Morrison'un akromiyon morfolojik sınıflandırması.

- A. Tip I: Düz(*Flat*; %17),
- B. Tip II: Kavisli(*Curved*; %43),
- C. Tip III: Kanca(*Hooked*; %40) (43).

RMY humeral başın glenoid fossa içinde düzgün stabilizasyonunun bozulması, eklemden kuvvet çifti dengesinin bozulmasına ve artan kompresyon kuvvetlerine yol açar. Bu değişiklikler, eklemden artan ağrıya ve aşırı yüklenmeye neden olur (35, 38).

RMY, doğru sınıflandırma, tedavi ve prognoz açısından kritik öneme sahiptir. Bu yırtıkların sınıflandırılması için çeşitli sistemler geliştirilmiştir, ancak henüz evrensel olarak kabul edilmiş standart bir sınıflandırma bulunmamaktadır. Bu sınıflandırma sistemleri, yırtığın derinliği, boyutu, şekli, konfigürasyonu, tendon kalitesi ve yırtığın ilerlemesi gibi farklı parametreleri dikkate alır.

2.5.1. Tarihçe

RMH dair yazılı çalışmalar, 18. yüzyılda başlamaktadır. 1788 yılında, Alexander Monro, "*A Description of All the Bursal Mucosae of the Human Body*" adlı kitabında supraspinatus ve infraspinatus yırtıklarını tanımlayarak, yırtılmış rotator manşetin ilk tanımını yapmıştır (45).

Sir James Paget (46), omuz ekleminde travma olmaksızın ortaya çıkan ağrı ve hareket kısıtlılığını tanımlayarak, omuz eklemi çevresindeki yumuşak dokuların iltihabını ve dejenerasyonunu kapsayan bazı hastalıkları "*periarthritis of the shoulder*" olarak isimlendirmiştir.

1911 yılında, Ernest A. Codman, ABD'de supraspinatus tendon lezyonlarını onarmak için cerrahi tekniği ilk kez tanımlamıştır(45). Codman (47), ağrılı omuz kliniği olan Bazı olgularda SS tendonu yırtığını tanımlamış ve cerrahi onarım yaptıktan sonra fonksiyon kaybı ve ağrı şikayetlerinde düzelme olduğunu belirtmiştir.

Codman, yazdığı *The Shoulder* (Omuz) adlı kitabında, RM yırtıklarının tanı ve tedavisi konusunda önemli bilgiler paylaşmıştır. Codman, omuz alanındaki çalışmalara daha kapsamlı ve modern bir perspektif kazandırmıştır.

Mclaughlin (48), omuzun muskulotendinöz manşet lezyonları için cerrahi tedavi uygulamış, transakromiyal yaklaşımla akromiyon eksizyonunu önermiş ve postoperatif takibin önemini vurgulamıştır.

72'de C. Neer (35) subakromiyal impingement teorisini tanımlamış, akromiyon anterior üçte birlik kısımdaki kemik çıkıntı ve devamındaki, KAL nedeniyle SA fonksiyonel aralığın daraldığını, bu nedenle İmpingement oluştuğunu yazmıştır. Neer (49), bazı olgularda kronik impingement lezyonlarını tanımlamış, anterior akromiyoplasti uyguladığı hastalarda postoperatif dönemde ağrı ve fonksiyon kaybının nispeten azaldığını yazmıştır.

80'lerde, artroskopik cerrahi teknikler geliştirilmiş ve yaygınlaşmıştır. Ellman (50), hastalarına artroskopik SA dekompresyon tedavisi uyguladığı, prospektif takip sonuçlarını yayınlamış artroskopik tekniğin etkinliğini ortaya koymuş, Snyder ilk artroskopik manşet onarımı serisini yayınlamıştır. Ellman, Snyder, Burkhart artroskopik cerrahi tekniğin; minimal invaziv olması ve postoperatif iyileşme sürecini hızlandırması nedeniyle, günümüzde tercih edilen bir tedavi yöntemi haline gelmesine öncülük etmişlerdir (45).

1990'larda, RM yırtıklarının tamiri için yeni tip *suture anchors* (çapalı dikişler) geliştirilmiş, bu implantların kullanımıyla osseotendinöz onarım, cerrahi başarı oranları artmıştır(51). 2000'li yıllarda ise artroskopik cerrahi onarım sonrası *rerüptür* (nüks) oranlarını azaltmak için çeşitli biyolojik iyileştirme yöntemleri uygulanmaya başlanmıştır (6).

1996-2006 yılları arasında AAOS (*American Academy of Orthopaedic Surgeons*) üyeleri arasında yapılan trend analizinde, RM onarımı yapılan hastalarda tamamı artroskopik yaklaşımın %600, açık onarımların ise %34 arttığı tespit edilmiştir. Günümüzde ortopedik cerrahlar, RM tedavisinde minimal invaziv yaklaşımları tercih etmektedir ve artroskopik cerrahi onarıma dair artan bir eğilim görülmektedir (52).

Cerrahların bilgi ve deneyimleri arttıkça, artroskopik cerrahi teknik gelişmeye devam etmektedir. Bu trende hasta memnuniyeti ve beklentileri de dahil edildiğinde artroskopik yaklaşımın altın standart tedavi olma yolunda emin adımlarla yoluna devam ettiği görülmektedir. Artroskopik minimal invaziv yaklaşım teknolojik gelişmelerle doğrusal korelasyon ilişkisi içindedir. RM Onarımında artroskopik minimal invaziv yaklaşım ülkemizde ve dünyada yükselen bir trend izlediği birçok çalışmada vurgulanmaktadır (58,59).

2.5.2. Rotator Manşet Yırtığı Sınıflandırma

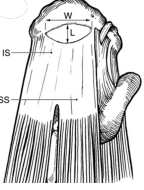
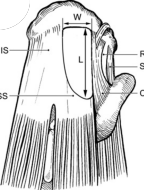
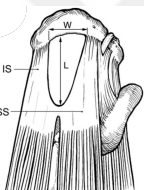
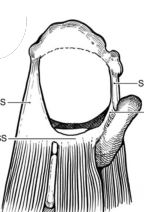
RM yırtıklarının sınıflandırılması, çeşitli parametreleri dikkate alarak yapılır. Bu parametreler arasında yırtığın derinliği, boyutu, şekli, konfigürasyonu, tendon kalitesi ve yırtığın progresyonu yer alır. Literatürde en sık kullanılan sınıflama sistemleri aşağıda detaylandırılmıştır:

1. Yırtık genişliğine göre (*DeOrio ve Cofield Sınıflandırması*):

- Küçük Yırtıklar: <1 cm
- Orta Yırtıklar: 1-3 cm
- Büyük Yırtıklar: 3-5 cm
- Massif Yırtıklar: >5 cm (iki veya daha çok sayıda tendonun yırtığı)

Bu sınıflandırma, yırtığın en geniş çapının uzunluğu baz alınarak yapılır. İki boyutlu bir sınıflandırmadır, Prognostik prediktif değeri sınırlıdır (53).

2. Yırtık geometrisine göre:

	Crescentic (Hilal) şeklinde yırtıklar; $*L < W^{**}$
	U şeklinde yırtıklar: Yırtığın merkezi kısmı derin ve uçları daha geniştir; $L > W$
	L şeklinde yırtıklar: Yırtığın bir tarafı uzun, diğer tarafı kısa ve L şeklinde görünür; $L > W$
	Trapezoidal yırtıklar: Masif kontrakte yırtık, trapezoid şeklinde geniş bir alanı kapsar.

*:L=Yırtığın mediao-lateral uzunluğu. **:W=Yırtığın antero-posterior uzunluğu.

Şekil 2.13. RMY, yırtık geometrisine göre sınıflandırılması. (SS: Supraspinatus, IS: İnfraspinatus, Sub: Subskapularis, CHL: Korakohumeral ligament) (54).

Bu sınıflama, yırtığın tamir zorluğunu ve cerrahi tamir tekniklerin seçimini sağlar. Burkhart ve ark. (54), , sınıflandırmanın prognozu açısından pozitif prediktif değeri olduğunu göstermişlerdir.

3. Yırtık lokalizasyon ve evresine göre (Ellman Sınıflandırması):

Lokalizasyon:

A. İntra-tendinöz yırtıklar

B. Bursal yüz yırtıkları

C. Artiküler yüz yırtıkları

Evre:

- I. Yırtık derinliği: <3 mm (tendon kalınlığının, <25%)
- II. Yırtık derinliği: 3-6 mm (tendon kalınlığının, 25-50%)
- III. Yırtık derinliği: >6 mm (tendon kalınlığının, >50%)

Ellman (55), yırtıkların derinliğini ve tendon yüzeyini dikkate alır. Bu sistem, özellikle parsiyel yırtıkların değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılır.

4. Snyder Sınıflandırması:

- Tip A: Parsiyel yırtıklar.
- Tip B: Tam kalınlıkta yırtıklar.
- Tip C: Tam kalınlıkta ve geniş yırtıklar.
- Tip D: Massif yırtıklar.

Snyder ve ark., yırtığın tam kalınlıkta olup olmadığını ve yerini dikkate alır. Snyder sınıflaması, yırtıkların artroskopik cerrahi onarımı sırasında yaygın olarak kullanılır.

RMY, omuzun fonksiyonel kapasitesini ciddi şekilde etkileyen yaygın yaralanmalardır. Bu yırtıkların tanınması, sınıflandırılması ve uygun tedavi yöntemlerinin belirlenmesi, hastaların yaşam kalitesini artırmak için kritik öneme sahiptir. Tedavi seçenekleri, konservatif yöntemlerden cerrahi müdahalelere kadar geniş bir yelpazede yer alır ve yırtığın tipi, büyüklüğü ve hastanın klinik durumu dikkate alınarak belirlenir.

2.5.3. Rotator Manşet Hastalığı Tanı

A. Fizik Muayene

RM yırtığının tanısında fizik muayene temel bir rol oynar. Muayene esnasında klinisyen, hastanın omuz ağrısı, kas güçsüzlüğü ve hareket kısıtlılığı gibi

semtomlarını değerlendirir. Aşağıdaki testler, RM yırtığının belirlenmesinde yardımcı olabilir:

- Neer İmpingement Testi: Hasta kolunu öne doğru kaldırırken, klinisyen skapulayı sabitler. Ağrı varlığı, SA sıkışma ve SS tendonu yırtığı şüphesini artırır.
- *Hawkins-Kennedy* Testi: Hasta kolu 90 derece fleksiyon ve dirsek 90 derece fleksiyon pozisyonunda iken, klinisyen omuzu iç rotasyona zorlar. Ağrı, SA sıkışmayı işaret eder.
- Ağrılı ark (*Painfull arc*) bulgusu: Omuz abduksiyonu sırasında 60-120 dereceler arasında omuzda ağrı gelişmekte ise buna ağrılı ark bulgusu denir.
- *Jobe (Empty Can)* Testi: Hasta kolunu 90 derece ABD ve 30 derece öne fleksiyon pozisyonunda tutarken, klinisyen dirence karşı kolu aşağı iter. Ağrı veya güçsüzlük SS yırtığını gösterebilir.
- *Drop Arm* Testi: Hasta kolunu 90 derece Abd pozisyonunda tutar ve yavaşça aşağı indirir. Kolun aniden düşmesi, tam kat RM yırtığını gösterebilir.
- *Lift-Off* Testi: Hasta elini sırtının alt kısmına koyar ve elini sırtından uzaklaştırmaya çalışır. Subscapularis yırtığı varlığında hasta bu hareketi yapamaz veya zorlukla yapar.
- *Bear Hug* Testi: Hasta elini karşı omuzun üstüne koyar ve klinisyen elini kaldırmaya çalışırken direnir. Subscapularis yırtığında ağrı ve güçsüzlük gözlenir.
- *External Rotation Lag Sign*: Hasta kolunu 20 derece ABD ve 90 derece dış rotasyon pozisyonunda tutar. İS veya TM yırtığı varlığında, kol yavaşça iç rotasyona döner.
- *Hornblower's Sign*: Hasta kolunu 90 derece ABD ve 90 derece dış rotasyon pozisyonunda tutar. Kolunu bu pozisyonda tutmakta zorlanırsa, TM yırtığı olabilir.
- *O'Brien* Testi: Hasta kolunu 90 derece fleksiyon ve 10-15 derece ABD pozisyonunda tutar ve kolu iç rotasyona getirir. Klinisyen kolu aşağı doğru iterken hasta direnir. Ağrı varlığı, *SLAP(Superior Labrum Antero-Posterior)* lezyonu veya superior labrum yırtığını işaret edebilir (56, 57).

