



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**OMUZ MR ARTROGRAFİDE GLENOİD LABRUM PATOLOJİLERİNE
EŞLİK EDEN KARTİLAJ DEFEKTLERİNİ SAPTAMADA VİBE
SEKANSININ TANIYA KATKISININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DR. AYŞE GÖKÇE
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

DÜZCE-2022



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**OMUZ MR ARTROGRAFİDE GLENOİD LABRUM PATOLOJİLERİNE
EŞLİK EDEN KARTILAJ DEFİKTLERİNİ SAPTAMADA VİBE
SEKANSININ TANIYA KATKISININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DR. AYŞE GÖKÇE
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DR. ÖGR. ÜYESİ DERYA GÜÇLÜ
TEZ DANIŞMANI**

DÜZCE-2022

ÖNSÖZ

Tezimin tüm aşamalarında verdiği destek ve motivasyon için değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Derya GÜÇLÜ'ye, asistanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini paylaşarak her daim destek ve güvenlerini hissettiren değerli hocalarım Prof. Dr. Ömer ÖNBAŞ, Prof. Dr. Alp Alper ŞAFAK, Doç. Dr. Elif Nisa ÜNLÜ, Doç. Dr. Hasan Baki ALTINSOY ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali ÖZEL'e, artrografi ve radyoloji alanındaki bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak motive eden ve yol gösteren çok değerli hocam Prof. Dr. Hayri OĞUL'a,

Bir çalışma arkadaşı olmaktan ziyade birlikte çok güzel anılar biriktirdiğim ve ayrı ayrı her birini tanıdığım için şanslı olduğumu hissettiğim arkadaşlarım Dr. İbrahim F. NALDEMİR, Dr. Büşra HAS, Dr. Meral KAPLAN, Dr. Hakan H. SOYLU, Dr. Gülşah N. BAŞ SOYSAL, Dr. Selin KESKİN, Dr. O. Şinasi OĞUZ, Dr. Ömer KOÇAK, Dr. Osman K. ERYILMAZ, Dr. Sanem SARSILMAZ ve Dr. Hasan BULGURLU'ya,

Beş yıl süresince birlikte çalıştığım değerli sekreterlerimiz Filiz ALTUN, Merve ÖKER, Şenay YANIK YİĞİT'e, girişimsel radyoloji ekibine ve radyoloji bölümündeki diğer tüm sekreter, hemşire ve teknisyenlere,

Destek ve güvenlerini her daim arkamda hissettiğim, hayallerime giderken yanımdan hiç ayrılmayan babam İsmail YILMAZ, annem Firdes YILMAZ'a,

Daimi mutluluk ve yaşam enerjisi kaynağım olan kızım Nil GÖKÇE'ye;

Üniversite yıllarından bu yana her alanda motivasyonumun en büyük kaynağı olan, sonsuza kadar varlığını en büyük armağan olarak kabul edeceğim en yakın arkadaşım, dostum, eşim Furkan GÖKÇE'ye,

Sonsuz teşekkürlerimle...

30.06.2022

Ayşe GÖKÇE

ÖZET

Amaç: Bu çalışmamızda, konvansiyonel ve volümetrik manyetik rezonans artrografi (MRA) yöntemlerini bilgisayarlı tomografi artrografi (BTA) ile karşılaştırarak labrum patolojilerine eşlik eden glenoid kartilaj defektlerinin tanı ve evrelemesine olan katkılarını araştırmayı amaçladık.

Materyal ve metod: Kasım 2021 – Mayıs 2022 tarihleri arasında anamnez, fizik muayene ve omuz konvansiyonel MRG bulguları ile labrum patolojisi düşünülen 79 hastaya MRA ve BTA yapıldı. BTA görüntüleri kas-iskelet radyolojisi alanında deneyimli radyolog tarafından, konvansiyonel ve T1 volümetrik MRA, iki ayrı radyolog tarafından birbirinden bağımsız olarak değerlendirilerek glenoid kartilaj defekti olup olmadığı ve var ise defektin evresi ile lokalizasyonu belirlendi. Dokuz ayrı bölgeye ayrılan glenoid kartilajda defektler evresine göre 3 gruba ayrıldı. Kartilaj defekti %50'den az (evre 1), %50'den fazla ancak kemik etkilenimi yok (evre 2) ve tam kat kartilaj defekti ile birlikte kemik etkilenimi var (evre 3) olarak kategorize edildi. Konvansiyonel ve T1 volümetrik MRA için ayrı ayrı sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları hesaplandı. Gözlemciler arası uyum istatistiki olarak değerlendirildi.

Bulgular: Çalışmaya 58'i erkek, 21'i kadın toplam 79 olgudan elde edilen konvansiyonel ve T1 volümetrik MRA incelemeleri dahil edildi. MRA yapılan tüm hastalar aynı zamanda BTA görüntülerine de sahipti. BTA artrografi referans standart olarak kullanıldı. Glenoid labrum patolojisi bulunan 79 olguya ait BTA'nın, 48'inde (%60,75) kartilaj defekti saptandı. Konvansiyonel MRA'nın iki gözlemci için sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk oranları sırasıyla, %17-%19, %100-%100, %49-%51, T1 volümetrik MRA'nın sırasıyla sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk oranı %58-%65, %90-%97, %71-%77 olarak bulundu. Gözlemciler arası uyum hem konvansiyonel MRA hem de volümetrik MRA'da tanı ve lokalizasyon için mükemmel düzeydeydi.

Sonuç: T1 Volümetrik MRA'nın glenoid labrum patolojisine eşlik eden kartilaj defektlerinde yüksek hassasiyet, özgüllük ve mükemmel gözlemciler arası uyum ile doğru bir şekilde tanı koyduğunu gösterdik.

Anahtar Kelimeler: Artrografi, Bilgisayarlı Tomografi, Glenoid Labrum, Kartilaj Defekti, Manyetik Rezonans Artrografi, Omuz, VIBE

ABSTRACT

Objective: In this study, we aimed to compare conventional and T1 volumetric magnetic resonance arthrography (MRA) methods with computed tomography arthrography (CTA) and investigate its contribution to the diagnosis and staging of glenoid cartilage defects accompanying labrum pathologies.

Materials and Methods: Between November 2021 and May 2022, MRA and CTA were performed on 79 patients who were thought to have labrum pathology based on anamnesis, physical examination and shoulder conventional MRI findings. CTA images were evaluated by a radiologist experienced in the field of musculoskeletal radiology, and conventional MRA and T1 volumetric MRA were evaluated independently by two separate radiologists, and the presence of glenoid cartilage defect, if any, its stage and localization were determined. Defects in the glenoid cartilage, which was divided into nine different regions, were divided into 3 groups according to the stage. Cartilage defect was categorized as less than 50% (stage 1), more than 50% but no bone involvement (stage 2), and bone involvement with full thickness cartilage defect (stage 3). Sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, and diagnostic accuracy ratio were calculated separately for conventional and T1 volumetric MRA.

Results: Conventional and T1 volumetric MRA examinations obtained from a total of 79 cases, 58 male and 21 female, were included in the study. Cartilage defect was detected in 48 (60.75%) of CTAs of 79 cases with glenoid labrum pathology. The sensitivity, specificity and diagnostic accuracy of conventional MRA were 17%-19%, 100%-100%, 49%-51%, respectively, and the sensitivity, specificity and diagnostic accuracy of volumetric MRA was 58%-65%, 90%-97%, 71%-77%, respectively. Interobserver agreement was perfect for diagnosis and localization in both conventional MRA and T1 volumetric MRA.

Conclusion: We demonstrated that T1 volumetric MRA accurately diagnoses cartilage defects accompanying glenoid labrum pathology, with high sensitivity and specificity, and perfect interobserver agreement.

Key Words: Arthrography, Chondral Defect, Computed Tomography, Glenoid Labrum, Magnetic Resonance Arthrography, Shoulder, VIBE

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Amaç	2
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Omuz Eklemine Anatomisi.....	3
2.1.1. Omuz eklemine oluşturan kemik yapılar	3
2.1.2. Omuz kavşağının eklemleri.....	4
2.1.3. Omuz eklemine ligamanları	6
2.1.4. Glenoid labrum.....	7
2.1.5. Eklem kartilajı.....	7
2.1.6. Korakoakromial ark	9
2.1.7. Rotator manşet kasları ve biceps braki kasının uzun başı.....	9
2.1.8. Omuz eklemi çevresindeki bursa ve resesler	11
2.1.9. Eklem kapsülü.....	11
2.1.10. Nörovasküler yapılar.....	12
2.2. Klinik Tablolar	12
2.2.1. Osteoartrit.....	12
2.2.2. Glenohumeral instabilite ve labrum patolojileri	13
2.2.3. Rotator manşet (RM) patolojileri	19
2.2.4. Omuz eklemine diğer patolojileri	20
2.3. Omuz Eklemine Görüntülemesi.....	21
2.3.1. Direkt grafi	21
2.3.2. Ultrasonografi (USG).....	22
2.3.3. BT ve BT artrografi (BTA)	22
2.3.4. Konvansiyonel MRG	23
2.3.5. MR artrografi (MRA).....	26
3. GEREÇ VE YÖNTEM	28
3.1. Hasta Seçimi.....	28
3.2. USG Eşliğinde Enjeksiyon Tekniğimiz	29
3.3. MRA Tekniğimiz	30
3.4. BTA Tekniğimiz	30
3.5. Görüntülerin Değerlendirilmesi	30

3.6. İstatiksel Analiz.....	32
4. BULGULAR.....	33
4.1. Hastaların Değerlendirilmesi	33
4.2. Olgu Örnekleri	36
5. TARTIŞMA	38
6. SONUÇ	44
7. KAYNAKLAR	45

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- ABER:** Abduksiyon eksternal rotasyon
- ALPSA:** Anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion
- BT:** Bilgisayarlı tomografi
- BTA:** Bilgisayarlı tomografi artrografi
- ESM:** Ekstraselüler matriks
- FOV:** Field of view
- GAG:** Glikozaminoglikan
- GHE:** Glenohumeral eklem
- GHL:** Glenohumeral ligament
- GLAD:** Glenolabral articular disruption
- GRE:** Gradient eko
- HAGL:** Humeral avulsion of glenohumeral ligament
- İGHL:** Inferior glenohumeral ligament
- KHL:** Korakohumeral ligaman
- MGHL:** Middle glenohumeral ligament
- MRA:** Manyetik rezonans artrografi
- MRG:** Manyetik rezonans görüntüleme
- PACS:** Picture archiving and communication systems
- POLPSA:** Posterior labrocapsular periosteal sleeve avulsion
- Rİ:** Rotator interval
- RM:** Rotator manşet
- SA/SD:** Subakromial-subdeltoid bursa
- SGHL:** Superior glenohumeral ligament
- SLAP:** Superior labrum anterior-posterior
- T:** Tesla
- TSE:** Turbo spin eko
- USG:** Ultrasonografi
- VIBE:** Volumetric interpolated breath hold examination
- 3B:** 3 boyutlu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Glenoid kartilaj üzerinde ızgara sistemine göre ayrılmış 9 anatomik zon.

Şekil 2: Çalışmamızda kullandığımız modifiye Outerbridge kartilaj hasarı sınıflamasının şematik gösterimi.

Şekil 3: 29 yaşında Kim's lezyonu saptanan erkek olgunun T1 volümetrik MRA (A) ve BTA (B) görüntülerinde glenoid kartilaj 4. lokalizasyonda evre 1 kartilaj hasarı.

Şekil 4: 28 yaşında Bankart lezyonu saptanan erkek olgunun T1 volümetrik MRA (A) ve BTA (B) görüntülerinde glenoid kartilaj 4. lokalizasyonda evre 2 kartilaj hasarı.

Şekil 5: 66 yaşında SLAP tip 8 lezyonu saptanan erkek olgunun T1 volümetrik MRA (A) ve BTA (B) görüntülerinde glenoid kartilaj 3. lokalizasyonda evre 3 kartilaj hasarı.

Şekil 6: 62 yaşında SLAP tip 2 lezyonu saptanan kadın olgunun T1 volümetrik MRA (A) ve BTA (B) görüntülerinde glenoid kartilajda diffüz evre 3 kartilaj hasarı.

Şekil 7: 60 yaşında Bankart lezyonu saptanan kadın olgunun T1 volümetrik MRA (A) görüntülerinde 7. lokalizasyonda kortikal kemik etkilenimini saptanarak evre 3 kartilaj hasarı olarak değerlendirilmiştir. Ancak BTA (B) görüntülerinde bu lokalizasyonda evre 2 kartilaj hasarı olarak değerlendirilmiştir.

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1a: Gözlemci 1'in değerlendirdiği konvansiyonel MRA'nın istatiksels analizi

Tablo 1b: Gözlemci 1'in değerlendirdiği T1 volümetrik MRA'nın istatiksels analizi

Tablo 2a: Gözlemci 2'nin değerlendirdiği konvansiyonel MRA'nın istatiksels analizi

Tablo 2b: Gözlemci 2'nin değerlendirdiği T1 volümetrik MRA'nın istatiksels analizi

1. GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. Giriş

Omuz eklemi, üst ekstremitiyi sternoklavikular eklem ile aksiyel iskelete bağlayan omuz kuşağını içerir. Yüksek hareket açıklığı nedeniyle instabiliteye meyilli bir eklemdir. Omuzda dört eklem bulunur; sternoklavikular, akromiyoklavikular, glenohumeral ve sternotorasik eklem (1). Glenohumeral eklem (GHE), skapulanın glenoidi ile humerus başı arasında küresel bir eklemdir (2). GHE stabilizasyonunu sağlayan aktif ve pasif yapılar mevcuttur. Aktif stabilizörler eklemi çevreleyen kas ve tendonlardır, pasif stabilizörler ise glenoid labrum, eklem kapsülü ve glenohumeral ligamanlardır (3).

Labrum, glenoidin çevresine yapışan fibrokartilajinöz bir yapıdır (4). Labrum, glenoid fossa'yı yaklaşık üçte bir oranında derinleştirir ve humerus başı ile glenoid yüz arasındaki teması arttırarak eklem stabilitesine katkı sağlar (5). Ayrıca eklem boşluğunu kapatarak hareket ederken humerus başının konumunu korumaya yardımcı olan bir vakum mekanizmasının oluşturulmasına katılır. Diğer taraftan glenoid labrum glenohumeral ligamentler, biceps tendonu ve eklem kapsülü gibi diğer stabilizatörlerin tutunduğu yüzey alanıdır. Labrumun bir diğer işlevi de glenoid boşluğu beslemek ve omuz eklemine lubrikasyonuna yardımcı olmaktır (6). Labrum izole bir yapı olarak düşünülmemelidir. Glenoid çevresi boyunca uzanan ve çevredeki yapılara uzanan paralel kollajen lif demetlerinden oluşur ve periartiküler lif sistemi olarak adlandırılan birbirine bağlı bir sistem oluşturur (7). Glenoid labrum ve kartilaj fibrokartilajinöz bir geçiş zonu ile devamlılık gösterir (8). Omuz eklemindeki kartilaj hasarının çoğu uzun süre asemptomatiktir (9). GHE'de herhangi bir kartilaj hasarı omartroz olarak da bilinen omuz osteoartriti ile sonuçlanacaktır (10,11). Tam kalınlıktaki eklem kartilaj defektlerinin iyileşme kapasitesi sınırlıdır ve eklem kartilajının hasarı sonucunda hafif bir uyumsuzluk eklemden aşırı yüklenme durumlarına neden olur (12,13). Bu nedenle hiyalin kartilajdaki yapısal değişikliklerin (incelme, defekt) erken tespiti gereklidir.

Eklem kırıkdağının görüntülenmesi için MRA ve BTA kullanılabilir. MRA, eklem ve özellikle kartilaj görüntülemesinde altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak BTA, yüksek uzaysal çözünürlüğü ve submilimetrik bir skalada

görüntülemeye olanak sağlaması ve çok düzlemli görüntü oluşturabilmesi sayesinde MRG' ye göre eklem kırıkdağındaki hasarı daha iyi gösterebilmektedir (14). MRA'nın çekim süresinin uzun olması ve hareket ya da yabancı cisimlerin oluşturduğu artefaktlara duyarlılığı dezavantajdır. Bununla birlikte radyasyon maruziyetinin olmaması önemli bir avantajdır (15). VIBE sekansı, nispeten kısa çekim süresi ile yüksek kontrast ve uzaysal rezolüsyona sahip T1 ağırlıklı gradient eko sekansı olup çeşitli eklemlerde kartilaj defektlerinin değerlendirmesinde kullanılmaktadır (16).

1.2. Amaç

Yakın zamanda yapılan çalışmalarda da gösterildiği gibi yağ baskılı VIBE sekansı üç boyutlu multiplanar görüntülemeye ve ince kesit görüntülere olanak sağlaması ile MRA'da yerini almıştır (17–19). Literatürde konvansiyonel MRA'nın ve T2 volümetrik MRA'nın glenoid kartilaj defektlerinin saptanmasında etkinliğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Bununla birlikte glenoid labrum patolojilerine eşlik eden kartilaj defektlerinin saptanmasında T1 volümetrik MRA sekanslarının etkinliğini gösteren bir çalışma bizim bildiğimiz kadarıyla bulunmamaktadır. Biz bu çalışmamızda, klinik endikasyonu bulunan olgularda labral patolojilere eşlik eden glenoid kartilajdaki defektlerin saptanmasında konvansiyonel ve T1 volümetrik MRA'nın BTA ile karşılaştırılarak tanıya ve evrelemeye olan katkılarını araştırmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Omuz Eklemine Anatomisi

Omuz kemeri; GHE, sternoklavikular eklem, akromioklavikular eklem, skapulotorasik eklem ve subakromial eklemde oluşur ve üst ekstremitayı gövdeye bağlayan bir köprü görevi görür. Omuz kemerini aksiyel iskelete bağlayan tek gerçek anatomik eklem sternoklavikular eklemde. Skapulotorasik eklem ve subakromial eklem bir anatomik eklem olmayıp fonksiyonel eklem olarak değerlendirilir. Omuz kemerini oluşturan beş eklemde sinerjistik hareketi ile hareket açıklığı en fazla olan omuz eklemi, omuz ve kola hareket yaptırır (20).

