T.C.
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı

BİSEPS TENDONU UZUN BAŞI İNSTABİLİTESİ OLAN HASTALARDA MANYETİK REZONANS ARTROGRAFİDE HUMERUS BAŞININ GLENOİD KAVİTEYE GÖRE KONUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Arş. Gör. Dr. Ahmet KORU

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Bahar YILMAZ ÇANKAYA

ERZURUM-2022

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİ ve TEZİ İLE İLGİLİ BİLGİLER

Adı, Soyadı : Dr. Ahmet KORU	**Sınav tarihi:** 22 / 09 / 2022
Ana Bilim Dalı : Radyoloji	
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Bahar YILMAZ ÇANKAYA	
Tezin Konusu : Biseps Tendonu Uzun Başı İnstabilitesi Olan Hastalarda Manyetik Rezonans Artrografide Humerus Başının Glenoid Kaviteye Göre Konumunun Değerlendirilmesi	
Tezin Niteliği : ☒ Tıpta Uzmanlık Tezi	
Tez Sınavının Nasıl Yapıldığı: ☒ Yüz yüze katılım sağlanarak ☐ Online (Jürinin teşkil edilmesinde kurum dışından belirlenecek olan jüri üyesi, aynı il sınırları içerisinde bulunmadığından, tez sınavı dijital ortamda yapılmıştır.)	

II. KARAR

Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin 19. maddesi gereğince yapılan tez savunma sınavının tamamlanması sonucunda adı geçenin tezinin, jüri üyelerince "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak;

☒ Kabulüne

1.Tez Sınavı ☐ Reddine (Eksikliklerin tamamlanması ve gerekli düzeltmelerin yapılması için uzmanlık öğrencisine, TUEY'nin 19. Maddesinin 5. fıkrası gereğince altı aylık ek bir süre verilmesine)

2.Tez Sınavı ☐ Reddine (TUEY'nin 19. Maddesinin 6. fıkrası gereğince, uzmanlık öğrencisinin uzmanlık öğrenciliği ile ilişiğinin kesilmesine)

☒ Oy birliği ☐ Oy çokluğu ile karar verilmiştir.

III. AÇIKLAMALAR

Lütfen, tezin reddi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız

IV. JÜRİ ÜYELERİ

	Unvanı Adı Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurum Bilgisi	İmza
Jüri Başkanı	Prof. Dr. Fatih ALPER	Radyoloji	Atatürk Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Doç.Dr.Ahmet YALÇIN	Radyoloji	Atatürk Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Doç.Dr.Bahar YILMAZ ÇANKAYA	Radyoloji	Atatürk Üniversitesi	

ONAY

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun 30.09.2021 tarih ve 6 sayılı oturumun 28 sayılı kararı ve Dahili Tıp Bilimleri Bölüm Kurulu'nun 17.06.2021tarih ve 6 sayılı oturumun 46 sayılı kararı ile tez çalışması olarak uygun görülmüş ve onay almıştır.

İÇİNDEKİLER

ONAY ..... **i**
İÇİNDEKİLER ..... **ii**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **v**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vi**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**
TEŞEKKÜR ..... **viii**
ÖZET ..... **ix**
ABSTRACT ..... **x**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL BİLGİLER **2**
2.1. Omuzun Anatomisi 2
2.1.1. Omuzun Kemik Yapısı 2
2.1.1.1. Klavikula 2
2.1.1.2. Skapula 2
2.1.1.3. Proksimal Humerus 3
2.1.2. Omuzun Eklem ve Ligamanları 3
2.1.2.1. Sternoklavikular Eklem 3
2.1.2.2. Akromioklavikular Eklem 3
2.1.2.3. Skapulotorasik Eklem 4
2.1.2.4. Glenohumeral Eklem 4
2.1.2.5. Glenohumeral Ligamanlar (GHL) 4
2.1.2.5.1. Süperior Glenohumeral Ligaman (SGHL) 4
2.1.2.5.2. Orta Glenohumeral Ligaman(OGHL) 5
2.1.2.5.3. İnferior Glenohumeral Ligaman (İGHL) 5
2.1.2.6. Glenoid Labrum 5
2.1.2.7. Glenohumeral Eklem Kapsülü 6
2.1.3. Rotator Kaf Kas ve Tendonları 7
2.1.3.1. Supraspinatus Kası 7
2.1.3.2. İnfraspinatus Kası 7
2.1.3.3. Subskapularis Kası 8
2.1.3.4. Teres Minör Kası 8

2.1.3.5. Biseps Tendonu Uzun Başı ve Biseps Pulley 8
2.1.4. Omuz Eklemi Çevresindeki Bursalar 9
2.1.4.1. Subakromial-Subdeltoid Bursa 9
2.1.4.2. Subskapular Bursa 9
2.1.4.3. Subkorakoid Bursa 10
2.1.5. Nörovasküler Yapılar 10
2.2. Klinik Tablolar 10
2.2.1. Glenohumeral İnstabilite ve Labrum Patolojileri 10
2.2.1.1. Glenohumeral Eklem İnstabilitesi 10
2.2.1.2. Bankart Lezyonu 12
2.2.1.3. Perthes Lezyonu 12
2.2.1.4. ALPSA (Anterior Labroligamentous Periosteal Sleeve Avulsion) 13
2.2.1.5. GLAD (Glenolabral Articular Distruption) 13
2.2.1.6. HAGL (Humeral Avulsion of Inferior Glenohumeral Ligament) 14
2.2.1.7. Hill-Sachs Defekti 15
2.2.1.8. Süperior Labrum Anterior-Posterior (SLAP) Yırtığı 15
2.2.2. Rotator Kaf Patolojileri 17
2.2.2.1. İmpingement (Sıkışma) Sendromları 17
2.2.2.1.1. Primer Ekstrensek İmpingement 17
2.2.2.1.1.1. Subakromial İmpingement (Sıkışma) 17
2.2.2.1.1.2. Subkorakoid İmpingement (Sıkışma) 18
2.2.2.1.2. Sekonder Ekstrensek İmpingement (Sıkışma) 18
2.2.2.1.3. İnternal İmpingement (Sıkışma) 19
2.2.2.1.4. Anterosüperior İnternal İmpingement (Sıkışma) 20
2.2.2.2. Rotator Kaf Yırtıkları 20
2.2.3. Omuz Ekleminin Diğer Patolojileri 23
2.2.3.1. Adeziv Kapsülit 23
2.2.3.2. Kalsifik Tendinit 23
2.2.3. Biseps Pulley Lezyonları 24
2.3. Omuz Ekleminin Görüntülenmesi 27
2.3.1. Direkt Grafi 27
2.3.2. Ultrasonografi 28
2.3.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT) 29

2.3.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme 30
2.3.5. Manyetik Rezonans Artrografi 30
3. MATERYAL VE METOD 32
3.1. Hasta Seçimi 32
3.2. MR Görüntüleme 32
3.3. Enjeksiyon Tekniği 33
3.4. Manyetik Rezonans Artrografi Tekniği 34
3.5. Görüntü Analizi 34
3.6. İstatistiksel Analiz 36
4. BULGULAR 37
5. TARTIŞMA 44
6. SONUÇ 50
7. KAYNAKLAR 51

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Hasta ve kontrol gruplarına ait demografik verilerin özeti ve ilişkili p değerleri. 38

Tablo 2. Hasta grubunun Habermeyer sınıflamasına göre ayrılmış alt gruplarına ait demografik verilerin özeti ve ilişkili p değerleri. 38

Tablo 3. Skapula aksis metoduna göre humerus başının glenoid kaviteye göre pozisyonunun değerlendirilmesinde pozisyonların gruplara göre dağılımı 39

Tablo 4. Mediatrice metoduna göre humerus başının glenoid kaviteye göre pozisyonunun değerlendirilmesinde pozisyonların gruplara göre dağılımı 39

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Habermeyer grup 1 (A), grup 2 (B), grup 3 (C), grup 4 (D) lezyonlarının şematik gösterimi (86). 27

Şekil 2. Humerus başının glenoid kaviteye göre anterior-posterior yöndeki lokalizasyonunun mediatrice yöntemi (A) ve skapula aksis yöntemi (B) kullanılarak belirlenmesi. 35

Şekil 3. Humerus başının orta noktasından (A) geçen hattın glenoid fossa orta noktasına (B) olan uzaklığına (ok işareti) bakılarak humerus başının süperior-inferior düzlemdeki yer değişikliğinin belirlenmesi. 36

Şekil 4. Mediatrice metoduna göre hasta grubunda ve kontrol grubunda humerus başının glenoid kaviteye göre konumları gösterilmektedir. 40

Şekil 5. Mediatrice metoduna göre hasta alt gruplarında humerus başının glenoid kaviteye göre konumları gösterilmektedir. 40

Şekil 6. Skapula aksis metoduna göre hasta grubunda ve kontrol grubunda humerus başının glenoid kaviteye göre konumları gösterilmektedir. 41

Şekil 7. Skapula aksis metoduna göre hasta alt gruplarında humerus başının glenoid kaviteye göre konumları gösterilmektedir. 41

Şekil 8. Habermeyer grup 2 lezyonu olan hastanın sagital yağ baskılı T1 ağırlıklı MR artrografi görüntülerinde SGHL (A) ve supraspinatus tendonundaki (B) yırtıkları izlenmektedir. 42

Şekil 9. Habermeyer grup 3 lezyonu olan hastanın aksiyel yağ baskılı T1 ağırlıklı MR artrografi görüntülerinde SGHL (A) ve subskapularis tendonundaki (B) yırtıkları izlenmektedir. 42

Şekil 10. Habermeyer grup 4 lezyonu olan hastanın sagital yağ baskılı T1 ağırlıklı MR artrografi görüntülerinde SGHL (A), subskapularis tendonu (B) ve supraspinatus tendonundaki (C) yırtıkları izlenmektedir. 43

KISALTMALAR DİZİNİ

ABER : Abduksiyon Eksternal Rotasyon

ADİR : Adduksiyon İnternal Rotasyon

AG : Ağırlıklı Görüntü

AIOS : Acquired, Instability, OverstressedShoulder

ALPSA : Anterior Labroligamentaus Periosteal Sleeve Avulsion

AMBRI : Atraumatic, Multidirectional, Bilateral, Rehabilitation, Inferior capsular shift

BT : Bilgisayarlı Tomografi

BTUB : Biseps tendonu uzun başı

FSE : Fast Spin Eko

GHE : Glenohumeral Eklem

GHL : Glenohumeral Ligaman

GLAD : Glenolabral Articular Distruption

HAGL : Humeral Avulsion of Glenohumeral Ligaments

İGHL : İnferior Glenohumeral Ligaman

KHL : Korakohumeral Ligaman

MR : Manyetik Rezonans

MRA : Manyetik Rezonans Artrografi

MRG : Manyetik Rezonans Görüntüleme

OGHL : Orta Glenohumeral Ligaman

POLPSA : Posterior Labroligamentous Periosteal Sleeve Avulsion

SGHL : Süperior Glenohumeral Ligaman

SLAP : Süperior Labrum Anterior-Posterior

USG : Ultrasonografi

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda büyük emeği geçen tez yöneticim Doç. Dr. Bahar YILMAZ ÇANKAYA'ya, MR artrografi konusundaki bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Prof. Dr. Hayri OĞUL'a başta bölüm başkanım Prof. Dr. Fatih ALPER olmak üzere kıymetli hocalarım Prof. Dr. Suat EREN'e, Prof. Dr. Ümmügülsüm BAYRAKTUTAN'a, Doç. Dr. Adem KARAMAN'a, Doç.Dr. Recep SADE'ye, Doç. Dr. Fadime GÜVEN'e, Doç. Dr. Rüstem Berhan PİRİMOĞLU'na, Doç. Dr. Ahmet Yalçın'a, Doç. Dr. Gökhan POLAT'a, Doç. Dr. Elif GÖZGEÇ'e, bölüm sekreterimiz Nermin KUZULUGİL'e, birlikte çalışmaktan onur duyduğum sevgili asistan arkadaşlarıma, radyodiagnostik anabilim dalımızda görev yapan sekreter, hemşire, teknisyen ve diğer personele, artrografi işlemlerinde yardımlarını esirgemeyen Uzm. Dr. Mutlu AY ve Arş. Gör. Dr. M. Furkan DEMİRAL'a;

Hayatımın her döneminde desteğini ve sevgisini esirgemeyen aileme, sevgili eşim Sümeyra'ya, canım oğlum Selim'e ve biricik kızım Reyyan'a, annem, babam, kardeşlerim ve tüm dostlarıma,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arş. Gör. Dr. Ahmet KORU

ÖZET

Biseps Tendonu Uzun Başı İnstabilitesi Olan Hastalarda Manyetik Rezonans Artrografide Humerus Başının Glenoid Kaviteye Göre Konumunun Değerlendirilmesi

Amaç: Biseps tendonu uzun başı rotator kaf kasları, labrum ve glenohumeral ligamanlarla birlikte eklem stabilizasyonunda rol almaktadır. 3T direkt manyetik rezonans (MR) artrografik görüntüler üzerinde retrospektif ve prospektif olarak sadece biseps tendonu uzun başı instabilitesi olan humerus başının glenoid ile olan ilişkisinde bozulmaya neden olabilecek başka patolojisi bulunmayan hastalarda, humerus başının glenoide göre lokalizasyonunu değerlendirmeyi ve MR artrografide patoloji saptanmayan hastalarla karşılaştırmayı amaçlamaktayız.

Materyal ve Metod: Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalımızda 2017 Eylül-2022 Mart ayları arasında 3T MRG cihazında çekilmiş olan direkt MR artrografi görüntüleri incelenecektir. SLAP, Bankart-Bankart varyant lezyonlar, rotator kaf tam kat rüptürü, biseps tendonu uzun başı rüptürü gibi glenohumeral instabiliteye neden olan patolojiler ve adeziv kapsülit bulguları dışlama kriteri olarak kabul edilecektir. Biseps tendonu uzun başı instabilitesi olan hastalar Habermeyer sınıflaması kullanılarak kategorize edilecektir. Glenohumeral eklem instabilitesine sebep olacak patolojisi bulunmayan vakalar kontrol grubu olarak kullanılacaktır. Her iki gruba ait MR artrografi VİBE sekansı sagital ve aksiyel imajlar kullanılarak, humerus başının glenoid kaviteye göre konumu skapula aksis yöntemi ve mediatrice yöntemi ve diğer yöntemler ile belirlenecektir. Biseps tendon uzun başı instabilitesinin glenohumeral eklem stabilitesini hangi yönde etkilediği değerlendirilecektir.

Bulgular: Humerus başının glenoid kaviteye göre konumunu nötral pozisyonda MR artrografi ile incelediğimiz çalışmamızda humerus başının glenoide göre süperior-inferior düzlemdeki pozisyonu bakımından hasta grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak süperiora migrasyon saptadık ($p=0,031$). Ancak hasta ve kontrol grubu arasında anterior-posterior yönde anlamlı bir fark saptamadık. Yaşların ortalaması bakımından Habermeyer grup 1 ile diğer gruplar arasında ve Habermeyer grup 2 ile grup 4 arasında anlamlı farklılıklar saptadık ($p<0,05$). Çalışmamızda yaş ortalamasındaki artışla biseps pulley lezyonunun derecesi arasında pozitif bir ilişki saptadık. Bu çalışma sırasında incelediğimiz 510 omuz MR artrografide izole pulley lezyonu prevalansını 56 hasta ile %10,9 olarak bulduk.

Sonuç: Biseps pulley hasarı nötral pozisyonda dahi humerus başında süperiora kaymaya neden olmaktadır ve erken evrede bu konuda oldukça duyarlı ve kolay ulaşılabilir bir tetkik olan MR artrografi ile pulley lezyonlarının tespiti özellikle supraspinatus tendonu yırtıklarının ve var olan yırtığın ilerlemesinin önlenmesinde uyarıcı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Biseps tendonu uzun başı instabilitesi, biseps pulley, Habermeyer lezyonları, MR artrografi

ABSTRACT

Evaluation of Humeral Head Position According to Glenoid Cavity in Patients With Long Head of Biceps Tendon Instability

Objectives: Long head of biceps tendon is responsible for glenohumeral stabilization with rotator cuff muscles, labrum and glenohumeral ligaments. We aim to compare humeral head position according to glenoid cavity in patients with long head of biceps tendon instability without any other pathology that can cause glenohumeral instability and normal patients by using 3T Magnetic Resonance (MR) arthrography.

Material and method: MR arthrography images obtained by 3T MRI from 2017 September to 2022 March in Atatürk University Research Hospital Radiology Department will be examined. Pathologies such as SLAP, Bankart- Bankart variant lesions, rotator cuff full thickness rupture, long head of biceps tendon rupture causing humeral head instability and adhesive capsulitis will be accepted as exclusion criteria. Patients with humeral head instability will be classified according to Habermeyer classification. Cases without a pathology causing glenohumeral instability will be used as control group. By using sagital and axial VIBE images of MR arthrography in both groups, position of humeral head according to glenoid cavity will be determined by scapula axis method, mediatrice method and other methods. We aim to determine how glenohumeral articular stability is affected by long head of biceps tendon instability.

Findings: When we examine the position of humeral head according to glenoid cavity in neutral position with MR arthrography, we detected statistically significant difference in superior-inferior axis with superior migration in pathologic patients. (p=0,031) There was no significant difference between two groups in anterior-posterior axis. According to age average, there was significant difference between Habermeyer Type 1 and other groups, and also between Habermeyer Type 2 and Type 4 ($p<0,05$) We detected a positive correlation between increasing age average and degree of biceps pulley lesions. During the evaluation of 510 shoulder MRI arthrography fort this study, we found isolated pulley lesion prevalence as %10,9 with 56 patients.

Conclusion: Biceps pulley injuries cause superior translation of humeral head even in neutral position, detection of pulley lesions with MRI arthrography which is a very sensitive and easily accessible modality may be of use in prevention of supraspinatus tendon tears and progression of existing tears.

Keywords: Long head of biceps tendon instability, biceps pulley, Habermeyer lesions, MR arthrography

1. GİRİŞ

Glenohumeral eklem sığ glenoid fossanın humerus başını kapsama oranının düşük olması nedeniyle insan vücudundaki en az stabiliteye sahip eklemlerinden biridir. Eklem stabilitesinde, eklem kapsülü, glenoidal labrum, glenohumeral ligamanlar, eklem içi negatif basınç, rotator kaf kasları, biseps tendonu uzun başı ve periskapular kaslar rol alır (1). Biseps tendonu uzun başının stabilitesi supraspinatus ile subskapularis kas tendonlarının iç içe geçmiş lifleri, süperior glenohumeral ligaman ve korakohumeral ligaman tarafından sağlanmaktadır. Bu yapılardan birinin veya birkaçının hasarı biseps tendonu uzun başının instabilitesine neden olur. Bu durum glenohumeral eklem stabilizasyonunda bozulma ve humerus başının glenoide göre desantralizasyonu ile sonuçlanabilir (2). Biseps tendonu uzun başı instabil olan hastalarda klinik testler belirsiz olduğundan, gereksiz tanısal artroskopiden kaçınmak için genellikle manyetik rezonans (MR) artrografi önerilir. Uzun süre biseps tendon instabilitesini değerlendirmede artroskopi kullanılırken gelişen radyolojik görüntüleme yöntemleri ile noninvaziv olarak tanıya ulaşmak mümkün olmuştur. Yumuşak doku rezolüsyonu yüksek olan MR görüntüleme bu konuda oldukça yardımcıdır. Ancak konvansiyonel MR ile eklem instabilitesine neden olan diğer patolojileri dışlamak zor olabileceği gibi biseps tendonu uzun başı instabilitesinde görev alan yapıların değerlendirilmesinde yetersiz kalabilir. Bu yapıların değerlendirilmesinde omuz MR artrografi yöntemi konvansiyonel MR görüntülemeden daha üstündür. Biseps tendon uzun başı instabilitesi değerlendirilirken temeli artroskopik yaklaşımlara dayanan bazı sınıflamalar kullanılmaktadır. Habermeyer ve Bennet sınıflamaları en yaygın olanlarıdır. Bu sınıflamalar biseps tendonu uzun başı stabilizasyonunda görev alan tendon ve ligamanlardaki hasarlanma seviyelerine göre derecelendirilir. Habermeyer sınıflamasında biseps tendon instabilitesi dört kategoride incelenir. Çalışmamızda, biseps tendonu uzun başı instabilitesi bulunan hastalar direkt omuz MR artrografi görüntüleri kullanılarak Habermeyer sınıflamasına göre kategorize edilerek humerus başının glenoid kaviteye göre konumunda değişiklik olup olmadığı araştırılacak ve elde edilen veriler normal popülasyonda elde edilen verilerle karşılaştırılacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Omuzun Anatomisi

Omuz üst ekstremiteyi aksiyel iskelete bağlayan geniş bir hareket açıklığına sahip kompleks bir eklemdir. Omuz eklemi glenohumeral, akromioklavikuler, sternoklavikuler ve skapulotorasik eklemlerden oluşur (3). Omuzun hareketinden bu eklemlerin birlikte ve koordineli hareketi sorumludur.