B. Radyolojik Görüntüleme

Radyolojik görüntüleme, RM yırtığının tanısında önemli bir yere sahiptir. Genellikle kullanılan yöntemler şunlardır:

- Radyografi: Kemik yapıları ve akromiyon morfolojisini değerlendirmek amacıyla kullanılır. Direkt röntgen, kalsifik tendinit veya AK eklem osteoartriti gibi ek patolojileri de gösterebilir.
- Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG): Rotator manşet yırtığının tanısında en duyarlı ve spesifik yöntemdir. Tendonun bütünlüğü, yırtığın büyüklüğü ve kas atrofisi, yağlı dejenerasyon gibi detaylı bilgileri sağlar.
- Ultrasonografi (USG): Daha az invaziv ve maliyet etkin bir yöntemdir. Yüksek çözünürlüklü ultrason, RM tendonlarının yapısını ve yırtıkların varlığını değerlendirebilir.
- Artrografi: MRG veya ultrasonografi sonuçları belirsiz olduğunda, eklem içine kontrast madde enjeksiyonu ile yapılan artrografi, yırtıkların belirlenmesinde yardımcı olabilir (57).

2.5.4. Rotator Manşet Hastalığı Tedavi

A. Konservatif Tedavi

Rotator manşet yırtıklarının tedavisinde ilk basamak genellikle konservatif yöntemlerdir.

Konservatif tedavi yaklaşımları şunlardır:

- Dinlenme ve Aktivite Modifikasyonu: Ağrıya neden olan aktivitelerden kaçınma ve omuzu dinlendirme.
- Fizik Tedavi: Kas gücünü ve esnekliğini artırmak için egzersiz programları. Omuz çevresi kaslarını güçlendirme ve skapulotorasik ritmi iyileştirme.

- Nonsteroid Antiinflamatuvar İlaçlar (NSAİİ): Ağrı ve inflamasyonu azaltmak için kullanılır.
- Kortikosteroid Enjeksiyonları: İnflamasyonu ve ağrıyı azaltmak amacıyla SA boşluğa enjeksiyon yapılabilir. Ancak, tekrarlayan enjeksiyonlar tendon yapısını zayıflatabilir ve yırtık riskini artırabilir.
- Buz ve Isı Uygulamaları: Ağrıyı ve inflamasyonu azaltmak için kullanılabilir (58).

B. Cerrahi Tedavi

Konservatif tedaviye yanıt vermeyen veya büyük yırtıkları olan hastalarda cerrahi tedavi gerekmektedir.

Cerrahi tedavi seçenekleri şunlardır:

- Tamamı Artroskopik Onarım: Küçük insizyonlar ve artroskopi kullanılarak yapılan minimal invaziv bir cerrahi yöntemdir. Yırtık tendonlar dikilir ve SA dekompresyon yapılabilir.
- Açık Onarım: Daha büyük yırtıklar veya karmaşık durumlar için daha geniş bir insizyon kullanılarak yapılan cerrahi yöntemdir. Açık onarım, artroskopik onarımın mümkün olmadığı durumlarda tercih edilir.
- Artroskopik yardımcı Mini-Açık Onarım: Hem açık hem de artroskopik teknikleri birleştiren bir yöntemdir. Artroskopik olarak yapılan dekompresyon sonrasında küçük bir insizyon ile tendonlar onarılır.
- Tendon Transferi: Rotator manşetin tamamen işlevini yitirdiği durumlarda, latissimus dorsi veya pectoralis major gibi başka kaslardan tendon transferi yapılabilir.
- *Revers* (Ters) Omuz Protezi: Özellikle ileri yaşta ve geniş yırtıklı, deltoid kas işlevi sağlam hastalarda, omuz eklemine stabilitesini sağlamak ve fonksiyonel iyileşme sağlamak amacıyla kullanılır (9).

2.5.5 Rotator Manşet Hastalığı Doğal Seyri

Mall ve ark. (59), yaptığı prospektif çalışmada, klinik ve radyolojik parsiyel RMY hastalığının progresyon gösterdiği kanıtlanmıştır. Çalışmada hastanın kliniğine ağrı semptomunun eklenmesi sonrası hastalar yeniden değerlendirilmiştir. Bu hastalarda; parsiyel RM yırtık tanısı almış olan hastaların %40 oranında tam kat yırtığa ilerlediği, radyolojik olarak tespit edilmiştir. Tam kat RM yırtığı tanısı almış hastaların %18 inde ise yırtık boyutunda 5mm ve üzerinde artış olduğu tespit edilmiştir.

Ağrı başlamadan önce yapılan değerlendirmeyle karşılaştırıldığında hastaların RM yırtığı boyutunda anlamlı derecede artış olduğu görülmüş, ASES skorlarının (*American Shoulder and Elbow Surgeons Scores*) anlamlı derecede azaldığı 90° abduksiyonda eksternal dış rotasyon hariç diğer hareket açıklıklarında azalma olduğu görülmüş, kas dokusundaki yağlı dejenerasyonda bir değişiklik görülmediğini belirtmiştir (59).

RM'in omuz ağrısı ve işlev bozukluğundaki klinik önemi, asemptomatik tendondan tam kat yırtıklara kadar intrinsik, ekstrinsik ve çevresel faktörlerden etkilenir (60). Yırtığın büyüklüğü, yağ infiltrasyonu ve kas atrofisi gibi yapısal özelliklerle doğrudan ilişkili değildir (61). Bunun yanında dislipidemi, RMH riskini artırdığı gösterilmiştir (62).

Doğru tanı için klinik fizik muayene ve radyolojik görüntüleme esastır (63). Cerrahi ve cerrahi olmayan tedaviler, ağrı ve işlevde benzer iyileşmeler sağlar, buna mukabil cerrahi tedavinin, tam kat RM yırtıklarının tedavisinde ki üstünlüğü bir çok çalışmada gösterilmiştir (64).

2.6. İzokinetik Dinamometre (ISOMED 2000)

İzokinetik dinamometre, kas gücü, dayanıklılığı ve performansını objektif olarak ölçen ileri teknoloji bir cihazdır. İzokinetik dinamometreler, belirli bir açısal hızda hareket eden eklemin ürettiği torku (dönme momenti) ölçerek, kas-iskelet sistemi performansının kapsamlı bir değerlendirmesini sağlar. İzokinetik dinamometre, İzokinetik kontraksiyonlar sırasında hareket hızını sabit tutarak, yer

çekimini gözeterek kasın her aşamada ürettiği kuvvetin dinamik olarak analiz edilmesine olanak tanır (65).

Drouin ve ark (65), izokinetik dinamometrenin hız, tork ve pozisyon ölçümlerinde güvenilir bir araç olduğunu göstermiştir. Literatürde birçok çalışma, izokinetik dinamometrenin kas performansının objektif değerlendirilmesinde yüksek doğruluk ve tekrarlanabilirlik sunduğunu belirtmektedir (69, 70, 71).

İzokinetik dinamometreler, kasın dinamik nöromüsküler performansını, pek çok parametrede ayrıntılı ve nesnel olarak değerlendirebilen güncel teknolojilere sahip altın standart ekipmanlardır (68).

İzokinetik Dinamometre Parametreleri:

- A. Tork Ölçümü: Bu cihazlar, kasın ürettiği torku hassas bir şekilde ölçer. Tork ($Tork = [Kuvvet (Newton) \times Kuvvet\ kolu (metre)]$) formülüyle hesaplanır, tork, kuvvet ve kuvvet koluyla doğru orantılıdır. Tork ölçümleri, kas kuvveti ve eklem fonksiyonunun objektif değerlendirilmesinde en temel parametredir.
- B. Pozisyon ve Hareket Aralığı: İzokinetik dinamometreler, eklem hareket aralığını ve belirli pozisyonlardaki uzaysal konumunu doğru bir şekilde ölçer. Omuz eklemi gibi çok eksenli eklemlerde, hareketin her aşamasında kas performansının değerlendirilmesine olanak tanır, açılar, verileri paylaşımına uygundur.
- C. Toplam İş (Work): Ölçümü: Toplam iş ($\sum Work = (Tork \times Açılar)$) değeri, belirli bir hareket aralığı boyunca kas tarafından üretilen toplam mekanik enerjiyi (Joule) temsil etmektedir. İzokinetik testler sırasında, maksimum iş değeri, hareket sırasında üretilen tork ve hareket aralığı (açı) ile doğrudan ilişkilidir. Bu parametreler, kas dayanıklılığı ve performansın değerlendirilmesinde kullanılır.
- D. Güç (Power): İzokinetik testlerde güç ölçümü, kasın sabit bir hızda gerçekleştirdiği işin miktarını (birim zamanda yapılan iş) belirlemek için

kullanılır. Güç ($\text{Güç} = \text{Tork} \times \text{Açısal Hız}$) hem tork hem de açısal hız (hareketin hızı) faktörlerine bağlıdır.

2.7. Yüzey Elektromyografi (Noraxon Ultium)

Yüzey Elektromiyografi, kas aktivitesini değerlendirmek için kullanılan non-invaziv bir tekniktir. Bu yöntem, kasların elektriksel aktivitesini ölçen elektrotlar kullanarak kasların fonksiyonel durumunu analiz eder (Bkmz Şekil 3.1, Şekil 3.2.). yEMG, kas kuvveti, yorgunluk ve koordinasyon gibi parametrelerin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılır. Kas-iskelet sistemi hastalıklarının teşhisinde ve rehabilitasyon sürecinde önemli bir rol oynar (18).

Yüzey EMG sistemleri, çeşitli amaçlarla kullanılır:

- A. Kas Aktivitesi Analizi: Kasların hangi derecede aktif olduğunu belirlemek için kullanılır.
- B. Yorgunluk ve Dayanıklılık: Kasların yorgunluk seviyelerini ve dayanıklılıklarını değerlendirmek için kullanılır.
- C. Rehabilitasyon: Yaralanma sonrası kas fonksiyonlarının takibi ve rehabilitasyon sürecinin etkinliğini değerlendirmek için kullanılır.
- D. Spor Performansı: Sporcuların performans analizinde ve antrenman programlarının optimize edilmesinde kullanılır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Hasta Grubu Oluşturulması

Bu çalışmaya, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Polikliniğine Mayıs 2020 – Mayıs 2022 tarihleri arasında tek taraflı omuz ağrısı şikayetiyle başvuran, karşı omuz aktif şikayeti veya geçirilmiş hastalık öyküsü olmayan, RMH tanısı almış 18-65 yaş arası, erişkin hastalar dahil edildi.