2.1.1. Omuz eklemine oluşturan kemik yapılar

2.1.1.1. Klavikula

Klavikula, medialde sternoklaviküler eklem ile lateralde ise akromioklaviküler eklem ile eklem yapan ‘S’ şeklinde bir kemiktir. Aşırı eğrilikten neredeyse düz şekle kadar birçok varyasyon gösterir. Kol ile çalışan işçilerde kalınlık ve eğrilik artar. Ayrıca sağ klavikula genellikle soldan daha güçlüdür (21,22).

2.1.1.2. Skapula

Skapula gövde, glenoid kemik, boyun, spina skapula, akromiyon ve korakoid çıkıntıdan oluşur. Skapulanın ön yüzünde konkav şekilli subskapular fossa bulunmakta olup subskapularis kası buradan orijin alarak humerus küçük tüberkülüne uzanır. Arka yüzü, spina skapula ile ayrılan supraspinöz ve infraspinöz fossaları içerir ve ilgili kaslar için bağlanma yerleridir (23). Omuzun posteriorunda, glenoidin superiorunda spina skapulanın posterolateral uzantısı akromion olarak adlandırılır (24). Akromion ile klavikula lateral kesimi arasında akromioklavikular eklemi oluşturur. Akromion morfolojisi değişkenlik göstermekte olup sagittal morfolojilerine göre 4 tipi tanımlanmıştır. En sık görülen tip 2 morfolojide akromion alt yüzeyi konveks iken tip 1’de düz, tip 4’te ise konkavdır. Bu üç morfoloji supraspinatus

tendonuna zarar vermez iken en nadir morfoloji olan tip 3'te ise akromion alt yüzeyinde spur benzeri çıkıntı nedeniyle supraspinatus tendonunda hasar oluşabilir (25).

2.1.1.3. Humerus proksimali

Proksimal humerus, humerus başı, büyük ve küçük tüberkül, humerus boynu ve bisipital oluktan oluşur. Humerus başı yuvarlak olmakla birlikte posterior-inferior kısmında bir düzlük mevcuttur. Bu alan, humerus başının posterior-superior kesiminde travmaya ikincil oluşan Hill-Sachs deformitesi ile karıştırılmamalıdır. Kartilaj kalınlığı yaklaşık 1 mm'dir. Humerus başının anterior ve posteriorunda subkondral kistler bulunur. Anteriorda yerleşik subkondral kistler subskapularis tendon patolojisine işaret edebilirken, posterior-inferiorda yer alan kistler supraspinatus ile infraspinatus tendon patolojileri veya yaşa bağlı dejeneratif değişikliklerle uyumludur (26). Bisipital oluk, büyük ve küçük tüberküller arasında yer alır ve biceps tendonunun uzun başını içerir. Transvers humeral ligament, bisipital oluğa dik olarak biceps tendonunun uzun başını geçer. Oluğun genişliği ve derinliği, biceps tendonunun uzun başının stabilizasyonunu etkiler. Sığ bir bisipital oluk, biceps tendonunun uzun başının yer değiştirmesine zemin hazırlar (27).

2.1.2. Omuz kavşağının eklemleri

2.1.2.1. Sternoklavikular eklem

Sternoklaviküler eklem, eyer şeklinde sinovyal bir eklem olup aksiyal iskelet ile üst ekstremité arasındaki tek gerçek eklemdir. Klavikula ile sternum manubriumu arasında bulunur. Fibröz eklem kapsülü ve interartiküler disk yapısı bulunur. Fonksiyon olarak planar tip eklem gibi davranır. Eklem hareketleri anteroposterior yönde kayma, elevasyon-depresyon ve rotasyon şeklindedir (28).

2.1.2.2. Glenohumeral eklem (GHE)

Skapulohumeral eklem olarak da adlandırılır. Eklemi glenoid fossa ve humerus başı oluşturur (29). Labrum, glenoid kemiğe yapıştığı noktada glenoid kartilaj ile devamlıdır (8). GHE; kola ekstansiyon, fleksiyon, addüksiyon, abdüksiyon, rotasyon ve sirkumdüksiyon hareketlerini yaptırır. Geniş eklem hareketi nedeniyle dislokasyona meyillidir (30). GHE'nin statik (pasif) stabilizörleri eklem kapsülü, glenoid labrum, korakohumeral ligaman, glenohumeral ligaman, korakoakromial ligaman ve glenoid fossanın eklem yüzeyidir. Dinamik (aktif) stabilizörleri, rotator manşet kasları ve biceps kası uzun başıdır (31). Anteriorda subskapularis kası, posteriorda infraspinatus ve teres minör kası, superiorda ise supraspinatus kası bulunur. GHE stabilitesi bu kasların aktivitesine bağlıdır (29).

2.1.2.3. Akromioklavikular eklem

Klavikulanın distali ile akromion arasında planar tip eklemdir. Eklem anterior stabilizasyonunu akromioklavikular ligaman, kraniokaudal düzlemdeki stabilizasyonu ise korakoklavikular ligaman sağlar (32). Akromioklavikular eklem dejeneratif hipertrofisi subakromial mesafeyi daraltarak supraspinatus myotendinöz bileşke düzeyinde basıya ve subakromial sıkışma sendromlarına neden olabilir.

2.1.2.4. Skapulotorasik eklem

Fizyolojik bir eklemdir. Skapula ile toraks duvarı arasında iki kısımdan oluşur. Birinci kısım skapula ile anterior serratus kası arasında, ikinci kısım ise bu kas ile toraks duvarı arasındadır. Temel rolü GHE'deki hareketi güçlendirmektedir. Kaslarla çevrili olduğu için travmalarda darbe emici görevi görür ve omuz eklemine korur (24).

2.1.2.5. Subakromial eklem

Gerçek bir eklem değildir. Eklem fonksiyonu gören bu yapının temelini oluşturan subakromiyal bursa olup eklem aralığı görevini üstlenmektedir.

Subakromiyal bursa, humerus başı ve tüberkül arasında akromiyoklavikular arkın altında yer almakta olup normal şartlarda GHE ile ilişkisi yoktur (24).

2.1.3. Omuz ekleminin ligamanları

Glenohumeral ligamanlar (GHL), GHE kapsülünün glenoid ön ve alt kenarından humerusun anatomik boynuna doğru uzanan lokalize kalınlaşmalarıdır (19). Eklem kapsülü ve glenoid labrum ile birlikte eklem statik stabilizörüdürler.

2.1.3.1. Superior glenohumeral ligaman (SGHL)

SGHL, supraglenoid tüberkülden orijin alarak korakoid çıkıntıya paralel seyreder ve küçük tüberkülün üstünde fovea kapitis düzeyine yapışır. Biseps tendonu uzun başının stabilizasyonunda ve anterosuperior sıkışma sendromunda önemli rol alır (19).

2.1.3.2. Middle glenohumeral ligaman (MGHL)

MGHL; çok farklı yapılardan orijin alabilir, proksimal humerusun ön yüzünde SGHL yapışma yerinin altına yapışır. Aksiyel kesitlerde labrum ve subskapularis kası arasında lineer düşük sinyalli yapı olarak izlenir. En sık varyasyonu görülen glenohumeral ligamandır. Olguların %27'sinde agenezi görülebilir. Buford kompleksinde kord şeklinde kalın görülebildiği gibi duplikasyonu da görülebilir (23,26,33).

2.1.3.3. İnferior glenohumeral ligaman (İGHL)

Omuz ekleminin stabilizasyonunda en önemli yapı olan İGHL, anterior labrumun orta-alt kesiminden orijin alır ve humerus boynuna yapışır. Ligamanın anterior ve posterior bantları, kapsüler fibröz kalınlaşmanın oluşturduğu aksiller reses ile birbirine bağlanır. Humerus başının glenoid fossada stabilizasyonuna destek olan bir askı görevi üstlenir (23,26,33).

2.1.4. Glenoid labrum

Fibröz bağ dokusu yapısındaki labrum glenoid fossa derinliğini ve humerus başı ile temas alanını arttırır. Ayrıca eklemdede oluşan basınç değışikliklerine karşı statik stabilizasyona katkı sağlar. GHL'nin bir kısmı ve biceps tendonu uzun başı labruma yapışır. Labrum T1 ve T2 ağırlıklı MRG'de düşük sinyalde izlenir. Asemptomatik olgularda üçgen veya yuvarlak şekilli, anteriorda çentikli olabilir ya da hiç görülmeyebilir (23,26). Glenoid labrumun kanlanması kapsüler arterler aracılığı ile sağlanır. Fibrokartilajinöz bir geçiş zonu sayesinde glenoid fossa kartilajı ile devamlılık gösterir (34).

Anatomik olarak anterior, inferior, posterior ve superior olarak bölümlere ayrılan labrum saat kadrantları ile ifade edilir. Labral varyasyonlar en sık anterior ve anterosuperior segmentlerde görülür. Bu varyasyonlar, sublabral reses, sublabral foramen ve Buford kompleksidir. Varyasyonlar labral yırtıklarla karışabildiğinden tanınmaları önemlidir (35).

Sublabral reses, superior labrokapsüler kompleks ile kartilaj arasında saat 11-1 arasında lokalize bir reseedir. Normal genişliği 1-2 mm olup konturları düzgündür. MRG'de özellikle SLAP tip 2 lezyonlar ile karışabilir (23,26,33,36).

Buford kompleksi anterior superior labrumun agenezisi ile birlikte MGHL'nin kord şeklinde kalınlaşması ile karakterize diğeri bir labral varyasyondur. Buford kompleksinde MGHL, bisipitolabral komplekten orijin alır. Buford kompleksinin labral yırtıklardan ayırımında, superior labrumdan ayrılarak anterior eklem kapsülüne doğru uzanan normal MGHL seyrinin izlenmesi yardımcıdır. Buford kompleksi, sublabral reses ile birlikte görülebilir (23,26,33,35,36).

2.1.5. Eklem kartilajı

Eklem kartilajı, temas yüzeyi sağlayarak ekleme bakan kemik yapıların birbiri üzerinde hareketini kolaylaştıran bağ dokusudur. Avasküler ve alenfatik yapısı nedeniyle iyileşme ve onarım süreci güç olmaktadır. Büyük ölçüde eklem sıvısından diffüzyon aracılığı ile beslenir. Ayrıca az miktarda da olsa subkondral kemikten vasküler beslenmesi vardır. Eklem kıkırdığı morfolojik olarak üç bileşenden oluşur;

kollajen, kırıldak hücreleri ve bunların gömülü olduğu ekstraselüler matriks (ESM). Eklem kartilajının hücre içeriği az olup net ağırlığının yaklaşık %1-4'ü kondrositlerden, geri kalan büyük kısmı ESM'den oluşur (37,38).

ESM'de bulunan negatif yüklü polisakkarit olan glikozaminoglikan (GAG) ve proteoglikanlar hidrofilik etki ile dokunun su tutmasını sağlar. Kartilajın esnek yapısı, su ve proteoglikan içeriğine bağlıdır. Basınç altında, sıvısını kaybeder ve basınç ortadan kalktığında GAG'lar sıvıyı hızla içe çeker. GAG'ların yarı ömrünün birkaç gün ile birkaç ay arasında olduğu bildirilmektedir. Kartilaj dejenerasyonunda meydana gelen değişikliklerin proteoglikan ve tip II kollajen yıkımı olduğu gösterilmiştir. Proteoglikanların kaybına bağlı olarak kartilaj yumuşar ve direnci azalır. Kollajen doku yıkıldığı için yüzeyi düzensizleşir ve vertikal yönde yırtılır (39,40).

Hyalin kartilaj en yaygın tiptir ve embriyo gelişimi sırasında geçici iskelet görevi görür. Matriksi, GAG'lar ve yüksek oranda kolajen lifleri (esas olarak tip II kolajen) açısından zengindir (41). Tüm hyalin kartilaj içeren diartrozlarda olduğu gibi, GHE'de de kartilaj hasarının nedenleri çeşitlidir; avasküler nekroz, kondroliz, idiyopatik fokal defektler, osteoartrit, osteokondritis dissekans, cerrahi sonrası kartilaj anormallikleri (iyatrojenik yaralanmalar) ve travma sonrası defektleri içerir (42). Omuz eklemindeki kartilaj hasarının çoğunun uzun süre asemptomatik olması, omuzdaki kartilaj onarım müdahalelerinin diğer eklemlere göre neden çok daha nadir olduğunu açıklar (9). GHE'de herhangi bir kartilaj hasarı omartroz olarak da bilinen omuz osteoartriti ile sonuçlanacaktır (10,11). Tam kalınlıktaki eklem kartilajındaki defektlerin iyileşme kapasitesi sınırlıdır ve hasarın neden olduğu hafif bir uyumsuzluk aşırı yüklenme durumlarına neden olur (12,13). Bu nedenle hyalin kartilajın yapısındaki değişiklikler (incelme, lezyonlar) erken tespit edilmelidir (13,43). Kantitatif kartilaj kalınlığı ölçümü, omuz artroplastisinin sonucunu iyileştirmek, değişen mekanik yüklenmeye fonksiyonel adaptasyonu değerlendirmek veya kartilaj erozyonu riski yüksek olan bireyleri tespit etmek için önemlidir (44).

“Glenoid bare spot”: glenoid kartilajın merkezi alanının incelmesi olarak tanımlanırken alttaki subkondral kemiğin kalınlaşması Assaki tüberkülü olarak adlandırılmıştır ve altta yatan neden net olarak ortaya konulamamıştır (45,46). Bazı yazarlar fokal, merkezi yerleşimli bir kartilaj defekti olarak da tanımlamış ve

yetişkinlerde normal bir varyasyon olarak kabul etmiştir (47). Bazı çalışmalarda ise bu subkondral kalınlaşmanın humerus başının glenoid karşı sürekli basısına bağlı olduğu ileri sürülmektedir (48).

2.1.6. Korakoakromial ark

Korakoakromial ark; akromion, korakoid çıkıntının 1/3 ön bölümü, korakoakromial ligaman, distal klavikula ve akromioklavikular eklemden oluşur. Korakoakromial ark içinde subakromial-subdeltoid (SA/SD) bursa, supraspinatus tendon ile kası ve biceps tendonunun uzun başı yer alır. Korakoakromial arkı oluşturan yapılarda oluşan değişiklikler sıkışma sendromlarına yol açabilir (49–51).

2.1.7. Rotator manşet kasları ve biceps braki kasının uzun başı

Rotator manşet (RM), subskapularis, supraspinatus, infraspinatus ve teres minör kaslarından oluşur. RM tendonları eklem kapsülü ile karışarak GHE'yi saran muskülotendinöz bir halka oluşturur. Bu halka humerus başını glenoid fossada stabilize eder (52).

2.1.7.1. Supraspinatus kası

Supraspinatus kası, spina skapulanın üzerindeki fossadan orijin alarak büyük tüberkülün üst kısmına yapışır. İnervasyonunu supraskapular sinir sağlar. Abdüksiyonun ve elevasyonun başlamasını sağlar (53).

2.1.7.2. İnfraspinatus kası

Supraskapular sinir tarafından inerve edilen infraspinatus kası infraspinöz fossadan orijin alıp büyük tüberküle yapışır. Kola dış rotasyon yaptıran ana kastır ve skapulohumeral eklem kapsülünü arkadan destekler (53). Tendon anterior lifleri büyük tüberküle tutunmadan önce supraspinatus lifleri ile konjugasyon gösterir (54).

2.1.7.3. Subskapularis kası

Subskapularis kası, subskapular fossadan orijin alarak humerus küçük tüberkülüne tutunur. Liflerin bir kısmı intertüberküler oluğun diğer tarafına geçerek intertüberküler oluğun çatısını oluşturan transvers humeral ligamanın yapısına katılır ve biceps uzun başı tendonunun bisipital oluktaki stabilizasyonunda rol oynar. Anterior eklem kapsülü subskapularis lifleri ile güçlendirilir (55). Subskapularis kası omuza addüksiyon ve iç rotasyon yaptırır. Kol fleksiyonda iken humerus başını öne ve aşağıya çeker. Subskapularis siniri tarafından inerve edilir. Subskapularis tendonu ve subkorakoid mesafe en iyi aksiyel ve sagittal MRG planlarında değerlendirilir (54).

2.1.7.4. Teres minör kası

Skapulanın lateral kenarından orijin alarak tüberkulum majusa yapışır. Aksiller sinir tarafından inerve edilir. Omuza dış rotasyon yaptırır ve anterior stabilizasyonda önemli role sahiptir (56).

2.1.7.5 Biceps braki kasının uzun başı

Bicepsin uzun başının tendonu omuz ekleminde dört yere yapışabilir: supraglenoid tüberkül, anterosuperior labrum, posterosuperior labrum ve korakoid çıkıntı (35). Tendon, suprahumeral seviyede intraartiküler seyreder ve bisipital oluk içerisinde kaudale doğru uzanır. Tendonun intraartiküler kısmı; KHL, SGHL, pulley lifleri olarak adlandırılan yapılar ile supraspinatus ve subskapularis tendon lifleri tarafından desteklenir. Bu yapılarda meydana gelen lezyonlar ‘Pulley lezyonları’ olarak adlandırılır (23,26).

2.1.7.6. Rotator interval (Rİ)

Rİ, superiorda supraspinatus tendonu, inferiorda subskapularis tendonunun üst kesimi, medialde korakoid çıkıntı, lateralde biceps tendonu uzun başı ile sınırlandırılan üçgen şeklindeki boşluktur. Rİ içinde biceps tendonu laterale doğru uzanırken, SGHL ve KHL tarafından desteklenir (57). Konvansiyonel omuz MRG’de oblik sagittal plan

Rİ ile içindeki yapıların değerlendirilmesinde en değerli düzlemdir. Ancak diğer planlar da alınmalıdır ve özellikle aksiyel plan tamamlayıcı olmaktadır. Eklem içi sıvı veya kontrast madde, Rİ’de yer alan çok küçük boyutlu oluşumları birbirinden ayırarak tanıya katkı sağlar. Bu yüzden Rİ patolojisi düşünüldüğünde, MRA önerilmektedir (58).

2.1.8. Omuz eklemi çevresindeki bursa ve resesler

2.1.8.1. Subakromial bursa

Subakromial bursa vücuttaki en büyük bursa olup subdeltoid bursa ile devamlılık göstermesi nedeniyle SA-SD bursa olarak adlandırılır. Subakromial bursa GHE mesafesinden RM tendonları ile ayrılmıştır. Normal şartlarda GHE’nin subakromial bursa ile bağlantısı yoktur. RM tendonlarında meydana gelebilecek tam kat yırtıklar subakromial reses ve GHE mesafesini bağlantılı hale getireceği için MRA görüntülerinde eklem aralığına enjekte edilen kontrast maddenin defekt alanından SA-SD bursalara geçişi saptanır (59).