Omuz kemerinin kemik yapıları skapula, klavikula ve proksimal humerustur.

2.1.1. Omuzun Kemik Yapısı

2.1.1.1. Klavikula

Klavikula, skapula ile birlikte aksiyel ve apendiküler eklem arasında bir bağlantı oluşturur. Lateralde akromionla birlikte akromioklavikuler eklemi, medialde manubrium sterni ile sternoklavikuler eklemi oluşturur. Klinik olarak klavikula şaftı kasların tutunma yerlerine göre medial 2/3 ve lateral 1/3 olarak ikiye ayrılır. Medial 2/3 kesime süperiorda sternokleidomastoid kas, inferiorda subklavius kası, anteriorda pektoralis majör kası, posteriorda sternohyoid kas tutunur. Lateral 1/3 kesime anteriorda deltoid kas, posteriorda trapezius kası tutunur (4).

2.1.1.2. Skapula

Skapula üçgen şekilli yassı bir kemik olup humerus başı ve distal klavikula ile eklem yapar. Skapulanın önemli yapıları glenoid kavite, spina skapula, akromion, korakoid çıkıntıdır. Lateral köşesinde humerus başı ile eklem yapıp glenohumeral eklemi oluşturan glenoid kavite bulunur. Glenoid kavitenin inferiorunda bulunan infraglenoid tüberkül triseps braki kası uzun başının tutunma yeridir. Glenoid kavitenin süperiorunda bulunan supraglenoid tüberküle ise biseps tendonu uzun başı tutunur. Skapulanın posterior yüzeyi ise spina skapula tarafından fossa supraspinatus ve fossa infraspinatus olarak ikiye ayrılır. Spina skapulanın anterolateral uzantısı

olan akromion klavikula ile birlikte akromioklavikuler eklemi oluşturur. Akromion sagital planda 4 tipe ayrılır. Akromionun alt yüzeyi düz ise tip 1, konkav ise tip 2, gaga şeklinde çıkıntısı var ise tip 3, konveks ise tip 4 olarak tanımlanır (5). Skapulanın anterior yüzeyinde subskapularis kasının orijin aldığı subskapuler fossa bulunur. Skapulanın anterolateralinde kanca şekilli korakoid çıkıntı bulunur. Buraya pektoralis minör kası, korakobrakialis kası ve biseps kası kısa başı tutunur (6).

2.1.1.3. Proksimal Humerus

Proksimal humerus; humerus başı, anatomik boyun, cerrahi boyun, humerus şaftının proksimali, büyük tüberkül ve küçük tüberkülü içerir. Büyük ve küçük tüberkül rotator kaf kaslarının tutunduğu önemli yapılardır. Büyük tüberkül lateralde, küçük tüberkül anteriorda yer alır. Büyük tüberkülün süperior, orta ve inferior fasetleri vardır. Bu fasetlere sırasıyla supraspinatus, infraspinatus ve teres minör kasları tutunur. Küçük tüberküle ise subskapularis kası tutunur (7). Büyük ve küçük tüberkül arasında bisipital oluk bulunur. Bisipital oluktan biseps kası uzun başı tendonu geçer.

2.1.2. Omuzun Eklem ve Ligamanları

2.1.2.1. Sternoklavikular Eklem

Klavikula ve manubrium sterni arasında oluşan sinovyal bir eklemdir. Eklemin iki yüzeyi arasında disk bulunur. Sternoklavikuler eklem klavikulaya anteroposterior ve vertikal planda hareket imkanı sağlar (8).

2.1.2.2. Akromioklavikular Eklem

Plana tipi diartrodial sinovyal bir eklemdir. Eklem yüzeyi başlangıçta hiyalin kıkırdakla kaplıdır. Yetişkinlikte fibrokartilaj yapıya dönüşür. Akromioklavikuler eklem dejenerasyonu ve osteoartriti subakromial sıkışma sendromuna yol açabilmektedir (9).

2.1.2.3. Skapulotorasik Eklem

Skapulotorasik eklem omuz kemerinin diğer üç ekleminden; artiküler kartilajı, sinovyumu ve kapsülü olmadığı için farklılık gösterir. Gerçek bir eklem olmayıp skapula ve kostalar arasında oluşan fizyolojik bir eklemdir. Protraksiyon, retraksiyon, elevasyon, depresyon ve rotasyon hareketleri ile omuz eklemin hareket açıklığını artırır (10).

2.1.2.4. Glenohumeral Eklem

Skapulanın glenoid kavitesi ile humerus başı arasında oluşan top-soket tipi sinovyal bir eklemdir. Eklemin fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon, rotasyon ve sirkumduksiyon hareketleri vardır.

Eklem yüzeyini sferik bir humerus başı ve humerus başına oranla daha sığ olan glenoid kavite oluşturur. Bu durum eklemin hareket açıklığını artırırken eklemi instabiliteye de meyilli hale getirir (11).

Eklem stabilitesi labrum, intraartiküler negatif basınç, eklem kapsülü, glenohumeral ligamanlar, rotator kaf kasları, biseps tendonu uzun başı gibi pek çok yapı tarafından sağlanır (12).

2.1.2.5. Glenohumeral Ligamanlar (GHL)

Glenohumeral ligamanlar omuz ekleminin önemli statik stabilizörleridir. Eklem kapsülünün kalınlaşması ile oluşurlar. Glenoid marjinlerden köken alarak humerus anatomik boynuna ve küçük tüberküle tutunurlar (13). Süperior, orta ve inferior glenohumeral ligaman olmak üzere üç glenohumeral ligaman tanımlanmıştır.

2.1.2.5.1. Süperior Glenohumeral Ligaman (SGHL)

SGHL biseps kası uzun başı tendonunun supraglenoid tüberküle tutunma yerinin anteriorundan orijin alıp küçük tüberositin süperiorunda fovea kapitise

insersiyon yapar. Biseps pulleyi oluşturan diğer yapılarla birlikte biseps kası uzun başı tendonunun stabilitesinde rol alır. SGHL adduksiyondaki omuzun anterior ve inferior stabilizasyonunda da rol almaktadır (14).

2.1.2.5.2. Orta Glenohumeral Ligaman(OGHL)

OGHL, labrum veya SGHL orijininden köken alıp subskapularis kas tendonu ile karışarak tüberkülum minus medialine yapışır. Glenohumeral eklemin anterior stabilitesinde rol almaktadır (15).

OGHL diğer glenohumeral ligamanlara göre varlığı, orijini ve boyutu açısından daha çok varyasyon göstermektedir. Williams ve arkadaşlarının 84 kadavrada yaptıkları çalışmada kadavraların %63'ünde OGHL'ı tespit edebildiler. Aynı çalışmada OGHL'ın %56 oranında labrumdan, %44 oranında ise SGHL orijininden köken aldığını gösterdiler. %9 oranında Buford kompleksi olarak adlandırılan anterior-süperior labrumun yokluğunu ve kord şeklini almış orta glenohumeral ligamanın direkt olarak süperior labruma bağlandığını tespit ettiler (16).

2.1.2.5.3. İnferior Glenohumeral Ligaman (İGHL)

İGHL glenoid labrumun anteroinferior ve posteroinferior marjininden köken alıp humerus anatomik boynuna insersiyon gösterir. Glenohumeral eklemin abduksiyonda anterior, inferior ve posterior stabilitesinden sorumludur (17).

2.1.2.6. Glenoid Labrum

Labrum glenoid kavite kenarını çepeçevre saran fibrokartilaj bir yapıdır. Eklem kapsülü, glenohumeral ligamanlar, biseps kası uzun başı tendonu ve triseps kası uzun başı tendonu ile birlikte fonksiyonel bir ünite oluşturur (18). Labrum glenoid fossayı yaklaşık üçte bir oranında derinleştirip humerus başı ve glenoid arasındaki temas yüzeyini artırarak eklem stabilitesine katkı sağlar.

Labrum lezyonlarının lokalizasyonu saat kadranları ile tarif edilir. Saat 12 süperior labrumu, saat 3 anterior labrumu, saat 6 inferior labrumu, saat 9 posterior labrumu ifade eder. Buna alternatif olarak; labrum süperior, anterosüperior, anteroinferior, inferior, posteroinferior ve posterosüperior olarak 6 segmente de ayrılabilir.

Labrumun glenoide tutunma varyasyonları çoğunlukla saat 11-3 hizasında anterosüperior ve süperior labrumda görülür. Saat 11-3 hizası haricinde labrum glenoide daha sıkı tutunduğu için tutunma varyasyonu daha az görülür. Bu varyasyonların başlıcaları; sublabral reses ve sublabral foramendir. Bunların tanınmaları görüntü itibariyle labral yırtıklarla karışıp yanlış tanıya neden olabileceği için önemlidir (19).

Sublabral reses saat 11-1 hizasında kapsülolabral kompleks ile glenoid kartilaj arasında görülür. Sublabral resesin düzgün konturlu olması, glenoid kartilaja paralel seyrederek mediale uzanması, bisepsin insersiyon noktasının posterioruna uzanmaması gibi özellikleri labral yırtıktan ayrılmasında yardımcıdır (13, 20).

Sublabral foramen saat 12-3 hizasında biseps kası uzun başı tendonunun orijininin önünde yer alır. Anterosüperior labrumun glenoid rime tutunmamasıdır. Sublabral resesle birlikte de olabilir.

Labrum çoğunlukla üçgen şeklindedir (anterior labrum için %64, posterior labrum için %47). Bunu yuvarlak şekil izler (anterior labrum için %17, posterior labrum için %33). Daha az sıklıkla ise bölünmüş (anterior labrum için %11, posterior labrum için %1), çentikli (anterior labrum için %3, posterior labrum için %1), yassı (anterior labrum için %2, posterior labrum için %17) ve agenezik labrum (anterior labrum için %2, posterior labrum için %2) bulunur (21).

2.1.2.7. Glenohumeral Eklem Kapsülü

Glenohumeral eklem kapsülü sinovyal ve fibröz membranlardan oluşur. Medialde glenoid boynuna lateralde ise humerus anatomik boynuna tutunur. Skapula

anteriorunda ve subskapular kas derininde subskapular resesi, İGHL anterior ve posterior bantları arasında aksiller resesi ve biseps kası uzun başı tendonu etrafında intertüberküler resesi oluşturur (22).

Posterior eklem kapsülü ise her zaman glenoid rime insersiyon yapar. Anterior eklem kapsülünün skapulaya insersiyonunun üç tipi tariflenmiştir. Tip 1'de glenoid labrum bazisine, Tip 2'de skapula boynuna, Tip 3'te skapula boynu ve gövdesi arasındaki geçiş zonuna insersiyon yapar. Tip 3 insersiyonun anterior instabilite ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (23).

2.1.3. Rotator Kaf Kas ve Tendonları

Rotator kaf, glenohumeral eklem stabilitesini sağlarken geniş bir hareket açıklığına da izin veren bir grup kastır. Bu grup supraspinatus, infraspinatus, teres minör ve subskapularis kaslarını içerir. Rotator kaf kaslarının tendonları eklem kapsülü ile karışarak eklemin anterior, posterior ve süperiorunu saran muskulotendinöz bir yapı oluşturur (24).

2.1.3.1. Supraspinatus Kası

Fossa supraspinatadan orijin alıp humerus büyük tüberkülünün süperior fasetine insersiyon yapar. Supraskapular sinir tarafından innerve edilir. Kolun ilk 15 derecelik abduksiyonunu ve eksternal rotasyonunu sağlar (25).

2.1.3.2. İnfraspinatus Kası

Fossa infraspinatanın 2/3 medialinden orijin alıp humerus büyük tüberkülünün orta fasetine insersiyon yapar. İnnervasyonu supraskapular sinirin distal lifleri tarafından spinoglenoid çentikten fossa infraspinataya geçtikten sonra sağlanır. Kolun eksternal rotasyonunu sağlar.

2.1.3.3. Subskapularis Kası

Subskapularis kası skapulanın anterior yüzeyinden orijin alıp tüberkülum minöre insersiyon yapar. Rotator kaf kaslarının en geniş ve en güçlü olanıdır. İnnervasyonu üst ve alt subskapular sinirler vasıtası ile olur. Primer görevi kola internal rotasyon yaptırmaktır. Farklı pozisyonlarda kolun abduksiyon, adduksiyon, fleksiyon ve ekstansiyonuna da yardım eder (26). Süperfisyal lifleri bisipital oluğun çatısını oluşturan transvers humeral ligamana katılır. Subskapular kasın süperior kenarı rotator intervalin inferior sınırını oluşturur. Subskapular kasın süperior lifleri SGHL ve korakohumeral ligamanın medial bandı ile birlikte biseps pulleyinin yapısına katılır ve biseps tendonu uzun başının bisipital oluktaki stabilizasyonunda görev alır.

2.1.3.4. Teres Minör Kası

Skapula lateral kenarından orijin alıp humerus büyük tüberkülünün inferior fasetine insersiyon yapar. Aksiller sinir tarafından innerve edilir. Kolun eksternal rotasyonunda görev alır (27).

Teres minör kası kuadrilateral boşluğun ve trianguler boşluğun süperior sınırını oluşturur. Kuadrilateral boşluktan aksiller sinir ve posterior sirkumfleks arter, triangüler boşluktan sirkumfleks skapular arter geçer. Kuadrilateral boşluk patolojileri teres minör ve/veya deltoid kaslarda denervasyona yol açabilir. Bununla birlikte rotator kaf patolojileri ve aksiller sinirin traksiyon hasarı gibi durumlarda da, kuadrilateral boşlukta lezyon görülmeden de izole teres minör denervasyonu görülebilir (28).

2.1.3.5. Biseps Tendonu Uzun Başı ve Biseps Pulley

Biseps braki kasının iki başı vardır. Kısa başı ekstraartikülerdir ve skapulanın korakoid proçesinden orijin alıp biseps braki kası uzun başı ile birleşip tek bir tendon olarak radial tüberosite insersiyon yaparlar.

Biseps tendonu uzun başının ekstraartiküler ve intraartiküler kısımları vardır. İntraartiküler kısmı supraglenoid tüberkül ve süperior labrumdan orijin alıp subskapularis kasının süperior sınırı ve supraspinatus kasının anterior sınırı arasında rotator interval olarak adlandırılan boşluktan geçerek intertüberküler sulkus (bisipital oluk) boyunca distale uzanır. Biseps tendonu uzun başının intraartiküler kısmı en iyi sagital oblik MRG planlarında değerlendirilirken, bisipital oluktaki seyri ise en iyi transvers planlarda değerlendirilir. Biseps tendon kılıfı eklem boşluğu ile ilişkili olduğu için bu kısım etrafındaki sıvı normal MRG bulgusu olarak kabul edilir (29).

Biseps tendonu uzun başı rotator intervaldeki seyri sırasında biseps pulley olarak adlandırılan kapsüloligamentöz kompleks tarafından stabilize edilir (30). Biseps pulleyi oluşturan yapılar subskapularis tendonunun distal lifleri, süperior glenohumeral ligaman ve korakohumeral ligamandır. Bu yapıların bir veya birkaçının hasarı biseps tendonu uzun başı instabilitesine neden olur.

2.1.4. Omuz Eklemi Çevresindeki Bursalar

2.1.4.1. Subakromial-Subdeltoid Bursa

Subakromial-subdeltoid bursa birbiri ile bağlantılı subakromial bursa ve subdeltoid bursadan oluşur. Subakromial bursa akromion inferiorunda, rotator kaf tendonları ve rotator interval süperiorunda yer alır. Subdeltoid bursa ise deltoid kas ve humerus başı lateral yüzü arasında yer alır. Bu iki bursanın glenohumeral eklem aralığı ile bağlantısı yoktur. Rotator kaf tam kat yırtıklarında subakromial-subdeltoid bursa ile glenohumeral eklem aralığı bağlantılı hale gelir (31).

2.1.4.2. Subskapular Bursa

Skapula ve subskapular kas arasında yer alır. Glenohumeral eklemin SGHL ve OGHL arasına anterior uzantısıdır. Bu yüzden subskapular reses olarak da adlandırılmaktadır (32).

2.1.4.3. Subkorakoid Bursa

Subkorakoid bursa korakoid çıkıntı ve subskapular tendon anterior yüzü arasında yer alır. Kadavra çalışmalarında anatomi spesmenlerinin %90'ında ayrı bir bursa olarak izlenirken, % 10'unda subakromial-subdeltoid bursa ile bağlantılı olduğu tespit edilmiştir. Humerus başının rotasyonu sırasında subskapularis kası, korakobrakialis kası ve biseps kası arasındaki sürtünmeyi azaltır (33).

2.1.5. Nörovasküler Yapılar

Glenohumeral eklemin kanlanması subskapular arter, anterior ve posterior sirkumfleks humeral arterler tarafından sağlanır.

Glenohumeral eklem innervasyonu supraskapular, aksiller ve lateral pektoral sinirler vasıtasıyla olur (6).

2.2. Klinik Tablolar

2.2.1. Glenohumeral İnstabilite ve Labrum Patolojileri

2.2.1.1. Glenohumeral Eklem İnstabilitesi

Glenohumeral eklem top-soket tipinde insan vücudunun en hareketli eklemidir. Soket (glenoid fossa) yüzeyi topa (humerus başı) göre daha sığdır. Bu anatomi geniş bir hareket açıklığına imkan sağlarken dislokasyon riskini artırmaktadır. Geniş hareket açıklığı ve eklem stabilitesi arasındaki hassas denge statik ve dinamik stabilizörler tarafından sağlanır (11). Glenohumeral eklemin pasif stabilizörleri süperior, orta, inferior glenohumeral ligamanlar, labrum, eklem kapsülü, korakohumeral ligaman, korakoakromiyal ligaman ve eklem içi negatif basınçtır. Aktif stabilizörler ise rotator kaf kasları ve biseps tendonu uzun başıdır.

Glenohumeral instabilite humerus başının glenoid kavite merkezindeki pozisyonunun korunamaması olarak tanımlanmaktadır (34). Aktif ve pasif stabilizörlerde meydana gelecek pek çok patoloji instabiliteyle sonuçlanabilir.

Glenohumeral instabilite oluş mekanizmasına göre travmatik ve atravmatik olarak iki gruba ayrılabilir.

Travmatik instabilite; unilateral olması, Bankart lezyon birlikteliği ve cerrahi gerekliliği gibi özellikleri nedeniyle "TUBS" kısaltması (Traumatic, Unilateral, Bankart lesion, Surgery) ile de ifade edilmektedir. Bu vakaların yaklaşık %95'inde dislokasyon anterior-inferior-mediale doğru olur. Daha az sıklıkla posterior (%3) ve çok yönlü (%1) dislokasyon görülür (35). Bu nedenle travmatik omuz dislokasyonları sıklıkla anterior ve inferior labrum lezyonlarıyla ilişkilidir. Travmatik instabilite ile ilişkili labroligamentöz kompleks lezyonlarının başlıcaları; Bankart, Perthes ve HAGL lezyonlarıdır. İlk dislokasyondan sonra rekürren dislokasyon olma ihtimali hastanın yaşıyla ters orantılıdır. Genç hastalarda rekürren dislokasyon olma ihtimali fazla iken, yaşlı hastalarda bu oran azalır (35, 36).

Atravmatik instabilite; çok yönlü olması, bilateral olması, tedavide rehabilitasyon ve bazen inferior kapsüler şift operasyonu uygulanması nedeniyle ''AMBRI'' kısaltması (Atraumatic, Multidirectional, Bilateral, Rehabilitation, Inferior capsular shift) ile de ifade edilmektedir. Etyopatogenezinde glenohumeral eklemin stabilizörlerinden olan kapsüloligamentöz kompleksin laksitesi düşünülmektedir. Bu instabilite tipinde majör yapısal lezyon gösterilemez ancak MR artrografide kapsüler redundensi ve/veya künt, yuvarlak labrum izlenebilir.

Travmatik ve atravmatik instabilite spektrumu arasında kalan ''AIOS'' (Acquired Instability Overstress Shoulder) olarak kısaltılan edinsel tipte bir instabilite de mevcuttur. Genellikle yüzme, tenis, basketbol gibi baş üstü omuz hareketlerinin sık yapıldığı aktivitelerle ilgilenenleri etkiler. Etyolojisinde tekrarlayan mikrotravmalar sorumlu tutulmaktadır (37). Bu hastalar abduksiyon ve eksternal rotasyon sırasında ağrıdan yakınırlar.