Bütün hastaların standart omuz AP (antero-posterior), true (gerçek) AP grafisi, Supraspinatus outlet (çıkım) grafisi ve Aksiller radyografileri çekildi.

Klinik olarak RM hastalığı ön tanısı alan bütün hastalara MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme) MRG'ler bağımsız uzman kas iskelet sistemi radyoloğu tarafından değerlendirilerek, Ellman sınıflandırmasına göre izole kısmi supraspinatus yırtığı olan yedi hasta çalışmaya dahil edildi.

Katılımcılara test prosedürü detaylı anlatıldı, ölçümlerden dolayı oluşabilecek risklerle ilgili bilgi verildi, yaşanmakta olan pandemi nedenli riskler belirtildi aydınlatılmış onamları alındı.

Dışlama kriterleri: Ölçüm sırasında uyumsuzluk ve test prosedürünü gerçekleştirememe, yetersiz Türkçe iletişim, travma öyküsü, geçirilmiş omuz hastalığı veya ameliyatı öyküsü, omuz kırığı veya çıkığı, radikülopati, donuk omuz, inflamatuvar veya noninflamatuvar GH veya AK osteoartrit olması, kalsifik tendinit , tam kat RC yırtığı, labrum veya ligament patolojisi, pulley lezyonu, biceps tendinopatisi, os akromiale ,tümör, DM ve diğer nöropati veya kas hastalıklarından en az birine sahip olanlar, VKİ >35 olanlar çalışmaya dahil edilmedi.

3.2. Kontrol Grubu Oluşturulması

Tek taraflı RM yırtık omuzların karşı sağlam omuz kontrol grubu olarak oluşturuldu. Ayrıca kontrol grubuna bilateral omuz şikayeti olmayan 10 genç yetişkin dahil edildi. Yaş, boy, vücut ağırlığı ve baskın elleri kaydedildi. Tıbbi öyküleri detaylı sorgulandı. Gönüllülerle görüşmede test prosedürü detaylı olarak anlatıldı ve katılmayı

kabul edenlere aydınlatılmış onam formu imzalatılarak çalışmaya dahil edildi. Gönüllülerin her iki omuzunda aktif bir şikayeti olması, geçirilmiş bir omuz sakatlığı veya omuz hastalığı öyküsü olması, ek hastalık öyküsü olması dışlama kriteri olarak uygulandı.

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı 20. 02. 2020 tarihli, 03 numaralı etik kurul onay kararı alındıktan sonra ölçümlere başlandı.

3.3. Test Prosedürü

Ölçümler, Eskişehir Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Hareket ve Motor Kontrol Laboratuvarında, İzokinetik dinamometre (ISOMED 2000) ve yüzey Elektromiyografi (Noraxon Ultium, EMG) cihazları kullanılarak gerçekleştirildi.

3.3.1. Cilt Hazırlığı

yEMG ölçümleri öncesinde deri üzerindeki vücut ekleri temizlendi. Bu uygulama literatürde belirtildiği gibi statik veya yavaş hareket eden bir test planlandığı durumlarda önerilen alkol temizliği yöntemiyle yapıldı.

Cilt, uygulama bölgesinde varsa kıllar tıraşlanarak pürüzsüzlük sağlandı, saf alkol emdirilmiş tek kullanımlık steril gazlı bez yardımıyla ölü dokular temizlendi (Bknz: Şekil 3.1.A) ve elektrotlar yerleşimi için hazır hale getirildi.

3.3.2. Elektrot ve Sensör yerleştirilmesi

Elektrot yerleştirilmesi ve ölçümler SENIAM (*Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles*) resmi web sitesindeki (www.seniam.org) protokollere uygun olarak gerçekleştirilmiştir (69).

Omuz üzerindeki anatomik referans noktaları işaretlenmiş, (Şekil 3.1.B.) kasın anatomik lokalizasyonu belirlenmiştir. Kas lifleri uzunlamasına izdüşümü palpasyon yöntemiyle belirlenmiş, cilt temizliği yapıldıktan sonra Ag/AgCl elektrotlar kas liflerinin dizilişine paralel olarak (uzunlamasına), merkezden merkeze 20 mm mesafe olacak şekilde yerleştirilmiştir. Deltoid arka (DP), Orta (DM) ve Ön (DA) kasları boyunca (Şekil 3.1B.) pozitif ve negatif elektrotlar kas liflerine paralel olarak

konumlandırılmıştır. EMG yükselticinin (amplifikatör) geçiş bandı (8-500 Hz), örnekleme hızı (2000 Hz), maksimum intra-elektrot empedansı (6 kohms) ve ortak mod reddetme oranı (95 dB) kalibre edilmiştir (66, 67, 68).



Şekil 3.1. Sağ omuz, cilt hazırlığı ve elektrot yerleştirilmesi.

A. Cildin alkollü gazlı bez ile temizlenmesi.

B. Sağ Deltoid kası (DA, DM, DP) lif uzunlamasına pozitif/negatif elektrot ve sensörlerin yerleştirilmesi.

3.3.3. Oturma Pozisyonu

Testin başlangıcında, katılımcılar dik oturur pozisyonda kalça ve diz 90 derece fleksiyonda yerleştirilmiştir. Katılımcının sırtı tam desteklenir, gövdesi stabilize edilir ve hareket sırasında istenmeyen vücut hareketlerini minimize etmek amacıyla gövdeye ve pelvis bölgesine kayışlar bağlanmıştır. Katılımcıların kontrolateral eli, gövdeyi stabilize etmek amacıyla sabit bir tutunma noktasına yerleştirilmiştir (Şekil 3.3.A.).

İzokinetik dinamometre döner kolu katılımcının antropometrik özelliklerine göre ayarlanır. Test sırasında, dirsek tam ekstansiyonda ve ön kol pronasyonda tutulur. Özellikle, omuz hareket eksenini, cihazın döner kolunun eksenine hizalanıp ve katılımcının kolu, cihazın tutma koluna doğru şekilde yerleştirilmesi sağlanmıştır (Şekil 3.3.B.).



A



B

Şekil 3.2. İzokinetik dinamometre oturma pozisyonu.

- A. Karşıdan görünüm; Gövde kemerle sabitlenir, Dinamometre döner kolu yanda 0° Abd pozisyonunda, döner kol sıkıca kavranır, önkol pronasyon postüründe, karşı el sabit destek kolunu sıkıca kavrar.
- B. Yandan görünüm; kol skapular planda, izokinetik dinamometre döner kolu moment merkezi ile omuz moment merkezi aynı eksene hizalanır.

3.3.4. Test Protokolü

İzokinetik dinamometre ve EMG cihazları port bağlantıları AIS (Analog input system) aracılığıyla yapılarak veri paylaşımı sağlandı. İzokinetik dinamometreden gelen açısal ($^\circ$) veriler AIS.1, tork (Nm) verisi AIS.2 portu olarak tanımlandı (şekil 3.2.A.). Dinamometreden alınan veriler, Deltoid (DA, DO, DP) aktivitesiyle eş zamanlı Noraxon MR3 programında AIS.1. ve AIS.2. verisi olarak kaydedildi (Şekil 3.2.B.).



Şekil 3.3. İzokinetik dinamometre ve yEMG cihazının senkronizasyonu.

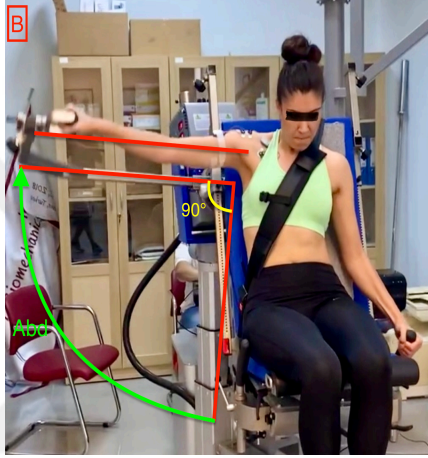
Bu çalışmada, omuz izokinetik hareket testi konsantrik kasılma modunda, 0°-140° Abd aralığında ve 120 (°/s) sabit açısal hızda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4., Şekil 3.5.)

TEST/TRAINING									
Hint : Choice : "a", Choice tr : "t", confirming : "ret", cancel : "esc"									
Start Test/Tr.	Training mode	Library	Edit	Save	Breaks				
Isokinetic M1 con. M2 con. BREAK: 0 MIN 10 SEC									
1	Joint	R Shoulder	Neutral	200°	Sets	3	Rep	3	
	Ab/Ad	R.of M.	+ 0° - +140°	Fix.	0	Break	1:30 Min		
	Gravity compens.	off	Speed	mov1 120 °/s	Accele.	very high			
	El.Mu.Sti.off Nr.	1	Speed	mov2 120 °/s					
	Target curve	off	Decelerate	soft					
Isokinetic M1 con. M2 con. BREAK: 0 MIN 10 SEC									
2	Joint	L Shoulder	Neutral	160°	Sets	3	Rep	3	
	Ab/Ad	R.of M.	+ 0° - +140°	Fix.	0	Break	1:30 Min		
	Gravity compens.	off	Speed	mov1 120 °/s	Accele.	very high			
	El.Mu.Sti.off Nr.	1	Speed	mov2 120 °/s					
	Target curve	off	Decelerate	soft					

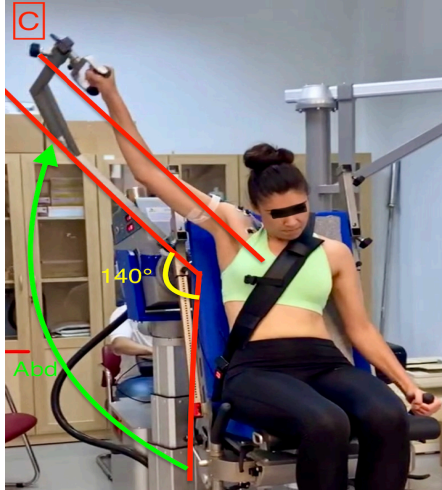
Şekil 3.4. İzokinetik dinamometre setup arayüzü, sağ ve sol omuz test parametreleri.



A. **Geri sayımla birlikte döner kol aktifleşir ve katılımcı, maksimum eforla Abdüksiyona başlar.



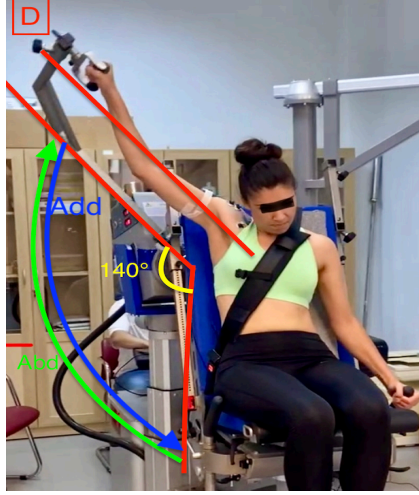
B. Kol 90° Abd dolaylarında Codman paradoksu (kol dış rotasyona gelir) gerçekleşir, katılımcı elevasyona devam eder.