2.1.8.2. Subkorakoid bursa

Korakobrakialis kası ile korakoid çıkıntı arasında yer alır. SA-SD bursa ile %10 oranında ilişkili olduğu saptanmıştır (60). Subkorakoid bursada efüzyon görülmesi Rİ’nin incelenmesi gerektiğini düşündürmelidir (61).

2.1.8.3. Subskapular reses

GHE’nin anterior superior kesimde subskapularis tendonu boyunca korakoid boynuna doğru oluşturduğu girintidir (1).

2.1.9. Eklem kapsülü

GHE kapsülü, glenoid kenardan humerus boynuna doğru uzanır. Anterior kapsüler yapışma düzeyine göre 3 farklı şekilde görülebilir; tip 1 glenoid kenara, tip 2 skapula boynuna, tip 3 skapula boynundan daha mediale yapışır. Tip 3 kapsüller

yapışma instabilite sebebi olabileceği gibi instabilite sonucu olarak ortaya çıkabilmektedir. Posterior kapsül posterior glenoid kenara yapışır, rotasyon derecesine göre gerginliği değişir (62).

Eklem kapsülünün iç yüzeyi sinovyal membranla kaplı olup eklem sürtünmesini azaltır. Subkorakoid reses, aksiller reses ve intertüberküler reses eklem kapsülünün bazı noktalarda girintiler oluşturması ile meydana gelir. Eklem boşluğu subskapular reses ile de devamlılık gösterir (35).

2.1.10. Nörovasküler yapılar

GHE, subskapular arter ve posterior sirkümfleks humeri arteri tarafından beslenir ve aksiller sinir, suprahumeral sinir ve lateral pektoral sinir tarafından inerve edilir (24).

2.2. Klinik Tablolar

2.2.1. Osteoartrit

Osteoartrit, batı dünyasındaki özellikle ileri yaşta görülme sıklığı artan ve yaygın görülen kronik hastalıklardandır. Herhangi bir sinovyal eklemden gelişebilir. Osteoartrit gelişme riskini artırabilecek risk faktörleri yaş, cinsiyet, fiziksel iş gücü veya spor, obezite, sigara, travma şeklindedir. Eklem ağrısı, hareket kısıtlılığı, hareketsizlikten sonra sertlik, hassasiyet, krepitasyon gibi önemli sonuçları olabilese de, yapısal değişiklikler genellikle asemptomatik olarak meydana gelir. Anahtar patolojik değişiklikler; lokalize hyalin kartilaj kaybı ve komşu kemiğin eklem kenarlarında yeni kemik oluşumu ile yeniden şekillenmesini (osteofit) içerir (63).

Osteoartrit ilerleyen süreçte subkondral kemiğin yeniden şekillenmesi, osteofit oluşumu, sinovyal inflamasyon, ligamanlarda zayıflama gibi sonuçlara yol açabilir. Temelinde yatan kartilaj hasarlanması (kondromalazi) sırasıyla yumuşama, fissürleşme, fibrilasyon ve sonunda subkondral kemiğin açığa çıkması evrelerini içerir. Kondromalazi, sorunun eklem kartilajı ile sınırlı olduğu durumu açıklar. Hasar subkondral kemiğe ulaşmış ise artrit olarak adlandırılır. Kondromalazi evrelemesi

Outerbridge'in artroskopi evreleme sistemini temel alan "Modifiye MRG Evreleme Sistemi" ile yapılabilir. Outerbridge derecelendirme sistemine göre:

Evre 0: Normal kartilaj

Evre 1: Kartilaj yüzeyinde düzensizlik olmaksızın yumuşama ya da ödem

Evre 2: Kartilajda %50'nin altında fragmantasyon, fissür veya defekt

Evre 3: Kartilajda %50 ve üzerinde fragmantasyon, fissür veya defekt

Evre 4: Kartilajda ülserasyon ve subkondral kemiğin açığa çıkması veya açığa çıkan subkondral kemikte sinyal artışı olarak sınıflandırıldı (37).

Glenohumeral osteoartrit primer ve sekonder osteoartrit olarak sınıflandırılır. Primer osteoartrit geniş bir yaş aralığını etkiler ve posterior glenoid aşınması ve progresif iç rotasyon hareketleri ile ilişkilidir (64,65). 6. dekadaki yetişkinler tipik olarak primer glenohumeral osteoartritten muzdarip olsalar da, ileri derecede artrozu olan 60 yaş ve üzerindeki hastalar genellikle daha karmaşık patolojilere sahiptir. Glenohumeral osteoartritin sekonder formları arasında geçirilmiş inflamatuvar veya enfeksiyöz patolojiler, travma, geçirilmiş operasyon ve atravmatik osteonekroz yer alır (66). GHE'de tekrarlayan çıkıklar glenoid ve humerus başında subkondral kemik hasarı yoluyla sekonder osteoartrite neden olabilir (67).

2.2.2. Glenohumeral instabilite ve labrum patolojileri

2.2.2.1. GHE instabilitesi

GHE instabilitesi, eklemin hareketi esnasında humerus başının glenoid fossadan translasyonudur. İnstabilite, etiyolojik faktörlere (travmatik, nontravmatik), şiddetine (subluksasyon ve dislokasyon), yönüne (tek yönlü, çok yönlü) ve ortaya çıkışına göre (akut, tekrarlayıcı) sınıflandırılabilir. En sık anterior instabilite görülür ve omuz çıkıklarının %90'ı anteriora doğrudur.

Büyük tüberkül kırıkları ve RM yırtıkları, anterior instabilite nedenidir. Tek yönlü (anterior) travmatik çıkık, omuz instabilitelerinin %95'inden sorumlu olup Traumatic Unidirectional Instability Treated with Bankart Surgery (TUBS) olarak

adlandırılır. Nontravmatik instabiliteler, genellikle konjenital kapsüler laksisite veya glenoid hipoplazi nedeni ile meydana gelir ve multidirectional instability (MDI) olarak adlandırılırlar (68,69). Bu olgular genellikle genç kadın olgulardır ve labroligamentöz yapılarda hasar öyküsü bulunmaz. Benzer bir başka instabilite de Acquired Instability Overstress Surgery (AIOS) olarak adlandırılan, atış sporları yapan atletler ve yüzücülerde görülen, tekrarlayıcı mikrotravma nedeniyle oluşan çok yönlü bir instabilitedir (70). Daha nadir görülen posterior instabilite de sıklık, derece ve yön özelliklerine göre sınıflandırılır (71).

İnstabiliteye bağlı labroligamentöz, kapsüler, osseöz ve rotator kılıf tendonlarında olası patolojilerin saptanmasında operasyon öncesi ve sonrası değerlendirmede MRG önemli bilgiler sunar. MRA labroligamentöz kompleks ve kapsüler yapılardaki patolojileri saptamada konvansiyonel MRG'ye üstündür (72).

2.2.2.2. Bankart lezyonu

İlk kez travmatik omuz çıkığı olan olgularda en sık saptanan labroligamentöz kompleks yaralanması tipi olan Bankart lezyonu, anterior inferior labroligamentöz kompleksin glenoid kemikten komplet yırtığı ve skapular periostun rüptürü ile karakterizedir (73,74). MRA'da, deforme anterior-inferior labrum glenoid kemikten ayrılmış ve İGHL'a yapışık olarak saptanır (75). Periost ile ilişkisi kalmayan labrumun kendiliğinden iyileşme olasılığı yoktur ve bu nedenle tedavi cerrahidir (76).

Kemik Bankart lezyonu, humerusun anteriora dislokasyonu sonucu meydana gelen, değişen boyuttaki kemik fragmanın glenoid kemikten ayrılmasıdır. Küçük kemik fragmanlar MRG'de gözden kaçabilir, bu olgularda glenoid marjindeki düzensizlik ve kopmuş kemik parçaların tespitinde BT tercih edilmesi gereken görüntüleme yöntemi olmakla birlikte gradiyent eko (GRE) sekanslarda kemik korteksin oluşturduğu duyarlılık artefaktı fragmanın saptanmasında yardımcı olabilir (46,77). Fragman büyük boyutlu ise instabiliteye neden olacağından cerrahi tedavi gerektirir.

MRA, labral defekti saptamada ve kopan labral parçanın yapısını değerlendirmede önemli katkı sağlar. Aksiyel MRA kesitlerde periost yırtığı ve

anterior kapsüler resese yer değiştiren deforme labrum değerlendirilebilir (75). Kopan labral parça eklem içerisinde dşşk sinyal özelliği gösteren oval şekilli bir kitle görünümü oluşturabilir (glenoid labrum ovoid mass) (78). Anterior kapsüler kalınlaşma Bankart lezyonuna sıklıkla eşlik ettiğinden ve anterior inferior labroligamentöz yapıların değerlendirilmesini sınırlandırabileceğinden, omuza abduksiyon ve eksternal rotasyon (ABER) pozisyonunda ilave görüntüler alınarak oluşan gerim sonucu labral defekt ile uzanımları ve kontrast maddenin bu alana sızması belirgin hale getirilerek (79).

Ters Bankart lezyonu, posterior instabilite nedeniyle gelişen, posterior inferior labrumu, posterior inferior skapular periostu ve İGHL posterior bandını etkileyen lezyonlardır.

2.2.2.3. Bankart varyantı lezyonlar

Humeral avulsion of glenohumeral ligament (HAGL)

Anterior instabiliteye neden olan İGHL lezyonlarının büyük bir kısmı glenoid tarafta, Bankart varyantları gibi labral lezyonlarla birliktedir. Humeral bağlantıda görülen rüptür ise HAGL lezyonu olarak adlandırılmakta olup genellikle 35 yaş üzerinde, daha önce omuz çıkığı hikayesi bulunmayan olgularda şiddetli omuz ıkıklarından sonra görülür (80–82). Artroskopide bu alana özellikle dikkat edilmediği takdirde gözden kaçabileceğinden preoperatif MRG değerlendirme ve subakut dönemde MRG’de dahi tespiti zor alabileceğinden MRA inceleme önemlidir. HAGL lezyonu Bankart lezyonu ile birlikte de görülebilir. Böyle bir durum söz konusu olduğunda İGHL hem humeral hem de glenoid taraftan tamamen ayrıldığından, bu kompleks yaralanma “yüzen anterior İGHL” olarak tanımlanır. Eğer kemik parça da rüptüre eşlik ediyorsa kemik HAGL olarak isimlendirilir (83).

Perthes lezyonu

1900’l yıllarda tanımlanmış olup anterior inferior labrum, İGHL ile glenoid kemikten kopmuştur. Periost glenoid kemikten ayrılmıştır ancak skapular periostta yırtık olmadığından labrum bu pozisyonunda resinoviyalize olup iyileşebilmektedir.

Perthes lezyonunun tespiti, nötral pozisyonadaki artrografik incelemelerde zor olabilmektedir. Özellikle nondeplase Perthes lezyonlarında ABER pozisyonunda alınan görüntüler, anterior inferior labrumun glenoid kemikten ayrılmasına ve böylece kontrast maddenin bu alana sızması ile tanıya yardımcı olabilir (75,76,84,85).

Anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion (ALPSA)

Neviaser (85) tarafından Bankart lezyonunun bir varyantı olarak tanımlanmış olup “medialize Bankart lezyonu” olarak da bilinir. Bankart lezyonundan farklı olarak daha çok tekrarlayan çıkıklarda ortaya çıkar. Anterior inferior labrumda kopma, periost ile labroligamentöz kompleksin mediale displasmanı ile karakterizedir. Bu da İGHL yetmezliği nedeni ile instabiliteye neden olmaktadır. Benzer lezyonun tekrarlayan posterior instabiliteler nedeniyle posterior inferior glenoid labrumu etkilediği ve periostun korunduğu lezyona posterior labrocapsular periosteal sleeve avulsion (POLPSA) adı verilir.

Glenolabral articular disruption (GLAD)

Anterior inferior labrumun yırtığı ile birlikte komşuluğundaki kartilajda defekt vardır. Genellikle olgular, açık kol üzerine düşme sonrası ortaya çıkan persistan ağrı ile başvururlar. Periosteal ayrılma yoktur ve İGHL sağlamdır. Bu nedenle olgularda anterior instabilite görülmez.

2.2.2.4. Hill-Sachs defekti

Humerus başı posterolateral kesiminin, anteriora doğru translasyonu sırasında glenoid kemik anterioruna çarpması sonucu meydana gelen impaksiyon kırığına Hill-Sachs defekti adı verilir. Tipik olarak aksiyel kesitlerde korakoid çıkıntı superiorundan geçen ilk birkaç kesitte izlenmekte olup daha inferiorda humerusun posterolateral kesiminde izlenen oluk Hill-Sachs deformitesi ile karıştırılmamalıdır (86). MRG’de akut-subakut olgularda bu düzeyde kemik iliği ödemi de eşlik eder.

Hill-Sachs defektinin boyutunu belirlemek önemlidir. Büyük defektler omuzun dış rotasyondan iç rotasyona dönüşü esnasında humerus başının bu düzeyde

takılmasına ve dolayısıyla kilitlenme ile birlikte tekrarlayıcı instabiliteye neden olmaktadır. Küçük boyutlu defektlerin tespitinde ve kemik iliği ödemi izlenmeyen kronik olgularda BT, MRG'den daha üstündür (87).

Posterior instabilite nedeniyle humerus başı anteromedialinde meydana gelen kompresyon fraktürüne ise ters Hill-Sachs defekti adı verilir.

2.2.2.5. Superior labrum anterior-posterior (SLAP) lezyonu

Sık görülen labral patolojilerden biri olan superior labrum anterior-posterior (SLAP) lezyonlarının, Bankart lezyonlarının aksine instabilite birlikteliği çok fazla olmayıp vakaların yaklaşık %20'sinde instabilite görülür (88). Klinik tanısı zor olmakla birlikte özellikle baş üstü kol hareketlerinde ağrı ile başvuran olgulardır. Eklemde ses gelmesi, takılma hissi, güçsüzlük ve instabilite klinik olarak rastlanan diğer bulgulardır (89–91). Omuz çıkığı öyküsü varlığında bu olgulara Bankart lezyonu ve Hill-Sachs deformitesi de eşlik edebilir. Ayrıca eşlik eden RM yırtıkları, kapsülde gevşeklik ve humerus başında kistik değişiklikler de olabilir ve RM yırtıkları eşlik ettiğinde klinik tanı güç olduğundan bu olguların mutlaka MRA ile değerlendirilmesi gerekmektedir.

Snyder ve arkadaşları ilk dört tip SLAP lezyonunu tanımlamış olup günümüzde literatürde tanımlanmış on farklı SLAP lezyon tipi bulunmaktadır. Bu sınıflandırmada:

Tip 1: Superior labrumda saçaklanma mevcut olup yırtık yoktur ve biceps tendonu sağlamdır. Genellikle dejeneratif sürece veya tekrarlayan mikrotravmalara ikincil gelişir. Lezyon saat kadranlarına göre 11-1 kadranları arasındadır. Görülme sıklığı %9,5-21 arasındadır (91,92).

Tip 2: En sık görülen tip olup superior labrumda saçaklanma ile birlikte labrumun biceps tendonundan ayrıldığı izlenir. Genellikle tekrarlayan mikrotravmalara bağlı oluşur. Lezyon saat kadranlarına göre 11-1 kadranları arasındadır. Görülme sıklığı %44-55 arasındadır. Yırtığın biceps tendonunun anterioruna (Tip 2A), posterioruna (Tip 2B) ve her iki tarafına birden (Tip 2C) uzanımına göre 3 alt tipi tanımlanmıştır (91–94).

Tip 3: ‘Superior labrumun kova sapı yırtığı’ olarak da bilinir. Yırtığın santral kesimi eklem içerisine yer değiştirmiştir. Biceps tendonuna uzanmaz. Lezyon saat kadranlarına göre 11-1 kadranları arasındadır. Görülme sıklığı %3-15 arasındadır (91–93).

Tip 4: Superior labrumdaki kova sapı yırtığının biceps tendonuna uzanımı söz konusudur. Lezyon saat kadranlarına göre 11-1 kadranları arasındadır. Görülme sıklığı %3-15 arasındadır (91–93).

Tip 5: Bankart lezyonu ile birlikte superior labrum ve biceps tendon yaralanması mevcuttur. Lezyon saat 11-5 kadranları arasındadır.

Tip 6: Superior labrumda anterior veya superiora deplase flap yırtık ile birlikte biceps tendonunun superiora separasyonu söz konusudur. Lezyon saat 11-1 kadranları arasındadır.

Tip 7: Superior labrum biceps tendonundan ayrılır ve yırtık MGHL’ye uzanır. Lezyon saat 11-3 kadranları arasındadır.

Tip 8: Superior labrumdaki yırtığın posterioara doğru uzanımı olmakla birlikte bu uzanım Tip 2B’den daha geniştir. Lezyon saat 7-1 kadranları arasındadır.

Tip 9: Superior labrumdaki yırtık labrumun hemen hepsi ayrılacak şekilde anterior ve posterioara doğru uzanır. Saat kadranı olarak 7-5 arası olarak ifade edilir.

Tip 10: Superior labrumdaki yırtık Rİ’ye uzanır. Lezyon saat 11-1 kadranları arasındadır.

SLAP lezyonlarının tespiti için konvansiyonel MRG puls sekanslarının optimizasyonu ile gösterilebileceğini savunan araştırmacılar olsa da mevcut literatür MRA’nın daha üstün olduğunu savunmaktadır (91,95,96).

2.2.3. Rotator manşet (RM) patolojileri

Omuz ağrısı nedenleri içerisinde RM yırtığı %65-70 olguda görülür ve görülme sıklığı yaş ile artar. İleri yaş olgularda tam kat RM yırtıklarında hastaların bir kısmı asemptomatik olabilmektedir. 70 yaş üzerindeki olguların %50'den fazlasında RM yırtığı mevcuttur (97–99).