Glenohumeral instabilite ve dislokasyonun değerlendirilmesinde başlangıç görüntüleme yöntemi direkt grafidir. Direkt grafi kemik anatomi, Bankart lezyonları ve Hill-Sachs lezyonlarının değerlendirilmesinde kullanılır. Yumuşak dokuları değerlendirmede yüksek kontrast ve yüksek uzaysal çözünürlük özellikleriyle MRG diğer görüntüleme yöntemlerinden üstündür. MR artrografide eklem içerisine verilen kontrast madde ile eklem kapsülünde distansiyon sağlanarak eklem içi yapılar arasındaki mesafe artırılır. Bu sayede labrum ve ligamentöz yapıların değerlendirilmesi, patolojilerinin tespit edilmesi kolaylaşır ve tedavi planlamasında ayrıntılı bilgi elde edilir (38).

2.2.1.2. Bankart Lezyonu

Anterior omuz dislokasyonunun sık bir komplikasyonu olan Bankart lezyonu skapular periostun rüptürü ile birlikte anteroinferior labroligamentöz kompleksin glenoidden ayrılmasıdır. Labroligamentöz kompleks hasarı glenoid kemik hasarıyla birlikteyse osseoz Bankart lezyonu olarak isimlendirilir.

Bankart onarımında kopan labral fragman tekrar glenoid rime sabitlenir. Bu vakalarda preoperatif görüntüleme lezyonun uzanımını, cerrahi prosedürü ve hastanın prognozunu belirlemek amacıyla yapılır (39). MR artrografi Bankart ve Bankart varyant lezyonlarının tespitinde %88 sensitivite ve %91 spesifite ile oldukça etkili bir görüntüleme yöntemidir (40). ABER (abduksiyon ve eksternal rotasyon) pozisyonunda MR artrografi ile İGHL ve anteroinferior kapsülde gerilme sağlanarak doğruluk oranı artırılabilir (39).

Posterior skapular periostun rüptürü ile birlikte posteroinferior labroligamentöz kompleksin glenoidden ayrılması durumuna ise revers Bankart lezyonu denilmektedir.

2.2.1.3. Perthes Lezyonu

Perthes lezyonu anteroinferior labrumun yırtılıp glenoid rimden ayrıldığı ancak skapular periosttan ayrılmadığı Bankart varyantı bir lezyondur. Bankart

lezyonunun aksine skapular periost kopmamıştır. Nötral pozisyonda MR görüntülerde labrum skapular periosttan ayrılmadığı için normal lokalizasyonunda kalıp kontrast maddenin labral defekte geçişini engelleyebilir. Bu durum Perthes lezyon tanısını güçleştirir. Perthes lezyonunun tanısında ABER pozisyonu inferior glenohumeral ligamanı gerip hasarlı labrumu glenoid rimden uzaklaştırdığı için nötral pozisyona göre daha yüksek tanısal değere sahiptir (41).

2.2.1.4. ALPSA (Anterior Labroligamentous Periosteal Sleeve Avulsion)

ALPSA lezyonu da Bankart varyantı bir lezyondur. Perthes lezyonunda olduğu gibi skapular periost intakttır ve periost skapuladan sıyrılmıştır. Perthes lezyonundan farklı olarak anteroinferior labrum glenohumeral ligamanla birlikte inferomediale yer değiştirerek glenoid boynu komşuluğuna yerleşir. Bankart ve ALPSA lezyonları benzer mekanizmayla oluşur. İki lezyonda da glenohumeral eklemin anteroinferior stabilize edici yapılarında hasar meydana gelir (41).

Tanı konulamazsa deplase fragmanlar sinoviyalizasyon ve granülasyon dokusuyla iyileşir. Bunun sonucunda tekrarlayan subluksasyon ve dislokasyonlar meydana gelebilir. Cerrahi tedavide ise skapular boyun ve glenoid rim seviyelerinde diseksiyon tercih edilir. Bu nedenle ALPSA lezyonunda doğru tanı hastanın prognozu ve cerrahi tedavi planlaması için önemlidir. ADIR (adduksiyon ve internal rotasyon) pozisyonunda alınan MR artrografi görüntüleri ALPSA lezyonlarının tanısında yüksek doğruluğa sahiptir (42).

Tekrarlayan subluksasyonlar veya posterior dislokasyonlar nedeniyle benzer patolojilerin posteroinferior labrumda gözükmesi ise POLPSA (posterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion) lezyonu olarak tarif edilir.

2.2.1.5. GLAD (Glenolabral Articular Distruption)

GLAD lezyonu anteroinferior glenoid kartilaj hasarı ile birlikte yüzeyel anteroinferior labrum yırtığının bulunmasıdır. Kıkırdak hasarı fokal defekt şeklinde olabileceği gibi flep tarzı yırtık veya kıkırdağın glenoidden tamamen kopması

şeklinde de olabilir. ABER pozisyonundaki kolun adduksiyona zorlanması sonucu oluşur (19). Hastalarda persistan omuz ağrısı bulunur. Ancak fizik muayenede omuz instabilitesi bulgusu tespit edilemez. Tedavi seçenekleri arasında glenoid artiküler kondroplasti veya debridman yer alır (43).

MR artrografi eklem içi kontrast maddenin kıkırdak defekte geçişi ile kıkırdak hasarının tespitinde tanıya katkı sağlar. Ayrıca sağladığı eklem kapsülü ekspansiyonu ile varsa kopan kıkırdak fragmanın tespitini kolaylaştırır.

2.2.1.6. HAGL (Humeral Avulsion of Inferior Glenohumeral Ligament)

Kol doksan derece abduksiyon ve eksternal rotasyondayken İGHL kolun primer anterior stabilizörüdür. İGHL'nin humeral insersiyon noktası yakınında kopması HAGL lezyonu olarak tanımlanır. HAGL lezyonu izole olarak görülebilir ancak vakaların çoğunda rotator kaf yırtığı, Bankart lezyonu, labral yırtık, Hill-Sachs lezyonu gibi patolojiler eşlik eder (44). Bu patolojilere eşlik eden HAGL lezyonlarının tespit edilememesi yetersiz cerrahi onarım ve semptomların tekrarı ile sonuçlanır.

HAGL lezyonunun noninvaziv tanısı için MRG gereklidir. Normal omuzda İGHL aksiller poşu koronal oblik görüntülerde U şeklinde bir yapıdır. İGHL yırtılması sonucunda U şekli bozulur ve J şeklinde gözükmeye başlar. İGHL humeral yapışma yerinden eklem sıvısının, MR artrografi yapılmışsa da kontrast maddenin ekstravazasyonu izlenir.

İGHL humeral insersiyon noktasındaki avülsiyon fraktürü BHAGL (Bony Humeral Avulsion of Inferior Glenohumeral Ligament) lezyon olarak tanımlanır (45). Labrumda hasar olmadan İGHL'nin labral tutunma yerine yakın taraftan yırtılması ise GAGL (Glenoid Avulsion of Glenohumeral Ligaments) lezyon olarak tanımlanır. Bu lezyonlarda anterior instabilite ile ilişkilidir (46).

2.2.1.7. Hill-Sachs Defekti

Hill-Sachs lezyonu humerus başı posterosüperolateralinde oluşan kompresyon fraktürüdür. Glenohumeral eklemin anterior dislokasyonu sırasında humerus başı posterolaterali ve anterior glenoid rim arasında meydana gelen impaksiyon sonucu oluşur. Hill-Sachs lezyonu nadiren izole olarak görülür. Genellikle anterior kapsülolabral, glenohumeral ligamentöz patolojiler ve glenoid kemik fraktürleri ile birliktedir (47). Anteroinferior glenoid kaybı yeterince büyük olduğunda tekrarlayan omuz çıkıklarına yol açar.

Revers Hill-Sachs lezyonu ise posterior omuz dislokasyonu sonucu humerus başı anterosüperomedialinde meydana gelen kemik defekttir. Görüntülemede ilk basamak direkt grafidir. İnternal rotasyonda alınan AP görüntülerde daha iyi görülür. Küçük defektlerin direkt grafi ile tespiti zordur. Özellikle 3 boyutlu BT görüntüler kemik kaybını değerlendirmede diğer görüntüleme yöntemlerinden üstündür (48). MRG'de akut-subakut evrede humerus başındaki kemik iliği ödemi izlenir. MRG Hill-Sachs lezyonuna eşlik eden Bankart ve Bankart varyant lezyonları göstermede faydalı bilgiler sağlar.

2.2.1.8. Süperior Labrum Anterior-Posterior (SLAP) Yırtığı

SLAP lezyonu, biseps tendonu uzun başı orijini düzeyinde yerleşimli anterior ve posteriora da uzanabilen labrum yırtığıdır. Bu yırtık SGHL, OGHL, biseps tendonu uzun başı gibi çevredeki diğer yapılara da uzanabilir. Biseps tendonu uzun başının ani ve güçlü bir şekilde traksiyonu sonucu oluşabileceği gibi açık kol üzerine düşme ve yüzücülerde olduğu gibi tekrarlayan baş üstü hareketlerle de oluşabilir (17). Hastaların çoğunun nonspesifik omuz ağrısı bulunduğu için SLAP lezyonlarının tanısı zordur. Tedavi seçenekleri arasında labral yırtığın derecesi ve uzanımına bağlı olarak labral debridman, labral tamir, biseps tenodezi, biseps tenotomisi yer alır (47, 48). Bu nedenle SLAP lezyonlarının uzanımlarının MRG raporlarında belirtilmesi önemlidir.

Snyder ve ark. 1990 yılında süperior labrumla sınırlı 4 tip SLAP lezyon tanımladılar (51). Daha sonra radyoloji literatüründe yeni sınıflamalar geliştirilmiştir ve şu anda 10 SLAP lezyon tipi tanımlanmıştır.

Tip I: Labrumda ve biseps tendonu orijininde yırtık olmadan süperior labrumun dejenerasyonu ve yıpranmasıdır. Yaşlanmaya bağlı dejeneratif değişikliklerle ve tekrarlayan baş üstü omuz hareketleri yapanlarda mikrotravmayla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Tip II: Biseps tendonu uzun başı yapışma yerinde süperior labrumda yırtık vardır. Tekrarlayan mikrotravmalarla ilişkilidir ve en sık görülen SLAP lezyon tipidir.

Tip III: Süperior labrumun kova sapı yırtığıdır. Yırtılan fragman ekleme doğru deplasedir. Biseps tendonu uzun başı orijininde patoloji yoktur.

Tip IV: Süperior labrumdan biseps tendonu uzun başına doğru uzanım gösteren kova sapı yırtığıdır.

Tip V: Süperior labrum ve anteroinferior labrumu etkileyen yırtıktır.

Tip VI: Anstabil flap tarzında biseps tendonu uzun başına uzanan labral yırtıktır**.**

Tip VII: OGHL'a uzanan SLAP lezyonudur.

Tip VIII: Süperior labrum ve posteroinferior labrumu etkileyen yırtıktır.

Tip IX: Süperior labrumdaki yırtık anterior ve posterior labruma uzanarak labrumu çepeçevre sarmaktadır.

Tip X: Süperior labrumdan rotator intervale uzanıp SGHL, korakohumeral ligaman, rotator interval kapsülü gibi yapıları etkileyen yırtıktır.

2.2.2. Rotator Kaf Patolojileri

2.2.2.1. İmpingement (Sıkışma) Sendromları

İmpingement (sıkışma) sendromları yumuşak dokuların omuz içerisinde tuzaklanması ile karakterize bir grup durumu tanımlamaktadır. Etyolojisinde glenohumeral eklemdeki yapısal ve/veya fonksiyonel patolojiler yer almaktadır.

2.2.2.1.1. Primer Ekstrensek İmpingement

2.2.2.1.1.1. Subakromial İmpingement (Sıkışma)

Subakromial boşluk süperiorda akromiyonun alt yüzeyi, korakoakromial ligaman ve akromioklaviküler eklem, inferiorda ise humerus başı arasında kalan alandır. Akromiyonla humerus başı arasındaki mesafe direkt grafilerde 10-15 mm arasındadır. Bu iki yapı arasında supraspinatus tendonu, biseps tendonu uzun başı ve subakromial bursa bulunur. Bu yapılardaki herhangi bir anormallik subakromial sıkışmaya neden olabilir (52).

Neer sıkışmanın üç evresini tanımlamıştır. Evre 1 sıkışmada subakromial bursa ve kafta ödem ve hemoraji vardır. Hastalar genellikle 25 yaş altındadır. Evre II sıkışmada, rotator kafın tendiniti ve fibrozisi gibi geri dönüşü olmayan değişiklikler vardır ve genellikle yirmi beş ila kırk yaşlarındaki hastalarda görülür. Evre III sıkışmada, rotator kafın kısmi veya tam kat yırtılması gibi daha kronik değişiklikler görülür ve genellikle kırk yaşından büyük hastalarda görülür (53).

Subakromial sıkışma sendromu tanısında Neer ve Hawkins testleri kullanılır. Neer testinde internal rotasyondaki kola zorlu fleksiyon yaptırılır. Hawkins testinde 90 derece fleksiyondaki kola internal rotasyon yaptırılır. Bu sırada ağrı olması durumunda test pozitif kabul edilir. Hegedus ve arkadaşları yaptıkları çalışmaya göre Neer testinin sensitivitesini %72, spesifitesini %60; Hawkins testinin sensitivitesini %79, spesifitesini ise %59 olarak bulmuştur (54).

Subakromial sıkışma klinik bir tanıdır. Sadece görüntülemeye dayanarak subakromiyal sıkışma tanısı konulmamalı veya dışlanmamalıdır. Bununla birlikte görüntülemenin tanıyı desteklemede ve sıkışmanın olası nedenini bulmada önemli bir rolü vardır. Direkt grafide subakromial osteofitler, humerus büyük tüberküldeki kistler görülebilir. Subakromial spurlar ve korakoakromial ligaman ossifikasyonu sagital oblik MR görüntülerde tespit edilebilir. Bu görüntülerde subakromial mesafe ölçülebilir ve akromion morfolojik tipi belirlenebilir (55). Subakromial bursit ve supraspinatus tendon patolojileri koronal oblik görüntülerde daha iyi değerlendirilir.

2.2.2.1.1.2. Subkorakoid İmpingement (Sıkışma)

Subkorakoid sıkışma humerus başı ve korakoid çıkıntı arasındaki mesafenin daralması sonucunda subskapularis tendonu ve biseps tendonu uzun başının subkorakoid mesafede sıkışmasıdır. Friedman ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmaya göre sağlıklı bireylerde korakohumeral mesafe ortalama 11 mm, subkorakoid sıkışma semptomu olan hastalarda ise 5,5 milimetredir (56). Subkorakoid mesafe konjenital olarak dar olabileceği gibi korakoid çıkıntı apeksinin kalsifikasyonu veya rotator kaf yırtığına sekonder humerus başının anterosüperiora kayması sonucu da daralabilir.

Klinik olarak subkorakoid impingement adduksiyon, internal rotasyon ve fleksiyon ile artan anterior omuz ağrısıyla karakterizedir. Bu pozisyon korakoid çıkıntı ve humerus başı küçük tüberositi arasında kalan korakohumeral mesafeyi daraltır. Bunun sonucunda bu mesafede yer alan subskapularis tendonu, biseps tendonu uzun başı ve orta glenohumeral ligaman sıkışır.

Subkorakoid sıkışma sebebiyle ortaya çıkan subskapularis yırtığında sadece subskapularis yırtığının tamiri hastanın semptomlarını düzeltmeyeceği için operasyon öncesi subkorakoid sıkışma tanısının konması önemlidir (57).

2.2.2.1.2. Sekonder Ekstrensek İmpingement (Sıkışma)

İnstabiliteye bağlı sekonder impingement sporculardaki impingementa bağlı ağrının en sık nedenidir (58). Korakoakromial ark morfolojisi normal olmasına

rağmen humerus başının glenoid fossadaki instabilitesi sonucu rotator kafta sıkışma olduğu için sekonder impingement olarak adlandırılmaktadır. Temel sorun instabilite olmasına rağmen sekonder ekstrensek impingement glenohumeral dislokasyon sonucu nadiren ortaya çıkar. Genellikle yüzme ve fırlatma sporları gibi baş üstü omuz hareketleri yapan sporcularda görülür. İnstabilite başlangıçta hafif düzeydedir ve genellikle asemptomatiktir, ancak bu durum zamanla eklem kapsülünde laksite ve glenohumeral bağlarda gerilmeye neden olur. Eklem kapsülü ve bağlardaki bu durum rotator kafın daha fazla çalışmasına ve korakoakromial arkla daha fazla temas etmesine neden olur. Rotator kaf ve biseps tendonu uzun başındaki hasar ve zayıflama sonucu humerus başı süperiora migrasyon gösterir ve rotator kaf kaslarını özellikle supraspinatus tendonunu sıkıştırır (59).

Tedavi başarısı için doğru tanının konması gerekmektedir. Sekonder ekstrensek sıkışmada asıl sorun glenohumeral instabilitedir ve tedavide kapsüloligamentöz laksiteye yönelik müdahale yapılmaktadır. Primer ekstrensek sıkışma tedavisinde ise korakoakromial arka müdahale edilmektedir. MR artrografi kapsül ve bağlardaki laksiteyi ve humerus başının süperiora migrasyonunu göstererek tanıya katkıda bulunabilir.

2.2.2.1.3. İnternal İmpingement (Sıkışma)

İnternal sıkışma humerus başı büyük tüberositi ile posterosüperior glenoid köşe arasında aşırı ve tekrarlayan temas sonucu oluşan bir durumdur. Posterior süperior sıkışma olarak da adlandırılmaktadır. Abduksiyon ve eksternal rotasyon sırasında oluşur. Sıkışan yumuşak dokular infraspinatus süperior lifleriyle supraspinatus posterior lifleri ve posterosüperior labrumdur (60).

Hastalar posterior omuz ağrısı ve instabiliteyle başvururlar. Genellikle yüzme, voleybol, beyzbol ve tenis gibi tekrarlayan zorlu abduksiyon ve eksternal rotasyon hareketleri yapılan aktivitelerle uğraşanlarda görülür.

Tipik MRG bulguları supraspinatus ve infraspinatus tendonlarının ekleme bakan yüzeylerinde parsiyel yırtık, posterosüperior labral yırtık ve humerus başında

infraspinatus tendonuna yakın komşulukta kistleri içerir. Hastalarda bu lezyonların biri ya da birkaçı bulunabilir. Asemptomatik kişilerde de bu MRG bulgularına rastlanabilmektedir. Bu yüzden tanıda hem radyolojik bulgular hem de fizik muayene bulguları birlikte değerlendirilmelidir (61).

2.2.2.1.4. Anterosüperior İnternal İmpingement (Sıkışma)

Anterosüperior sıkışma sendromu subskapularis tendonu ekleme bakan yüzeyi ile biseps pulleyinin humerus başı ve anterosüperior glenoid köşe arasında sıkışmasıdır.

Anterosüperior impingement ilk olarak Gerber ve arkadaşları tarafından tekrarlayan sürtünme sonucu biseps pulleyde yırtık ve subskapularis tendonu ekleme bakan yüzeyde kısmi yırtık olarak tanımlanmıştır (62). Habermeyer ve arkadaşları yaptıkları çalışmada tekrarlayan baş üstü omuz hareketleri ile anterosüperior impingement arasında bir ilişki olmadığını öne sürdüler. Biseps pulley hasarı ve subskapularis yırtığının anterosüperior impingement için başlatıcı faktör olduğunu daha sonra biseps tendonu uzun başının mediale sublukse olduğunu ve bunun sonucu humerus başının anterosüperiora migrasyon göstererek impingementa yol açtığı sonucuna vardılar.

Anterosüperior impingementın MR ve MR artrografik bulguları arasında; subskapularis ve supraspinatus lezyonlarının ekleme bakan yüzeylerinde kısmi yırtık, biseps pulley lezyonları, biseps tendonu uzun başının mediale subluksasyonu ve anterosüperior labrumda dejenerasyon yer almaktadır (63).

2.2.2.2. Rotator Kaf Yırtıkları

Rotator kaf yırtıkları omuz ağrısının yaygın nedenlerindendir. Rotator kaf yırtığının etyoloji ve patogenezinde hem intrinsik hem de ekstrinsik faktörler rol oynar. Yaş ile ilişkili mikroskobik değişiklikler ve azalmış vaskülarite gibi intrinsik faktörler tendonu dejeneratif yırtığa meyilli hale getirir. Subakromiyal sıkışma, internal sıkışma, travma ve glenohumeral instabilite gibi ekstrensek faktörler de bu

patolojiye katkıda bulunur (64). Yaş ile rotator kaf yırtığı sıklığı artmaktadır. Milgrom ve arkadaşları yaptıkları çalışmada rotator kaf yırtığı prevalansını 40-60 yaş arası bireylerde %5-11, 70 yaş üstü bireylerde %80 olarak bulmuştur (65). Bu durum, etyolojide dejenerasyon ve mikrotravmanın ağırlığını göstermektedir.