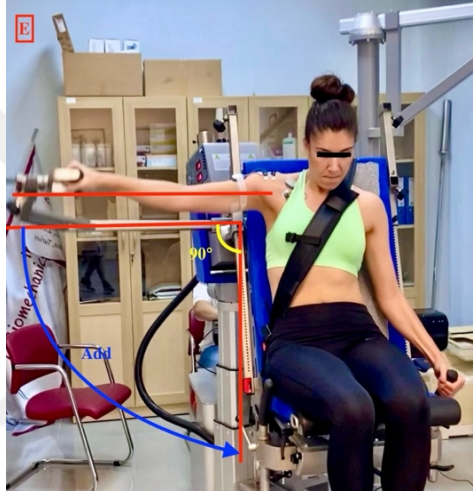
C. Döner kolu 140° ulaştığında hareketin Abd fazı tamamlanır, Add fazı başlar.

*:İD geri sayımı otomatik başlatır eş zamanlı EMG kaydı başlatılır.

Şekil 2.5 Sağ omuz izokinetik konsantrik hareket siklusu.



D. Katılımcı 140 °'ye ulaştığında döner kol otomatik olarak Add fazını başlatır ve katılımcı beklemeden maksimum eforla Addüksiyona başlar.



E. 90° dolaylarında Codman paradoksu gerçekleşir, katılımcı addüksiyona devam eder.

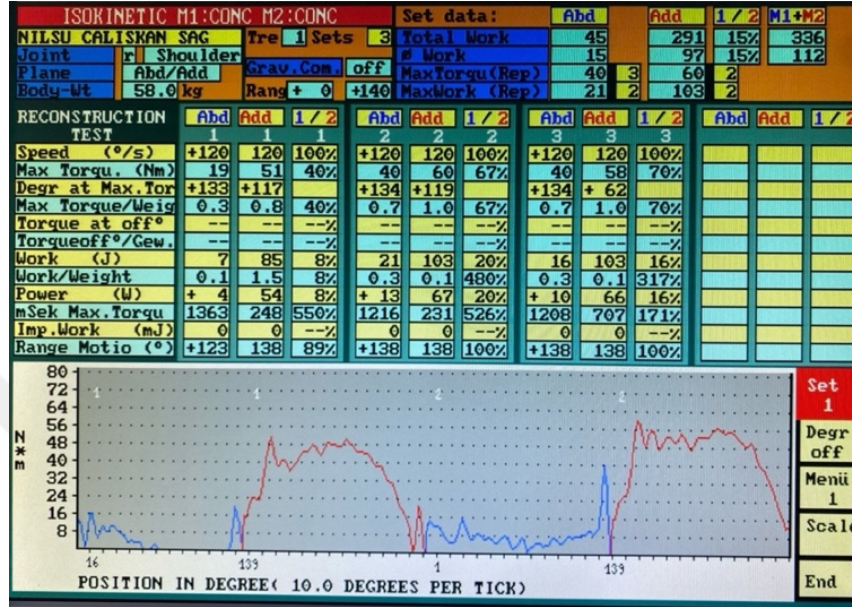


F. Katılımcı döner kolu 0° başlangıç noktasına getirir Add fazı tamamlanır.

*:İD geri sayımı otomatik başlatır eş zamanlı EMG kaydı başlatılır.

Şekil 2.5. devamı. Sağ omuz izokinetik konsantrik hareket siklusu

İzokinetik hareket testi her omuz için üç tekrardan oluşan üç set olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Katılımcıya setler arasında 90 saniyelik bir dinlenme süresi verildi. Katılımcıya maksimum eforla hareketi yapması her tekrarda hatırlatıldı. Her tekrar için maksimum tork (Nm), maksimum iş (J), güç (W), deltoid ön, deltoid orta, deltoid arka kas aktivitesi verileri kaydedildi (Şekil 3.6.) (17).



Şekil 3.6. Katılımcının sağ omuz birinci sette test edilen izokinetik hareket analizi.

Tek bir omuzun izokinetik hareketle oluşturduğu maksimum tork (Nm) değeri, her üç set için karşılaştırıldı ve en yüksek torkun ölçüldüğü tekrar; ölçüm yapılan omuz için referans olarak kabul edildi. Referans testteki maksimum Tork değeri, ölçüm yapılan omuzun maksimum (*peak*) Tork değeri olarak kabul edildi (65).

Tek bir omuzun izokinetik hareketle oluşturduğu maksimum iş (Joule) değeri, her üç set için karşılaştırıldı ve en yüksek torkun ölçüldüğü tekrar; ölçüm yapılan omuz için referans olarak kabul edildi. Referans testteki maksimum İş değeri, ölçüm yapılan omuzun maksimum İş (*Work*) değeri olarak kabul edildi (65).

Tek bir omuzun izokinetik hareketle oluşturduğu güç (Watt) değeri, her üç set için karşılaştırıldı ve en yüksek torkun ölçüldüğü tekrar; ölçüm yapılan omuz için referans olarak kabul edildi. Referans testteki Güç değeri, ölçüm yapılan omuzun (*Power*) Güç değeri olarak kabul edildi (65).

yEMG ölçümlerinde Altı hasta ve sekiz sporcunun her iki deltoid kas aktiviteleri kaydedildi.

yEMG verilerinin analizinde SENIAM kriterlerinde belirtilen işlem basamaklarına uygun olarak, Deltoid Kası (ön, orta ve arka) her biri için elde edilen yEMG verileri; Rektifikasyonu yapılarak, katılımcıların tepe değerlerine normalize edildi, İzokinetik dinamometreden alınan döner kol açısal konum verisi referans alınarak 0° - 120° açı izdüşümündeki kas aktivitesi belirlendi, izokinetik hareketin 0° - 120° lik açı aralığı ortalama RMS (*Root Mean Square*) (mV) değerleri Matlab programı yardımıyla oluşturuldu.

Her bir omuz için dokuz tekrar, bilateral omuz ölçümleri izokinetik dinamometrede toplam 17 (on Sağlıklı gönüllü, yedi hasta), deltoid yEMG ölçümleri toplam 14 kişi (altı hasta, sekiz sağlıklı gönüllü) tamamlandı ve istatistiksel analizleri yapıldı. yEMG verileri ölçülen iki gönüllü ve bir hastanın verileri uygun olmadığı için çalışmaya dahil edilmedi.

3.4. İstatistiksel Yöntem

Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk normalite testi ile değerlendirildi. Sürekli değişkenlerin tekrarlı ölçümlerinin karşılaştırmasında tekrarlı ölçümler varyans analizi (Repeated measures ANOVA) kullanıldı. Çoklu karşılaştırma testi olarak ise Holm testinden yararlanıldı. İki tekrarlı ölçümlerin analizinde ise normal dağılmayan değişkenler için Wilcoxon signed-rank test, normal dağılım gösteren değişkenler için paired samples t test kullanıldı. $P < 0.05$ değeri anlamlılık düzeyi olarak kabul edilmiştir. Tüm analizler IBM SPSS Statistics Version 25 paket programı kullanılarak gerçekleştirildi.

4. BULGULAR

Hasta grubunun, tamamı kadınlardan oluşturuldu, yaş ortalamaları 46'ydı (23-56). RM yırtığı dört hastada baskın taraf omuzda, üç hastada, baskın olmayan taraftaydı. Hastaların karşı sağlıklı omuzlarında kontrol grubuna dahil edilerek karşılaştırmalar hasta omuzla karşılaştırıldı. Kontrol grubundaki 10 Sağlıklı genç yetişkin katılımcının tamamı kadındı. Yaş ortalamaları 23'tü hepsinin baskın elleri sağ taraftı.

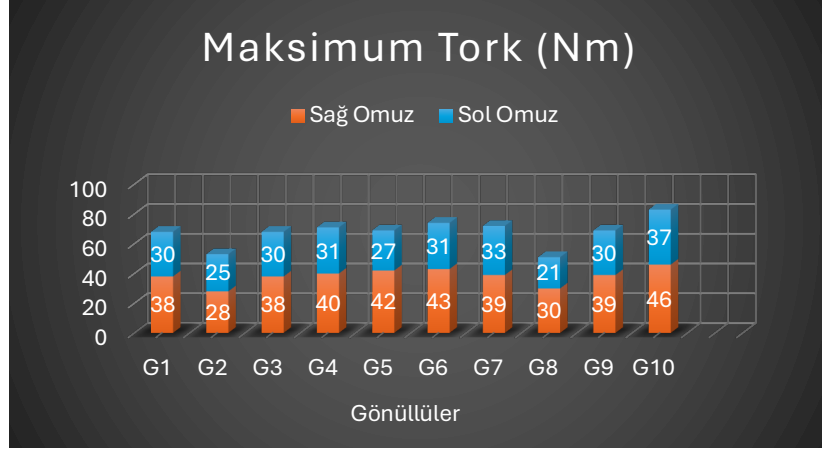
4.1. Kontrol Grubu Sağ ve Sol Omuz Karşılaştırması

Tablo 4.1. Kontrol grubu İzokinetik dinamometre ölçümlerinin baskın (sağ), baskın olmayan (sol) tarafların karşılaştırılması.

Sağ (Baskın)			Sol (Baskın Olmayan)			Karşılaştırmaya Göre Farklı Olanlar ve P değerleri
Maks. Tork (Nm)	Maks. İş (J)	Maks. Güç (W)	Maks. Tork (Nm)	Maks. İş (J)	Maks. Güç (W)	
Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Maks. Tork sağ-Maks. Tork sol:0,00014*
36,9 ± 7,75	24,8 ± 8,23	20,4 ± 5,76	28,6 ± 8,83	21,4 ± 7,65	17,3 ± 5,30	Maks. İş sağ-Maks.güç sol:0,0451* Maks Güç sağ-Maks. Güç sol:0,0451*

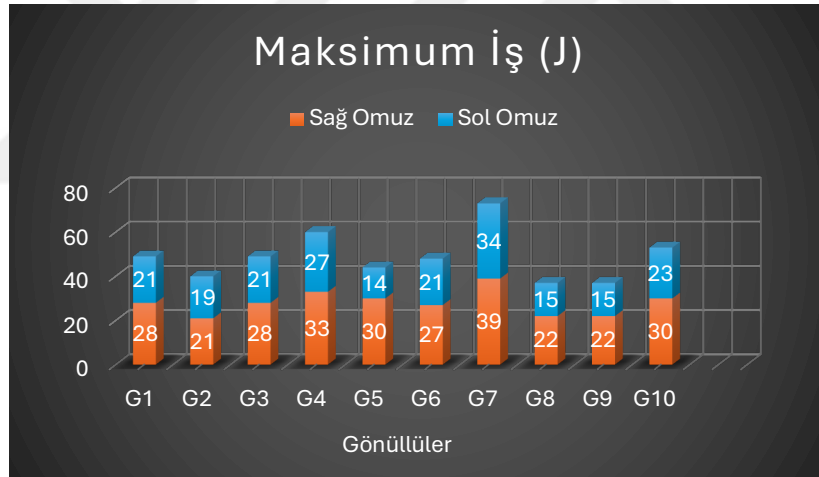
*Wilcoxon rank testi.

Sağ omuz maks. torku, sol omuza kıyasla yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Sağ omuzun en yüksek maks. tork değeri 46, en düşük 28, sol omuzun en yüksek maks. tork değeri 37 en düşük 21, p -değeri 0.00014 olarak hesaplanmıştır. Sağ ve sol arasında İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$).