RM; supskapularis, supraspinatus, infraspinatus ve ters minör tendonlarından oluşan ve humerus başını önden arkaya çevreleyen yapıdır. Bu dört tendon birbirine bağlı fonksiyon gösteren birimler olup RM'de oluşan patolojik değişiklik tek tendonu etkileyebileceği gibi, birden fazla tendonu da etkileyebilir (97). RM tendonları kollajen demetlerden oluşur ve MRG'de tüm sekanslarda sinyalsiz olarak izlenir. Akut travma dışındaki diğer nedenler ile RM'de normal morfolojiyi değiştiren ilk patolojik değişiklik tendinozis olup en sık supraspinatus tendonunda görülür. Tendinozis tendon dejenerasyonu sonucunda tendon içinde oluşan kanama, ödem ve mukoid dejenerasyonu temsil eder. İnflamasyon içermemesi ile tendinitten ayrılır. Tendon içinde diffüz veya fokal sinyal değişikliği oluşur. T1 ağırlıklı ve proton dansite (PD) sekanslarda tendon içindeki sinyal değişikliği, T2 ağırlıklı görüntülerde hiçbir zaman sıvı sinyali kadar artmaz (50,100–102).

2.2.3.1. İmpingement (Sıkışma) sendromları

Ekstresek ve intrensek sıkışma sendromu olarak iki ana alt gruba ayrılmakta olup fırlatma gibi kol üstü hareketlerin yoğun olduğu sporlarda internal sıkışma olarak adlandırılan bir alt tip daha tanımlanmıştır. Ekstresek nedenler primer ve sekonder olmak üzere iki alt grupta değerlendirilir. İntrensek sıkışma sendromlarında patoloji RM'nin kendisinde iken ekstresek sıkışma sendromlarında RM, komşu yapıların basısına bağlı sıkışmaktadır.

2.2.4. Omuz ekleminin diğer patolojileri

2.2.4.1. Adeziv kapsülit (Donuk omuz)

Adeziv kapsülit özellikle orta yaş kadınları etkileyen, eklem kapsülü ve sinovyal yapıların kalınlaşarak elastikiyetini kaybetmesi sonucu ağrılı hareket kısıtlılığı ile karakterize, genellikle klinik olarak tanı alan bir antitedir. Korakohumeral ligaman (KHL), adeziv kapsülite yol açan patolojik değişikliklerde anahtar rol oynamaktadır. Esnek olan KHL, akut ve kronik inflamasyon sonucu rijid hale gelerek elastisitesini kaybeder ve dış rotasyonu kısıtlar (58,82). Literatürde bu olgularda Rİ ile ilgili farklı sonuçları ortaya koyan çalışmalar mevcuttur; bazı çalışmalarda Rİ’de sinyal değişikliği izlenmezken bazılarında Rİ’de hasta grupta anormal sinyal değişikliğinden bahsedilmiştir (57,103–105). Korakoid çıkıntı, KHL ve Rİ kapsülü arasında kalan üçgen alanda yağ sinyalinin obliterasyonunu adeziv kapsülit için özgün ancak duyarsız bir bulgu olarak tarif etmişlerdir (61). MRA’da eklem kapsülünün kalınlaşması ve konvansiyonel MRG bulgularına ek olarak eklem kapsülünün elastikiyetini yitirmesi sonucu eklem hacminde azalma ve aksiller reses obliterasyonu saptanır (106).

2.2.4.2. Kalsifik tendinit

Kalsifik tendinit, etyolojisi net olarak bilinmeyen, özellikle orta yaş olgularda, RM’nin herhangi bir tendonunda hidroksiapatit çökmesi ile karakterize bir antitedir. En sık etkilenen tendon supraspinatus tendonudur. Fizik muayenede hassasiyet ve hareket kısıtlılığı saptanır. Kalsifikasyonlar direkt grafi ile saptanabilir (106). MRG, %95 doğruluk oranına sahip olmasına karşın tanıda gerekli değildir. Hastalık kendiliğinden düzelen bir seyre sahip olduğu için tedavi yaklaşımı genellikle konservatiftir.

2.2.4.3. Paralabral kist

Labrum çevresindeki loküle sıvı koleksiyonlarıdır. Genellikle glenoid labrum yırtıkları ile ilişkilidir. Anteriorda görülen kistler anterior instabiliteyle, posteriorda

görülenler posterior instabiliteyle, superiorda görülenler ise SLAP lezyonları ile birlikte olabilir. Kistler kitle etkisine bağlı olarak denervasyona neden olabilir (107).

2.2.4.4. Biseps tendon patolojileri

Biseps tendonunun bisipital oluk ile ilişkisinin tamamen ortadan kalkması dislokasyon, ilişkinin bir miktar korunması subluksasyon olarak adlandırılır. SGHL, KHL ve subskapularis tendonu yapılarından birinin defekti sonucu biseps tendon subluksasyonu, ikisinin birden defekti sonucu ise biseps tendon dislokasyonu oluşur (82).

Biseps pulley, bisipital oluk içinde biseps tendonunun uzun başını stabilize eden, KHL, SGHL ve subskapularis tendonunun distal bağlantısını içeren ve Rİ'de yer alan kapsülogamentöz bir komplekstir. Biseps tendon instabilitesinin tanımlanmasında farklı sınıflama sistemleri kullanılmakla birlikte Habermeyer ve arkadaşlarının yaptığı sınıflama kabul görmektedir (108).

Biseps tenosinoviti; glenohumeral eklem içinde sıvı olmaksızın, biseps tendon kılıfında tendonu çepeçevre saracak kadar fazla sıvı artışı ile karakterizedir. Biseps tendon kılıfındaki inflamatuvar değişikliklere veya RM patolojilerine bağlı gelişebileceği gibi izole olarak da görülebilir (82).

Biseps tendinozisi ile kısmi veya tam kat yırtıkları görülen diğer patolojileridir.

2.3. Omuz Eklemine Görüntülemesi

2.3.1. Direkt grafi

Omuz patolojilerinde ilk tercih edilmesi gereken görüntüleme yöntemi direkt grafi olmalıdır. Travma hikayesi olmayan 40 yaş üzerindeki hastalar ile travma hikayesi olan tüm yaş gruplarında incelemeye direkt grafi ile başlanmalıdır (98). Kırık, çıkık, yumuşak doku kalsifikasyonları, dejeneratif ve inflamatuvar artrit, tümör gibi patolojiler saptanabilir. İleri inceleme yöntemlerine, konvansiyonel radyografilerin sonucuna göre başvurulmalıdır (109). Ancak bu yöntemde tipik lezyonlar saptanamayabilir. BTA ve MRG, labroligamentöz kompleks ve kapsül patolojilerini,

glenoid kenar kırıkları ve Hill-Sachs lezyonunu görüntülemeye yüksek sensitivite ve doğruluğa sahiptir (110).

2.3.2. Ultrasonografi (USG)

Ultrasonografi (USG), lokalizasyonun doğru belirlenmesi ve transdüserin düzgün yerleştirilmesi ile cilt, ciltaltı doku, deltoid kas ve RM patolojilerini gösterebilmektedir. Ancak; labral patolojileri, subakromial mesafeyi ve eklem kartilajını gösteremediği için bu yapıların incelenmesi için ileri tetkike ihtiyaç duyulur. Direkt grafi, BT ve MRG yöntemlerine göre USG’de araç gereksinimi az olup yardımcı tıbbi personele ihtiyaç yoktur. Daha ucuz bir yöntemdir ve tetkik süresi kısadır ancak kullanıcıya bağımlı olduğundan öğrenme süresi uzundur (109).

2.3.3. BT ve BT artrografi (BTA)

MRG’nin yaygınlaşması ile birlikte BT incelemenin omuz eklem patolojilerinde kullanımı azalmıştır. Özellikle MRG’nin radyasyon içermemesi ve yüksek yumuşak doku rezolüsyonu BT incelemeyi arka plana itmiştir. Ancak özellikle travma hastalarında uygun pozisyon verilemediği takdirde veya anatomik yapıların superpozisyonu nedeni ile direkt grafiyle değerlendirilemediği durumlarda BT inceleme gereklidir. Kırık, çıkık, eklem faresi gibi durumlarda BT’nin direkt grafiye diğer bir üstünlüğü de üç boyutlu (3B) rekonstrüksiyon yapılabilmesidir.

Spiral BT teknolojisindeki gelişmeler, büyük eklemlerde submilimetrik uzaysal rezolüsyonu mümkün kılan BT inceleme ile GHE’nin hiyalin kartilajının değerlendirilmesi için BTA incelemesinin potansiyel kullanımı sorusunu gündeme getirmiştir (111). Omuzun kartilaj yüzeyinin bütünlüğü, omuz ağrısının ayırıcı tanısında ve tedavi seçenekleri üzerinde etkili olduğundan, bu sorunun potansiyel klinik değeri vardır. Kartilaj lezyonlarının tedavi yaklaşımlarından fayda görebilecek hastaları tanımak için doğru bir şekilde görüntülenmesi gerekir (112).

GHE aralığına hava veya iyotlu kontrast madde enjeksiyonu sonrası BTA görüntüleri elde edilir. BTA’nın labral ve kapsüler patolojileri saptamada sensitivitesi

ve spesifitesi yüksektir. Ayrıca RM yırtıklarını göstermede de kullanılabilir. Literatürde BTA'nın kartilaj lezyonlarını göstermede ise sensitivitesi %89-96 ve spesifitesi %98 bulunmuş olup oldukça yüksektir (112).

2.3.4. Konvansiyonel MRG

MRG, yumuşak doku rezolüsyonunun yüksek olması, radyasyon içermemesi ve multiplanar görüntü elde edilebilmesi nedeniyle omuz eklemine yönelik en etkili görüntüleme yöntemidir.

MRG sinyali oluşturmak için uygulanan RF puls, gradient ve sinyal toplama süreçlerini gösteren verilere 'sekans' adı verilir. MRG'de kullanılan 3 temel sekans; spin eko (SE), gradient eko (GRE) ve inversion recovery (IR)'dir. SE sekans, MRG'de en sık kullanılan sekans tipidir. Tipik olarak 90° RF ve ardından bir veya daha fazla 180° RF pulslarından oluşur. RF pulslar ile birlikte kesit belirleme gradienti uygulanır. 90° ve 180° RF pulslar kesit görüntüsü elde edilirken faz kodlama sayısı kadar tekrar edilir. IR, SE sekansının bir varyantıdır. Önce 180° RF puls uygulanır, longitudinal manyetizasyon tersine çevrilir. Bu puls sonrasında protonlar, longitudinal relaksasyon sürelerine göre eski konumlarına dönerler. Belli bir süre sonra 90° RF puls uygulanır ve sekans SE gibi devam eder. GRE sekanslarda, 90° den küçük değerlerde tek bir RF puls uygulanır. GRE sekanslarda sapma açısı olan flip angle 90°'den küçük olmalıdır. 180° refaze puls uygulanmaz. Bunun yerine gradient sistem (frekans kodlama gradienti) kullanılarak aynı etki sağlanmaya çalışılır. Flip angle 90° den küçük olduğu için her zaman bir longitudinal manyetizasyon vardır ve tamamen kaybolmadığı için yeniden oluşması için geçen süre daha azdır (113,114).

Konvansiyonel omuz MRG'de aksiyel, koronal oblik ve sagittal oblik planlarda kesitler elde edilir. Yağ baskılı sıvı duyarlı sekanslarda RM yırtıklarında sıvı sinyali ve yüzey düzensizlikleri, labral yırtık ve dejenerasyonlarda labrum içerisinde sıvı sinyallerinin varlığı ile yağ baskılı T2 ağırlıklı görüntülerde eklem veya bursalardaki efüzyon saptanabilir. Sagittal oblik planda alınan görüntüler ile korakoakromial ark morfolojisi ve Rİ yapıları iyi değerlendirilir. Glenoid labrum anterior ve posterioru

aksiyel planlarda, superior ve inferior kesimleri ise koronal oblik planlarda değerlendirilir. Biseps tendonu koronal oblik ve aksiyel planlarda değerlendirilir.

GHE’de efüzyon olmaması ve eklem kapsülü ile glenoid labrumun birbirine yakın olması konvansiyonel MRG’de bu yapılardaki anormallikleri saptamayı zorlaştırır. Bu yapıları daha iyi değerlendirebilmek için MRA incelmesi kullanılabilir. MRA’da, eklem aralığına seyreltilmiş kontrast madde enjeksiyonu yapıldıktan sonra görüntüler elde edilir. Elde edilen görüntülerde eklem kapsülünün gerilmesine bağlı olarak anatomik yapılar birbirinden uzaklaşır ve dokular arasındaki kontrast farkı artar. MRA kullanılarak labrum ve kartilaj patolojileri ile rotator kılıf patolojileri yüksek sensitivite ve spesifite ile saptanabilir (100).

2.3.4.1. Kas-iskelet sisteminde volumetric interpolated breath-hold examination (VIBE) sekansın kullanımı ve kartilaja yönelik yüksek rezolüsyonlu görüntüleme yöntemleri

Eklem kartilajının görüntülenmesi için MRA ve BTA kullanılabilir. MRA, başta RM yırtıkları ve labroligamentöz yapıların değerlendirilmesinde olmak üzere eklem görüntülemeye altın standart olarak kabul edilmektedir. BTA ile karşılaştırıldığında, MRA radyasyon içermemesinin büyük avantajını sunar, dezavantajı ise postoperatif olgularda duyarlılık artefaktları nedeniyle görüntü kalitesinin sınırlandırılmasının yanı sıra harekete duyarlılığı ve daha uzun çekim süresidir. Modern BT’nin gelişimi ile birlikte BTA hızlı ve yüksek çözünürlüklü görüntülemeye izin vermektedir. BTA’nın avantajları çok düzlemli rekonstrüksiyona ve submilimetrik yüksek çözünürlüklü kesitlere izin vermesidir. Ek olarak, kemik yapıların veya kondrokalsinözün daha iyi değerlendirilmesi mümkündür. Ayrıca MRA ile karşılaştırıldığında çekim süresi önemli ölçüde daha kısadır, hasta konforu daha yüksektir ve hareket artefaktları daha az görülür. Kartilaj kalınlığının ve yüzey kalitesinin değerlendirilmesinde en kesin yöntemdir (115). Dezavantajları, kartilaj içeriğindeki değişiklikler hakkında bilgi eksikliği, yumuşak doku yapılarının sınırlı veya hiç değerlendirilmemesi ve dolayısıyla olası eşlik eden patolojileri gösterememesinin yanı sıra modalite ile ilişkili radyasyon maruziyetidir. Buna göre, özellikle gövdeye yakın eklemler (kalça, omuz) incelenirken genç hastalarda

endikasyon dikkatle incelenmelidir. Her iki teknik de kartilaj yüzeyin bütünlüğünün değerlendirilmesini sağlar. MRA ayrıca kartilajın içyapısı ve subkondral kemikteki değişiklikler hakkında da bilgi verir. Rutin klinik uygulamada MRA standart bir prosedür olarak kullanılmaya devam etmektedir. Özellikle, yumuşak doku, eklem içi veya periartiküler yapıların da değerlendirilmesi gerektiğinde tercih edilen yöntemdir. Daha genç hastalar için mümkünse MRA her zaman tercih edilir. BTA, çoğunlukla MRA kontrendikasyonları için alternatif bir yöntem olarak ve incelenecek eklem yakınına metalik implantların yerleştirildiği postoperatif durumda kullanılır. Bununla birlikte BTA, kartilaj değerlendirmede yüksek çözünürlük ve ince kesit ile çok düzlemli rekonstrüksiyon olasılığı nedeniyle özellikle küçük ve yüzeysel kartilaj lezyonlarının değerlendirilmesi için kullanılmalıdır (15,116).

3B volümetrik MRG sekansları, kas-iskelet sistemi tanısal görüntülemesinde giderek daha önemli bir rol oynamaktadır (117). Bu sekanslar, orijinal veri kümesinden çok düzlemli görüntüler elde etmek için yüksek kaliteli reformat görüntüler oluşturma avantajına sahiptir. Yağ baskılı 3B T1 ağırlıklı FLASH sekansı, eklem kartilajının görüntülenmesinde en iyi bilinen ve yaygın olarak kullanılan sekanstır (118–121). Bu sekansta kartilajın sinyal yoğunluğu genellikle çevre dokuların çoğundan daha yüksek olduğundan morfolojisi kolaylıkla değerlendirilebilir. Buna göre, kartilaj kalınlığındaki değişiklikler veya dejenerasyona bağlı anormallikleri kolaylıkla fark edilebilir. Ayrıca, bu sekans, kartilaj hacminin kantitatif değerlendirmesi için kullanılmaktadır (43,44,122). Bununla birlikte, yağ baskılı 3B FLASH'ın uzun çekim süresi ve dolayısıyla hareket artefaktlarına duyarlılığı, klinik uygulaması için en önemli dezavantajdır (123,124). 3B FLASH sekansına alternatif olarak önerilen ve ilk olarak 1999'da Rofsky tarafından tanıtılan VIBE sekansı, nispeten kısa bir çekim süresinde yüksek kontrast ve uzaysal rezolüsyona sahip T1 ağırlıklı görüntüleri elde edebilen GRE sekansıdır (128,129). VIBE, solunum hareketlerinden minimum düzeyde etkilenmesi nedeniyle tipik olarak 30 saniyeden daha kısa olan "nefes tutma" süresindeki çekimlerin gerekli olduğu abdominal ve meme görüntülemesinde dinamik yüksek çözünürlüklü T1 ağırlıklı görüntüleme elde etmek için kullanılmıştır (127,128). VIBE sekansı sinovyal yüzlerdeki hemosiderin depozitlerini ve kemik-kartilaj morfolojisindeki değişiklikleri yüksek rezolüsyon ile detaylı olarak inceleme olanağı sunmaktadır. Bu sekans ile

MRA'da eklem kartilajı ve çevre dokular arasında iyi bir kontrast rezolüsyonu sağlanabilmektedir. Ayrıca VIBE sekansı kullanılarak elde edilen MRA görüntülerde enjeksiyon işlemi esnasında oluşan intraartiküler hava baloncuklarının oluşturduğu duyarlılık artefaktı belirgin derecede azalmaktadır (18,19). Literatürde Yağ baskılı VIBE sekansının, kartilajın T1 ağırlıklı görüntülemesi için yağ baskılı FLASH sekansına etkili bir alternatif olduğunu inceleyen çalışmalar mevcuttur (16).