MR görüntüleme tedavi şekli ve hastanın prognozunu etkileyen yırtık boyutu, yırtık derinliği, tendon retraksiyonu, yırtık şekli gibi konular hakkında önemli bilgiler sağlar. Buna ek olarak rotator kafın fizyolojik ve mekanik durumuna etkisi olan kas atrofisi, yağlı dejenerasyon ve yırtığın komşu yapılara uzanımı MRG ile gösterilebilir.

Parsiyel yırtıklar lokalizasyonuna göre artiküler yüz, bursal yüz ve intrasubstans yırtıklar olarak sınıflandırılır. Artiküler yüzdeki parsiyel rotator kaf yırtıkları bursal yüzden daha sık görülür ve persistan omuz ağrısı ve işlev bozukluğuna sebep olabilir. Parsiyel kat rotator kaf yırtığının derinliği arttıkça tendonun sağlam kısımlarındaki liflerine ve diğer rotator kaf tendonlarına düşen yük artar. Bunun sonucunda yırtık boyutları artarak tam kat yırtığa dönüşebilir.

DeOrio ve ark. rotator kaf yırtıklarının en derin boyutunu dikkate alarak küçük (<1cm), orta (1-3cm), geniş (3-5cm) ve masif (5cm) olarak sınıflandırmıştır (66).

Codman rotator manşet lezyonlarını şu şekilde sınıflandırmıştır (67):

1. Tendonun tüm katlarını etkilemeyen bursal yüzde veya ekleme bakan yüzdeki kısmi yırtıklar
2. Tendonun tüm katlarını içeren eklem kavitesi ile subakromial-subdeltoid bursa arasında bağlantı oluşturan yırtıklar
3. Tendonun tüm liflerini etkileyen komplet yırtıklar.

Elman sınıflaması ise hem artiküler hem de bursal yüzdeki yırtıklar için kullanılır. Bu sınıflamaya göre grade 1 3 mm'den küçük (tendon kalınlığının %25'i)

grade 2 3-6 mm (tendon kalınlığının %25-50'si) grade 3 6 mm'den büyük (tendon kalınlığının %50'sinden büyük) yırtıkları ifade eder (68).

Tendon retraksiyonu tendon yırtığının cerrahi tedavi başarısını azaltan önemli bir faktördür. Retraksiyon sonrası kasta aktivite azalmasına bağlı atrofi ve yağlı dejenerasyon olur. Patte sınıflaması supraspinatus tendonu tam kat yırtıklarında tendon retraksiyonunu derecelendirmek için kullanılır. Buna göre kopan tendon kemik insersiyon noktasına yakın yerleşimli ise grade 1, humerus başı seviyesinde ise grade 2, glenoid seviyesinde ise grade 3 olarak derecelendirilir (69).

Muskuler atrofi ve yağlı dejenerasyona bağlı kasın kontraktilitesinin azalması durumunda da rotator kaf tamiri sonucu optimal fonksiyonel sonuç elde edilemeyecektir. Bu nedenle MR görüntüleri değerlendirirken kas volümleri de dikkate alınmalıdır. Doğrudan hacim ölçümü daha kesin ancak pratik olmayan bir yöntemdir (70). Sagital görüntülerde spina skapula ve korakoid çıkıntı süperioru arasında çizilen çizgi supraspinatus kas volümünü değerlendirmek için kullanılmaktadır. Supraspinatus kasının bu çizginin altında kalması durumunda atrofik olduğu kabul edilir (71). Thomazeau ve ark. yaptıkları çalışmada sagital oblik görüntülerde supraspinatus kası yüzey alanının supraspinatus fossa yüzey alanına oranını supraspinatus atrofisini değerlendirmek için kullandılar (72). Bu oran 0,40 ve altında ise kasta ciddi atrofi olduğunu ve cerrahi tedavi başarısızlığı ile ilişkili olduğunu tespit ettiler.

Rotator kaf yırtıklarının komşu yapılara uzanımı da hastanın prognozunu etkileyen önemli bir faktördür. Supraspinatus tendon yırtıkları korakohumeral ligamana, subskapular tendona ve infraspinatus tendonuna uzanabilir. Gazielly ve ark. yaptıkları çalışmada rotator intervale uzanan supraspinatus tendon yırtıklarının cerrahi sonrası rekürrensinin sadece supraspinatusta yırtığı olan hastalarla karşılaştırıldığında üç kattan daha fazla olduğunu gösterdiler (73). Rotator kaf tamiri standart cerrahi yaklaşımında subskapular yırtığı görmek zor olabileceği için MR görüntülemede subskapular tendondaki yırtığı tespit etmek tedavi başarısı için önemlidir (74).

2.2.3. Omuz Ekleminin Diğer Patolojileri

2.2.3.1. Adeziv Kapsülit

Donuk omuz olarak da bilinen adeziv kapsülit omuz eklem kapsülü ve çevresindeki sinovyumun kalınlaşıp kontrakte olması ile karakterize bir durumdur. Toplumun %2-5'ini etkilemektedir. Genellikle 5.-7. dekadlarda görülmektedir. Diyabet majör risk faktörüdür. Diyabet hastalarında prevalansı %13'tür ve adeziv kapsülitli hastaların %30'unda diyabet hastalığı eşlik etmektedir (75).

Adeziv kapsülit primer (idiyopatik) ve sekonder olmak üzere iki ana tipe ayrılır. Primer adeziv kapsülitte predispozan bir faktör bulunamaz. Sekonder adeziv kapsülit diyabet ve hipertiroidi gibi endokrin sebeplere majör ya da minör tekrarlayan travmaya, cerrahi veya romatolojik hastalıklara sekonder ortaya çıkmaktadır.

Adeziv kapsülit tanısı genellikle klinik olarak konulur. Hastalarda kademeli olarak artan omuz ağrısı ile birlikte omuz hareket açıklığında azalma vardır. Görüntüleme klinik olarak adeziv kapsülit ayırıcı tanısında yer alan osteoartroz, inflamatuar artritler ve rotator kaf impingement sendromu gibi diğer patolojileri dışlamak için kullanılır. MR artrografi de rotator interval kapsülü ve korakohumeral ligamanda kalınlık artışı, eklem hacminde azalma, aksiller reses ekspansiyonunda kısıtlılık ve subkorakoid triangüler yağ yastığında obliterasyon gibi bulgular adeziv kapsüliti düşündürmektedir (76). Tedavide nonsteroid antienflamatuar ilaçlar, fizyoterapi, intraartiküler steroid enjeksiyonları, anestezi altında kapalı manipülasyon ve artroskopik kapsüler serbestleştirme gibi yöntemler kullanılmaktadır.

2.2.3.2. Kalsifik Tendinit

Kalsiyum fosfat kristallerinin rotator kaf tendonlarında birikmesiyle karakterize bir hastalıktır. Genellikle 30-50 yaşlar arasında görülür. En sık supraspinatus tendonunda görülür. Hastalarda spontan ortaya çıkan şiddetli ağrı görülür. Bazen omuzda adeziv kapsülit benzeri tabloyla karışan katılık olabilir.

Tedavide subakromiyal steroid enjeksiyonları, kalsifik materyalin perkütanöz aspirasyonu, ekstrakorporeal şok dalga tedavisi gibi yöntemler kullanılır. Hastaların yaklaşık %10'u konservatif tedaviye dirençlidir. 6 aydan uzun süren ciddi semptomları olan hastalar cerrahi tedaviye ihtiyaç duyarlar (77).

2.2.3.3. Paraglenoid labral kistler

Paraglenoid labral kistler MRG'de sık rastlanılmayan ancak labral yırtıklarla ve tuzak nöropatisiyle ilişkili olabilen lezyonlardır (78). Sıklık sırasına göre glenohumeral eklemin posterior, anterior ve süperiorunda yerleşim gösterirler. İnferior yerleşim oldukça nadirdir (79). Labral yırtıklarla ilişkili olabilecekleri için tespit edilmeleri durumunda labrum daha dikkatli değerlendirilmelidir. Supraskapuler çentiğe yakın yerleşimli kistler supraspinatus sinirine bası yaparak tuzak nöropatisine neden olabilirler. MR görüntülemede sinirde sinyal ve boyut artışı gibi direkt bulgular gözlenebileceği gibi kaslarda tuzak nöropatisine bağlı indirekt değişiklikler de gözlenebilir. Akut denervasyonda supraspinatus ve infraspinatus kaslarında sıvı duyarlı sekanslarda sinyal artışları gözlenir. Kronik denervasyonda ise bu kaslarda atrofi ve yağlı infiltrasyon gözlenir (80).

2.2.3. Biseps Pulley Lezyonları

Biseps tendonu uzun başı supraglenoid tüberkülden ve glenoid labrumun posterosüperiorundan orijin aldıktan sonra bisipital oluğa girmeden önce rotator intervalden geçer. BTUB, rotator intervaldeki seyri boyunca biseps pulley tarafından stabilize edilir. Biseps pulleyi SGHL, KHL, supraspinatus ve subskapularis tendonu distal lifleri oluşturur.

Biseps pulleydeki hasar BTUB'da instabiliteye neden olur. Biseps pulley lezyonları travmatik ya da dejeneratif olabilir. Travmatik lezyonları eksternal ya da internal rotasyondaki gergin kol üzerine düşme sonucu meydana gelir. Kronik lezyonlar tekrarlayan mikrotravmalar sonucu oluşur. Biseps pulleye yakın yerleşimleri nedeniyle anterior supraspinatus ve süperior subskapularis tendon

yırtıkları SGHL ve KHL'a uzanarak rotator kaf yırtıklarına sekonder de biseps pulley lezyonları görülebilir (81).

Pulley lezyonlarının klinik teşhisi zordur ve fizik muayene testlerinin özgüllüğü de düşüktür. Biseps patolojilerine eşlik eden sıkışma sendromları ve rotator kaf yırtıkları da fizik muayenede tanısal zorluklara neden olmaktadır. Ayrıca fizik muayene bulguları SLAP lezyonları gibi diğer patolojilerle karışmaktadır. Biseps patolojilerini tespit etmede tek bir fizik muayene bulgusu da yoktur. İzole biseps patolojilerini tespit etmek için Yergason, Speed, O'Brien, Bear Hug testi gibi çeşitli testler kullanılmaktadır. Bu testlerin sensitivitesi %38-79, spesifitesi ise %60-81 arasında değişmektedir (82). Bu sebeple pulley lezyonlarının tanısında MR artrografi ve artroskopi öne çıkmaktadır.

Açık cerrahi ve artroskopi sırasında biseps pulley lezyonları gözden kaçabileceği için 'gizli lezyonlar' olarak adlandırılır ve tanıda zorluklara neden olabilirler (82). MR artrografi biseps pulleyi oluşturan yapıları değerlendirmede diğer görüntüleme yöntemlerinden daha üstündür (83). Biseps pulley birbirine çok yakın seyreden küçük anatomik yapılardan oluşmaktadır. Üstelik bu yapılar distal sonlanma noktalarında birbirleriyle birleşmektedir. Bu yüzden konvansiyonel MR görüntülerinde biseps pulleyi oluşturan ligamanları değerlendirmek güçtür ve BTUB'nın seyri boyunca bazı kısımları da net değerlendirilemez. Direkt MR artrografide ise KHL, SGHL ve tüm seyri boyunca BTUB rahatlıkla değerlendirilebilir. Chung ve arkadaşlarının 32 kadavra omzunda konvansiyonel MR ve MR artrografiyi karşılaştırdıkları çalışmada rotator interval ve biseps pulleyin MR artrografi ile daha iyi değerlendirildiğini gösterdiler. Konvansiyonel MR'da korakohumeral ligamanı vakaların %60'ında görüntüleyebildiler, SGHL'ı ise hiçbir vakada görüntüleyemediler. MR artrografide ise tüm vakalarda SGHL ve korakohumeral ligamanı görüntüleyebildiler (84). Chandiani ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmaya göre SGHL yırtıklarının tanısında MR artrografinin %100 sensitivite, %94 spesifite ve %94 doğruluğa sahip olduğunu gösterdiler (82). Bu yüzden MR artrografi biseps pulley anatomisini ve lezyonlarını göstermede tercih edilen görüntüleme yöntemidir.

Bennet biseps subluksasyon ve instabilitesini şu şekilde sınıflandırmıştır (85).

Tip 1: Medial korakohumeral ligaman sağlamdır. İntraartiküler subskapularis tendonu yırtıktır. Biseps tendonu uzun başı bisipital olukta mediale subluksedir.

Tip 2: Subskapularis tendonu etkilenmemiştir**.** SGHL ve medial korakohumeral ligamanda yırtık vardır. Tip 1 lezyonda olduğu gibi biseps tendonu uzun başı mediale subluksedir.

Tip 3: Hem subskapularis tendonu hem de SGHL-medial korakohumeral ligaman kompleksinde yırtık vardır. Bu lezyonlarda biseps tendonu uzun başı bisipital oluktan disloke olabilir.

Tip 4: Supraspinatus tendonunda ve korakohumeral ligaman lateralinde yırtık vardır. Biseps tendonu uzun başı subskapuler tendon yüzeyine disloke olabilir.

Tip 5: Supraspinatus tendonunda, subskapularis tendonunda, lateral korakohumeral ligamanda ve SGHL-medial korakohumeral ligaman kompleksinde yırtık vardır.

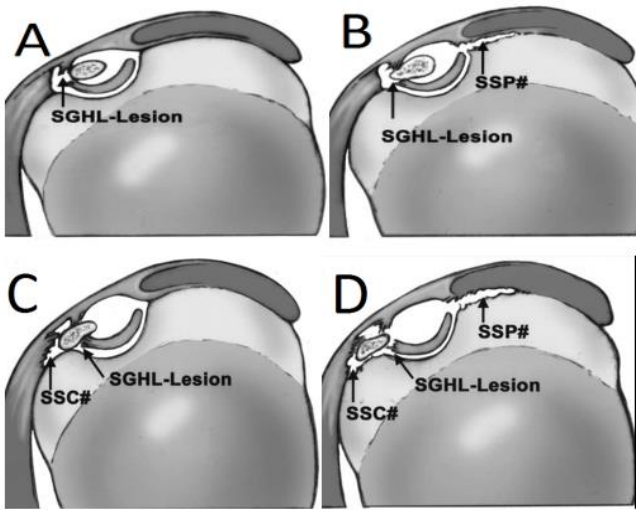
Habermeyer ve arkadaşları biseps pulley lezyonlarını dört gruba ayırmıştır (Şekil1) (86).

Grup 1: Sadece SGHL yırtıktır.

Grup 2: SGHL yırtığına ek olarak supraspinatus tendonu ekleme bakan yüzeyde parsiyel yırtık vardır.

Grup 3: SGHL yırtığı ile birlikte subskapularis tendonu ekleme bakan yüzeyde parsiyel yırtık vardır.

Grup 4: SGHL yırtığına ek olarak supraspinatus ve subskapularis tendonları ekleme bakan yüzeylerinde parsiyel yırtık vardır.



Şekil 1. Habermeyer grup 1 (A), grup 2 (B), grup 3 (C), grup 4 (D) lezyonlarının şematik gösterimi (86).

Biseps pulleyi oluşturan SGHL, KHL, subskapularis tendonu distal lifleri ayrı anatomik yapılardır ancak bir araya gelerek biseps tendonu uzun başı ve glenohumeral eklemi stabilize eden fonksiyonel bir birim oluştururlar. Sadece biseps pulley değil, biseps pulleyle birlikte çevredeki muskulotendinöz yapılarda (biseps tendonu uzun başı, labrum, rotator kaf) fonksiyonel ve anatomik bir birim olarak dikkate alınmalıdır. Bu sebeple bu birimi oluşturan yapılardan birinin hasarının tespit edilmesi durumunda, birimin diğer yapılarının da dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gereklidir. Sagital oblik ve aksiyel plan MR artrografi görüntülerinde bu yapıların normal anatomisi ve patolojileri efektif bir şekilde değerlendirilebilir.

2.3. Omuz Ekleminin Görüntülenmesi

2.3.1. Direkt Grafi

Omuz görüntülemede ilk basamak direkt grafilerdir. Direkt grafiler diğer görüntüleme yöntemlerine göre daha ulaşılabilir ve daha ucuzdur. Rutinde AP grafiler ve Y grafiler elde olunmaktadır. Çoğu fraktür ve dislokasyonu göstermede radyografiler yeterlidir. Ancak posterior dislokasyonların %60'ı rutin grafilerde gözden kaçmaktadır (87). Fraktür ve dislokasyon dışında kalsifik tendinit, tümör, dejeneratif ve enflamatuvar artritler gibi patolojiler de direkt grafilerde ortaya

konabilmektedir. Konvansiyonel radyografiden alınan sonuca göre diğer görüntüleme yöntemlerine başvurulmaktadır (88).

2.3.2. Ultrasonografi

Ultrasonografi rotator kaf tendonlarını, biseps tendonu uzun başını, akromioklavikuler eklemi, deltoid kası, kemik konturlarını ve subakromial-subdeltoid bursayı değerlendirmek için kullanılmaktadır.

Biseps instabilitesi statik ya da dinamik, parsiyel (subluksasyon) ya da komplet (dislokasyon) olabilir. Akut travma, dejenerasyon veya rotator kaf yırtığının rotator intervale uzanması sonucu biseps tendonunu bisipital olukta stabilize eden yapılarda (SGHL, KHL, supraspinatus tendonu anterior lifleri ve subskapularis tendonu süperior lifleri) meydana gelen hasar biseps instabilitesi ile sonuçlanır. Subluksasyonda BTUB bisipital oluğu terk etmemiştir. Bisipital olukta medialize seyirlidir veya küçük tüberosit üzerinde yer almaktadır. BTUB intakttır, fakat laks bir şekilde izlenir. Dislokasyonda ise biseps tendonu uzun başı küçük tüberositin medialine geçmiştir ve bisipital olukta izlenmemektedir. Diğer görüntüleme yöntemlerinde biseps tendonu uzun başı dinamik olarak değerlendirilmemektedir. Ultrasonografinin diğer görüntüleme yöntemlerine göre avantajı statik ve dinamik olarak elde olunan görüntülerde biseps instabilitesinin değerlendirilebilmesi ve diğer görüntüleme yöntemlerinde fark edilemeyecek dinamik instabilitenin tespit edilebilmesidir (89).

Omuz ultrasonografisi rotator kaf patolojilerini değerlendirmek için de kullanılmaktadır. Tendinoziste tendonda kalınlık artışı, ekojenite azalması izlenir, ancak tendon ekotekstürü korunmuştur. Parsiyel yırtıklarda keskin kenarlı fokal anekoik alanlar ya da mikst hipo-hiperekoik alanlar izlenir. Tam kat yırtıklarda ise tendonu artiküler yüzden bursal yüze kadar kat eden tam kat defekt mevcuttur. Teefey ve arkadaşlarının parsiyel rotator kaf yırtıklarında ultrason ve MRG'yi karşılaştırdıkları artroskopiyle korele değerlendirmede 19 yırtığın 13'ü ultrasonografi ile 12'si MRG ile doğru tanı almıştır (90). İannotti ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ultrasonografi ve MRG'nin tanısal doğruluğunu sırasıyla %70 ve %73 olarak bulmuşlardır (91). İki omuzu karşılaştırmalı değerlendirme imkanı

sağlaması, kolay ulaşılabilir ve ucuz olması ultrasonografinin avantajı iken operatör bağımlı olması ve omuzun tüm yapılarının değerlendirilememesi ultrasonografinin dezavantajlarıdır.

2.3.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

BT genellikle omuz travmalarında radyografide görülmeyen fraktürleri dışlamak için ya da radyografide tespit edilen kırığın uzanımını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Bankart lezyonlarında da glenoiddeki kemik defektinin boyutunun ölçülmesinde BT diğer görüntüleme yöntemlerinden üstündür (92). İnce kesit kalınlıklı görüntüler elde edilebildiği için osteoid osteoma nidusunun gösterilmesinde de BT başarılıdır (93).

Yumuşak doku çözünürlüğünün düşük olması nedeniyle konvansiyonel BT'nin kas ve ligaman patolojilerinde duyarlılığı düşüktür. Glenohumeral eklem içerisine iyotlu kontrast madde verilerek elde edilen BT artrografi görüntüleri ile yumuşak doku patolojilerinde de duyarlılığı artmıştır. Charousset ve arkadaşları, 259 hastanın preoperatif BT artrografisini ve artroskopisini karşılaştırarak yaptıkları çalışmada BT artrografinin supraspinatus yırtıkları için sensitivitesini %99, spesifitesini %100; infraspinatus yırtıkları için sensitivitesini %97.4, spesifitesini %99.5; subskapularis yırtıkları için sensitivitesini %64.7, spesifitesini %98.2 olarak buldular (94). Oh ve arkadaşları BT artrografi ve MR artrografiyi karşılaştırdıkları çalışmalarında tam kat yırtıklar için BT artrografinin sensitivitesini %89, spesifitesini %98; MR artrografinin sensitivitesini %100, spesifitesini %94 olarak buldular. Bu çalışmaya göre parsiyel yırtıklarda BT artrografinin spesifitesi %87 iken sensitivitesi ise %22 ile düşük bulunmuştur. SLAP lezyonlarında BT artrografinin tanısal doğruluğu %88, MR artrografinin %84; Bankart lezyonlarında BT artrografinin tanısal doğruluğu %93, MR artrografinin %99 bulunmuştur (95).