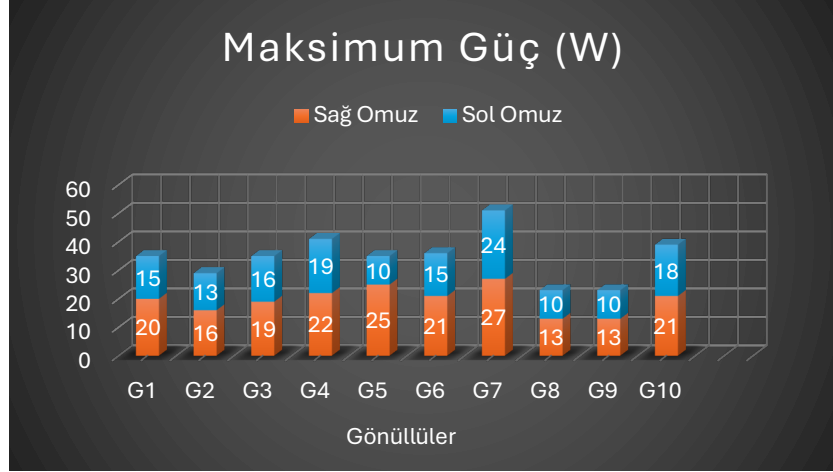
Şekil 4.1. Kontrol grubu bilateral omuz maksimum tork (Nm) değerleri grafiği.

Sağ omuz maks. işi değeri, sol omuza kıyasla daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Sağ omuzun maks. iş değeri 24.8 ± 8.23 (ortalama $\pm$ SS) iken, sol omuzun maks. iş değeri 21.4 ± 7.65 (ortalama $\pm$ SS), p-değeri (0.0505) olarak hesaplanmıştır. Sağ ve sol arasında İstatistiksel olarak sınırda anlamlı fark bulunmuştur ($p \approx 0.05$)



Şekil 4.2. Kontrol grubu bilateral omuz maksimum İş (J) değerleri grafiği.

Sağ omuz maks. gücü değeri sol omuza kıyasla yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Sağ omuzun en yüksek maks. güç değeri 39, en düşük 21, sol omuzun en yüksek maks. güç değeri 34, en düşük 14, p-değeri 0.0451 olarak hesaplanmıştır. Sağ ve sol arasında İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 4.3. Kontrol grubu bilateral omuz Maksimum Güç (Watt) değerleri grafiği

Tablo 4.2. Kontrol grubu, deltoid kası Ön (anterior), Orta (middle), Arka (posterior) lifleri RMS (mV) değerlerinin, sağ ve sol taraf karşılaştırılması.

Sağ (Baskın)			Sol (Baskın Olmayan)			P Değeri	Çoklu Karşılaştırmaya Göre Farklı Olanlar ve P değerleri
Arkadeltoid meanRMS	Ortadeltoid meanRMS	Öndeltoid meanRMS	Arkadeltoid meanRMS	Ortadeltoid meanRMS	Öndeltoid meanRMS		
Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS		
0.733± 0.111	0.810± 0.153	0.887± 0.114	0.734± 0.110	0.602± 0.189	0.761± 0.115	0.012*	Middle deltoid meanRMS sağ- Middle deltoid meanRMSsol: 0.023** Anterior deltoid meanRMS sağ- Middle deltoid meanRMSsol: 0.0006**

*: Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi Greenhouse-Geisser Düzeltmesi.

** : Holm Çoklu Karşılaştırma Testi.

Sağ taraf orta deltoid meanRMS (mV) değeri, sol taraf değerinden yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Sağ taraf en yüksek meanRMS (mV) değeri 0.973, en düşük değeri 0.667, sol taraf en yüksek meanRMS (mV) değeri 0.791, en düşük 0.613 p-değeri 0.012 olarak hesaplanmıştır. Sağ ve sol arasında İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$).

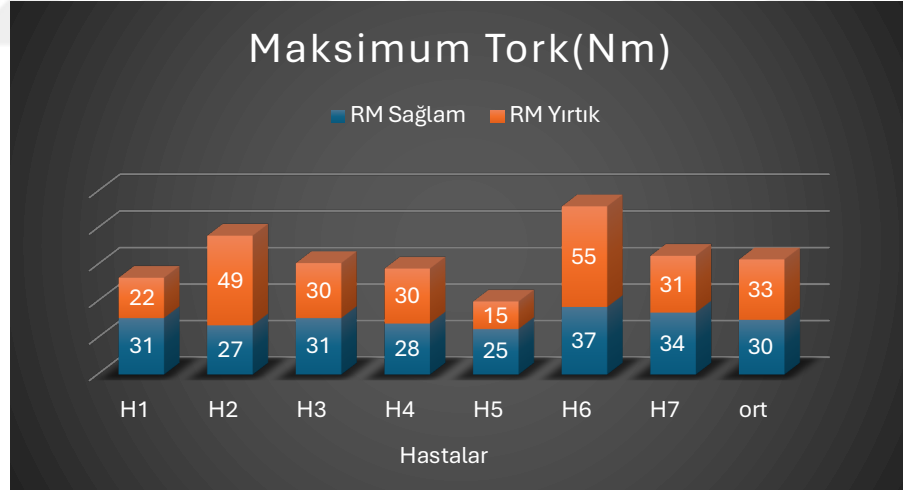
4.2. Hasta grubu RM Yırtık ve Sağlam Omuz Karşılaştırması

Tablo 4.3. Hastalarda izokinetik dinamometre parametrelerinin RM yırtık ve RM sağlam omuzlarda karşılaştırılması.

	Taraf	Otalama $\pm$ SS	P-Değeri
Maks. Tork (mV)	RM yırtık	33.0 $\pm$ 13.9	0.821*
	RM sağlam	31.7 $\pm$ 4.7	
Maks. İş (J)	RM yırtık	29.5 $\pm$ 21.2	0.501*
	RM sağlam	22.7 $\pm$ 14.9	
Maks. Güç (W)	RM yırtık	19.8 $\pm$ 16.2	0.849*
	RM sağlam	18.4 $\pm$ 10.3	

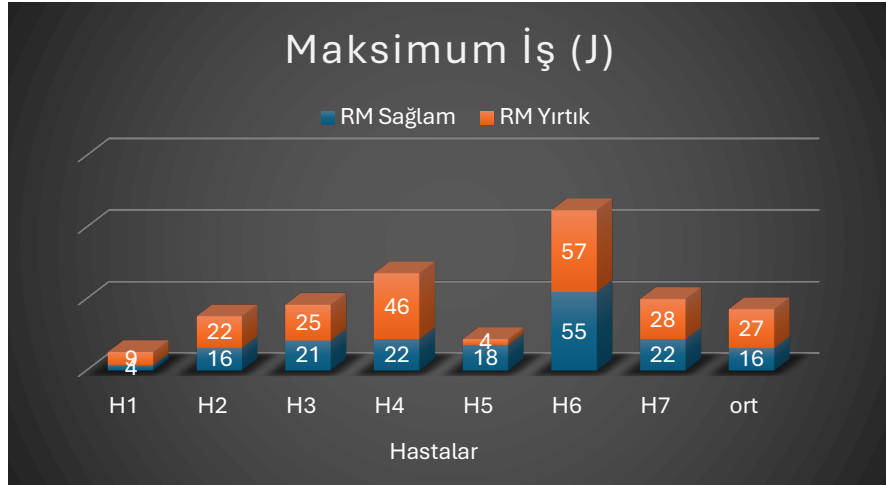
*:t-testi.

RM yırtık omuzda en yüksek maks torku torku 55, en düşük 15, RM sağlam taraf ta en yüksek maks. tork değeri 37, en düşük 25 p-değeri 0.821 olarak hesaplanmıştır. Yırtık ve sağlam omuzlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p > 0.05$).



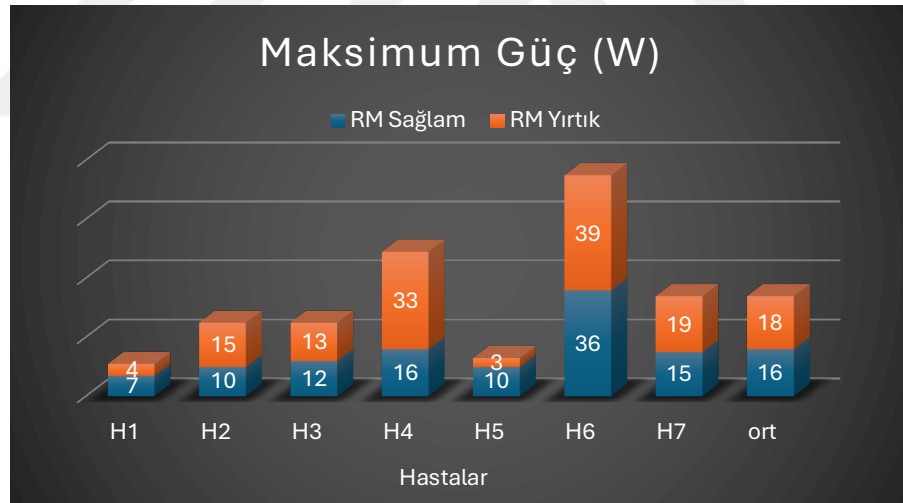
Şekil 4.4. Hastaların yırtık ve sağlam omuz maksimum tork (Nm) değerleri grafiği.

RM yırtık omuz en yüksek maks. İş değeri 57, en düşük 4, sağlam omuz en yüksek maks. iş değeri 55, en düşük 4, p-değeri 0.501 olarak hesaplanmıştır. Yırtık ve sağlam omuz arasında istatistiksel olarak sınırda anlamlı fark bulunmuştur ($p > 0.05$).



Şekil 4.5. Hastaların yırtık ve sağlam omuz maksimum İş (Joule) değerleri grafiği.

RM yırtık omuzda en yüksek maks. güç değeri, 39, en düşük 3, R manşet sağlam omzuda en yüksek maks. güç değeri, 39, en düşük 3, Rm sağlam omuz en yüksek maks. güç değeri, 36 en düşük 7 p-değeri 0.849 olarak hesaplanmıştır. RM yırtık sağlam omuz arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır ($p>0.05$).



Şekil 4.6. Hastaların yırtık ve sağlam omuz maksimum Güç (Watt) değerleri grafiği.

4.3. Hasta Grubu ve Kontrol Grubu Karşılaştırılması

Tablo 4.4. Hastala grubu RM yırtık ve kontrol grubu deltoid kası (ön, orta, arka) lifleri meanRMS (mV) karşılaştırması. (Hasta grubu n=6 omuz, Kontrol grubu n=16 omuz).

meanRMS(mV)	Grup	Ort $\pm$ SS	P-değeri
DA meanRMS	Hasta	0.683 $\pm$ 0.259	1.0*
	kontrol	0.760 $\pm$ 0.179	1.0*
DO meanRMS	hasta	0.659 $\pm$ 0.296	1.0*
	kontrol	0.826 $\pm$ 0.172	1.0*
DÖ meanRMS	hasta	0.754 $\pm$ 0.323	1.0*
	kontrol	0.769 $\pm$ 0.106	1.0*

*Post hoc çoklu karşılaştırma testi.

Hastaların RM yırtık ve sağlam omuzları deltoid ortalama RMS değerleri ortalamaları (Tablo 4.4.) karşılaştırılmış ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.5. Hasta grubu RM yırtık omuzlarla, kontrol grubu sağlam omuzların maks. tork, maks. iş, maks güç karşılaştırılması. (hasta grubu n=7 omuz, kontrol grubu n=20 omuz)

İD parametreleri	Grup	Ortalama $\pm$ SS	P-Değeri
Maks. Tork (mV)	hasta	32.7 $\pm$ 14.3	0.985*
	kontrol	32.8 $\pm$ 8.6	
Maks. İş (J)	hasta	27.7 $\pm$ 18.8	0.371*
	kontrol	23.1 $\pm$ 7.9	
Maks. Güç (W)	hasta	17.8 $\pm$ 13.8	0.966*
	kontrol	17.7 $\pm$ 5.7	

*: t- testi.