Kartilaja yönelik görüntüleme çalışmalarından biri de dokular arasındaki T1 ve T2 relaksasyon süre farklarını ortaya koyarak doku bileşenleri hakkında bilgiler sunan haritalama yöntemleridir. Standart MRG'de bir faz kodlama basamağı için bir time repetition (TR) aralığında bir time echo (TE) zamanında veri toplayıp görüntü oluşturulurken, haritalama yönteminde birkaç TE'de ardışık veri toplanıp görüntü oluşturulur. Farklı TE'lerde doku sinyalinin nasıl değiştiği matematiksel olarak hesaplanarak vokselin ortalama relaksasyon süresi saptanır. T2* haritalama multi-eko GRE sekansı ile, en az 8 farklı TE ile elde edilir. T2* haritalama, biyokimyasal kartilaj bütünlüğünü değerlendirebilir ve artroskopi ile kanıtlanmış sağlıklı ve hasarlı glenoid kırıkdağı yüksek tanısal performansla ayırt edebilir (129).

2.3.5. MR artrografi (MRA)

Son yıllarda kullanımı giderek yaygınlaşan MRA'da, eklem içi sıvı miktarı serum fizyolojik (SF; %0.9 NaCl) veya seyreltilmiş gadolinyum bileşiği enjeksiyonu ile artırılarak eklem kapsülünde gerilme sağlanmakta ve eklem içi yapılar daha iyi değerlendirilebilmektedir (30,130). Glenoid labrumda, RM veya kartilajda hasar olması durumunda eklem içerisine enjekte edilen kontrast madde bu alanların içerisine doğru sızarak defekt alanlarının saptanmasını kolaylaştırır. Ayrıca defektin boyutu, şekli, çevre yapılar ile ilişkisi ve uzanımlarını değerlendirmede faydalı bilgiler sağlar (131).

İşlemden önce hastaya uygun pozisyon verilmesi, hastanın konforunu sağlar ve ekleme güvenli erişimi kolaylaştırır. Kontrast madde enjeksiyonu, floroskopi, USG veya MRG eşliğinde yapılabileceği gibi görüntüleme yöntemi kullanılmadan da yapılabilir. Eklem aralığına anterior veya posterior yaklaşımlarla ulaşılabilir. USG kılavuzluğundaki enjeksiyonlarda, iğne trasesini planlamak, hedef bölgeyi belirlemek

ve kaçınılması gereken komşu nörovasküler yapıları ve tendonları belirlemek için işlem öncesi tarama yapılır. İğne, USG eşliğinde eklem içine ilerletilir. Uygun iğne ölçüsü ve uzunluk, olguya ve hedeflenen alana göre seçilir. Görüntülemenin önemli avantajı yanısıra iğnenin farklı doku tipleriyle temasına dair dokusal bir his geliştirmek de önemlidir. USG rehberliğinin çeşitli avantajları vardır: hasta pozisyonunu sağlayabilmek, iğne trasesini hassas ayarlayabilmek; yumuşak doku anatomik özelliklerinin doğrudan ve gerçek zamanlı olarak görselleştirilebilmesi, nörovasküler yapılardan kaçınmak ve iyonlaştırıcı radyasyon kullanılmaması. İğnenin, transdüserin uzun ekseninin orta hattına paralel olarak konumlandırıldığı yaklaşım, iğnenin prosedür boyunca görülebilmesi için genellikle tercih edilir (132). 100 mm'lik SF içerisinde 0.5 ml paramanyetik kontrast madde eklenerek 1/200 oranında sulandırılmış solüsyon hazırlanır. Omuz eklemi için 10-12 ml arasında kontrast madde enjeksiyonu çoğu hastada yeterli distansiyonu sağlamaktadır (133). Enjekte edilen kontrast madde sinovyal yüzeylerden absorbe edilerek eklem distansiyonu zamanla azalacağından ilk 30 dakika içerisinde görüntülerin alınması önemlidir. MRA çekimlerinde T1 ağırlıklı yağ baskılı ve proton dansite görüntüler elde edilir.

Hatalı enjeksiyon ve subakromiyal-subdeltoid bölgeye kontrast maddenin ekstrevasyonu nedeniyle tam kat RM yırtığı gibi görüntü oluşup yanlış tanıya neden olabilir. Ayrıca işlem esnasında eklem aralığına solüsyon ile birlikte küçük miktarda hava da enjekte edilebileceğinden MRA görüntüleri değerlendirilirken, sinyalsiz alanlar saptandığında intraartiküler serbest cisim ile enjekte edilmiş hava ayrımında yer çekimine bağlı serbest cisimlerin daha aşağıda havanın ise daha yukarıda yerleşeceği akılda tutulmalıdır. İşlem öncesi enjektörden hava alınarak bu karışıklık önlenabilir (30).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması; Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Sağlık Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığı'ndan 06.12.2021 tarih ve 2021/238 karar sayılı etik kurul onayı alınarak yapılmıştır.

3.1. Hasta Seçimi

Aralık 2021 ile Mayıs 2022 tarihleri arasında hastanemizin Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı polikliniğine başvuran, anamnez, fizik muayene veya rutin omuz MRG bulguları ışığında glenoid labrum patolojisi düşünülen olgular çalışmaya dahil edildi. Dört hasta labruma yönelik operasyon geçirmiş olması nedeniyle dışlandı. Mevcut kriterleri taşıyan toplam 79 olgu BTA ve MRA ile değerlendirildi. Olgulara artroskopi korelasyonu yapılamadı. Çalışmaya dahil edilen tüm olguların cinsiyete göre yüzde dağılımı, genel ve cinsiyete göre yaş ortalamaları hesaplandı.

Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri: Labrum patolojisine yönelik cerrahi geçirmemiş olmak ve fizik muayene, anamnez ve rutin omuz konvansiyonel MRG verileri ışığında glenoid labrum patolojisi lehine bulgular taşımak olarak belirlendi.

Hastaların çalışmadan dışlanma kriterleri: Eklem içi steroid enjeksiyonu yapılmış olması, omuz üzerinde döküntülü veya döküntüsüz deri lezyonu olanlar, skar dokusu veya açık yarası olanlar, hamilelik, septik artritis şüphesi varlığı, ciddi düzeyde nefes darlığı olan veya klostrofobisi olan hastalar, immünsuprese hastalar, kalp pili olan hastalar, antikoagülan tedavi alan veya kanama diyatezi öyküsü olan hastalar, daha önceden açık yada kapalı omuz cerrahisi geçiren hastalar, BTA yada MRA'da yeterli eklem distansiyonu sağlanamayan ya da tanıyı olumsuz etikleyen masif kontrast madde ekstrevasasyonu bulunan hastalar, BTA ya da MRA çekimi esnasında tüm görüntüleme parametrelerinin tamamlanamamış olması veya artefakt nedeniyle rezolüsyonunun yetersiz olması ve hastaların kendi isteği ile çalışmaya katılmak istememesi olarak belirlendi.

3.2. USG Eşliğinde Enjeksiyon Tekniğimiz

BTA ve MRA işlemi öncesinde hastalar USG ünitemize alındı. Aydınlatılmış onamlarının alınmasının ardından intraartiküler enjeksiyon işlemi için sedye üzerinde pron pozisyonunda iken kol adduksiyon ve iç rotasyonda vücudun önünde göğüs hizasında sabitlendi. Hastaların tamamında posterior yaklaşımla enjeksiyon tercih edildi. İşlem öncesi USG (LOGIQ S8; General Electric, South Korea) ile posterior GHE yapıları ve enjeksiyon trasesi prosedüre uygunluk yönünden değerlendirildi. Gri skala ayarları yapıldı, uygun açı ve girişim lokalizasyonu belirlendi. Hastaların omuz bölgesi işlem öncesi asepti ve antisepti kuralları çerçevesinde temizlenerek işleme hazır hale getirildi. Enjeksiyon işlemleri için 9 MHz lineer USG probu tercih edildi ve aynı şekilde temizlenerek işleme hazırlandı.

Steril şartlarda 100 cc SF içerisine 0.5-1 ml Gadobutrol (Gadovist, Bayer, Germany) insülin enjektörü ile ilave edilerek dilüe paramanyetik kontrast madde solüsyonu hazırlandı. Aynı seansta hem BTA hem de MRA görüntüleri elde etmek amacıyla noniyonik iyotlu kontrast madde ioheksol (Kopak 300 mg / ml, Koçsel) 20 cc'lik enjektör içerisine 10 cc kadar çekildi. Mevcut dilüe paramanyetik kontrast madde solüsyonundan ise 10 cc kadar daha çekilip 20 cc'lik BTA ve MRA solüsyonu hazırlandı.

Enjeksiyon işlemi için 20 gauge pembe intraket iğnesi plastik kesimlerden izole edilerek kullanıldı. İşlem USG probu yere paralel olacak şekilde, supraspinatus ve infraspinatus kaslarının arasında, GHE posteriorundan alınan aksiyel görüntü eşliğinde yapıldı. İğne, proba yaklaşık 0.5 cm mesafede iken cilt ile yaklaşık 45 derecelik bir açı yapacak şekilde humerus başı teğet geçilerek GHE aralığına yerleştirildi. Enjeksiyon esnasında USG ile iğne ucundaki jet akım ve eklem kapsülündeki distansiyon izlenerek iğne ucunun eklem içerisinde girdiğinden ve işlemin başarısından emin olundu. Hazırlanan solüsyondan hasta yaşı ve omuz kapasitesine göre 10-15 cc arasında enjekte edildi. Enjeksiyondan sonra USG ile eklem kapsülünün distansiyonu gözlenerek kontrast maddenin eklem aralığı içerisine verildiği ve ekstremitasyona girdiği konfirme edildi. Enjeksiyona direnç gelişmesi ve kapsülde distansiyon olması enjekte edilen solüsyon miktarının yeterliliği için kriter olarak belirlendi.

3.3. MRA Tekniğimiz

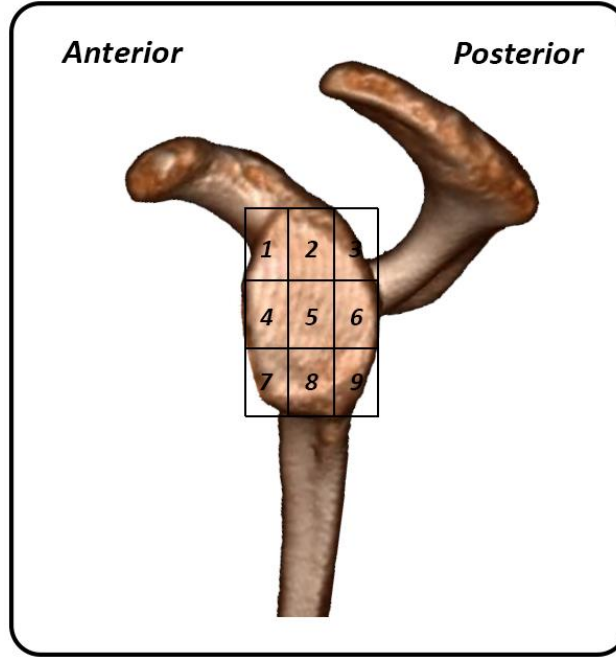
Enjeksiyon işlemini takip eden 30 dakika içerisinde hastalar MRG ünitesine alınarak 3T MRG cihazı ile (MAGNETOM Skyra, Siemens Healthcare, Erlangen, Germany) MRA çekimleri yapıldı. MRA çekimlerinde 16 kanallı geniş omuz koilleri kullanıldı. Rutin MRA görüntüleri hasta supin pozisyonda iken incelenecek kol nötral pozisyonda iken elde edildi. MRA çekimlerinde; aksiyel ve koronal oblik yağ baskılı T1 AG TSE (TR: 562 ms, TE: 10 ms), sagittal oblik yağ baskısız T1AG görüntüler (TR: 725 ms, TE: 10 ms) ve aksiyel VIBE (TR: 7.76 ms, TE: 3.62 ms) görüntüleri elde edildi. T1 AG TSE serilerde kesit kalınlığı 3 mm, kesit aralığı 3 mm, FOV 17 cm ve matriks 240*320 seçilerek elde edildi. VIBE görüntüler için kesit kalınlığı 0.4 mm, FOV 18 cm, matriks 240*320 ve flip angle 11 derece olarak seçildi.

3.4. BTA Tekniğimiz

İntraartiküler dilüe kontrast madde enjeksiyonu yapılan hastalar MRA görüntüleme işleminden hemen önce BT ünitesine alındı. Multiplanar BTA (Somatom Definition, Siemens, Erlangen, Germany) için hastalar BT masasına supin pozisyonda yatırıldı. Her hastadan, önce standart skenografi görüntüler alınarak daha sonra omuz eklemine kapsayacak şekilde kesit pozisyonu belirlendi. BTA görüntü çekimi aşağıdaki teknik parametreler kullanılarak gerçekleştirildi: Tüp voltajı 40 kVp, tüp akımı 120 mAs, toplam tarama süresi 11,35 sn, gantri rotasyon zamanı 1 sn, kolimasyon 0.625 mm, rekonstrüksiyon kesit kalınlığı 0.4 mm, pitch 0,5.

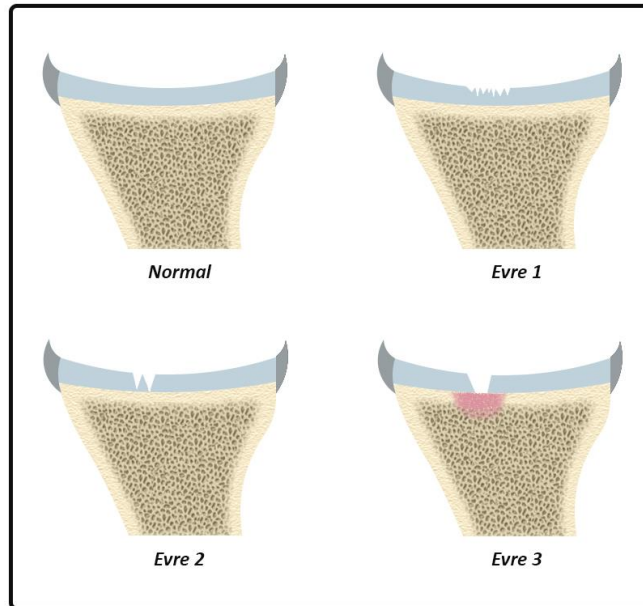
3.5. Görüntülerin Değerlendirilmesi

BTA ve MRA görüntüleme sonucu elde edilen veriler daha sonra değerlendirme yapılabilmesi amacı ile Sectra Picture Archiving and Communication Systems (PACS) yazılımına aktarıldı (Sectra AB, Linköping, Sweden). MRA görüntüleri kas-iskelet sistemi görüntüleme üzerinde beş yıllık tecrübeye sahip (gözlemci 1) ve on beş yıllık tecrübeye sahip (gözlemci 2) radyolog tarafından bağımsız olarak değerlendirildi. Artroskopi korelasyonu yapılamadığından altın standart olarak BTA kabul edildi ve BTA görüntüleri kas-iskelet sistemi görüntüleme üzerinde on yedi yıllık tecrübeye sahip (H.O.) radyolog tarafından bağımsız olarak değerlendirildi. Her hasta için glenoid kartilaj, ızgara sistemi kullanılarak dokuz bölgeye ayrıldı (şekil 1).



Şekil 1: Glenoid kartilaj üzerinde ızgara sistemine göre ayrılmış 9 anatomik zon.

Her hasta için BTA ve MRA görüntüleri ile elde edilen veriler eklem kartilajının değerlendirilip evrelendirilmesinde bugün için radyoloji pratiğinde en sık kullanılan sistem olan ve temelde bir artroskopik sınıflama olan Outerbridge sınıflandırma sisteminin (134) bir modifikasyonuydu (şekil 2).



Şekil 2: Çalışmamızda kullandığımız modifiye Outerbridge kartilaj hasarı sınıflaması: %50'den az kartilaj hasarı (evre 1), %50'den fazla ancak kemik etkilenimi yok (evre 2) ve tam kat kartilaj defekti ile birlikte kemik etkilenimi var (evre 3).

Labrum patolojisi saptanan her bir olgu için artrografi görüntüleri kartilaj yüzeyleri, subkondral kemik yapıların etkilenimi ve kontrast madde sızıntısının olup olmadığına bakılarak ve her seviyede simetrik olan lokalizasyon ile karşılaştırarak lezyonun evresi değerlendirildi. Aynı zamanda tüm kartilaj defektlerinin yerleşim gösterdikleri anatomik zonlar tespit edildi. Değerlendirme yapılırken glenoid fossa'yı kaplayan hiyalin kartilajın merkezi alanının incelenmesi olarak tanımlanan 'bare spot' değerlendirme dışı bırakılırken bu alan komşuluğundaki kartilaj defektleri değerlendirmeye alındı (45).

3.6. İstatiksel Analiz

Normallik varsayım kontrolü için Kolmogorov Smirnov testi, grup varyanslarının homojenliği varsayımı için Levene testi, gruplar arası karşılaştırmalar için Independent samples t testi kullanıldı. Kategorik oranlar arası karşılaştırmalarda Ki-kare testi (post hoc: Bonferroni testi) kullanıldı. Glenoid kartilaj defektlerinin saptanmasında hem konvansiyonel MRA hem de volümetrik MRA için sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları hesaplandı. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler için Pearson Ki-kare ve Fisher-Freeman-Halton testleri kullanıldı. Gözlemcilerin uyumu için Kappa katsayısı hesaplandı.

İstatistiksel açıdan anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak alındı. Tüm istatistiksel analizler bilgisayar ortamında istatistik yazılımı kullanılarak yapılmıştır (SPSS software, version 25, Chicago, IL, USA).

4. BULGULAR

4.1. Hastaların Değerlendirilmesi

Çalışmaya dahil edilen 79 hastanın 58'i (%73,4) erkek, 21'i (%26,6) kadındı. 44 olgunun sol, 35 olgunun sağ omuzu değerlendirildi. Çalışmaya dahil edilen olguların yaş aralığı 16-68, yaş ortalaması $35,38 \pm 12,5$ idi. Erkek popülasyonun yaş aralığı 16-66, yaş ortalaması $31,91 \pm 10,9$; kadın popülasyonun yaş aralığı 18-68, yaş ortalaması $44 \pm 10,8$ idi.

Labrum patolojisi bulunan 79 olgunun 42'sinde (%53,2) SLAP lezyonu, 24'ünde Bankart lezyonu (%30,4), 7'sinde Bankart varyantı (%8,9), 4'ünde Bankart+SLAP lezyonu (%5,1), 1 tanesinde revers Bankart+SLAP lezyonu (%1,3), 1 tanesinde Kim lezyonu (%1,3) mevcuttu.