Çekim süresinin daha kısa olması nedeniyle hareket artefaktlarının daha az olması, metal artefaktlarının MRG'ye kıyasla görüntüyü daha az etkilemesi ve daha ucuz olması BT'nin avantajları iken yumuşak doku çözünürlüğünün düşük olması, iyonize radyasyon içermesi dezavantajları arasında yer almaktadır.

2.3.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme

MRG yüksek yumuşak doku rezolüsyonuna sahip, radyasyon içermeyen, multiplanar görüntüler elde edilebilen bir yöntemdir. Supin pozisyonunda kol adduksiyonda ve hafif eksternal rotasyondayken faz array koiller kullanılarak görüntüleme yapılır. Rutinde aksiyel, koronal oblik ve sagital oblik planlarda görüntüler elde edilmektedir. ALPSA/Perthes lezyonları gibi anteroinferior labroligamentöz lezyonlardan şüphelenildiği durumlarda tanısal sensitiviteyi artırmak için ABER (abduksiyon, eksternal rotasyon) ve ADİR (adduksiyon, internal rotasyon) pozisyonu eklenebilmektedir (39, 42).

MRG rotator kaf yırtıkları, biseps tendon patolojileri, kas planlarındaki yağlı atrofik değişiklikler ve kemik iliği değişikliklerini göstermede diğer görüntüleme yöntemlerinden daha fazla bilgi sağlar. Ancak eklem kapsülü, labrum, glenohumeral ligamanlar birbirine yakın yerleşimli olduğu için konvansiyonel MR görüntülerde bu yapılardaki patolojileri değerlendirmek zordur. MR artrografide eklem içerisine seyreltilmiş kontrast madde enjekte edilerek eklemde ekspansiyon meydana getirilir ve bu yapılar birbirlerinden uzaklaştırılır. Bu şekilde eklem kapsülü, labrum ve glenohumeral ligamanlar gibi yapıların değerlendirilmesi daha kolay hale gelir.

2.3.5. Manyetik Rezonans Artrografi

Direkt MR artrografi eklem içerisine seyreltilmiş gadolinyum solüsyonu enjekte edildikten sonra yapılan MR görüntüleme yöntemidir. Direkt MR artrografi deneyimli ellerde yapıldığında hızlı ve hastaya az rahatsızlık veren bir yöntemdir. Eklem distansiyonu ve eklem içi yapılar arasında iyi bir kontrast sağlar.

Glenohumeral eklemde MR artrografi eklem farelerinin (loose body) belirlenmesinde, labroligamentöz yapıların, kıkırdak yapıların ve rotator kafın patolojilerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Rotator kafın şüpheli tam kat yırtıklarını parsiyel yırtıklardan ayırmada diğer görüntüleme yöntemlerine üstündür. Rotator kafın ekleme bakan yüzündeki yırtıklarda eklem içerisine verilen kontrast defektten içeriye girer ve yırtığın uzanımı hakkında yararlı bilgiler sağlar. Tam kat

yırtıklarda eklem içerisine verilen kontrast subakromiyal-subdeltoid bursaya geçer. Konvansiyonel MR ile değerlendirilmesi zor olan Bankart varyant lezyonlarının tiplerinin belirlenmesinde de MR artrografi konvansiyonel görüntülere göre daha ayrıntılı bilgi sağlar.

Glenohumeral ekleme kontrast enjeksiyonu USG veya floroskopi eşliğinde yapılabileceği gibi görüntüleme yöntemi kullanılmadan da yapılmaktadır. Kontrast solüsyonunun absorbsiyonunu ve kapsüler distansiyon kaybını önlemek için kontrast madde enjeksiyonunu takiben 30 dakika içerisinde MR görüntüleme işlemi başlatılmalıdır (96). Görüntüleme işleminin gecikmesi durumunda eklem distansiyonu azalacağı için eklem içi yapıların değerlendirilmesi zorlaşacaktır. Ayrıca kontrast madde sinovyal yüzeylerden emilmeye başlayacak ve bu durum eklem kapsülünün değerlendirilmesinde tanısal hatalara yol açacaktır. Eklem içi kontrast madde enjeksiyonunu takiben aksiyel, koronal oblik ve sagital oblik T1 ağırlıklı yağ baskılı MR görüntüler alınır (97).

Enjeksiyon işlemi sırasında subakromiyal-subdeltoid bursaya konrast geçişi yanlış rotator kaf tam kat yırtığı tanısı konmasına neden olabilir. Enjeksiyon sırasında eklem içerisine az miktarda hava enjekte edilmesi durumunda sinyalsiz hava kabarcıkları eklem faresi veya hemosiderin ürünleri ile karıştırılabilir. Eklemin özellikle anterosüperiorunda izlenen sinyalsiz alanların tespitinde ön planda hava kabarcığı olma ihtimali akla gelmelidir (96).

İndirekt MR artrografi ise intravenöz yoldan kontrast madde enjeksiyonundan 5-15 dakika sonra MR görüntülerinin elde edildiği bir yöntemdir. Bu sırada intravenöz yoldan verilen kontrastın eklem içerisine difüzyonunu kolaylaştırmak için hastaya omuz egzersizleri yaptırılır. Kontrast madde kapiller yataktan eklem aralığına sızmaktadır. Eklem içi enjeksiyon gerektirmemesi bu yöntemin avantajı iken, eklem distansiyonu sağlamaması dezavantajıdır. Eklem sıvısı, bursalar ve yumuşak dokular kontrastlandığı için eklem aralığındaki sıvı ile bursaların ve yumuşak dokuların patolojik bağlantısını tespit etmedeki yetersizliği bu yöntemin diğer dezavantajıdır (98).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Hasta Seçimi

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun 30.08.2021 tarih ve 6 sayılı oturumun 28 sayılı kararı ve Dahili Tıp Bilimleri Bölüm Kurulu'nun 17.06.2021 tarih ve 6 sayılı oturumun 46 sayılı kararı ile tez çalışması olarak uygun görülmüş ve onay almıştır.

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalımızda 2017 Eylül-2022 Mart ayları arasında 3T MRG cihazında çekilmiş olan direkt MR artrografi görüntüleri incelendi. Toplamda 510 direkt MR artrografi görüntüsü değerlendirildi.

SLAP, Bankart-Bankart varyant lezyonları, rotator kaf tam kat rüptürü, biseps tendonu uzun başı rüptürü ve dislokasyonu gibi glenohumeral instabiliteye neden olan patolojiler dışlama kriteri olarak kabul edildi. Bunların dışında opere hastalar, adeziv kapsülit bulguları olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Kontrol grubu MR artrografi görüntülerinde patoloji tespit edilmeyen 30 olgudan oluşmaktaydı. Biseps pulley lezyonu olan ancak biseps tendonu uzun başında dislokasyon olmayan 56 olgu biseps tendon instabilitesi olduğu kabul edilerek Habermeyer sınıflamasına göre 4 gruba ayrıldı. Habermeyer grup 1'de 24, grup 2'de 17, grup 3'te 8 ve grup 4'te 7 olgu vardı.

3.2. MR Görüntüleme

İncelenen görüntülerin tamamı 3 Tesla MR (Magnetom Skyra, Siemens Healthcare, Erlangen, Almanya) cihazından elde edildi. Tetkik hasta supin pozisyonda iken incelenecek omuz nötral pozisyona getirilerek gerçekleştirildi. Bu çekimlerde 16 kanallı geniş omuz koili kullanıldı. Konvansiyonel MRG serilerinde; aksiyel yağ baskılı T2 ağırlıklı, koronal oblik yağ baskılı proton dansite (PD) ağırlıklı, aksiyel yağ baskısız T1 AG ve yağ baskısız T1 AG sagital oblik görüntüler elde edildi. Aksiyel yağ baskılı T2 ağırlıklı görüntüler TR 3800 msn, TE 72 msn;

koronal oblik yağ baskılı proton dansite ağırlıklı görüntüler TR 4000 msn, TE 24 msn; aksiyel ve sagital oblik yağ baskısız T1 ağırlıklı görüntüler TR 650 msn, TE 15 msn seçilerek elde edildi. Tetkiklerde matriks 256x256, kesit kalınlığı 4 mm ve kesit aralığı 0.1 mm ve FOV 18 cm idi.

3.3. Enjeksiyon Tekniği

Konvansiyonel MRG çekimlerinden sonra hastalar enjeksiyon işlemi için USG odasına alındı. İşlemler USG (Aplio 500 Ultrasound System; Toshiba Medical Systems, Tokyo, Japan) kılavuzluğunda gerçekleştirildi. Daha az ekstravazasyon oranı olduğu için ve çalışmamızda incelediğimiz anterior omuz yapılarına (SGHL, biseps tendonu uzun başı, supraspinatus ve subskapularis tendonu) zarar vermemek için posterior yaklaşım tercih edildi (99, 100).

Hastalar oturur pozisyonda iken işlemin gerçekleştirileceği kol addüksiyon ve internal rotasyona dirsek fleksiyona getirilip diğer kolun yardımıyla göğüs hizasında sabitlendi. 7,5 MHz lineer ultrason probu kullanılarak posterior glenohumeral eklem yapıları ve enjeksiyon trasesi değerlendirildi.

İntraartiküler uygulanacak dilüe paramanyetik kontrast madde solüsyonu, steril şartlarda 100 ml serum fizyolojik içerisine 0.8 ml Gadoterat Meglumin (Dotarem, Guerbet Pharma, France) ilave edilerek hazırlandı. Enjeksiyon işlemi 20 Gauge iğne ile gerçekleştirildi. Sterilite sağlandıktan sonra ultrasonografi (Aplio 500 Ultrasound System; Toshiba Medical Systems, Tokyo, Japan) eşliğinde posterolateral yaklaşımla infraspinatus kası posterioru ile teres minör kası süperioru arasından humerus başı teğet geçilip iğne ucu glenohumeral eklem mesafesine yerleştirildi. Hazırlanan solüsyondan hastanın omuz kapasitesine göre 10-15 ml intraartiküler alana enjekte edildi. Enjeksiyon sırasında ve sonrasında ultrasonografi ile eklem kapsülünün distansiyonu kontrol edilerek işleme son verildi.

3.4. Manyetik Rezonans Artrografi Tekniği

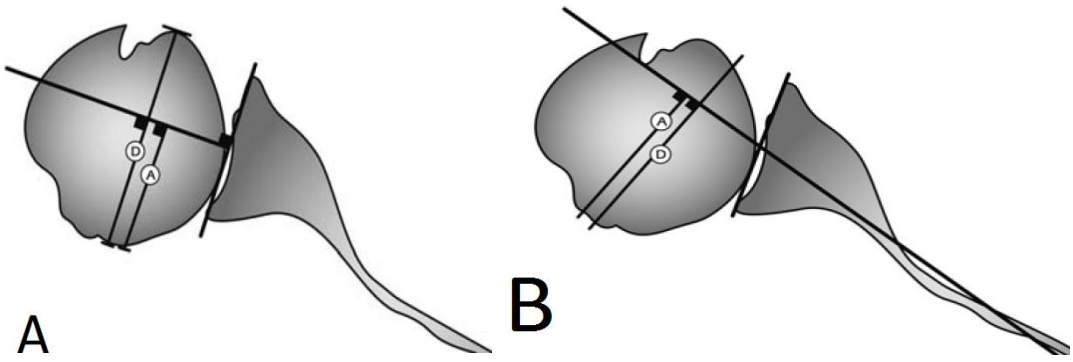
Enjeksiyondan sonra yarım saat içerisinde hastalar tekrar MR ünitesine alınarak MR artrografi tetkiki yapıldı. MR artrografi çekimleri 16 kanallı geniş omuz koili ile yapıldı. Çekim esnasında hasta supin pozisyondayken kol nötral pozisyona alındı. Yağ baskılı T1 ağırlıklı aksiyel, koronal oblik ve sagital oblik görüntüler ve yağ baskılı T1 AG VİBE (volumetric interpolated breath-hold examination) görüntüler elde edildi. Yağ baskılı T1 ağırlıklı aksiyel, koronal oblik, sagital oblik görüntüler TR 650 msn, TE 15 msn'de elde edildi. Bu görüntülerde kesit aralığı 0.3 mm, kesit kalınlığı 3 mm, FOV 16 cm ve matriks 256x256 seçildi. T1 AG VİBE görüntüler kesit kalınlığı 0.6 mm, FOV 16 cm, matriks 512x512, flip angle 11 derece, TR 13,2 msn ve TE 4,7 msn seçilerek elde edildi.

MR artrografi görüntüleri 30 dakikadan sonra elde edildiğinde eklem içerisindeki kontrast madde sinovyumdan emilmeye başlar ve görüntülerin değerlendirilmesinde zorluklara neden olur. Bu nedenle kontrast maddenin eklem sinovyumundan emilmesini önlemek ve tanısal karışıklıklara engel olmak için enjeksiyondan sonra 30 dakika içerisinde MR artrografi görüntülerini elde ettik. Standart MR artrografi görüntülerine ek olarak T1 VİBE sekansı kullanarak üç boyutlu, volumetrik, ince kesitli ve yüksek rezolusyonlu görüntüler elde ederek tanısal duyarlılığımızı artırdık.

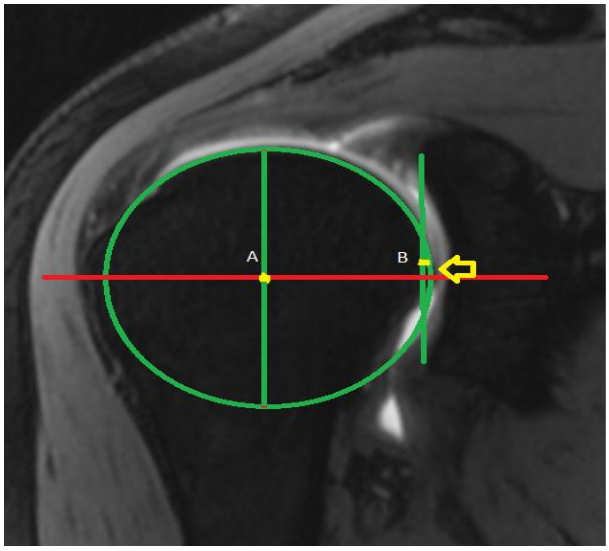
3.5. Görüntü Analizi

MR artrografi görüntülerinde patoloji saptanmayan hastalar kontrol grubu olarak seçildi. SLAP, Bankart-Bankart varyant lezyonlar, rotator kaf tam kat rüptürü, biseps tendonu uzun başı rüptürü gibi glenohumeral instabiliteye neden olan patolojiler, opere hastalar ve adeziv kapsülit bulguları olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Çalışmaya dahil edilen olguların MR artrografi görüntülerinde SGHL, supraspinatus ve subskapularis tendonları değerlendirildi. SGHL yırtığı olan hastalar, supraspinatus ve subskapularis tendonları ekleme bakan yüzeylerinde yırtık olup olmaması dikkate alınarak Habermeyer sınıflamasına göre 4 gruba ayrıldı. Tüm olgularda MR artrografi VİBE sekansı aksiyel imajlarında humerus başının glenoid

kaviteye göre anterior-posterior yöndeki lokalizasyonu skapula aksis yöntemi ve mediatrice yöntemi kullanılarak belirlendi. Mediatrice yönteminde humerus başından glenoid orta noktasına çekilen dik hat referans alındı. Humerus başının posteriorundan bu hatta uzanan dik çizginin uzunluğunun humerus başı AP mesafesine oranına bakıldı. Skapula aksis yönteminde ise skapula gövdesinin medialinden glenoide çekilen hat referans alındı. Humerus başı posteriorundan bu hatta dik çizilen çizginin uzunluğunun humerus başı AP mesafesine oranına bakıldı. İki yöntemde de bu oran %55'in üzerinde ise humerus başının posteriora sublukse olduğu, %45'in altında ise anteriora sublukse olduğu kabul edildi (Şekil 1) (101). Humerus başının glenoid kaviteye göre süperior-inferior yöndeki lokalizasyonunu belirlemek için ise Çetinkaya ve arkadaşlarının konvansiyonel MR görüntülerinde kullandıkları yöntemden faydalanıldı (103). T1 AG sagital MR artrografi görüntülerinde humerus başının merkezi bulundu. Glenoid fossanın süperior ve inferior köşesini birleştiren çizginin orta noktası glenoid fossanın merkezi olarak kabul edildi. Humerus başının merkezinden glenoid fossanın köşelerini birleştiren çizgiye çekilen hat glenoid fossa merkezinin süperiorunda ise humerus başının süperiora migrasyon gösterdiği, inferiorunda ise humerus başının inferiora migrasyon gösterdiği kanısına varıldı. Hasta ve kontrol grubumuzda bu ölçümlere göre humerus başının glenoid kaviteye göre konumu anteroinferior, posteroinferior, anterosüperior, posterosüperior, süperior ve inferior olarak belirlendi.



Şekil 2. Humerus başının glenoid kaviteye göre anterior-posterior yöndeki lokalizasyonunun mediatrice yöntemi (A) ve skapula aksis yöntemi (B) kullanılarak belirlenmesi.



Şekil 3. Humerus başının orta noktasından (A) geçen hattın glenoid fossa orta noktasına (B) olan uzaklığına (ok işareti) bakılarak humerus başının süperior-inferior düzlemdeki yer değişikliğinin belirlenmesi.

3.6. İstatistiksel Analiz

Verilerin normal dağılıma uyup uymadığı D'Agostino Pearson testi ile değerlendirildi. Normal dağılıma uyan veriler aritmetik ortalama ve ± standart sapma olarak ifade edildi. Normal dağılıma uyan parametreler arasındaki iki grup karşılaştırması bağımsız t-testi kullanılarak, ikiden fazla grup arasındaki karşılaştırma ise ANOVA testi kullanılarak gerçekleştirildi. ANOVA testi sonrasında anlamlı olarak bildirilen parametreler arasındaki ikili karşılaştırma TukeyHSD post-hoc testi ile yapıldı. Kategorik verileri arasındaki karşılaştırma için ki-kare testi kullanıldı. İki yönlü p değeri 0,05'ten küçük olan analizler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Tüm istatistiksel hesaplamalar R istatistik paketi kullanılarak yapıldı (R Studio, Viyana, Avusturya).

4. BULGULAR

Bu çalışma sırasında 510 omuz MR artrografi görüntüsü incelendi ve 56 hastada izole biseps pulley lezyonu tespit edildi. Hiçbir patoloji tespit edilmeyen 30 olgu kontrol grubuna dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen 86 olgunun yaş ortalaması 38.50 ± 13.35 yıl olup olguların %53.4'ü kadındı. Hasta grubunda 56 olgu (% 65.12), kontrol grubunda 30 olgu (% 34.88) vardı. Hasta ve kontrol grubunun demografik verileri Tablo 1'de gösterilmiştir. Hasta ve kontrol gruplarında yaş ve cinsiyet dağılımı açısından anlamlı farklılık yoktu (sırasıyla p=0,177 ve p=0,117).

Hasta grubu Habermeyer sınıflaması göz önünde bulundurularak 4 alt gruba ayrılmış olup grupların yaş ortalaması ve cinsiyet dağılımı Tablo 2'de gösterilmiştir. Yapılan post-hoc testte, yaşların ortalaması bakımından Habermeyer grup 1 ile diğer gruplar arasında ve Habermeyer grup 2 ile grup 4 arasında anlamlı farklılıklar mevcuttu (p<0,05). Cinsiyet dağılımı açısından Habermeyer grupları arasında anlamlı farklılık tespit edilmedi (p=0,553).

Çalışmamızda humerus başının vertikal yöndeki desantralizasyonunun değerlendirilmesinde; kontrol grubundaki 30 olgudan 12'sinde süperiora yer değiştirme saptarken, hasta grubundaki 56 olgunun 36'sında süperiora yer değiştirme saptadık. Humerus başının glenoide göre pozisyonu bakımından hasta grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha fazla süperiora migrasyon saptadık (p=0,031).