Hasta grubu RM yırtık omuzda Maks.tork değeri, en yüksek 55 (Nm), en düşük 15 (Nm), kontrol grubu omuzlarda en yüksek 46 (Nm), en düşük 10 (Nm), P- değeri 0.985 olarak hesaplanmıştır. RM yırtık ve sağlam omuzlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

Hasta grubu RM yırtık omuzda maks. İş değeri, en yüksek 57 (J), en düşük 4 (J), kontrol grubu omuzlarda en yüksek 40 (J), en düşük 12 (J), P- değeri 0.371 olarak hesaplanmıştır. RM yırtık ve sağlam omuzlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

Hasta grubu RM yırtık omuzda maks. Güç değeri, en yüksek 39 (W), en düşük 3 (W), kontrol grubu omuzlarda 31 (W), en düşük 10 (W), P- değeri 0.966 olarak hesaplanmıştır. RM yırtık ve sağlam omuzlarda arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.6. Deltoid (DÖ, DO, DA) kası meanRMS (mV) değerlerinin hasta grubu ve kontrol grubu karşılaştırılması. (hasta grubu n= 6 omuz, kontrol grubu n=16 omuz)

meanRMS(mV)	Grup	Otalama $\pm$ SS	P-Değeri
PostmeanRMS	hasta	0.68 $\pm$ 0.27	0.655*
	kontrol	0.73 $\pm$ 0.11	
MidmeanRMS	hasta	0.67 $\pm$ 0.	0.756*
	kontrol	310.71 $\pm$ 0.20	
AntmeanRMS	hasta	0.70 $\pm$ 0.	0.170*
	kontrol	300.82 $\pm$ 0.13	

*:t-testi.

Omuz aktiviteleri kontrol grubu ortalama RMS değerleri (Tablo 4.5.), RM yırtık gruptaki yedi omuz ile karşılaştırılmış ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$)

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen bulgular, parsiyel supraspinatus yırtıklarının omuz fonksiyonları üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde ortaya koymaktadır. Tek taraflı RMH tanısı almış hastalarda omuz kinematiği ve kas aktivitesinin izokinetik dinamometre ve yüzey elektromiyografi yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi üzerine odaklanmıştır. Çalışmanın sonuçları, semptomatik izole kısmi supraspinatus yırtıklarının omuz kinematiği ve kas aktivitesinde belirgin değişikliklere yol açmadığını göstermektedir.

Omuz ekleminde kinematik çalışmalar, diğer eklemlere göre uygulama zorlukları içermekte ancak gelişime açık konulardandır. Kinematik ölçümler, güvenli ve sayısal veriler sunması nedeniyle objektif verilerin elde edildiği yöntemlerdendir (65). Kinematik analiz, SAIS veya kısmi yırtıklara sahip omuzlarda hareket paternlerinin hassas bir şekilde ölçülmesini ve normal hareket paternleriyle karşılaştırılmasını mümkün kılar (73).

Hareket paternlerini inceleyerek, ağrı ve fonksiyon bozukluğuna katkıda bulunan altta yatan biyomekanik faktörler hakkında değerli bilgiler elde edebiliriz. Bu veriler sayesinde cerrahi ve konservatif tedavi kararı vermede hasta seçimi, objektif veriler oluşturularak mümkün olabilir. Kinematik ölçümlere yüzey EMG ölçümlerinin eklenmesi kas aktivitesine dair ilave objektif veriler sunacaktır. Bu senkronizasyonla yapılan çalışmalarda diğer eklemlerde olduğu gibi omuz ekleminde de değerli bilgiler elde edilebilir. Bu çalışmada izokinetik dinamometre (İD) ve yEMG senkronizasyonu yapılarak spesifik bir hasta grubunda sağlıklı bireylerin verileriyle ve kontrateral sağlıklı omuzlarıyla karşılaştırmaları yapılan az sayıda çalışmadan biri gerçekleştirilmiştir.

RMY olan hastalarda omuz kuvvetini değerlendirmek için İD ve elde taşınır dinamometreyi karşılaştırmışlardır. Her iki yöntemin de güvenilir olduğu bulunmuş olsa da İD’de ölçülmüş olan tork değerlerinin elde taşınır dinamometre ’ye göre daha yüksek olduğu bulunmuş, bu farklılığın, İD’nin daha objektif ve standardize ölçümler sağlamasından kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Literatürde benzer çalışmalar yapan yazarlar, her iki yöntemin de klinik uygulamada kullanılabileceğini, ancak izokinetik

dinamometrenin daha hassas ölçümler için tercih edilebileceğini belirtmişlerdir (64, 65 ,71).

İzokinetik dinamometre ile omuz abdüksiyonu testi uygulanırken, katılımcıların uygun şekilde pozisyonlandırılması ve cihazın doğru ayarlanması, güvenilir ve geçerli sonuçlar elde etmek için kritik öneme sahiptir. Bu sayede, katılımcının test sırasında gövdesini sabit tutarak daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmesi sağlanmıştır.

Drouin ve ark.(65), izokinetik dinamometrede, farklı açısal hızları karşılaştırdıkları biyomekanik çalışmada 300 derece/saniye ve altındaki hızlarda klinik ve performans ölçümleri için tutarlı ve güvenilir olduğunu yazmıştır. Çalışmamızda 120 derece/saniye hız özellikle hasta grubunda uygun olduğu düşünülerek tercih edilmiştir. Bu ölçümler hastada ağrı ve klinik yakınma oluşturmamış, bu da bize bu yöntemin aynı zamanda seçilmiş hasta grubunda izokinetik dinamometre uygulamalarının geliştirilerek sağaltımda da kullanılabileceğini düşündürmüştür. Ancak küçük hasta grubunda yapılan bu çalışmanın daha ileri çalışmalarla desteklenmeye gereksinimi vardır.

Omuz kompleksinde bozulan dinamik işlevler agonist sinerjistik unsurlar veya antagonist dengeleyici unsurların kompanse cevapları sonucunu doğurur, denge yeniden oluşturulmaya çalışılır. Masif RM yırtıklarında (SS+IS), RM kaslarının yetersizliği dengeleyici mekanizmanın bozulmasına humeral başın proksimale migrasyonuna neden olur. Deltoid moment kolu kısılır, ve GH elevasyonun gerçekleştirilebilmesi için gereken toplam kuvvet paraskapular kasların, skapulohumeral ritme olan katkısının artmasına, skapulanın lateral rotasyonu ve posterior tiltinin artmasıyla hareket aksının değişmesiyle sonuçlanır (72,75).

İzometrik dinamometre omuz elevasyonu foksiyonunu değerlendirilmesini sağlar. Çalışmamızda spesifik olarak izokinetik abdüksiyon hareket paternini skapular planda, test ettik. Omuz kompleksi hareketin devamını sağlarken bazı fenomenolojik mekanizmalara sahiptir. Örneğin codman paradoksu izokinetik hareket sırasında kolun elevasyonun devamını sağlayan büyük tüberkülün, korako akromiyal arkla imping olmasını önleyen fizyolojik bir mekanizmadır (Codman paradoksu). Bunun yanında

bazı patolojik adaptasyon mekanizmalarıda mevcuttur semptomatik Tam kat orta ve büyük supraspinatus yırtıklarında oluşan ağrının paraskapular kasları ve deltoid kaslarını etkilediği, hareketin devamını sağlamak ve ağrıdan kaçınmak isteyen omuzun koruyucu mekanizmalarla hareket aksını değiştirerek hareketi tamamladığı gösterilmiştir (72). Biz çalışmamızda semptomatik kısmi supraspinatus yırtıklarına koruyucu mekanizmaların nasıl bir cevap verdiği sorusunun cevabını aradık. Agonist sinerjist çalışan deltoid ön orta ve arka liflerinin bu koruyucu mekanizmada nasıl etkilendiğini nasıl bir rol aldığı cevabını aradık.

Omuz biyomekaniği yırtığın varlığıyla değişmiş olabilir. Bu nedenle, omuz fonksiyonunun doğru ve objektif bir şekilde değerlendirilebilmesi için, sağlam rotator manşetleri olan omuzlarla karşılaştırılması önemlidir (9). Çalışmamızda hasta grubunda yırtık omuzların sağlam taraf omuzun, tork, iş, güç, deltoid aktivitelerini kontralateral sağlam omuzlarıyla ve sağlıklı genç yetişkinlerin omuzlarıyla karşılaştırdık anlamlı bir fark bulamadık.

GH abduksiyonu, ilk 15 derecelik açıda supraspinatus tarafından başlatılır, deltoid kası elevasyonun devamı için gereken kuvveti sağlar. Deltoidin oluşturduğu kuvvet humeral başın translasyonu ve eklem moment merkezinin değişmesi yönünde bir stres yaratır. Rotator manşet kasları eksantrik kasılarak, humerus başını deprese eder translasyonu kısıtlar. RM kaslarının, eklem moment merkezini dinamik olarak stabilize etmesi, GH elevasyon için gereken kuvvetin optimum kalmasını sağlar. Bu dengeleyici koordinasyon mekanizması başın yerinde kalmasını ve Supraspinatus tendonunun subakromiyal aralıkta korakoakromiyal ark ile impingement olmasını önler. Kolk ve ark (72). rotator manşet hastalığının omuz kinematiğine etkisini inceledikleri çalışmada hastaları SAIS, tam kat RM yırtığı ve masif yırtık şeklinde gruplandırmış ve grupları RMH'nın farklı klinik evreleri şeklinde yorumlamıştır. Gruplar arası omuz kuvvet ve eklem hareket açıklıklarını karşılaştırdıkları çalışmada, EHA ve omuz ABD kuvvetinin SAIS, tam kat RM yırtığı ve masif yırtık gruplarında hastalığın klinik evresiyle korele şekilde EHA ve omuz ABD kuvvetinin azaldığını belirtmiştir.

Kim ve ark. (59), RMH kısmi veya tam kat yırtığı olan asemptomatik omuzlar ile sağlam kontralateral omuz arasında ABD kuvveti açısından bir fark olmadığını, çalışmada katılımcı yaş ortalamasının yüksek olması ve uygulama kolaylığı nedeniyle izometrik ölçüm yaptığını ve sonuçların izokinetik ölçümlerle tutarlı olduğunu belirtmiştir. Kim ve ark.'nın aksine Baumer ve ark. (12), azalmış omuz kuvvetinin RM patolojisinin gelişimi ile ilişkili erken fonksiyonel değişikliklerden biri olabileceğini, asemptomatik küçük yırtıkların ve hatta tendinozisin tek başına omuz kuvveti üzerinde kayda değer bir etkisi olabileceğini belirtmiş, asemptomatik RM patolojisi olan bireylerin sağlam RM olan bireylere kıyasla daha düşük abdüksiyon kuvvetine sahip olduğunu göstermiştir. Kim ve Baumer omuz abdüksiyon kas kuvvetini, izometrik kas kuvveti olarak ölçmüştür.

Biz omuz izokinetik dinamometre ile ölçtük. Semptomatik kısmi supraspinatus yırtıklı omuzlarda ortalama tork değeri ile kontrol grubu tork değerleri arasında anlamlı bir fark bulamadık. Hasta omuz ve sağlıklı omuzlar arasında tork, iş ve güç değerlerini karşılaştırdık ve anlamlı bir fark bulamadık.