79 olguya yapılan omuz BTA'nın, 48'inde (%60,8) kartilaj defekti saptandı. Cinsiyet ve yaşa göre labrum patoloji tipi karşılaştırıldığında kartilaj defekti saptanma oranında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p > 0.05$). Konvansiyonel ve T1 volümetrik MRA iki ayrı gözlemci tarafından birbirinden bağımsız olarak değerlendirildi. Gözlemci 1'in değerlendirdiği konvansiyonel MRA'nın 8'inde (%10,1), T1 volümetrik MRA'nın 28'inde (%35,4) kartilaj defekti saptandı. Gözlemci 1 için sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk oranı sırasıyla konvansiyonel MRA için %17, %100, %49, T1 volümetrik MRA için %58, %90, %71 olarak hesaplandı. Gözlemci 2'nin değerlendirdiği konvansiyonel MRA'nın 9'unda (%11,4), T1 volümetrik MRA'nın 31'inde (%39,2) kartilaj defekti saptandı. Gözlemci 2 için sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk oranı sırasıyla konvansiyonel MRA için %19, %100, %51, T1 volümetrik MRA için %65, %97, %77 olarak hesaplandı.

Tablo 1a: Gözlemci 1'in değerlendirdiği konvansiyonel MRA'nın sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları.

Gözlemci 1		BTA			Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
		(+)	(-)	T					
Konvansiyonel MRA (Kartilaj defekti)	(+)	8	0	8	0.17	1.00	1.00	0.44	0.49
	(-)	40	31	71					
	T	48	31	79					

Tablo 1b: Gözlemci 1'in değerlendirdiği T1 volümetrik MRA'nın sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları.

Gözlemci 1		BTA							
		(+)	(-)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
T1 volümetrik MRA (Kartilaj defekti)	(+)	28	3	31	0.58	0.90	0.90	0.58	0.71
	(-)	20	28	48					
	T	48	31	79					

Tablo 2a: Gözlemci 2'nin değerlendirdiği konvansiyonel MRA'nın sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları.

Gözlemci 2		BTA							
		(+)	(-)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
Konvansiyonel MRA (Kartilaj defekti)	(+)	9	0	9	0.19	1.00	1.00	0.44	0.51
	(-)	39	31	70					
	T	48	31	79					

Tablo 2b: Gözlemci 2'nin değerlendirdiği T1 volümetrik MRA'nın sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları.

Gözlemci 2		BTA							
		(+)	(-)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
T1 Volümetrik MRA (Kartilaj defekti)	(+)	31	1	32	0.65	0.97	0.97	0.64	0.77
	(-)	17	30	47					
	T	48	31	79					

Konvansiyonel MRA'da kartilaj defektini inceleyen iki gözlemci arasında mükemmel düzeyde bir uyum vardı ($\kappa=0.934$ $p<0.001$). Ayrıca T1 volümetrik MRA'da kartilaj defektini inceleyen iki gözlemci arasında da mükemmel düzeyde bir uyum olduğu görüldü ($\kappa=0.815$ $p<0.001$).

Konvansiyonel MRA'da her iki gözlemci tarafından evre 1 defekt saptanmamış olup sırasıyla sensitivite ve spesifite değerleri evre 2 defektler için %50-%80, %100-%100, evre 3 defektler için %100-%100, %60-%83 olarak hesaplandı. Konvansiyonel MRA'da evreleme yapan iki gözlemci arasında mükemmel düzeyde bir uyum vardı ($\kappa=0.784$ $p<0.001$). Konvansiyonel MRA'da saptanan kartilaj defektinin sayısı yetersiz olduğundan lokalizasyon açısından istatistiksel hesaplama yapılamamış olup

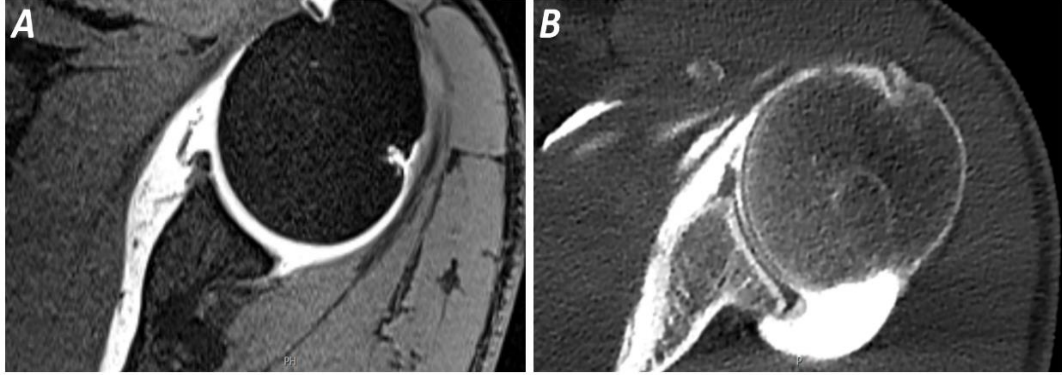
konvansiyonel MRA’da lokalizasyonu inceleyen iki gözlemci arasında mükemmel düzeyde bir uyum vardı ($\kappa=1.00$ $p<0.001$).

T1 volümetrik MRA’da her iki gözlemci için sırasıyla sensitivite ve spesifite değerleri evre 1 defektler için %43-%67, %95-%91, evre 2 defektler için %60-%75, %69-%80, evre 3 defektler için %83-%67, %73-%84 olarak hesaplandı. Tüm evreler için gözlemci 2’nin tanısallık doğruluk oranları, gözlemci 1’in tanısallık doğruluk oranlarından yüksek olmak ile birlikte gradeleme yapan iki gözlemci arasında çok iyi düzeyde bir uyum vardı ($\kappa=0.65$ $p<0.001$).

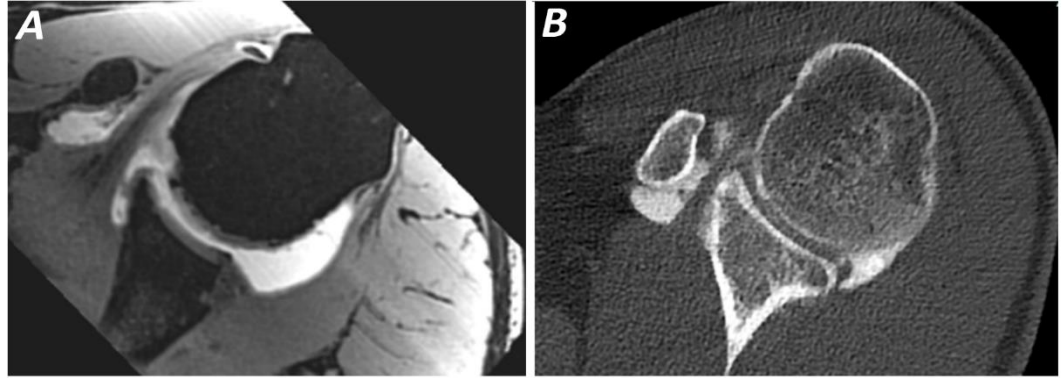
BTA’da saptanan kartilaj defektleri lokalizasyona göre istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdi ($p<0.001$). Diğer lokalizasyonlara göre 4. ve 7. lokalizasyonlarda daha fazla kartilaj defekti saptandı ($p<0.05$). Ayrıca her iki gözlemci için volümetrik MRA’da da diğer lokalizasyonlara göre 4. ve 7. lokalizasyonlarda daha fazla kartilaj defekti saptandı ($p<0.05$). 4. lokalizasyonda BTA ve T1 volümetrik MRA’nın saptadığı kartilaj defektlerinin oranları labrum patoloji tipine göre anlamlı düzeyde farklıydı ($p=0.023$) ve diğer labrum patoloji tiplerine göre bu lokalizasyonda Bankart ve SLAP lezyonlarında daha fazla kartilaj defekti gözlemlendi ($p<0.05$). 7. Lokalizasyonda ise BTA’nın saptadığı kartilaj defektlerinin oranları labrum patoloji tipine göre anlamlı düzeyde farklı değildi ($p=0.836$). T1 volümetrik MRA’da lokalizasyonu inceleyen iki gözlemci arasında mükemmel düzeyde bir uyum vardı ($\kappa=0.906$ $p<0.001$).

Labrum patolojisine göre her iki gözlemci için konvansiyonel MRA ve T1 volümetrik MRA’da kartilaj defektlerinin görülme sıklıkları anlamlı düzeyde farklı değildi. En sık saptanan iki labral patoloji olan Bankart ve SLAP lezyonu ile diğer labral patolojiler için, her iki gözlemci tarafından saptanan kartilaj defekti sağ/sol tarafa göre anlamlı düzeyde değişmemektedir.

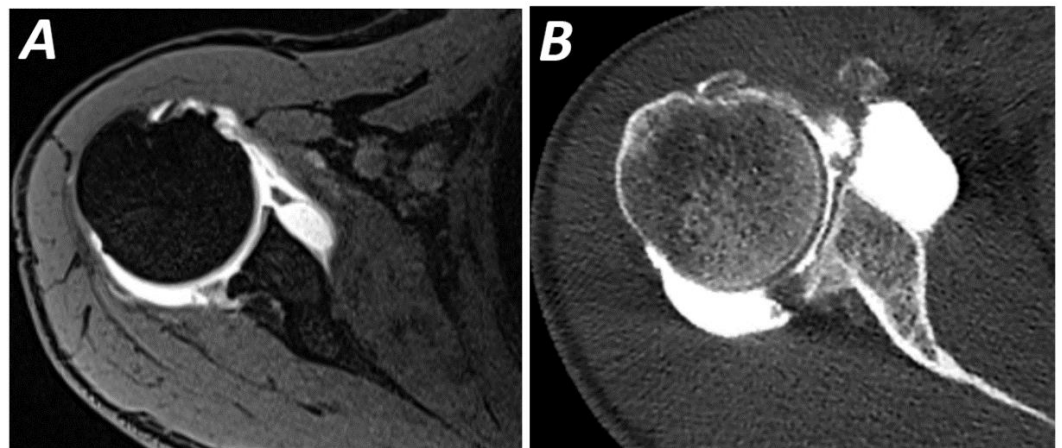
4.2. Olgu Örnekleri



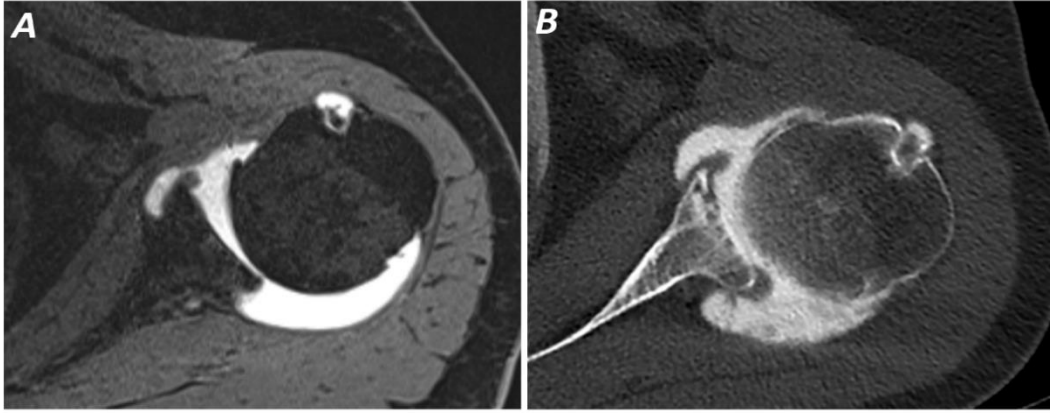
Şekil 3: 29 yaşında Kim's lezyonu saptanan erkek olgunun T1 volümetrik MRA (A) ve BTA (B) görüntülerinde glenoid kartilaj 4. lokalizasyonda evre 1 kartilaj hasarı.



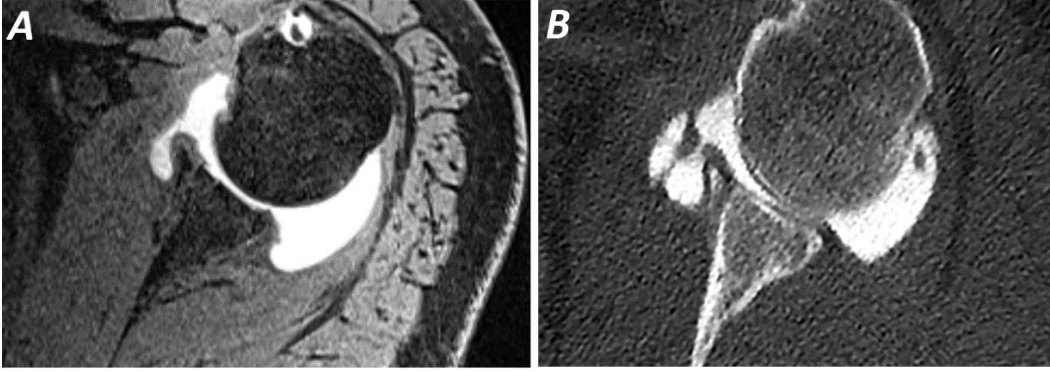
Şekil 4: 28 yaşında Bankart lezyonu saptanan erkek olgunun T1 volümetrik MRA (A) ve BTA (B) görüntülerinde glenoid kartilaj 4. lokalizasyonda evre 2 kartilaj hasarı.



Şekil 5: 66 yaşında SLAP tip 8 lezyonu saptanan erkek olgunun T1 volümetrik MRA (A) ve BTA (B) görüntülerinde glenoid kartilaj 3. lokalizasyonda evre 3 kartilaj hasarı.



Şekil 6: 62 yaşında SLAP tip 2 lezyonu saptanan kadın olgunun T1 volümetrik MRA (A) ve BTA (B) görüntülerinde glenoid kartilajda diffüz evre 3 kartilaj hasarı.



Şekil 7: 60 yaşında Bankart lezyonu saptanan kadın olgunun T1 volümetrik MRA (A) görüntülerinde 7. lokalizasyonda kortikal kemik etkilenimini saptanarak evre 3 kartilaj hasarı olarak değerlendirilmiştir. Ancak BTA (B) görüntülerinde bu lokalizasyonda evre 2 kartilaj hasarı olarak değerlendirilmiştir.

5. TARTIŞMA

Stabilitesini yapısal özelliklerden ziyade dinamik kuvvetlerden alan omuz eklemi neredeyse kısıtsız bir eklemdir. Bununla birlikte, glenoid kartilaj ve kemik kaybı gibi anatomideki küçük değişiklikler bile, instabiliteye neden olabilir ve bu da erken osteoartrit ile sonuçlanabilir (135,136). Bazı hastalarda, bu lezyonlar minör omuz travmalarından sonra yıllar boyunca aktiviteye bağlı omuz ağrısına neden olabilir (137,138). Bu ağrı aktif hareket açıklığında ve bunun sonucunda hayat konforunda önemli ölçüde azalmaya neden olabilir. Diz eklemine osteokondral lezyonları, kanıtlanmış bir ağrı kaynağı ve dejeneratif değişimin öncüsüdür ve dizin rutin muayenesinde tanımlanır, ancak GHE kartilajının pratikte daha az araştırıldığı bildirilmiştir. Bunun nedeni, GHE kartilaj kalınlığının diz eklemi kartilajına kıyasla çok daha ince olmasından kaynaklanıyor olabilir (139).

Omuz görüntüleme çalışmalarının büyük çoğunluğu RM ve glenoid labrum lezyonlarını analiz etmek için MRG, BTA veya konvansiyonel MRA kullanımına odaklanmış olup omuzun hiyalin kartilajı, modern görüntüleme teknikleri tarafından çok az çalışılmıştır. Kantitatif kartilaj kalınlığı ölçümü, omuz artroplastisinin sonucunu iyileştirmek, değişen mekanik yüklenmeye fonksiyonel adaptasyonu değerlendirmek veya kartilaj erozyonu riski yüksek olan bireyleri tespit etmek için önemlidir (44). Kartilaj lezyonlarının en son tedavi yaklaşımlarından yararlanabilecek hastaları tanımak için doğru bir görüntüleme yöntemine ihtiyacı vardır (111).

Kircher ve arkadaşları, otuz yaşından genç ve ağır sporlarla uğraşmayan 38 sağlıklı gönüllü üzerinde GHE kartilajının kalınlığının dağılımını yüksek rezolüsyonlu 3T MRG sekansı ile değerlendirdikleri çalışmada, humerus başının arka bölgesindeki kartilaj kalınlığının, GHE'nin diğer yönleriyle karşılaştırıldığında biraz daha düşük olduğunu ve diğer alanlarda homojen olduğunu bildirmiştir (140). Zumstein ve arkadaşlarının, 9 kadavra üzerinde GHE kartilaj kalınlık dağılımını değerlendirdikleri başka bir çalışmada ise glenoid kavitenin alt ve ön kısımlarında kartilaj kalınlığının daha yüksek değerlerde, merkezinde ise ince olduğunu göstermişlerdir (141). Lecouvet ve arkadaşlarının artroskopi ile konfirme ettikleri 22 hasta üzerinde yaptıkları BTA çalışmasında, araştırmacılar bizim yaptığımız gibi glenoid kaviteyi dokuz anatomik zona ayırarak kartilajı incelemişlerdir (112). Aynı çalışmada kartilaj

hasarı evrelemesinde; normal kartilaj yüzeyi evre 0, kartilaj yüzeyinde hafif düzensizlikler evre 1, %50'den az derinliğe ulaşan kartilaj kaybı evre 2A, %50'den fazla derinliğe ulaşan ancak subkondral kemiğe ulaşmayan evre 2B ve subkondral kemiğin etkilendiği kartilaj hasarı evre 3 olarak belirlenmiş olup BTA'nın evre 2 ve üzeri kartilaj hasarını, %85 sensitivite ve % 94 spesifite ile saptadığı ortaya koyulmuştur. Bizim çalışmamızda Outerbridge artroskopi sınıflandırma sistemi temel alınarak sınıflandırma yapılmış olup, BTA'nın kartilaj yüzeyindeki hafif düzensizlikleri göstermedeki başarısı yeterli olmadığından ve hastalarımızın tamamını artroskopi ile konfirme etme şansımız bulunmadığından bizim sınıflamamızda evre 1 kartilaj defekti % 50'nin altındaki defektler olarak kabul edildi ve daha basit ve anlaşılır modifiye sınıflama sistemi kullanıldı.