Humerus başının kemik glenoide göre pozisyonunun mediatrice metodu kullanılarak belirlendiği durumda kontrol grubu ve hasta grubunun pozisyon dağılımı Şekil 4'te gösterilmiştir. Humerus başının glenoide göre pozisyonu bakımından hasta ve kontrol grubunda anlamlı farklılık saptanmadı (p=0,465). Aynı metodla yapılan değerlendirmede Habermeyer alt grupları arasındaki pozisyon dağılımı Şekil 5'te gösterilmiştir. Habermeyer alt gruplarında da humerus başında glenoide göre anlamlı bir yer değiştirme saptanmadı (p=0,823).

Humerus başının kemik glenoide göre pozisyonunun skapula aksis metodu kullanılarak belirlendiği durumda kontrol grubu ve hasta grubunun pozisyon dağılımı Şekil 6'da gösterilmiştir. Humerus başının glenoide göre pozisyonu bakımından hasta ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0,234). Skapula aksis metoduna göre Habermeyer alt grupları arasındaki pozisyon dağılımı Şekil 7'de gösterilmiştir. Habermeyer alt gruplarında da humerus başında glenoide göre anlamlı bir yer değişimi saptanmadı (p=0,303).

Tablo 1. Hasta ve kontrol gruplarına ait demografik verilerin özeti ve ilişkili p değerleri.

	Hasta grubu (n=56)	Kontrol grubu (n=30)	p değeri
Ortalama yaş, yıl± SS	41,6 ±13,6	37,7 ±10,7	0,177
Cinsiyet (%) Erkek Kadın	 30 (53,6) 26 (46,4)	 10 (33,3) 20 (66,7)	0,117
SS, standart sapma			

Tablo 2. Hasta grubunun Habermeyer sınıflamasına göre ayrılmış alt gruplarına ait demografik verilerin özeti ve ilişkili p değerleri.

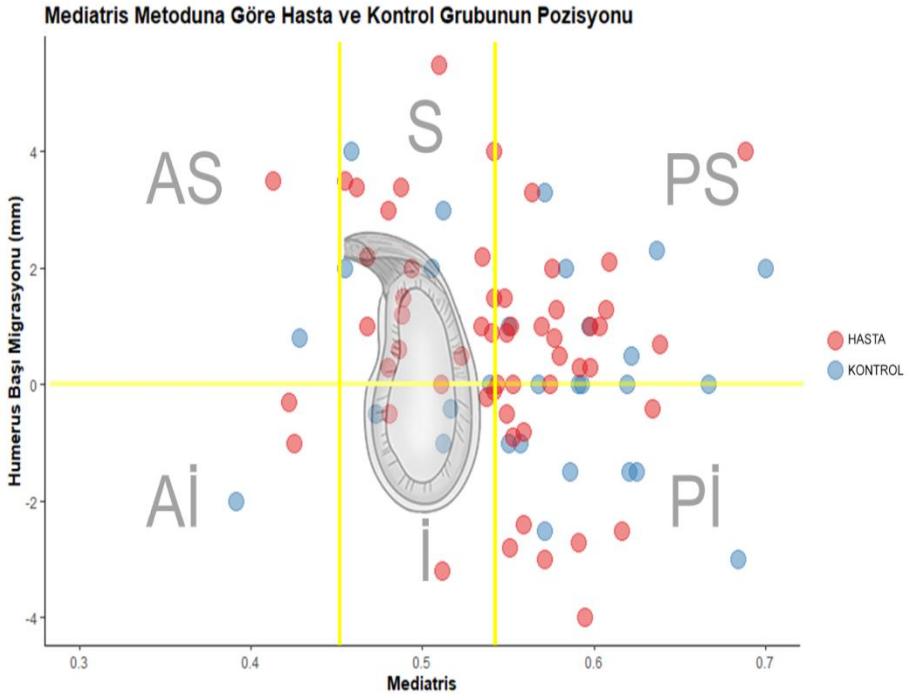
	Habermeyer Grup 1 (n=24)	Habermeyer Grup 2 (n=17)	Habermeyer Grup 3 (n=8)	Habermeyer Grup 4 (n=7)	p değeri
Ortalama yaş, yıl± SS	33,6± 11,4[a,b,c]	42,8±11,9[a,d]	49,2±8,8[b]	57,6±10,2[c,d]	<0,001
Cinsiyet (%) Erkek Kadın	 11 (45,8) 13 (54,2)	 9 (52,9) 8 (47,1)	 6 (75) 2 (25)	 4 (57,1) 3 (42,9)	0,553
[a,b,c,d] TukeyHDS post-hoc testine göre grup için karşılaştırmada p<0,05 olan parametreler.					

Tablo 3. Skapula aksis metoduna göre humerus başının glenoid kaviteye göre pozisyonunun değerlendirilmesinde pozisyonların gruplara göre dağılımı

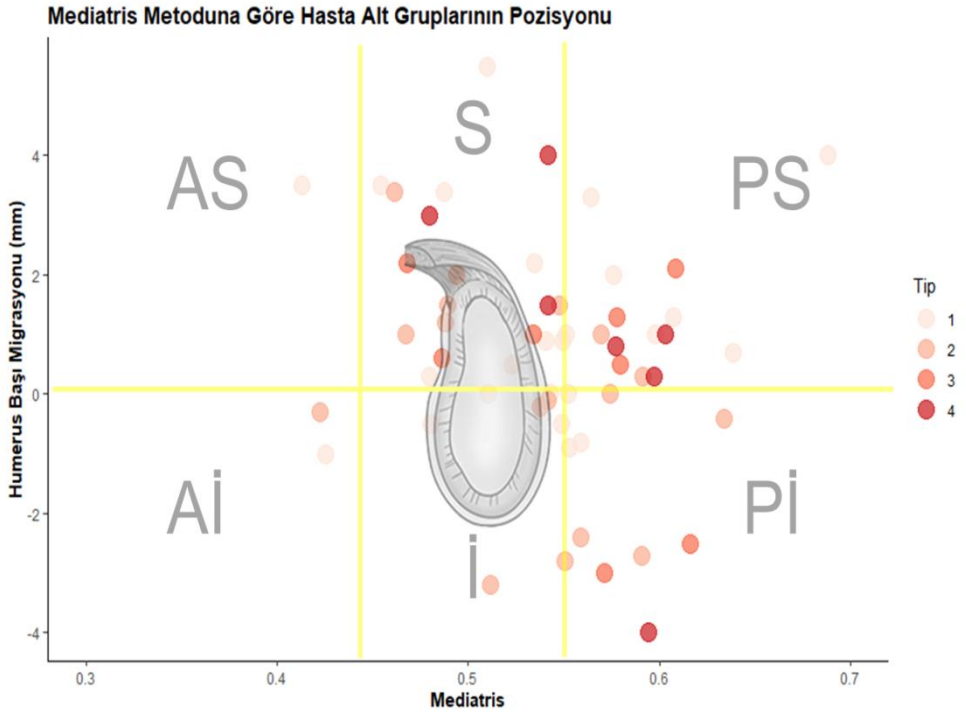
	Anterosüperior	Anteroinferior	Süperior	İnferior	Posterosüperior	Posteroinferior
Normal Grup	2	1	6	5	4	6
Habermeyer Grup 1	5	0	9	5	2	0
Habermeyer Grup 2	3	1	2	5	3	2
Habermeyer Grup 3	4	0	2	1	0	1
Habermeyer Grup 4	0	0	4	0	2	1

Tablo 4. Mediatrice metoduna göre humerus başının glenoid kaviteye göre pozisyonunun değerlendirilmesinde pozisyonların gruplara göre dağılımı

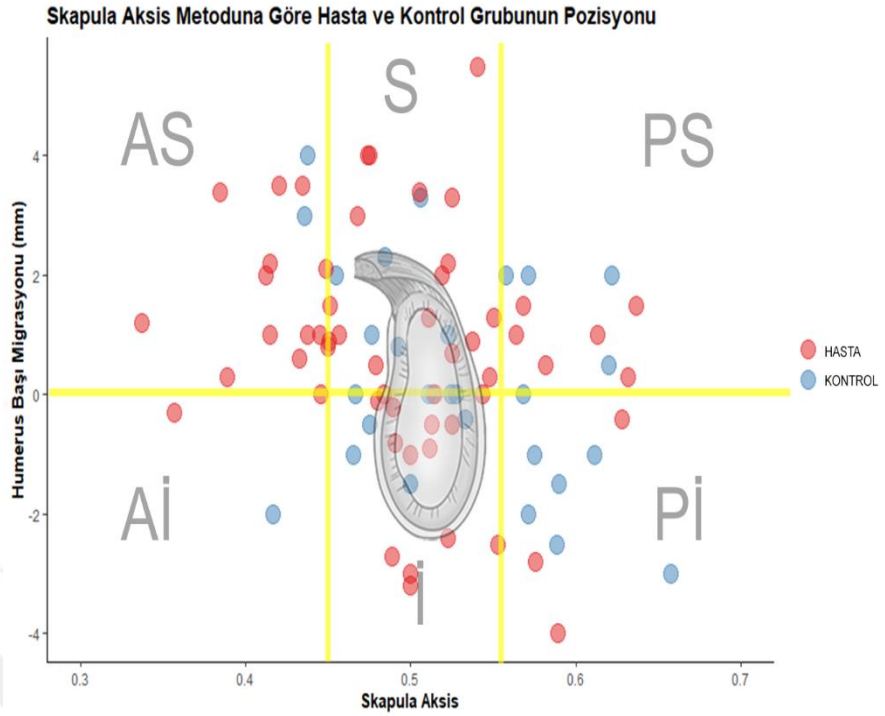
	Anterosüperior	Anteroinferior	Süperior	İnferior	Posterosüperior	Posteroinferior
Normal Grup	1	1	4	4	7	7
Habermeyer Grup 1	1	1	8	2	7	2
Habermeyer Grup 2	0	1	6	3	2	4
Habermeyer Grup 3	1	0	2	0	3	2
Habermeyer Grup 4	0	0	4	0	2	1



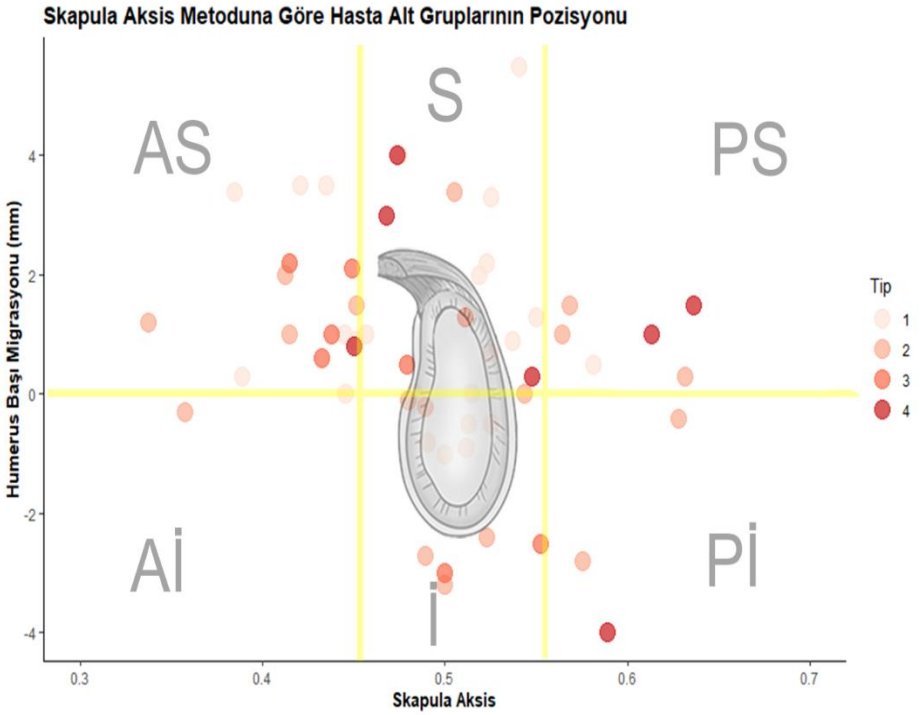
Şekil 4. Mediatrice metoduna göre hasta grubunda ve kontrol grubunda humerus başının glenoid kaviteye göre konumları gösterilmektedir. (AS=anterosüperior, S=süperior, PS=posterosüperior, Aİ=anteroinferior, İ=inferior, Pİ=posteroinferior)



Şekil 5. Mediatrice metoduna göre hasta alt gruplarında humerus başının glenoid kaviteye göre konumları gösterilmektedir.

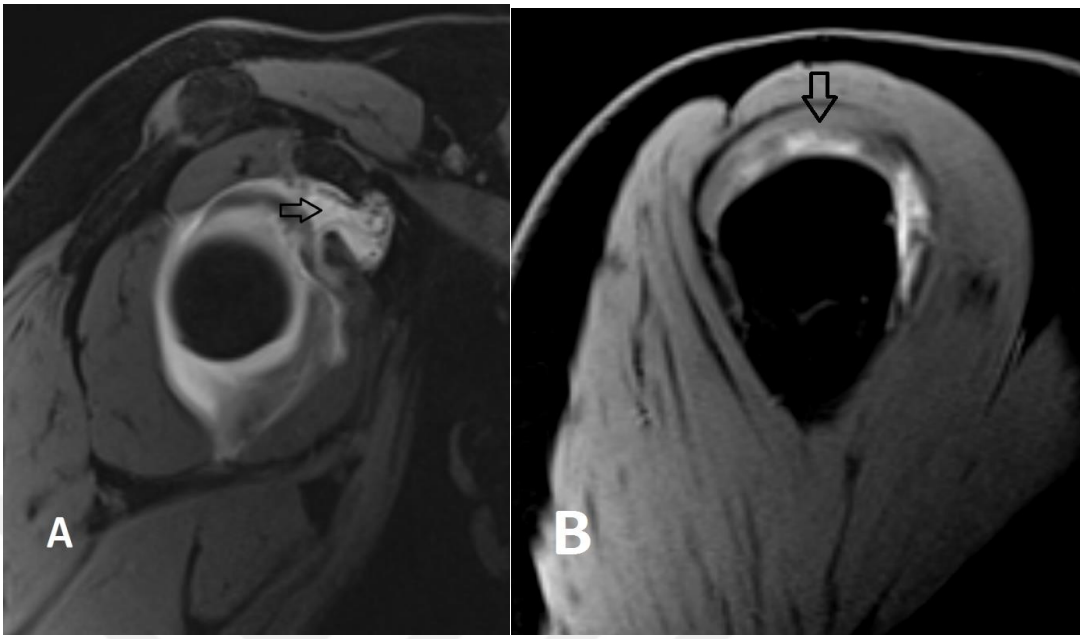


Şekil 6. Skapula aksis metoduna göre hasta grubunda ve kontrol grubunda humerus başının glenoid kaviteye göre konumları gösterilmektedir. (AS=anterosüperior, S=süperior, PS=posterosüperior, Aİ=anteroinferior, İ=inferior, Pİ=posteroinferior)

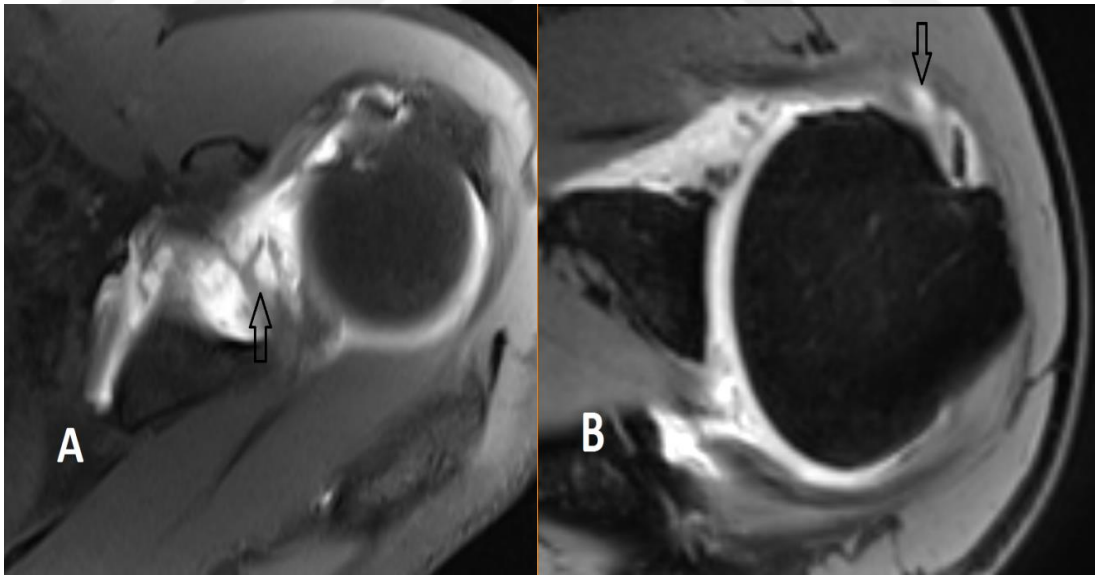


Şekil 7. Skapula aksis metoduna göre hasta alt gruplarında humerus başının glenoid kaviteye göre konumları gösterilmektedir.

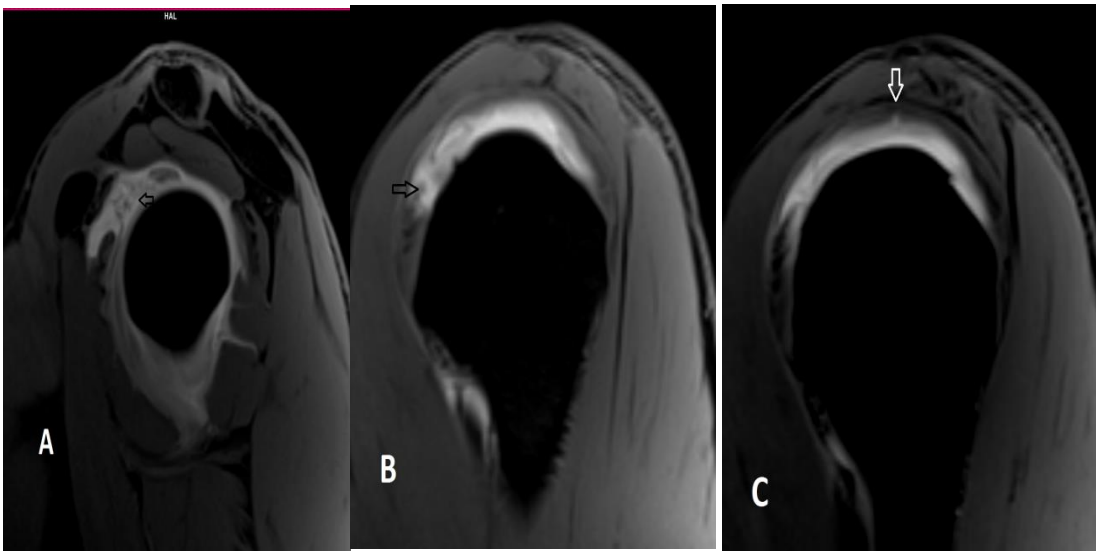
OLGU ÖRNEKLERİ



Şekil 8. Habermeyer grup 2 lezyonu olan hastanın sagital yağ baskılı T1 ağırlıklı MR artrografi görüntülerinde SGHL (A) ve supraspinatus tendonundaki (B) yırtıkları izlenmektedir.



Şekil 9. Habermeyer grup 3 lezyonu olan hastanın aksiyel yağ baskılı T1 ağırlıklı MR artrografi görüntülerinde SGHL (A) ve subskapularis tendonundaki (B) yırtıkları izlenmektedir.



Şekil 10. Habermeyer grup 4 lezyonu olan hastanın sagital yağ baskılı T1 ağırlıklı MR artrografi görüntülerinde SGHL (A), subskapularis tendonu (B) ve supraspinatus tendonundaki (C) yırtıkları izlenmektedir.

5. TARTIŞMA

Biseps pulley lezyonu olup glenohumeral eklem instabilitesine neden olacak başka bir lezyonu olmayan hastalarda humerus başının glenoid kaviteye göre konumunu nötral pozisyonda MR artrografi ile incelediğimiz çalışmamızda humerus başının glenoide göre süperior-inferior düzlemdeki pozisyonu bakımından hasta grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak süperiora yer değiştirme saptadık ($p=0,031$). Ancak hasta ve kontrol grubu arasında anterior-posterior yönde anlamlı bir fark saptamadık. Yaşların ortalaması bakımından Habermeyer grup 1 ile diğer gruplar arasında ve Habermeyer grup 2 ile grup 4 arasında anlamlı farklılıklar saptadık ($p<0,05$). Habermeyer grup 1 lezyonu olan hastaların yaş ortalaması 33.6, Habermeyer grup 2 lezyonu olan hastaların yaş ortalaması 42.8, Habermeyer grup 3 lezyonu olan hastaların yaş ortalaması 49.2, Habermeyer grup 4 lezyonu olan hastaların yaş ortalaması 57.6 idi. Bu çalışma sırasında incelediğimiz 510 omuz MR artrografide izole pulley lezyonu prevalansını 56 hasta ile %10,9 olarak bulduk.