Connelly ve ark (75). Omuz için izokinetik tepe torku ve iş değerlerini karşılaştırdığı çalışmasında, baskın ve baskın olmayan omuzlar arasında genel popülasyonda anlamlı bir fark olmadığını belirtmiş tepe tork, toplam iş ve güç ölçümlerinin cinsiyetler arasında farklılık gösterebileceğini belirtmiştir. Sonuçlarımız baskın ve baskın olmayan omuzlar arasında kadınlarda anlamlı fark olduğu sonuçlarıyla uyumludur.

Çalışmamızda kontrol grubu baskın taraf omuz torku baskın olmayan taraf torkundan daha yüksek olarak bulduk. Buna paralel olarak baskın ve baskın olmayan omuzlar arasında Orta deltoid kas aktivitesi baskın tarafta baskın olmayan taraftan daha yüksekti.

Sonuçlarımız kadın cinsiyette baskın tarafın, baskın olmayan taraftan daha yüksek tork, iş, güç değerleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir. RM yırtık dağılımının baskın ve baskın olmayan omuzlarda düzenli dağılım göstermemesi nedeniyle sonuçların yanıltıcı olabileceğini düşündük. Bu nedenle hasta grubunda baskın ve baskın olmayan omuzlar arasında böyle bir karşılaştırma yapmadık.

Çalışmamızda özellikle deltoid kas fonksiyonları tüm yönlerde, harekete katkısı nedeniyle ön, orta, arka parçaları ayrı huzmeler olarak değerlendirildi. Bu çalışma izole parsiyel yırtığı olan hastalarda deltoid kasında kompanzasyon ya da kuvvet kaybı açısından değişiklik olmadığını göstermiştir. Her ne kadar ağırlı omuzlarda kas güçleri ve omuz kinematiğinin bozulduğu yönünde çalışmalar olsa da, hasta grubumuz ağrısı olan semptomatik hastalar olmasına rağmen deltoid fonksiyonları ve omuz kas güçleri bozulmamıştır. Bu nedenle bu grup hastaların tedavisinde cerrahi dışı yöntemlere daha uygun hastalar olabileceği yargısına varılabilir. Ek olarak İD, ön çapraz bağ cerrahisi sonrası rehabilitasyonda popüleritesi artan bir yöntemdir (76). Benzer olarak parsiyel yırtığı olan hastalarda da tedavi planlamasına eklenebilecek bir yöntem olabileceği düşünülebilir.

Parsiyel rotator manşet yırtıklarının tedavisi, yırtığın tipi, büyüklüğü ve hastanın özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Cerrahi ve cerrahi olmayan tedavi seçenekleri arasında karar verilirken yırtığın spesifik özellikleri, hastanın semptomları ve işlevsel hedefleri göz önünde bulundurulmalıdır. Fizik tedavi ve aktivite modifikasyonu, birçok parsiyel yırtık için etkili olabilirken, daha büyük ve semptomatik yırtıklar cerrahi müdahale gerektirebilir. Her hasta için en uygun tedavi yöntemi, kapsamlı bir değerlendirme sonucunda belirlenmelidir (13).

Rotator cuff yırtıkları, omuz ağrısı ve fonksiyon kaybının yaygın nedenlerinden biridir. Çalışmamızda, izole kısmi supraspinatus yırtıklarının omuz kinematiği ve kas aktivitesi üzerindeki etkileri minimal olarak bulunmuştur. Bu bulgu, erken evre yırtıkların klinik semptomlarının hafif olabileceğini ve konservatif tedavi yaklaşımlarının bu hastalarda etkili olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, yırtığın ilerlemesi durumunda klinik semptomların artabileceği ve cerrahi müdahalenin gerekebileceği unutulmamalıdır.

Bu çalışmanın bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Öncelikle, örneklem büyüklüğümüz sınırlıdır ve daha geniş bir örneklem üzerinde yapılacak çalışmalarla sonuçlarımızın genellenebilirliği artırılabilir. Ayrıca, bu çalışmada RM hastalığının omuz kinematiğini nasıl değiştirdiğini yalnızca deltoid kasının EMG aktivitesini analiz ederek değerlendirdik; diğer kas gruplarının rolü ve katkısı analize dahil

edilmemiştir. Gelecekteki çalışmalar, daha geniş bir örneklem büyüklüğü ve diğer kas gruplarının rolünü değerlendiren daha kapsamlı analizlerle bu bulguları destekleyebilir. Hastaların RMH tanısı aldıktan sonraki süreçleri takip edilmeli, klinik progresyonların omuz kinematiği üzerine etkisi detaylandırılmalıdır. Takip sürecinde hastanın konservatif tedavi modalitelerinin omuz kinematiği üzerine etkisi yeniden değerlendirilebilir ya da cerrahi tedavi uygulandıktan sonra omuz kinematiğinde iyileşme olup olmadığı preoperatif sonuçlarıyla karşılaştırılarak standart protokollerle yeniden değerlendirilebilir.



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

RM yırtıklarının omuz hareket eksenini değiştirdiği ve koruyucu kompensatuvar mekanizmaların devreye girdiği bilinmektedir. Hareket eksenini değişimi sonrası kas kuvvetleri ve kompensatuvar değişimleri olacağı, ilerleyen yırtık nedeniyle bozulmuş kinematiğin düzeltilmesi gerektiği, cerrahi onarımın etkinliğini ortaya koyan bir çok çalışma yapılmıştır. İlerleyen hastalık nedeniyle oluşabilecek komplikasyonların tedavisi veya komplikasyonların önüne geçmek cerrahi onarımın odak noktasını oluşturmaktadır. Her ne kadar minimal invaziv yöntemlerin yaygınlığı, etkinliği ve hasta memnuniyeti yönünde sonuçları olumlu olsada, bu tedavilerin gerek maliyet, gerek teknik uygulama zorlukları, gerekse ulaşılabilirliği önemli bir sorundur. Non invaziv tedavilerin geliştirilmesi ve etkinliği üzerine daha fazla çalışma yapılmalı, tedaviye ulaşım kolaylığı ve tedavilerin uygulama tekniklerinin kolaylaştırılması gibi faktörlerin gözetilmesi, RM yırtığı erken tanı aşamasında, hastalığın ilerlemesini önleyici tedavi yaklaşımları çeşitlendirilmeli ve bunların etkinliği objektif yöntemlerle test edilmelidir.

Kinematik analizler, ortopedik pratiğin gelişimine katkı sağlamanın yanında, parsiyel yırtıklara yönelik tedavi planlamasında tedavi modalitelerinin belirlenmesi aşamasında subjektif faktörlerin ötesinde objektif rehberler oluşturmamızı sağlayabilir. Semptomatik parsiyel supraspinatus yırtıklarının tedavisinde objektif ölçümlerin kullanımı, tedavi modalitelerinin seçimini optimize edebilir ve klinik sonuçları iyileştirebilir. Gelecekteki çalışmalar, daha geniş hasta grupları ve uzun dönem takip yapılarak genel çıkarımlar yapılabilir. İzokinetik dinamometre ve yEMG yöntemlerinin klinik pratiğe entegrasyonu, tedavi kararlarının daha objektif ve bilimsel temellere dayandırılmasını sağlayarak hem cerrahi hem de cerrahi dışı tedavi yöntemlerinin etkinliğini artıracaktır.

KAYNAKLAR

1. M. Urwin et al., Estimating the burden of musculoskeletal disorders in the community: the comparative prevalence of symptoms at different anatomical sites, and the relation to social deprivation", *Ann. Rheum. Dis.* 1998; 57, p. 649-655.
2. R. Z. Tashjian, J. M. Farnham, F. S. Albright, C. C. Teerlink, ve L. A. Cannon Albright, "Evidence for an Inherited Predisposition Contributing to the Risk for Rotator Cuff Disease", *J. Bone Jt. Surg.*, 2009; (91), 5.
3. A. Yamamoto *vd.*, "Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population", *J Shoulder Elbow Surg.*, 2010;(19), p.116-120.
4. J. J. E. White, A. G. Titchener, A. Fakis, A. A. Tambe, R. B. Hubbard, ve D. I. Clark, "An epidemiological study of rotator cuff pathology using The Health Improvement Network database", *J. Bone Jt. Surg.*, 2014; 96-B, 3.
5. I. Matsen F. A. ve S. B. Lippitt, "Rotator cuff injuries: Pathogenesis, clinical evaluation, and principles of treatment", *Practical Evaluation and Management of the Shoulder*, Philadelphia, PA: Saunders, 1994, p. 108-135.
6. K. C. Kim, H. D. Shin, ve W. Y. Lee, "Repair Integrity and Functional Outcomes After Arthroscopic Suture-Bridge Rotator Cuff Repair", *J Bone Joint Surg. Am.*, 2012;(94), 48.
7. C. Gerber, G. Maquieira, ve N. Espinosa, "Latissimus Dorsi Transfer for the Treatment of Irreparable Rotator Cuff Tears", *J. Bone Jt. Surg.*, 2006; (88), 1.
8. H. M. Kim, N. Dahiya, S. A. Teefey, J. D. Keener, L. M. Galatz, ve K. Yamaguchi, "Relationship of Tear Size and Location to Fatty Degeneration of the Rotator Cuff", *J. Bone Jt. Surg. Am.*, 2010; (92), 4.
9. S. S. Burkhart ve I. K. Y. Lo, "Arthroscopic Rotator Cuff Repair", *JAAOS - J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2006;(14), 6.
10. P. Randelli, P. Spennacchio, V. Ragone, P. Arrigoni, A. Casella, ve P. Cabitza, "Complications associated with arthroscopic rotator cuff repair: a literature review", *Musculoskelet. Surg.* 2012; (96), 1.
11. H. M. Kim, S. A. Teefey, A. Zelig, L. M. Galatz, J. D. Keener, ve K. Yamaguchi, "Shoulder Strength in Asymptomatic Individuals with Intact Compared with Torn Rotator Cuffs", *J. Bone Jt. Surg.* 2009; 91, 2.
12. T. G. Baumer *vd.*, "Effects of asymptomatic rotator cuff patholog on in vivo shoulder motion and clinical outcomes", *J.Shoulder Elbow Surg.*, 2017;(26), 6.
13. R. Evans, P. J. Hughes, D. H. Sonnabend, "Rotator Cuff" , Repair and

- Regeneration of Ligaments, Tendons, and Joint Capsule, e-book, Springer Link. 2006; p. 143-157.
14. C. C. Schmidt, B. F. Morrey, J. Murray, and J. O. Sanders, "Full Thickness Rotator Cuff Tears Summary Recommendations of the Appropriate Use Criteria", Elsevier.2015;(24), 8.
 15. L. V. Gulotta ve E. V. Craig, "Massive Rotator Cuff Tears", Springer Nature.New York., 2016; p. 143-157.
 16. A. Kolk, Celeste L. Overbeek "Kinematics and muscle activation in subacromial pain syndrome patients and asymptomatic controls", Clinical Biomechanics., 2021; 89.
 17. T. S. Ellenbecker ve A. Cools, "Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review", Br. J. Sports Medicine., 2010; (44), 5, p. 319-327.
 18. C. De Luca, "Electromyography", *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*, John Wiley & Sons, Ltd, 1.edition, 2006; p. 102-112.
 19. S. Akpınar, G. Özkoç, ve N. Cesur, "Rotator Manşet Anatomisi, Biyomekaniği ve Fizyopatolojisi", *Acta Orthopaedica Traumatol. Turcica*, 2003; (37), 1.
 20. J. C. Thompson ve F. H. Netter, "Netter's concise atlas of orthopaedic anatomy", saunders elsevier, 2. edition, 2001; p. 85.
 21. J. C. Thompson ve F. H. Netter, "Netter's concise atlas of orthopaedic anatomy", saunders elsevier, 2. edition 2001; p.86.
 22. S. Yılmaz, T. Vayisoğlu, ve M. A. Çolak, "Shoulder Anatomy", in. *Shoulder Arthroplasty: The Shoulder Club Guide*, G. Huri, F. Familiari, Y. L. Moon, M. N. Doral, ve G. M. Marcheggiani Muccioli, Ed., Springer International Publishing, 2020; p. 1-25.
 23. I. Matsen F. A. ve S. B. Lippitt, "Rotator cuff", içinde *Practical Evaluation and Management of the Shoulder*, Philadelphia, PA: Saunders, 1994; p. 51-96.
 24. R. Drake, A. W. Vogl, ve A. W. M. Mitchell, *Gray's Anatomy for Students E-Book*. Elsevier Health Sciences, 2009; p. 275-276.
 25. M. Schuenke, E. Schulte, ve U. Schumacher, "General Anatomy and Musculoskeletal System, "THIEME Atlas of Anatomy", Georg Thieme Verlag, 2014; p. 60-62.
 26. L. Freedman ve R. R. Munro, "Abduction of the Arm in the Scapular Plane: Scapular and Glenohumeral Movements: A Roentgenographic Study", J. Bone Jt. Surg., 1966-12; (48), 8.