Omuz görüntülemeye yumuşak doku rezolüsyonu yüksek olan ve multiplanar görüntülemeye olanak tanıyan MRG yüksek tanısal değere sahiptir. Ancak eklem kapsülünde distansiyon oluşturarak artiküler yapıları birbirinden ayıran konvansiyonel MRA, özellikle labral patolojileri, eklem kıkırdığını, RM tendonlarının artiküler yüzeylerindeki parsiyel yırtıkları ve GHL'yi değerlendirmede MRG'ye üstündür (142). Omuz BTA da kartilaj yüzeylerinin tanımlanması ve önemli lezyonlarının saptanması için daha yüksek bir kontrast-gürültü oranına sahiptir (143). Literatürde BTA'nın GHE kartilajı defektlerini saptamada diz eklemi kartilaj defektleri ile benzer etkinliğe sahip olduğunu kanıtlayan çalışmalar mevcuttur (112,144,145). GHE'nin ince hiyalin kartilajının değerlendirilmesi için BTA ve konvansiyonel MRA inceleme tekniğini karşılaştıran az sayıda çalışma bulunmaktadır. Omoumi ve arkadaşları, omuz eklemi kartilaj lezyonlarının tespiti için BTA ve 1.5 Tesla konvansiyonel MRA tekniklerini karşılaştırmış ve BTA'nın tanısal performansının konvansiyonel MRA'ya göre istatistiksel olarak daha üstün olduğunu rapor etmişlerdir (146). Bununla birlikte BTA ve konvansiyonel MRA'nın dirsekteki kartilaj lezyonlarının tespitinde benzer şekilde performans gösterdiğini, BTA'nın ayak bileğindeki kartilaj lezyonlarını tespit etmede T1 volümetrik MRA'dan bile daha güvenilir olduğunu ortaya koyan çalışmalar mevcuttur (147,148). Tüm bunlara rağmen BTA radyasyon maruziyetine neden olmasından dolayı ayrıca iyotlu kontrast maddenin sinovyal toksisitesinin kanıtlanmış olması nedeniyle GHE incelemelerinde konvansiyonel MRA'nın yerini alamamıştır.

Gunter ve arkadaşlarının artroskopi korelasyonu olan subakromial sıkışma sendromu olan ortalama yaşı 45.8 olarak belirtilen 52 hasta üzerinde yaptıkları retrospektif çalışmada (149), glenoid kartilaj lezyonlarının orta düzeyde gözlemciler arası uyum ile konvansiyonel MRA için sensitivitesi %75-%75, spesifitesi %63-%66 ve doğruluk oranı %65-%67 olarak saptanmıştır. Bu çalışmanın bizim çalışmamızdan temel farklılıkları, kartilaj defektlerinin hafif ve belirgin olmak üzere iki kategoriye ayrılması, 1T MRG cihazı kullanılması, kesit kalınlığının 4 mm olarak belirlenmesi, hasta popülasyonunun nispeten daha ileri yaşlı hastalardan oluşması ve RM hasarı olan hasta grubundan oluşmasıydı. Bizim çalışmamızda ise glenoid kartilaj defektlerini saptamada konvansiyonel MRA'nın sensitivitesi ve tanısal doğruluk oranı Gunter ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya kıyasla düşüktür. Bunun nedeni çalışmamızdaki hastaların yaş ortalamasının daha düşük olmasına ve dolayısıyla yaşa bağlı kartilaj defektlerinin daha az görülmesine ve kullandığımız 3T MRG'ye bağlı olarak hareket artefaktlarının daha fazla olmasına bağlı olabilir. Ayrıca çalışmamızda konvansiyonel MRA, evre 1 kartilaj defektlerini hiç saptayamazken, evre 2 defektler için sensitivitesi %50-%90, evre 3 defektler için ise %100-%100'dür. Bu durumu, konvansiyonel MRA sekanslarının kesit kalınlığının fazla olması ile birlikte uzaysal rezolüsyonun düşük olmasına bağlı olabileceği şeklinde yorumladık.

Knuesel ve arkadaşlarının, asetabular kartilaj için cerrahi korelasyonu bulunan 50 konvansiyonel ve 3B Double Echo Steady State (DESS) sekansı içeren T2 volümetrik MRA'yı karşılaştırdıkları çalışmada (150) tanısal performans açısından iki inceleme arasında fark olmadığını ancak T2 volümetrik MRA'nın kartilaj defektlerini daha belirgin gösterdiğini belirtmişlerdir. Dietrich ve arkadaşlarının GHE'nin kartilaj ve labral lezyonları için, artroskopi ile konfirme ederek 75 konvansiyonel ve 3B True FISP sekansı içeren T2 volümetrik MRA'yı karşılaştırdıkları çalışmada (151) glenoid kartilaj defektlerini yüzeysel ve derin olarak kategorize etmişlerdir. İki gözlemcinin konvansiyonel ve True FISP sekansı içeren T2 volümetrik MRA için spesifite ve sensitivite değerleri sırasıyla, yüzeysel defektler için %60-%70, %74-%86 ve %60-%80, %76-%88, derin defektler için %33-%33, %97-%98 ve %100-%100, %89-92 belirtilmiştir. Her iki çalışmada da 3B T2 ağırlıklı GRE sekanslar kullanılmıştır. Araştırmacılar True FISP sekansında yüksek sinyale sahip sıvı sinyalini ve kıkırdak sinyal yoğunluğu koruyarak, DESS sekansında ise T2* ağırlığı ile kıkırdak ve sinovyal

sıvı arasında iyi bir kontrast oluşturarak görüntü elde ettiler. Bizim kullandığımız VIBE sekansında ise biz bozucu bir RF pulsu ile transvers manyetizasyon ortadan kaldırılarak T1 ağırlıklı görüntüler elde ettik, sıvı sinyallerini baskılayıp MRA’da elde edilen kontrast farkını gadolinyum içerikli kontrast maddenin T1 süresini kısaltmakla sağladık. Mars ve arkadaşlarının yakın zamanda 1.5 T MRG ile 14 sağlıklı gönüllünün diz eklemi kartilajında volümetrik sekansları kontrast, SNR ve kartilaj kalınlığı açısından karşılaştırdıkları çalışmada (152) bu sekansların nispeten kısa çekim süresi, minimum artefakt ve daha doğru kıkırdak kalınlığı ölçümü ile sinyal gürültü oranı ile görüntüleme sağladığını belirtmişlerdir. MEDIC ve VIBE sekanslarının en iyi kontrastı, True FISP ve SPACE sekansının en yüksek SNR’yi gösterdiğini, diğer 3B sekanslara kıyasla artefaktlara karşı daha duyarlı DESS sekansının en düşük SNR’yi gösterdiğini, VIBE sekansının ise diğerlerine kıyasla en yüksek kıkırdak kalınlığı ölçümünü sağladığını ortaya koymuşlardır. Bizim çalışmamızın bu iki çalışmadan temel farkları, T1 ağırlıklı 3B VIBE sekansı kullanmamız, cihazın manyetik gücünün daha fazla olması ve kesit kalınlığımızın her iki çalışmaya kıyasla daha ince olmasıdır. Buna bağlı olarak uzaysal rezolüsyonumuz ve kontrast gücümüz daha yüksek olup parsiyel hacim etkisi daha azdır. Ayrıca T2 ağırlıklı sekanslarda yanıltıcı olabilecek eklem çevresindeki sıvılara bağlı parlamaların olmaması da avantajımızdır.

Mevcut çalışmada glenoid kartilaj üzerinde yaptığımız araştırmamızda T1 volümetrik MRA’nın sensitivitesini %58-%65, spesifitesini %90-%97 olarak saptadık. Konvansiyonel MRA’ya kıyasla her iki gözlemci için de volümetrik MRA’de sensitivite büyük oranda artarken spesifite hafifçe azalmıştır. Sensitivitedeki artışın temel nedeni olarak, konvansiyonel MRA’ya kıyasla T1 volümetrik MRA’nın kesit kalınlığının ince olması (3 mm’ye karşı 0.4 mm), buna bağlı olarak uzaysal rezolüsyon artarken parsiyel hacim etkisinin azalması ve VIBE sekansının sinyal gürültü oranının daha yüksek, süresinin ise görece daha kısa olmasına bağlı hareket artefaktlarının daha az olmasına bağlı olduğunu düşündük. Tüm bu faktörlerin sonucu olarak kartilajdaki küçük defektlerin saptanabilirliği artarken yalancı pozitif sayısının daha fazla olması nedeniyle spesifitesi azalmıştır. Konvansiyonel MRA’da istatistiksel analizi sınırlayacak şekilde saptanan kartilaj defekt sayısının az olması nedeniyle spesifitesinin nispeten daha yüksek olduğu kanaatindeyiz. Bununla birlikte tanısal doğruluk oranları karşılaştırıldığında T1 volümetrik MRA’da daha yüksek olması nedeniyle kartilaj

defektlerinin saptanmasında daha faydalı olduğu düşünülebilir. Dahası bu çalışmada, T1 volümetrik MRA'da gözlemciler arası mükemmek düzeyde uyum olması gözlemciye olan bağımlılığın az olduğunu göstermektedir.

T1 volümetrik MRA'da kullandığımız 3B yağ baskılı VIBE sekansı, kemik yapıları göstermede de oldukça başarılı olup Tian ve arkadaşlarının, 56 hasta üzerinde glenoid kemik lezyonlarını konvansiyonel BT ve T1 volümetrik MRA ile karşılaştırdıkları çalışmada, volümetrik MRA'nın glenoid kemik patolojilerini saptamadaki sensitivitesinin ve spesifitesinin, neredeyse konvansiyonel BT ile benzer olduğunu ortaya koymuştur (153). Bizim çalışmamızda T1 volümetrik MRA'nın, subkondral kemik etkilenimi olan evre 3 defektlerde sensitivitesi % 67-83, spesifitesi % 73-84 olarak bulunmuş olup gözlemci 1'e göre 6, gözlemci 2'ye göre ise 8 olguda yalancı pozitiflik saptanmıştır. Bu durum, özellikle VIBE sekansının bu defektleri morfolojik olarak egzajere etmesine ya da BTA'ya göre subkondral kemik etkilenimini daha iyi göstermesine bağlı olabilir. Bunu anlayabilmek için bu alanda yapılacak olan Artroskopi ve kadavra çalışmalarına ihtiyaç vardır. Bununla birlikte evre 1 ve evre 2 defektlerin saptanmasında yanlış pozitif olguların sayısı nispeten daha az olup T1 volümetrik MRA'nın özellikle eklem kıkırdağındaki hafif ve orta derecede hasarları göstermede daha duyarlı olduğunu düşünüyoruz.

Literatürde anterior instabilite ortamında en yaygın labral yaralanma, anterior inferior labrumun avülsiyonu ile sonuçlanan Bankart lezyonudur. Çalışmamızda da buna paralel olarak en sık saptanan iki labrum patolojisi Bankart ve SLAP lezyonuydu. Ruckstuhl ve arkadaşları tarafından sistematik bir derlemede rapor edilen instabil omuzlarda glenoid kartilaj defektlerinin insidansı %57 olarak raporlanmıştır (42). O'Brien ve arkadaşları da yaptıkları kohort çalışmasında, MRA'da anterior instabilitesi ve labral yırtığı olan olguların %46'sında kondral hasar olduğunu bildirmiştir (154). Yaptığımız çalışmada biz de Ruckstuhl ve arkadaşlarının çalışması ile paralel olarak GHE instabilitesi olan olguların %60'ında kartilaj defekti saptadık. Ayrıca çalışmamızda, BTA ve T1 volümetrik MRA'da diğer lokalizasyonlara göre 4. ve 7. lokalizasyonda kartilaj defekti daha fazla saptanmış olup anterior labrum orta-alt kesimine karşılık gelen 4. lokalizasyonda, diğer labrum patoloji tiplerine göre Bankart ve SLAP lezyonlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde kartilaj defekti gözlemlendi. Bu nedenle instabil omuzlarda, özellikle Bankart ve SLAP lezyonu gibi sık karşılaşılan

labrum patolojilerinde, eşlik eden kartilaj defektleri açısından bu lokalizasyonlara dikkat edilmesi gerektiğini düşünüyorum.

Çalışmamızın limitasyonlarından ilki ve en önemlisi bulgularımızın glenoid kartilaj defektlerinin tanısında altın standart tetkik olan artroskopi ile konfirme edilememesidir. İkincisi nispeten az hasta sayısıdır. Diğer bir limitasyonumuz ise glenoid kartilajın ızgara sistemine göre bölgelere ayrılması nedeniyle 5. lokalizasyona karşılık gelen ‘bare area’ olarak adlandırılan, glenoid santralindeki kartilajın incelendiği alandaki küçük kartilaj defektlerini gösterememiş olma olasılığımızdır. Bu nedenle yapılacak daha geniş serileri içeren kadavra ve artroskopi çalışmalarına ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ

Labrum patolojilerine eşlik eden glenoid kartilaj defektleri preoperatif dönemde saptanmadığı ve dolayısıyla tedavi edilmediği takdirde hasta konforunu olumsuz yönde etkiler ve ilerleyen dönemde osteoartrite yol açma potansiyeli taşır. Bizim sonuçlarımız, T1 volümetrik MRA'nın, glenoid kartilaj defektlerini yüksek sensitivite, spesifite ve mükemmel düzeyde gözlemciler arası uyum ile konvansiyonel MRA'ya kıyasla daha yüksek tanısal doğruluk oranı ile saptadığını ortaya koydu. Volümetrik MRA için sensitivite ve spesifite değerleri sırasıyla evre 1 defektler için %43-%67, evre 2 defektler için %60-%75, evre 3 defektler için %67-%83'dür. Omuz patolojilerinde tercih edilen konvansiyonel MRA, omuz instabilitesine neden olan RM yırtıkları ve labroligamentöz patolojileri gösterebilir ancak rekürren GHE dislokasyonu olan ve labrum patolojisi düşünülen olgularda glenoid kartilaj defektlerini yüksek doğrulukta saptamak için T1 volümetrik MRA tercih edilmelidir.

7. KAYNAKLAR

1. Miniato MA, Anand P, Varacallo M. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Shoulder. İçinde: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021.
2. Berquist, TH. MRI of the musculoskeletal system. sixth. Lippincott Williams & Wilkins.; 2012.
3. Fritz RC. Magnetic resonance imaging of sports-related injuries to the shoulder: impingement and rotator cuff. Radiol Clin North Am. Mart 2002;40(2):217-34, vi.
4. Cooper D, Arnoczky S, O'Brien S, Warren R, DiCarlo E, Allen A. Anatomy, histology, and vascularity of the glenoid labrum. An anatomical study. The Journal of bone and joint surgery American volume. Ocak 1992;74(1):46—52.
5. Howell SM, Galinat BJ. The glenoid-labral socket. A constrained articular surface. Clin Orthop Relat Res. Haziran 1989;(243):122-5.
6. Beltran J, Bencardino J, Mellado J, Rosenberg ZS, Irish RD. MR arthrography of the shoulder: variants and pitfalls. Radiographics. Aralık 1997;17(6):1403-12; discussion 1412-1415.
7. Huber WP, Putz RV. Periarticular fiber system of the shoulder joint. Arthroscopy. Aralık 1997;13(6):680-91.
8. Prodromos CC, Ferry JA, Schiller AL, Zarins B. Histological studies of the glenoid labrum from fetal life to old age. J Bone Joint Surg Am. Ekim 1990;72(9):1344-8.
9. Bouaicha S. [Shoulder cartilage regeneration: Indications, possibilities, surgical implementation]. Orthopade. Kasım 2017;46(11):914-8.
10. Hsu HC, Luo ZP, Stone JJ, Huang TH, An KN. Correlation between rotator cuff tear and glenohumeral degeneration. Acta Orthop Scand. Şubat 2003;74(1):89-94.
11. Neer CS 2nd. Replacement arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. J Bone Joint Surg Am. Ocak 1974;56(1):1-13.
12. Messner K, Maletius W. The long-term prognosis for severe damage to weight-bearing cartilage in the knee: a 14-year clinical and radiographic follow-up in 28 young athletes. Acta Orthop Scand. Nisan 1996;67(2):165-8.
13. Siebold R, Lichtenberg S, Habermeyer P. Combination of microfracture and periosteal-flap for the treatment of focal full thickness articular cartilage lesions of the

shoulder: a prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Mayıs 2003;11(3):183-9.

14. Perdikakis E, Karachalios T, Katonis P, Karantanas A. Comparison of MR-arthrography and MDCT-arthrography for detection of labral and articular cartilage hip pathology. *Skeletal Radiol.* Kasım 2011;40(11):1441-7.

15. Klaan B, Wuennemann F, Kintzelé L, Gersing AS, Weber MA. MR- und CT-Arthrographie zur Knorpeldiagnostik. *Der Radiologe.* 01 Ağustos 2019;59(8):710-21.

16. Zheng ZZ, Shan H, Li X. Fat-Suppressed 3D T1-Weighted Gradient-Echo Imaging of the Cartilage With a Volumetric Interpolated Breath-Hold Examination. *American Journal of Roentgenology.* 2010;194(5):W414-9.

17. Koh E, Walton ER, Watson P. VIBE MRI: an alternative to CT in the imaging of sports-related osseous pathology? *Br J Radiol.* Temmuz 2018;91(1088):20170815.

18. Vandevenne JE, Vanhoenacker F, Mahachie John JM, Gelin G, Parizel PM. Fast MR arthrography using VIBE sequences to evaluate the rotator cuff. *Skeletal Radiol.* Temmuz 2009;38(7):669-74.

19. Ogul H, Karaca L, Can CE, Pirimoglu B, Tuncer K, Topal M, vd. Anatomy, variants, and pathologies of the superior glenohumeral ligament: magnetic resonance imaging with three-dimensional volumetric interpolated breath-hold examination sequence and conventional magnetic resonance arthrography. *Korean J Radiol.* Ağustos 2014;15(4):508-22.

20. Zlatkin MB. MRI of the shoulder. 2nd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.; 2003.

21. Moseley HF. The clavicle: its anatomy and function. *Clin Orthop Relat Res.* Haziran 1968;58:17-27.

22. Prescher A. Anatomical basics, variations, and degenerative changes of the shoulder joint and shoulder girdle. *Eur J Radiol.* Ağustos 2000;35(2):88-102.