BTUB'nın işlevi tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır. Bazı yazarlar tendonun humerus başı depresörü olduğunu öne sürmektedir (104). Tendonun proksimali serbestleştirildiğinde humerus başının süperiora kaydığı gösterilmiştir (105). Ayrıca biseps pulley lezyonlarının BTUB instabilitesine neden olduğu ve BTUB instabilitesinin humerus başında anteriora ve süperiora kaymaya yol açtığı ileri sürülmüştür (86). Elektromiyografi çalışmalarında da rotator kaf yırtığı olan hastalarda biseps aktivitesinin arttığı gösterilmiştir. BTUB agenezisi olan olgularda glenohumeral instabilite bildirilmiştir (106, 107). Omuz nötral pozisyondayken yaptığımız statik çalışmamızda BTUB'nın humerus başının süperior stabilizasyonunda görev alabileceği kanısına vardık.

Glenohumeral kinematikte BTUB'nın rolünü değerlendirmek için çeşitli kadavra çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalar BTUB'nın glenohumeral eklemin çeşitli yönlerdeki stabilizasyonundaki önemini ortaya koymuştur. Bu çalışmalarda BTUB'nın humerus başının depresörü, anterior stabilizörü, posterior stabilizörü olarak görev yaptığı, eksternal rotasyonu sınırladığı veya İGHL üzerine düşen gerilimi azalttığı sonuçlarına varılmıştır (105, 108, 109). Çalışmamızda hasta

grubunda kontrol grubuna kıyasla humerus başında glenoide göre anterior ve posterior yönde anlamlı bir kayma gözlemlemedik.

Youm ve arkadaşları yaptıkları kadavra çalışmasında biseps tendonu üzerine uygulanan kuvvetin artması ile humerus başında glenoid kaviteye göre anterior-posterior yönde kaymanın ve süperior-inferior yönde kaymanın azaldığını gösterdiler. Ayrıca biseps tendonunun internal ve eksternal rotasyonu kısıtladığını da gösterdiler. Kurdukları kadavra düzeneğinde zorlu ve uç pozisyonlarda biseps tendonuna uygulanan kuvvet arttıkça humerus başının glenoid üzerinde daha da santrale geldiğini gösterdiler (109). Su ve arkadaşları yaptıkları çalışmada rotator kaf yırtığı olan kadavralarda biseps tendonuna 55 Newton kuvvet uygulandığında humerus başında anterosüperior ve süperior translasyonun azaldığını buldular ve biseps tendonunun rotator kaf yırtığı olan hastalarda humerus başının anterosüperior ve süperior yöndeki kaymasını kısıtlayıcı rol oynadığını gösterdiler (110). Pagnani ve arkadaşlarının glenohumeral eklem çeşitli pozisyonlardayken biseps tendonuna kuvvet uygulayarak yaptıkları çalışmada biseps tendonunun humerus başındaki kaymayı azalttığını gösterdiler. Bu çalışmada omuz 45 derece elevasyon ve nötral rotasyonda iken biseps tendonuna 55 Newton kuvvet uygulanmasının anteriora kaymayı 10.4 mm, inferiora kaymayı 5.3 mm ve süperiora kaymayı 1.2 mm azalttığını gözlemlediler (111). Rodosky ve arkadaşları kadavra modelleri üzerinde yaptıkları dinamik çalışmada BTUB'nın İGHL üzerine binen stresi azaltmada rolü olduğunu, abduksiyon ve eksternal rotasyonda anterior stabiliteye katkıda bulunduğunu öne sürdüler (112). Itoi ve arkadaşları ise yaptıkları kadavra çalışmasında abduksiyon ve eksternal rotasyonda BTUB'nın humerus başının anteriora kaymasını önlediğini ve bu özelliğinin anstabil omuzda daha da öne çıktığını gösterdiler (108). Bu kadavra çalışmalarından farklı olarak çalışmamızda biseps tendonu üzerine kuvvet uygulayamadığımız için dinamik değerlendirme yapamadık. Ayrıca kolu nötral pozisyonda incelediğimiz için çeşitli pozisyonlarda glenohumeral eklem instabilitesinde BTUB'nın etkisini değerlendiremedik. Kadavra çalışmalarında yapılan dinamik değerlendirmelere göre BTUB anterior-posterior ve süperior-inferior düzlemde stabiliteye katkıda bulunurken, çalışmamıza göre

istirahat-statik pozisyonda sadece süperior-inferior düzlemde stabiliteye katkıda bulunmaktadır.

Kadavra çalışmalarında eklemdeki propriyosepsiyon ve kaslar arasındaki koordinasyonun ihmal edilmiş olması nedeniyle invivo glenohumeral eklem kinematiğinin tam olarak temsil edilemeyebileceğini ve kadavra çalışmalarında biseps tendonuna uygulanan kuvvetlerin fizyolojik şartlara göre daha yüksek olduğunu belirten yazarlar da mevcuttur (113, 114). Bu yazarlardan biri olan Elser ve arkadaşları tenodez yapılan 5 hastayı çeşitli pozisyonlarda floroskopide değerlendirdiler. Aynı hastaların sağlıklı omuzlarını kontrol grubu olarak kullandıkları bu çalışmada humerus başının süperiora yer değiştirmediğini, anteriora sadece 0.7 mm yer değiştirdiğini, bunun da klinik olarak anlamlı bir değer olmadığını tespit ettiler (115). Kim ve arkadaşlarının anstabil ve stabil omuzlarda ön kol ve dirsek hareketini kontrol edip biseps kası EMG aktivitesini karşılaştırdıkları çalışmada abduksiyon ve eksternal rotasyon pozisyonunda anstabil omuzlarda biseps kası aktivitesinin arttığını ancak stabil omuzlarda biseps kasında EMG aktivitesinin artmadığını gösterdiler. Bu çalışmadan elde ettikleri sonuçlardan yola çıkarak humerus başının anteriora kaymasının propriyoseptif geribildirim (feedback) ile biseps kasında kontraksiyona neden olduğunu ve humerus başının anteriora kaymasını kısıtladığını öne sürdüler (116). Çalışmamızda kadavra çalışmalarından farklı olarak humerus başında anterior-posterior yönde anlamlı yer değişikliği bulamamamız EMG çalışmalarında bahsedilen propriyoseptif feedback ile ilişkili olabilir.

BTUB instabilitesi intrakapsüler instabilite ve ekstrakapsüler instabilite olarak ikiye ayrılabilir (117). Pulley lezyonu sonucu ortaya çıkan intrakapsüler instabilitede BTUB hipermobil hale gelmektedir ancak tendonun bisipital olukla bağlantısı kaybolmamaktadır. Ekstrakapsüler instabilitede ise geniş pulley lezyonu sonucu BTUB bisipital olukla bağlantısını kaybedip sublukse ya da disloke hale gelmektedir. Çalışmamızda hasta grubumuza konvansiyonel MRG'de tespit edilmesi oldukça güç olan sadece intrakapsüler instabilitesi olan hastaları dahil ettik. Ekstrakapsüler instabilitesi olan hastaları çalışma dışı bıraktık. Konvansiyonel MRG'de BTUB normal izlense dahi instabiliteye sahip olabileceği bununda humerus

başında superiora kaymaya ve glenohumeral eklem instabilitesine yol açabileceğini gözlemledik.

İzole biseps pulley lezyonlarının sıklığı %7-33 arasında değişmektedir. Braun ve arkadaşları 207 omuzda yaptıkları prospektif artroskopik çalışmada pulley lezyon prevalansını %32,4 buldular. Ancak hasta grupları daha çok sporculardan oluştuğu için sonuçlarının genel popülasyonu tam olarak temsil edemeyeceğini belirttiler (118). Bauman ve arkadaşları 1007 hasta ile yaptıkları artroskopik çalışmada izole pulley lezyon prevalansını %7 buldular (119). Çalışmamızda incelediğimiz 510 omuz MR artrografide 56 hasta ile izole pulley lezyonu prevalansını %10.9 olarak tespit ettik. Bauman ve arkadaşlarının çalışmasında tespit ettikleri biseps pulley lezyonlarının Habermeyer sınıflamasına göre %73'ü grup 1, %7'si grup 2, %15'i grup 3 ve %4'ü grup 4'te yer almaktaydı. Bizim çalışmamızda tespit ettiğimiz biseps pulley lezyonlarının Habermeyer sınıflamasına göre %43'ü grup 1, %30'u grup 2, %14'ü grup 3 ve %13'ü grup 4'te yer almaktaydı.

Çalışmamızda yaş ortalamasındaki artış ile biseps pulley lezyonunun derecesindeki artış arasında pozitif bir ilişki saptadık. Habermeyer grup 1 lezyonu olan hastaların yaş ortalamasını 33.6, Habermeyer grup 2 lezyonu olan hastaların yaş ortalamasını 42.8, Habermeyer grup 3 lezyonu olan hastaların yaş ortalamasını 49.2, Habermeyer grup 4 lezyonu olan hastaların yaş ortalamasını ise 57.6 yıl olarak bulduk. Yapılan post-hoc testte, yaşların ortalaması bakımından Habermeyer grup 1 (rotator kaf yırtığı olmayan grup) ile diğer gruplar arasında ve Habermeyer grup 2 (supraspinatus tendonunda parsiyel rüptür olan grup) ile grup 4 (hem supraspinatus hem de subskapularis tendonlarında parsiyel rüptür olan grup) arasında anlamlı farklılıklar mevcuttu ($p<0,05$). Yaş ile ilgili bulgularımız literatürle de uyumluydu. Tempelhof ve arkadaşları 411 asemptomatik hastada yaptıkları çalışmada hasta yaşı arttıkça rotator kaf yırtığı prevalansının arttığını gösterdiler (120). Teunis ve arkadaşlarının yayımladıkları 6112 omuzu içeren sistematik derlemenin sonuçlarına göre de yaş arttıkça rotator kaf yırtığının prevalansı artmaktaydı (121).

MR artrografide aksiyel, koronal oblik ve sagital oblik görüntüler elde edilir. Koronal oblik görüntüler rotator kaf ve labrumu değerlendirmek için uygundur ancak

rotator intervali bu görüntülerde değerlendirmek güçtür. Rotator interval ve içerisindeki yapılar sagital oblik görüntülerde daha iyi değerlendirilebilir. Aksiyel görüntülerde BTUB'nın bisipital oluk içerisindeki seyrini değerlendirmede ve pulley yapılarını değerlendirmede ek bilgiler sağlamaktadır. Üç boyutlu volumetrik gradient eko sekanslar ince kesit ve daha yüksek rezolüsyon sağlayarak SGHL gibi daha küçük yapıların değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır (122). Çalışmamızda ince kesit volümetrik bir sekans olan VİBE sekansını kullanarak Habermeyer lezyonlarında tanısal duyarlılığımızı artırdık.

BTUB instabilitesi anterosüperior impingement sürecinin ilk basamağıdır. Pulley hasarında BTUB instabil hale gelir ve mediale sublukse olur. Kadavra çalışmalarından elde edilen verilere göre BTUB'nın humerus başının glenohumeral eklem hareketleri sırasında anteriora ve süperiora kaymasını engellediği düşünülmektedir. Sublukse BTUB glenohumeral eklem üzerindeki anterior stabilize edici etkisini kaybeder ve humerus başı anteriora yer değiştirir. Mediale sublukse BTUB'nın subskapularis ve supraspinatus tendonlarının ekleme bakan yüzeyinde yırtığa yol açtığı gösterilmiştir (123). Subskapularis ve supraspinatus tendonlarının ekleme bakan yüzeyinde kısmi yırtık humerus başının daha fazla anterosüperiora yer değiştirmesine ve bunun sonucunda anterosüperior impingementa neden olur. Habermeyer ve arkadaşları yaptıkları çalışmada pullley lezyonları olan 89 hastayı artroskopide fleksiyon, adduksiyon ve internal rotasyon pozisyonlarında değerlendirdiler. Bu çalışmada Habermeyer grup 3 ve grup 4 pulley lezyonu olan hastalarda diğer gruplara göre anlamlı olarak daha fazla anterosüperior impingement gözlemlediler (86). Biz ise Habermeyer ve arkadaşlarından farklı olarak statik pozisyonda hastalarımızı değerlendirdik ve hasta grubumuzda humerus başında kontrol grubumuza göre anlamlı olarak süperiora yer değiştirme gözlemledik ancak anteriora yer değiştirme tespit edemedik.

Çalışmamızın güçlü yönleri MR artrografi gibi biseps pulley lezyonu tanısında sensitivitesi ve spesifitesi yüksek bir görüntüleme yöntemi kullanmamız, 3D T1 VİBE sekansı kullanarak volümetrik yüksek rezolusyonlu görüntüler elde etmemizdi. Normal hasta grubu ile karşılaştırma yapmamız da çalışmamızın bir diğer güçlü yönüydü.

Çalışmamızda birkaç limitasyon mevcuttur. Bunlardan ilki görüntülerimizi omuz nötral pozisyondayken elde etmiş olmamız, ABER pozisyonu ve diğer pozisyonlarda görüntü elde etmemiş olmamızdır. Literatürde bu konu ile ilgili yapılan çalışmaların çoğu kadavra çalışması ve EMG çalışması olup bu çalışmalarda glenohumeral eklem dinamik pozisyonda değerlendirilmiş ve BTUB'nın glenohumeral eklemin dinamik stabilizasyonuna katkısı incelenmiştir. Biz ise BTUB'nın glenohumeral eklemin statik stabilizasyonuna katkısını araştırdık. İkinci limitasyonumuz ise parsiyel rotator kaf yırtıklarının derinliğini dikkate almamamızdı. Lafosse ve arkadaşları 200 hasta üzerinde rotator kaf yırtıklarını inceledikleri çalışmalarında rotator kaf yırtığı boyutunu BTUB instabilitesi ile ilişkili buldular (124). Habermeyer sınıflaması, SGHL'a eşlik eden supraspinatus ve subskapularis tendonu parsiyel yırtıklarının varlığına göre yapılmaktadır ancak parsiyel yırtıkların yüzdesi dikkate alınmamaktadır. Supraspinatus tendonu ekleme bakan yüzeyinde tendonun %50'sini kateden yırtığı olan bir hasta Habermeyer grup 2'de yer alırken subskapularis tendonu ekleme bakan yüzeyinde milimetrik boyutta tendonun %5'ini kateden yırtığı bulunan hasta Habermeyer grup 3'te yer almaktadır. Bu yüzden rotator kaf yırtığı boyutu çalışmamızdaki karıştırıcı faktör olabilir.

6. SONUÇ

Literatürde izole biseps pulley lezyonu prevalansı %7-33 arasında değişmektedir. Biz ise izole biseps pulley lezyonu prevalansını %10,9 olarak gözlemledik. Ayrıca çalışmamızda yaş ortalamasındaki artışla biseps pulley lezyonunun derecesi arasında pozitif bir ilişki saptadık.

Çalışmamızı omuz statik-nötral pozisyonda iken gerçekleştirdik. Statik durumda Habermeyer lezyonu olan hastalarda süperiora desantralizasyon tespit ettik ama anterior-posterior hat boyunca humerus başında desantralizasyon tespit edemedik. Ancak hasta grubumuzda özellikle alt gruplardaki olgu sayılarının azlığı çalışmamızda bazı verilerde optimal istatistik sonuçlarına ulaşmamızı engellemiş olabilir. Özellikle Habermeyer grup 3 ve grup 4'te olgu sayılarındaki azlık anterior-posterior desantralizasyon açısından yanıltıcı olabilir. Bu bağlamda literatür çalışmalarında dinamik değerlendirmelerde her iki düzlemde (anterior-posterior, süperior-inferior) desantralizasyon mevcutken istirahat-statik durumda sadece süperiora kayma olmaktadır kanısına vardık. Dinamik ya da statik olsun pulley hasarı her iki koşulda da vertikal aks boyunca süperiora desantralizasyona neden olmaktadır. Bu da nötral pozisyonda dahi humerus başının süperiora yer değiştirmesinin diğer tendonlara kıyasla supraspinatus tendonu gibi glenohumeral eklem süperiounda kalan rotator kaf tendonlarını daha fazla etkileyeceğini düşündürmektedir. Bu durum pulley lezyonu olan hastalarda humerus başının süperiora kaymasının supraspinatus tendon yırtıkları ile ilişkili olabileceği düşüncesini akla getirmektedir.

Sonuç olarak biseps pulley hasarı nötral pozisyonda dahi humerus başında süperiora kaymaya neden olmaktadır ve erken evrede bu konuda oldukça duyarlı ve kolay ulaşılabilir bir tetkik olan MR artrografi ile pulley lezyonlarının tespiti özellikle glenohumeral eklem instabilitesinin, supraspinatus tendonu yırtıklarının ve var olan yırtığın ilerlemesinin önlenmesinde uyarıcı olabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Lugo R, Kung P, Ma CB. Shoulder biomechanics. Eur J Radiol. 2008 Oct;68(1):16-24.
2. Schaeffeler, C., Waldt, S., Holzapfel, K., Kirchhoff, C., Jungmann, P. M., Wolf, P., Stat, D., Schröder, M., Rummeny, E. J., Imhoff, A. B., & Woertler, K. Lesions of the biceps pulley: diagnostic accuracy of MR arthrography of the shoulder and evaluation of previously described and new diagnostic signs. Radiology, 2012;264(2):504–513.
3. Bakhsh W, Nicandri G. Anatomy and Physical Examination of the Shoulder. Sports Medicine and Arthroscopy Review. 2018;26(3):10-22.
4. Herteleer M, Vancleef S, Herijgers P, et al. Variation of the clavicle's muscle insertion footprints - a cadaveric study. *Sci Rep*. 2019;9(1):162-193
5. Gagey N, Ravaud E, Lassau J. Anatomy of the acromial arch: correlation of anatomy and magnetic resonance imaging. Surgical and Radiologic Anatomy. 1993;15(1):63-70.
6. Li CH, Skalski MR, Matcuk GR Jr, Patel DB, Gross JS, Tomasian A, White EA. Coracoid process fractures: anatomy, injury patterns, multimodality imaging, and approach to management. Emerg Radiol. 2019;26(4):449-458.
7. Vosloo M, Keough N, De Beer MA. The clinical anatomy of the insertion of the rotator cuff tendons. Journal of Africa. 2017;5:801-810.
8. Bontempo NA, Mazzocca AD. Biomechanics and treatment of acromioclavicular and sternoclavicular joint injuries. British journal of sports medicine. 2010;44(5):361-369.
9. Farrell TP, Zoga A. Acromioclavicular Joint: What to Look for. Magnetic Resonance Imaging Clinics. 2020;28(2):269-283.
10. Frank RM, Ramirez J, Chalmers PN, McCormick FM, Romeo AA. Scapulothoracic Anatomy and Snapping Scapula Syndrome. Anatomy Research International. 2013;2013:635-628.
11. De Filippo M, Schirò S, Sarohia D, Barile A, Saba L, Cella S, et al. Imaging of shoulder instability. Skeletal Radiol. 2020;49(10):1505-1523.

12. Hayes K, Callanan M, Walton J, Paxinos A, Murrell GA. Shoulder instability: management and rehabilitation. J Orthop Sports Phys Ther. 2002;32(10):497-509.
13. Dunham KS, Bencardino JT, Rokito AS. Anatomic variants and pitfalls of the labrum, glenoid cartilage, and glenohumeral ligaments. Magn Reson Imaging Clin N Am. 2012;20(2):213-28
14. Warner JJ, Deng XH, Warren RF, Torzilli PA. Static capsuloligamentous restraints to superior-inferior translation of the glenohumeral joint. Am J Sports Med. 1992;20(6):675-685.
15. Itoigawa Y, Itoi E. Anatomy of the capsulolabral complex and rotator interval related to glenohumeral instability. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016;24(2):343-349.
16. Ide J, Maeda S, Takagi K. Normal variations of the glenohumeral ligament complex: an anatomic study for arthroscopic Bankart repair. Arthroscopy. 2004;20(2):164-168.
17. Fox AJS, Fox OJK, Schär MO, Chaudhury S, Warren RF, Rodeo SA. The glenohumeral ligaments: Superior, middle, and inferior: Anatomy, biomechanics, injury, and diagnosis. Clin Anat. 2021;34(2):283-296.
18. Huber WP, Putz RV. Periarticular fiber system of the shoulder joint. Arthroscopy. 1997;13(6):680-691.
19. De Coninck T, Ngai SS, Tafur M, Chung CB. Imaging the Glenoid Labrum and Labral Tears. Radiographics. 2016;36(6):1628-1647.
20. Jin W, Ryu KN, Kwon SH, Rhee YG, Yang DM. MR arthrography in the differential diagnosis of type II superior labral anteroposterior lesion and sublabral recess. AJR Am J Roentgenol. 2006;187(4):887-893.
21. Park YH, Lee JY, Moon SH, Mo JH, Yang BK, Hahn SH, et al. MR arthrography of the labral capsular ligamentous complex in the shoulder: imaging variations and pitfalls. AJR Am J Roentgenol. 2000;175(3):667-672.
22. Kadi R, Milants A, Shahabpour M. Shoulder Anatomy and Normal Variants. J Belg Soc Radiol. 2017;101(2):3-5.
23. Kim DH, Kim DY, Choi HY, Park JS, Lee YH, Oh JH. Assessment of Capsular Insertion Type and of Capsular Elongation in Patients with Anterior

Shoulder Instability and It's Correlation with Surgical Outcome: A Quantitative Assessment with Computed Tomography Arthrography. Clinics in Shoulder and Elbow. 2016;19(3):155-162.