27. I. Günal, N. Köse, O. Erdogan, E. Göktürk, ve S. Seber, “Normal Range of Motion of the Joints of the Upper Extremity in Male Subjects, with Special Reference to Side”, J. Bone Jt. Surg., 1996; 78, 9.
28. L. U. Bigliani ve W. N. Levine, “Current Concepts Review - Subacromial Impingement Syndrome”, J. Bone Jt. Surg. 1997-12 ;(79), 12.
29. W. Ben Kibler, T. Ellenbecker, ve A. Sciascia, “ Neuromuscular adaptations in shoulder function and dysfunction”, Handbook of Clinical Neurology, B. Hainline ve R. A. Stern, Ed., in; Sports Neurology, , Elsevier, 2018; p. 385-400.
30. V. T. Inman, J. B. D. M. Saunders, ve L. C. Abbott, “Observations of the Function of the Shoulder Joint”:, Clin. Orthop.,1996; 12,
31. Neer Charles, “Impingement Lession”, Impingement Lession. Clinical Orthopaedic and Related Research, 1983; 173, p.77.
32. P. B. de Witte *vd.*, “Communication breakdown: clinicians disagree on subacromial impingement”, Med. Biol. Eng. Comput., 2014; (52), 3, p. 221-231.
33. G. Huri, M. Kaymakoglu, ve N. Garbis, “Rotator cable and rotator interval: anatomy, biomechanics and clinical importance”, EFORT Open Rev., 2019; 4, 2, p. 56-62.
34. C. Neer C., “Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report”, J. Bone Jt. Surg. 1972;(54), 1, p. 41-50.
35. G. Bacle *vd.*, “Anatomy and relations of the infraspinatus and the teres minor muscles: a fresh cadaver dissection study”, Surg. Radiol. Anat., 2017;(39), 2, p. 119-126.
36. Y. Arifoğlu, “Her Yönüyle Anatomi, 2. Baskı”, *İstanbul İstanbul Tıp Kitabevleri*, 2019, s. 565-570.
37. F. Dyna *vd.*, “Relationship Between Deltoid and Rotator Cuff Muscles During Dynamic Shoulder Abduction: A Biomechanical Study of Rotator Cuff Tear Progression”, Am. J. Sports Med., 2018; (46), 8.
38. S. S. Burkhart, J. C. Esch, ve R. S. Jolson, “The rotator crescent and rotator cable: An anatomic description of the shoulder’s ‘suspension bridge’”, Arthrosc. J. Arthrosc. Relat. Surg., 1993; (9), 6.
39. A. M. Halder *vd.*, “Biomechanical Comparison of Effects of Supraspinatus Tendon Detachments, Tendon Defects, and Muscle Retractions”, J. Bone Jt.

Surg, 2002;(84), 5.

40. S. S. Burkhart, "Shoulder arthroscopy: a bridge from the past to the future", J. Shoulder Elbow Surg., 2020; (29), 8.
41. L. U. Bigliani ve W. N. Levine, "Current concepts review: Rotator cuff disorders", J. Bone Jt. Surg., 2005;(77), 2, p. 316-323.
42. A. McLean ve F. Taylor, "Classifications in Brief: Bigliani Classification of Acromial Morphology", Clin. Orthop., 2019; (477), 8.
43. I. Harryman D. T., C. M. Hettrich, ve K. L. Smith, "Long-term outcomes after shoulder surgery: A 10-year follow-up study", J. Shoulder Elbow Surg., 2003;(12), 4.
44. P. Randelli, D. Cucchi, V. Ragone, L. de Girolamo, P. Cabitza, ve M. Randelli, "History of rotator cuff surgery", Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc., 2015;(23), 2.
45. W. W. Buchanan, "Sir James Paget (1814 – 1894)", *Rheumatology*, 2003; (42) , 9.
46. E. A. Codman ve L. F. Peltier, "The Classic: Rupture of the Supraspinatus Tendon", Clin. Orthop. Relat. Res., 1990; (254), 3.
47. McLaughlin, H. L., & Asherman, E. G. Lesions Of The MusculoTendinous Cuff Of The Shoulder: IV. Some Observations Based Upon the Results of Surgical Repair. J. Bone Jt. Surg., 1944; (26), 1.
48. C. Neer. Impingement Lesion. Clinical Orthopaedic and Related Research 1983; (173).
49. H. Ellman, "Arthroscopic subacromial decompression: Analysis of one- to three-year results", Arthrosc. J. Arthrosc. Relat. Surg., 1987; (3), 3.
50. S. S. Burkhart ve H. A. Peterson, "What makes an arthroscopic rotator cuff repair secure? The biomechanical basis of suture anchor techniques", Arthrosc. J. Arthrosc. Relat. Surg., 2003;(19), 6.
51. A. C. Colvin, N. Egorova, A. K. Harrison, A. Moskowitz, ve E. L. Flatow, "National Trends in Rotator Cuff Repair", J. Bone Jt Surg. 2012;(94), 3.
52. J. K. DeOrto ve R. H. Cofield, "Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair.", J. Bone Jt. Surg. 1984; (66), 4.
53. S. S. Burkhart "The Geometric Classification of Rotator Cuff Tears: A System Linking Tear Pattern to Treatment and Prognosis Arthroscopy", Arthroscopic J. Relat. Surg., 2010; (26), 3.

54. H. Ellman, "Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears", Clin. Orthop., 1986; (207), p. 64-74.
55. K. P. Barr, "Rotator cuff disease", Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am., 2004; (15), 2.
56. B. Jost, C. W. Pfirrmann, C. Gerber, ve J. Hodler, "MRI findings in asymptomatic shoulders: The incidence and characteristics of rotator cuff tears", Clin. Orthop., 2005; (424), p. 107-113.
57. D. J. Bokor ve P. K. O'Brien, "Long term follow up of patients with rotator cuff tears treated conservatively", J. Bone Jt. Surg., 1993;(75), 4.
58. N. A. Mall *vd.*, "Symptomatic Progression of Asymptomatic Rotator Cuff Tears", J. Bone Joint Surg. Am., 2010;(92), 16.
59. J. S. Lewis, "Rotator cuff tendinopathy: A model for the continuum of pathology and related management", Br. J. Sports Med., 2009;(43), 3.
60. E. J. Curry, E. E. Matzkin, Y. Dong, L. D. Higgins, J. N. Katz, ve N. B. Jain, "Structural Characteristics Are Not Associated With Pain and Function i n Rotator Cuff Tears", Orthop. J. Sports Med., 2015;(3), 5.
61. A. E. MacDonald, S. Ekhtiari, M. Khan, J. K. Moro, A. Bedi, ve B. S. Miller, "Dyslipidaemia is associated with an increased risk of rotator cuff disease: a systematic review", J. ISAKOS, 2017; (2), 5.
62. A. M. Malhi ve R. Khan, "Correlation between clinical diagnosis and arthroscopic findings of th e shoulder", Postgrad. Med. J., 2005; (81), 960.
63. S. Cederqvist *vd.*, "Non-surgical and surgical treatments for rotator cuff disease: a pragm atic randomised clinical trial with 2-year follow-up after init ial rehabilitation", Ann. Rheum. Dis., 2020;(80), 6.
64. J. M. Drouin, T. C. Valovich-mcLeod, S. J. Shultz, B. M. Gansneder, ve D. H. Perrin, "Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements", Eur. J. Appl. Physiol., 2004;(91), 1.
65. M. Farrell ve J. G. Richards, "Analysis of the reliability and validity of the kinetic communicator exercise device", Med. Sci. Sports Exerc., 1986;(18), 1.
66. K. E. Timm, P. Gennrich, R. Burns, ve D. Fyke, "The Mechanical and Physiological Performance Reliability of Selected Isokinetic Dynamometers", Isokinet. Exerc. Sci., 1992;(2), 4.
67. Ç. Soylu, M. E. Yaşa, P. DemiR, A. M. Ada, T. Firat, ve N. Ü. Yildirim,

- “Reliability and validity of new isokinetic strength assessment for rotator cuff muscles in a muscle architecture-based position”, Turk. J. Med. Sci., 2004; (54), 1.
68. P. Konrad, “A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography”. Noraxon U.S.A., Inc. Version 1., 2005; s 80-99.
69. A. O. Cerrah, H. Ertan, ve A. R. Soylu, “Spor Bilimlerinde Elektromiyografi Kullanımı”, Ank. Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Ülksekokulu Spormetre Beden Eğitimi Ve Spor Bilim. Derg., 2010; (VII), 2. s. 43-49.
70. İ. E. Kolayış ve H. Ertan, “Differences in Activation Patterns of Shoulder Girdle Muscles in Recurve Archers”, Pamukkale J. Sport Sci., 2016;(7), 1.
71. A. Kolk *vd.*, “The effect of a rotator cuff tear and its size on three-dimensional shoulder motion”, Clin. Biomech., 2017;(45), p.43-51.
72. H. Land, S. Gordon, ve K. Watt, “Isokinetic clinical assessment of rotator cuff strength in subacromial shoulder impingement”, Musculoskelet. Sci. Pract., 2017;(27), p. 32-39.
73. F. Steenbrink, J. H. de Groot, H. E. J. Veeger, F. C. T. van der Helm, ve P. M. Rozing, “Glenohumeral stability in simulated rotator cuff tears”, J. Biomech., 2009;(42), 11.
74. R. E. Connelly, W. B. Kibler and T. Uhl. “Isokinetic Peak Torque and Work Values for the Shoulder”. J. of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 1989;(10), (7).
75. Y. Pua, A. Bryant, J. Steele, R. Newton, ve T. Wrigley, “Isokinetic Dynamometry in Anterior Cruciate Ligament Injury and Reconstruction”, Ann. Acad. Med. Singapore, 2008;(37), 330.
76. K. L. Smith ve I. Harryman D. T., “Evaluation and management of rotator cuff disorders”, J. Bone Jt. Surg., 2003;(85), 8.