24. Michelin P, Trintignac A, Dacher JN, Carvalhana G, Lefebvre V, Duparc F. Magnetic resonance anatomy of the superior part of the rotator cuff in normal shoulders, assessment and practical implication. Surg Radiol Anat. 2014;36(10):993-1000

25. Otis JC, Jiang CC, Wickiewicz TL, Peterson MG, Warren RF, Santner TJ. Changes in the moment arms of the rotator cuff and deltoid muscles with abduction and rotation. J Bone Joint Surg Am. 1994;76(5):667-676.

26. Morag Y, Jamadar DA, Miller B, Dong Q, Jacobson JA. The subscapularis: anatomy, injury, and imaging. Skeletal radiology. 2011;40(3):255-269.

27. Hamada J, Nimura A, Yoshizaki K, Akita K. Anatomic study and electromyographic analysis of the teres minor muscle. Journal of shoulder and elbow surgery. 2017;26(5):870-877.

28. Flynn LS, Wright TW, King JJ. Quadrilateral space syndrome: a review. Journal of shoulder and elbow surgery. 2018;27(5):950-956.

29. Bigoni BJ, Chung CB. MR imaging of the rotator cuff interval. Radiol Clin North Am. 2006 Jul;44(4):525-536.

30. Marcello Z, Vito C, Di Pietto Francesco RA, Raffaele N, Nicola M, Domenico A, et al. Imaging of long head biceps tendon. A multimodality pictorial essay. Acta Bio Medica: Atenei Parmensis. 2019;90(5):84.

31. Arkun R. Rotator kılıf: patolojik değişiklikler. Trd Sem. 2014;2:30-43.

32. Grainger AJ, Tirman PF, Elliott JM, Kingzett-Taylor A, Steinbach LS, Genant HK. MR anatomy of the subcoracoid bursa and the association of subcoracoid effusion with tears of the anterior rotator cuff and the rotator interval. American Journal of Roentgenology. 2000;174(5):1377-1380.

33. Kennedy MS, Nicholson HD, Woodley SJ. Clinical anatomy of the subacromial and related shoulder bursae: A review of the literature. Clin Anat. 2017;30(2):213-226

34. von Eisenhart-Rothe RM, Jäger A, Englmeier K-H, Vogl TJ, Graichen H. Relevance of arm position and muscle activity on three-dimensional

glenohumeral translation in patients with traumatic and atraumatic shoulder instability. The American journal of sports medicine. 2002;30(4):514-522.

35. Cutts S, Prempeh M, Drew S. Anterior shoulder dislocation. Ann R Coll Surg Engl. 2009;91(1):2-7.
36. Olds M, Ellis R, Donaldson K, Parmar P, Kersten P. Risk factors which predispose first-time traumatic anterior shoulder dislocations to recurrent instability in adults: a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 2015;49(14):913-922.
37. Kanatli U, Bolukbası S, Ekin A, Ozkan M, Simsek A. Anatomy, biomechanics, and pathophysiology of instability of the glenohumeral joint. Acta orthopaedica et traumatologica turcica. 2005;39:4-13.
38. Kompel AJ, Li X, Guermazi A, Murakami AM. Radiographic Evaluation of Patients with Anterior Shoulder Instability. Curr Rev Musculoskelet Med. 2017;10(4):425-433.
39. Tian C-Y, Cui G-Q, Zheng Z-Z, Ren A-H. The added value of ABER position for the detection and classification of anteroinferior labroligamentous lesions in MR arthrography of the shoulder. European journal of radiology. 2013;82(4):651-657.
40. Waldt S, Burkart A, Imhoff AB, Bruegel M, Rummeny EJ, Woertler K. Anterior shoulder instability: accuracy of MR arthrography in the classification of anteroinferior labroligamentous injuries. Radiology. 2005;237(2):578-583.
41. Cvitanic O, Tirman P, Feller JF, Bost FW, Minter J, Carroll KW. Using abduction and external rotation of the shoulder to increase the sensitivity of MR arthrography in revealing tears of the anterior glenoid labrum. AJR American journal of roentgenology. 1997;169(3):837-844.
42. Song HT, Huh YM, Kim S, Lee SA, Kim SJ, Shin KH, et al. Anterior–inferior labral lesions of recurrent shoulder dislocation evaluated by MR arthrography in an adduction internal rotation (ADIR) position. Journal of Magnetic Resonance Imaging: An Official Journal of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine. 2006;23(1):29-35.

43. Sanders TG, Tirman P, Linares R, Feller JF, Richardson R. The glenolabral articular disruption lesion: MR arthrography with arthroscopic correlation. AJR American journal of roentgenology. 1999;172(1):171-175.
44. Bui-Mansfield LT, Banks KP, Taylor DC. Humeral avulsion of the glenohumeral ligaments: the HAGL lesion. The American journal of sports medicine. 2007;35(11):1960-1966.
45. Bencardino JT, Gyftopoulos S, Palmer WE. Imaging in anterior glenohumeral instability. Radiology. 2013;269(2):323-337.
46. Mannem R, DuBois M, Koeberl M, Kosempa D, Erickson S. Glenoid avulsion of the glenohumeral ligament (GAGL): a case report and review of the anatomy. Skeletal radiology. 2016;45(10):1443-1448.
47. Provencher MT, Frank RM, LeClere LE, Metzger PD, Ryu J, Bernhardson A, et al. The Hill-Sachs lesion: diagnosis, classification, and management. JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2012;20(4):242-52.
48. Sandstrom CK, Kennedy SA, Gross JA. Acute shoulder trauma: what the surgeon wants to know. Radiographics. 2015;35(2):475-492.
49. Mathew CJ, Lintner DM. Superior Labral Anterior to Posterior Tear Management in Athletes. The open orthopaedics journal. 2018;12:303.
50. Mileski RA, Snyder SJ. Superior labral lesions in the shoulder: pathoanatomy and surgical management. JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 1998;6(2):121-131.
51. Snyder SJ, Karzel RP, Del Pizzo W, Ferkel RD, Friedman MJ. SLAP lesions of the shoulder. Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery. 1990;6(4):274-279.
52. Harrison AK, Flatow EL. Subacromial impingement syndrome. JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2011;19(11):701-708.
53. Neer CS. Impingement lesions. Clinical Orthopaedics and Related Research®. 1983;173:70-77.
54. Hegedus EJ, Goode AP, Cook CE, Michener L, Myer CA, Myer DM, et al. Which physical examination tests provide clinicians with the most value when

examining the shoulder? Update of a systematic review with meta-analysis of individual tests. British journal of sports medicine. 2012;46(14):964-978.

55. Umer M, Qadir I, Azam M. Subacromial impingement syndrome. Orthop Rev (Pavia). 2012;4(2):18.
56. Friedman RJ, Bonutti PM, Genez B. Cine magnetic resonance imaging of the subcoracoid region. Orthopedics. 1998;21(5):545.
57. Suenaga N, Minami A, Kaneda K. Postoperative subcoracoid impingement syndrome in patients with rotator cuff tear. Journal of shoulder and elbow surgery. 2000;9(4):275-278.
58. Mulyadi E, Harish S, O'Neill J, Rebello R. MRI of impingement syndromes of the shoulder. Clinical radiology. 2009;64(3):307-318.
59. Tuite MJ. MR imaging of sports injuries to the rotator cuff. Magnetic Resonance Imaging Clinics. 2003;11(2):207-219.
60. Giaroli EL, Major NM, Higgins LD. MRI of internal impingement of the shoulder. American Journal of Roentgenology. 2005;185(4):925-929.
61. Heyworth BE, Williams RJ. Internal impingement of the shoulder. The American Journal of Sports Medicine. 2009;37(5):1024-1037.
62. Gerber C, Sebesta A. Impingement of the deep surface of the subscapularis tendon and the reflection pulley on the anterosuperior glenoid rim: a preliminary report. Journal of shoulder and elbow surgery. 2000;9(6):483-490.
63. Cunningham G, Lädermann A. Redefining anterior shoulder impingement: a literature review. Int Orthop. 2018;42(2):359-66.
64. Thomopoulos S, Parks WC, Rifkin DB, Derwin KA. Mechanisms of tendon injury and repair. J Orthop Res. 2015;33(6):832-839.
65. Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, van Holsbeeck M. Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. The Journal of bone and joint surgery British volume. 1995;77(2):296-298.
66. DeOrio JK, Cofield RH. Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair. J Bone Joint Surg Am. 1984;66(4):563-567.
67. Pandey V, Jaap Willems W. Rotator cuff tear: A detailed update. Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol. 2015;2(1):1-14.

68. Ellman H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. Clinical orthopaedics and related research. 1990;(254):64-74.
69. Patte D. Classification of rotator cuff lesions. Clinical orthopaedics and related research. 1990;(254):81-86.
70. Tingart MJ, Apreleva M, Lehtinen JT, Capell B, Palmer WE, Warner JJ. Magnetic resonance imaging in quantitative analysis of rotator cuff muscle volume. Clinical Orthopaedics and Related Research. 2003;415:104-110.
71. Zanetti M, Gerber C, Hodler J. Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. Investigative radiology. 1998;33(3):163-170.
72. Thomazeau H, Rolland Y, Lucas C, Duval J-M, Langlais F. Atrophy of the supraspinatus belly assessment by MRI in 55 patients with rotator cuff pathology. Acta Orthopaedica Scandinavica. 1996;67(3):264-268.
73. Gazielly D, Gleyze P, Montagnon C, Bruyere G, Prallet B. Functional and anatomical results after surgical treatment of ruptures of the rotator cuff. 1: Preoperative functional and anatomical evaluation of ruptures of the rotator cuff. Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur. 1995;81(1):8-16.
74. Morag Y, Jacobson JA, Miller B, De Maeseneer M, Girish G, Jamadar D. MR imaging of rotator cuff injury: what the clinician needs to know. Radiographics. 2006;26(4):1045-1065.
75. Zreik NH, Malik RA, Charalambous CP. Adhesive capsulitis of the shoulder and diabetes: a meta-analysis of prevalence. Muscles, ligaments and tendons journal. 2016;6(1):26.
76. Fields BK, Skalski MR, Patel DB, White EA, Tomasian A, Gross JS, et al. Adhesive capsulitis: review of imaging findings, pathophysiology, clinical presentation, and treatment options. Skeletal radiology. 2019;48(8):1171-1184.
77. De Carli A, Pulcinelli F, Delle Rose G, Pitino D, Ferretti A. Calcific tendinitis of the shoulder. Joints. 2014;2(03):130-136.
78. Tung GA, Entzian D, Stern JB, Green A. MR imaging and MR arthrography of paraglenoid labral cysts. American Journal of Roentgenology. 2000;174(6):1707-1715.

79. Ji J-H, Shafi M, Lee Y, Kim D-J. Inferior paralabral ganglion cyst of the shoulder with labral tear-A rare cause of shoulder pain. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research. 2012;98(2):193-198.
80. Yanny S, Toms AP. MR patterns of denervation around the shoulder. American Journal of Roentgenology. 2010;195(2):157-63.
81. Petchprapa CN, Beltran LS, Jazrawi LM, Kwon YW, Babb JS, Recht MP. The rotator interval: a review of anatomy, function, and normal and abnormal MRI appearance. American journal of Roentgenology. 2010;195(3):567-576.
82. Hunt SA, Kwon YW, Zuckerman JD. The rotator interval: anatomy, pathology, and strategies for treatment. JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2007;15(4):218-227.
83. Chung CB, Dwek JR, Cho GJ, Lektrakul N, Trudell D, Resnick D. Rotator cuff interval: evaluation with MR imaging and MR arthrography of the shoulder in 32 cadavers. Journal of computer assisted tomography. 2000;24(5):738-743.
84. Chandnani VP, Gagliardi JA, Murnane TG, Bradley YC, DeBerardino TA, Spaeth J, et al. Glenohumeral ligaments and shoulder capsular mechanism: evaluation with MR arthrography. Radiology. 1995;196(1):27-32.
85. Bennett WF. Subscapularis, medial, and lateral head coracohumeral ligament insertion anatomy: arthroscopic appearance and incidence of “hidden” rotator interval lesions. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 2001;17(2):173-180.
86. Habermeyer P, Magosch P, Pritsch M, Scheibel MT, Lichtenberg S. Anterosuperior impingement of the shoulder as a result of pulley lesions: a prospective arthroscopic study. Journal of shoulder and elbow surgery. 2004;13(1):5-12.
87. Linnau KF, Blackmore CC. Bony injuries of the shoulder. Current problems in diagnostic radiology. 2002;31(2):29-47.
88. Hosseinzadeh S, DeAngelis JP, Komarraju A, Wu AC, Wu JS. Imaging of Acute Shoulder Trauma. Semin Roentgenol. 2021;56(1):5-21
89. Finnoff JT, Smith J, Peck ER. Ultrasonography of the shoulder. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics. 2010;21(3):481-507.

90. Teefey SA, Rubin DA, Middleton WD, Hildebolt CF, Leibold RA, Yamaguchi K. Detection and quantification of rotator cuff tears: comparison of ultrasonographic, magnetic resonance imaging, and arthroscopic findings in seventy-one consecutive cases. JBJS. 2004;86(4):708-716.
91. Iannotti JP, Ciccone J, Buss DD, Visotsky JL, Mascha E, Cotman K, et al. Accuracy of office-based ultrasonography of the shoulder for the diagnosis of rotator cuff tears. JBJS. 2005;87(6):1305-1311.
92. Saliken DJ, Bornes TD, Bouliane MJ, Sheps DM, Beaupre LA. Imaging methods for quantifying glenoid and Hill-Sachs bone loss in traumatic instability of the shoulder: a scoping review. BMC musculoskeletal disorders. 2015;16(1):1-26.
93. Bhure U, Roos JE, Strobel K. Osteoid osteoma: multimodality imaging with focus on hybrid imaging. European journal of nuclear medicine and molecular imaging. 2019;46(4):1019-36.
94. Charousset C, Bellaiche L, Duranthon L, Grimberg J. Accuracy of CT arthrography in the assessment of tears of the rotator cuff. The Journal of bone and joint surgery British volume. 2005;87(6):824-828.
95. Oh JH, Kim JY, Choi J-A, Kim WS. Effectiveness of multidetector computed tomography arthrography for the diagnosis of shoulder pathology: comparison with magnetic resonance imaging with arthroscopic correlation. Journal of shoulder and elbow surgery. 2010;19(1):14-20.
96. Steinbach LS, Palmer WE, Schweitzer ME. Special focus session: MR arthrography. Radiographics. 2002;22(5):1223-1246.
97. Jbara M, Chen Q, Marten P, Morcos M, Beltran J. Shoulder MR arthrography: how, why, when. Radiologic Clinics. 2005;43(4):683-692.
98. Morrison WB. Indirect MR arthrography: concepts and controversies. Semin Musculoskelet Radiol. 2005;9(2):125-34.
99. Zwar RB, Read JW, Noakes JB. Sonographically guided glenohumeral joint injection. AJR Am J Roentgenol. 2004;183(1):48-50.
100. Ogul H, Bayraktutan U, Ozgokce M, Tuncer K, Yuce I, Yalcin A, et al. Ultrasound-guided shoulder MR arthrography: comparison of rotator interval and posterior approach. Clinical imaging. 2014;38(1):11-7.

101. Kidder JF, Rouleau DM, Pons-Villanueva J, Dynamidis S, DeFranco MJ, Walch G. Humeral head posterior subluxation on CT scan: validation and comparison of 2 methods of measurement. Techniques in Shoulder & Elbow Surgery. 2010;11(3):72-76.
102. Walch G, Badet R, Boulahia A, Khoury A. Morphologic study of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis. The Journal of arthroplasty. 1999;14(6):756-760.
103. Cetinkaya M, Ataoglu MB, Ozer M, Ayanoglu T, Oner AY, Kanatli U. Do subscapularis tears really result in superior humeral migration? Acta orthopaedica et traumatologica turcica. 2018;52(2):109-14.
104. Kumar V, Satku K, Balasubramaniam P. The role of the long head of biceps brachii in the stabilization of the head of the humerus. Clinical orthopaedics and related research. 1989 (244):172-175.
105. Warner J, McMahon PJ. The role of the long head of the biceps brachii in superior stability of the glenohumeral joint. The Journal of bone and joint surgery American volume. 1995;77(3):366-372.
106. Ghalayini SR, Board TN, Srinivasan MS. Anatomic variations in the long head of biceps: contribution to shoulder dysfunction. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 2007;23(9):1012-1018.
107. Glueck DA, Mair SD, Johnson DL. Shoulder instability with absence of the long head of the biceps tendon. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 2003;19(7):787-789.
108. Itoi E, Kuechle DK, Newman SR, Morrey BF, An K. Stabilising function of the biceps in stable and unstable shoulders. The Journal of bone and joint surgery British volume. 1993;75(4):546-550.
109. Youm T, ElAttrache NS, Tibone JE, McGarry MH, Lee TQ. The effect of the long head of the biceps on glenohumeral kinematics. Journal of shoulder and elbow surgery. 2009;18(1):122-129.
110. Su W-R, Budoff JE, Luo Z-P. The effect of posterosuperior rotator cuff tears and biceps loading on glenohumeral translation. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 2010;26(5):578-586.

111. Pagnani MJ, Deng X-H, Warren RF, Torzilli PA, O'Brien SJ. Role of the long head of the biceps brachii in glenohumeral stability: a biomechanical study in cadavera. Journal of Shoulder and Elbow Surgery. 1996;5(4):255-262.
112. Rodosky MW, Harner CD, Fu FH. The role of the long head of the biceps muscle and superior glenoid labrum in anterior stability of the shoulder. The American journal of sports medicine. 1994;22(1):121-130.
113. Lephart SM, Pincivero DM, Giraido JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. The American journal of sports medicine. 1997;25(1):130-137.
114. Vangsness Jr CT, Ennis M, Taylor JG, Atkinson R. Neural anatomy of the glenohumeral ligaments, labrum, and subacromial bursa. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 1995;11(2):180-184.
115. Elser F, Braun S, Dewing CB, Giphart JE, Millett PJ. Anatomy, function, injuries, and treatment of the long head of the biceps brachii tendon. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 2011;27(4):581-592.
116. Kim S-H, Ha K-I, Kim H-S, Kim S-W. Electromyographic activity of the biceps brachii muscle in shoulders with anterior instability. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 2001;17(8):864-868.
117. Zappia M, Carfora M, Romano AM, Reginelli A, Brunese L, Rotondo A, et al. Sonography of chondral print on humeral head. Skeletal radiology. 2016;45(1):35-40.
118. Braun S, Millett PJ, Yongpravat C, Pault JD, Anstett T, Torry MR, et al. Biomechanical evaluation of shear force vectors leading to injury of the biceps reflection pulley: a biplane fluoroscopy study on cadaveric shoulders. The American journal of sports medicine. 2010;38(5):1015-1024.
119. Baumann B, Genning K, Böhm D, Rolf O, Gohlke F. Arthroscopic prevalence of pulley lesions in 1007 consecutive patients. Journal of shoulder and elbow surgery. 2008;17(1):14-20.
120. Tempelhof S, Rupp S, Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. Journal of shoulder and elbow surgery. 1999;8(4):296-299.

121. Teunis T, Lubberts B, Reilly BT, Ring D. A systematic review and pooled analysis of the prevalence of rotator cuff disease with increasing age. Journal of shoulder and elbow surgery. 2014;23(12):1913-1921.

122. Wutke R, Fellner FA, Fellner C, Stangl R, Dobritz M, Bautz WA. Direct MR arthrography of the shoulder: 2D vs. 3D gradient-echo imaging. Magn Reson Imaging 2001;19(9):1183–1191

123. Walch G, Nové-Josserand L, Boileau P, Levigne C. Subluxations and dislocations of the tendon of the long head of the biceps. Journal of shoulder and elbow surgery. 1998;7(2):100-108.

124. Lafosse L, Reiland Y, Baier GP, Toussaint B, Jost B. Anterior and posterior instability of the long head of the biceps tendon in rotator cuff tears: a new classification based on arthroscopic observations. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 2007;23(1):73-80.