23. Rudez J, Zanetti M. Normal anatomy, variants and pitfalls on shoulder MRI. *Eur J Radiol.* Ekim 2008;68(1):25-35.

24. R. L. Drake, et all. Tıp fakültesi öğrencileri için Gray's anatomi. Güneş Tıp Kitabevleri; 2007.

25. Yadav SK, Zhu WH. A systematic review: Of acromion types and its effect on degenerative rotator cuff tear. *Int J Orthop Sci.* 01 Ocak 2017;3(1g):453-8.

26. Cook TS, Stein JM, Simonson S, Kim W. Normal and variant anatomy of the shoulder on MRI. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* Ağustos 2011;19(3):581-94.

27. Chan TW, Dalinka MK, Kneeland JB, Chervrot A. Biceps tendon dislocation: evaluation with MR imaging. *Radiology.* Haziran 1991;179(3):649-52.

28. Dhawan R, Singh RA, Tins B, Hay SM. Sternoclavicular joint. *Shoulder Elbow*. Ekim 2018;10(4):296-305.
29. Gasbarro G, Bondow B, Debski R. Clinical anatomy and stabilizers of the glenohumeral joint. *Annals of Joint*. 2017;2:58-58.
30. Steinbach LS, Palmer WE, Schweitzer ME. Special focus session. MR arthrography. *Radiographics*. Ekim 2002;22(5):1223-46.
31. Bencardino JT, Beltran J. MR imaging of the glenohumeral ligaments. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*. Şubat 2004;12(1):11-24.
32. Oatis CA. *Kinesiology: the mechanics and pathomechanics of human movement*. Lippincott Williams & Wilkins.; 2009.
33. Steinbach LS. MRI of shoulder instability. *Eur J Radiol*. Ekim 2008;68(1):57-71.
34. Peat M. Functional anatomy of the shoulder complex. *Phys Ther*. Aralık 1986;66(12):1855-65.
35. De Maeseneer M, Van Roy F, Lenchik L, Shahabpour M, Jacobson J, Ryu KN, vd. CT and MR arthrography of the normal and pathologic anterosuperior labrum and labral-bicipital complex. *Radiographics*. Ekim 2000;20 Spec No:S67-81.
36. Goh CK, Peh WCG. Pictorial essay: pitfalls in magnetic resonance imaging of the shoulder. *Can Assoc Radiol J*. Kasım 2012;63(4):247-59.
37. Smith DW, Gardiner BS, Zhang L, Grodzinsky AJ. *Articular Cartilage Dynamics*. Springer; 2019.
38. Martin KL, An YH. *Handbook of Histology Methods for Bone and Cartilage*. Springer; 2003. 35-80 s.
39. Nguyen LT, Sharma AR, Chakraborty C, Saibaba B, Ahn ME, Lee SS. Review of Prospects of Biological Fluid Biomarkers in Osteoarthritis. *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2017;18(3). Erişim adresi: <https://www.mdpi.com/1422-0067/18/3/601>
40. Schulz RM, Bader A. Cartilage tissue engineering and bioreactor systems for the cultivation and stimulation of chondrocytes. *Eur Biophys J*. Nisan 2007;36(4-5):539-68.
41. Armiento AR, Alini M, Stoddart MJ. Articular fibrocartilage - Why does hyaline cartilage fail to repair? *Adv Drug Deliv Rev*. Haziran 2019;146:289-305.
42. Ruckstuhl H, de Bruin ED, Stussi E, Vanwanseele B. Post-traumatic glenohumeral cartilage lesions: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 23 Temmuz 2008;9:107-107.
43. Raynauld JP. Quantitative magnetic resonance imaging of articular cartilage in knee osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol*. Eylül 2003;15(5):647-50.

44. Graichen H, Jakob J, von Eisenhart-Rothe R, Englmeier KH, Reiser M, Eckstein F. Validation of cartilage volume and thickness measurements in the human shoulder with quantitative magnetic resonance imaging. *Osteoarthritis Cartilage*. Temmuz 2003;11(7):475-82.
45. Kim HK. Bare spot: a normal variant on shoulder MR arthrography. *Pediatr Radiol*. Ekim 2009;39(10):1124.
46. Bois AJ, Fening SD, Polster J, Jones MH, Miniaci A. Quantifying glenoid bone loss in anterior shoulder instability: reliability and accuracy of 2-dimensional and 3-dimensional computed tomography measurement techniques. *Am J Sports Med*. Kasım 2012;40(11):2569-77.
47. Ly JQ, Bui-Mansfield LT, Kline MJ, DeBerardino TM, Taylor DC. Bare area of the glenoid: magnetic resonance appearance with arthroscopic correlation. *J Comput Assist Tomogr*. Nisan 2004;28(2):229-32.
48. Warner JJP, Bowen MK, Deng X hua, Hannafin JA, Arnoczky SP, Warren RF. Articular contact patterns of the normal glenohumeral joint. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 1998;7(4):381-8.
49. Mayerhoefer ME, Breitenreiter MJ, Wurnig C, Roposch A. Shoulder impingement: relationship of clinical symptoms and imaging criteria. *Clin J Sport Med*. Mart 2009;19(2):83-9.
50. Opsha O, Malik A, Baltazar R, Primakov D, Beltran S, Miller TT, vd. MRI of the rotator cuff and internal derangement. *Eur J Radiol*. Ekim 2008;68(1):36-56.
51. DeFranco MJ, Cole BJ. Current perspectives on rotator cuff anatomy. *Arthroscopy*. Mart 2009;25(3):305-20.
52. Petersilge CA, Witte DH, Sewell BO, Bosch E, Resnick D. Normal regional anatomy of the shoulder. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. Kasım 1997;5(4):667-81.
53. Akpınar S, Özkoç G, Cesur N. Rotator manflet anatomisi, biyomekaniği ve fizyopatolojisi. :9.
54. Kassarian A, Bencardino JT, Palmer WE. MR imaging of the rotator cuff. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. Şubat 2004;12(1):39-60, vi.
55. Kellam P, Kahn T, Tashjian RZ. Anatomy of the Subscapularis: A Review. *Journal of Shoulder and Elbow Arthroplasty*. 2019;3:2471549219849728.
56. Neer CS. II.Shoulder Reconstruction. Philadelphia: WB Saunders Comp.; 1990.
57. Lee JC, Guy S, Connell D, Saifuddin A, Lambert S. MRI of the rotator interval of the shoulder. *Clin Radiol*. Mayıs 2007;62(5):416-23.

58. Morag Y, Bedi A, Jamadar DA. The rotator interval and long head biceps tendon: anatomy, function, pathology, and magnetic resonance imaging. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. Mayıs 2012;20(2):229-59, x.
59. Kaya T, Erden(editör) İ. Omuz normal anatomisi ve MR inceleme tekniği. *Kas-İskelet Manyetik Rezonans Uygulamaları*. İçinde Ankara: Türk Manyetik Rezonans Derneği; 2007. s. 23-8.
60. DePALMA AF. Recurrent dislocation of the shoulder joint. *Ann Surg*. Aralık 1950;132(6):1052-65.
61. Krief OP. MRI of the rotator interval capsule. *AJR Am J Roentgenol*. Mayıs 2005;184(5):1490-4.
62. Kim Do Hoon Kim Do Yeon, Choi Hye Yeon, Park Ji Soon, Lee Ye Hyun, Oh Joo Han. 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. *Clin Shoulder Elbow*. 2016;19(3):155-62.
63. Xia B, Chen D, Zhang J, Hu S, Jin H, Tong P. Osteoarthritis pathogenesis: a review of molecular mechanisms. *Calcif Tissue Int*. Aralık 2014;95(6):495-505.
64. Chong PY, Srikumaran U, Kuye IO, Warner JJP. Glenohumeral arthritis in the young patient. *J Shoulder Elbow Surg*. Mart 2011;20(2 Suppl):S30-40.
65. Johnson MH, Paxton ES, Green A. Shoulder arthroplasty options in young (<50 years old) patients: review of current concepts. *J Shoulder Elbow Surg*. Şubat 2015;24(2):317-25.
66. Gerber A, Lehtinen JT, Warner JJP. Glenohumeral osteoarthritis in active patients: diagnostic tips and complete management options. *Phys Sportsmed*. Nisan 2003;31(4):33-40.
67. Taylor DC, Arciero RA. Pathologic changes associated with shoulder dislocations. Arthroscopic and physical examination findings in first-time, traumatic anterior dislocations. *Am J Sports Med*. Haziran 1997;25(3):306-11.
68. Silliman JF, Hawkins RJ. Current concepts and recent advances in the athlete's shoulder. *Clin Sports Med*. Ekim 1991;10(4):693-705.
69. Silliman JF, Hawkins RJ. Classification and physical diagnosis of instability of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*. Haziran 1993;(291):7-19.
70. Castagna A, Nordenson U, Garofalo R, Karlsson J. Minor shoulder instability. *Arthroscopy*. Şubat 2007;23(2):211-5.
71. Fronek J, Warren RF, Bowen M. Posterior subluxation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am*. Şubat 1989;71(2):205-16.

72. Dumont GD, Russell RD, Robertson WJ. Anterior shoulder instability: a review of pathoanatomy, diagnosis and treatment. *Curr Rev Musculoskelet Med*. Aralık 2011;4(4):200-7.
73. stoller david w. magnetic resonance imaging in Orthopaedics and Sports Medicine. philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.; 2007.
74. Bankart ASB. The pathology and treatment of recurrent dislocation of the shoulder-joint. *BJS (British Journal of Surgery)*. 1938;26(101):23-9.
75. Beltran J, Rosenberg ZS, Chandnani VP, Cuomo F, Beltran S, Rokito A. Glenohumeral instability: evaluation with MR arthrography. *Radiographics*. Haziran 1997;17(3):657-73.
76. Norlin R. Intraarticular pathology in acute, first-time anterior shoulder dislocation: an arthroscopic study. *Arthroscopy*. 1993;9(5):546-9.
77. Barchilon VS, Kotz E, Barchilon Ben-Av M, Glazer E, Nyska M. A simple method for quantitative evaluation of the missing area of the anterior glenoid in anterior instability of the glenohumeral joint. *Skeletal Radiol*. Ağustos 2008;37(8):731-6.
78. Legan JM, Burkhard TK, Goff WB 2nd, Balsara ZN, Martinez AJ, Burks DD, vd. Tears of the glenoid labrum: MR imaging of 88 arthroscopically confirmed cases. *Radiology*. Nisan 1991;179(1):241-6.
79. Cvitanic O, Tirman PF, 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 Am J Roentgenol*. Eylül 1997;169(3):837-44.
80. Bui-Mansfield LT, Taylor DC, Uhorchak JM, Tenuta JJ. Humeral avulsions of the glenohumeral ligament: imaging features and a review of the literature. *AJR Am J Roentgenol*. Eylül 2002;179(3):649-55.
81. Bui-Mansfield LT, Banks KP, Taylor DC. Humeral avulsion of the glenohumeral ligaments: the HAGL lesion. *Am J Sports Med*. Kasım 2007;35(11):1960-6.
82. chung CB, Steinbach LS. MRI of the upper extremity: Shoulder, Elbow, Wrist, Hand. philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.; 2010.
83. Warner JJ, Beim GM. Combined Bankart and HAGL lesion associated with anterior shoulder instability. *Arthroscopy*. Aralık 1997;13(6):749-52.
84. Woertler K, Waldt S. MR imaging in sports-related glenohumeral instability. *Eur Radiol*. Aralık 2006;16(12):2622-36.
85. Neviasser TJ. The anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion lesion: a cause of anterior instability of the shoulder. *Arthroscopy*. 1993;9(1):17-21.

86. Richards RD, Sartoris DJ, Pathria MN, Resnick D. Hill-Sachs lesion and normal humeral groove: MR imaging features allowing their differentiation. *Radiology*. Mart 1994;190(3):665-8.
87. Blum A, Coudane H, Molé D. Gleno-humeral instabilities. *Eur Radiol*. 2000;10(1):63-82.
88. Musculoskeletal Imaging: The Requisites E-Book: The Core Requisites - B. J. Manaster, David A. May, David G. Disler - Google Kitaplar.
89. Andrews JR, Carson WGJ, McLeod WD. Glenoid labrum tears related to the long head of the biceps. *Am J Sports Med*. Ekim 1985;13(5):337-41.
90. Kim TK, Queale WS, Cosgarea AJ, McFarland EG. Clinical features of the different types of SLAP lesions: an analysis of one hundred and thirty-nine cases. *J Bone Joint Surg Am*. Ocak 2003;85(1):66-71.
91. Snyder SJ, Karzel RP, Del Pizzo W, Ferkel RD, Friedman MJ. SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy*. 1990;6(4):274-9.
92. Handelberg F, Willems S, Shahabpour M, Huskin JP, Kuta J. SLAP lesions: a retrospective multicenter study. *Arthroscopy*. Aralık 1998;14(8):856-62.
93. Snyder SJ, Banas MP, Karzel RP. An analysis of 140 injuries to the superior glenoid labrum. *J Shoulder Elbow Surg*. Ağustos 1995;4(4):243-8.
94. Morgan CD, Burkhart SS, Palmeri M, Gillespie M. Type II SLAP lesions: three subtypes and their relationships to superior instability and rotator cuff tears. *Arthroscopy*. Eylül 1998;14(6):553-65.
95. Yoneda M, Izawa K, Hirooka A, Hayashida K, Wakitani S. Indicators of superior glenoid labral detachment on magnetic resonance imaging and computed tomography arthrography. *J Shoulder Elbow Surg*. Şubat 1998;7(1):2-12.
96. 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*. Ekim 2006;187(4):887-93.
97. Matava MJ, Purcell DB, Rudzki JR. Partial-thickness rotator cuff tears. *Am J Sports Med*. Eylül 2005;33(9):1405-17.
98. Nazarian LN, Jacobson JA, Benson CB, Bancroft LW, Bedi A, McShane JM, vd. Imaging algorithms for evaluating suspected rotator cuff disease: Society of Radiologists in Ultrasound consensus conference statement. *Radiology*. Mayıs 2013;267(2):589-95.
99. Hermans J, Luime JJ, Meuffels DE, Reijman M, Simel DL, Bierma-Zeinstra SMA. Does this patient with shoulder pain have rotator cuff disease?: The Rational Clinical Examination systematic review. *JAMA*. 28 Ağustos 2013;310(8):837-47.

100. Arkun R, Ergen FB. Omuz MRG: Normal Anatomi ve Teknik Özellikler. Trd Sem. 16 Temmuz 2014;2(1):1-15.
101. Vahlensieck M. MRI of the shoulder. Eur Radiol. 2000;10(2):242-9.
102. Kannus P, Józsa L. Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon. A controlled study of 891 patients. J Bone Joint Surg Am. Aralık 1991;73(10):1507-25.
103. Mengiardi B, Pfirrmann CWA, Gerber C, Hodler J, Zanetti M. Frozen shoulder: MR arthrographic findings. Radiology. Kasım 2004;233(2):486-92.
104. Emig EW, Schweitzer ME, Karasick D, Lubowitz J. Adhesive capsulitis of the shoulder: MR diagnosis. AJR Am J Roentgenol. Haziran 1995;164(6):1457-9.
105. Jung JY, Jee WH, Chun HJ, Kim YS, Chung YG, Kim JM. Adhesive capsulitis of the shoulder: evaluation with MR arthrography. Eur Radiol. Nisan 2006;16(4):791-6.
106. Burk DLJ, Karasick D, Mitchell DG, Rifkin MD. MR imaging of the shoulder: correlation with plain radiography. AJR Am J Roentgenol. Mart 1990;154(3):549-53.
107. Tirman PF, Feller JF, Janzen DL, Peterfy CG, Bergman AG. Association of glenoid labral cysts with labral tears and glenohumeral instability: radiologic findings and clinical significance. Radiology. Mart 1994;190(3):653-8.
108. 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. J Shoulder Elbow Surg. Şubat 2004;13(1):5-12.
109. Babacan M, Kesmezacar H, Oğüt T, Cansü E, Erginer R. [Radiologic evaluation of shoulder instability: conventional radiography, computed tomography and magnetic resonance imaging]. Acta Orthop Traumatol Turc. 2005;39 Suppl 1:24-33.
110. Funke M, Leibl T, Grabbe E. [Diagnostic imaging of instability of the shoulder joint]. Radiologe. Aralık 1996;36(12):951-9.
111. Ellman H, Harris E, Kay SP. Early degenerative joint disease simulating impingement syndrome: arthroscopic findings. Arthroscopy. 1992;8(4):482-7.
112. Lecouvet FE, Dorzée B, Dubuc JE, Vande Berg BC, Jamart J, Malghem J. Cartilage lesions of the glenohumeral joint: diagnostic effectiveness of multidetector spiral CT arthrography and comparison with arthroscopy. Eur Radiol. Temmuz 2007;17(7):1763-71.
113. Feinberg DA, Mills CM, Posin JP, Ortendahl DA, Hylton NM, Crooks LE, vd. Multiple spin-echo magnetic resonance imaging. Radiology. Mayıs 1985;155(2):437-42.

114. Chavhan GB, Babyn PS, Jankharia BG, Cheng HLM, Shroff MM. Steady-state MR imaging sequences: physics, classification, and clinical applications. *Radiographics*. Ağustos 2008;28(4):1147-60.
115. Omoumi P, Mercier GA, Lecouvet F, Simoni P, Vande Berg BC. CT arthrography, MR arthrography, PET, and scintigraphy in osteoarthritis. *Radiol Clin North Am*. Temmuz 2009;47(4):595-615.
116. Weber MA, Wünnemann F, Jungmann PM, Kuni B, Rehnitz C. Modern Cartilage Imaging of the Ankle. *Rofo*. Ekim 2017;189(10):945-56.
117. Naraghi A, White LM. Three-dimensional MRI of the musculoskeletal system. *AJR Am J Roentgenol*. Eylül 2012;199(3):W283-293.
118. Siepmann DB, McGovern J, Brittain JH, Reeder SB. High-resolution 3D cartilage imaging with IDEAL SPGR at 3 T. *AJR Am J Roentgenol*. Aralık 2007;189(6):1510-5.
119. Recht MP, Piraino DW, Paletta GA, Schils JP, Belhobek GH. Accuracy of fat-suppressed three-dimensional spoiled gradient-echo FLASH MR imaging in the detection of patellofemoral articular cartilage abnormalities. *Radiology*. Ocak 1996;198(1):209-12.
120. Disler DG. Fat-suppressed three-dimensional spoiled gradient-recalled MR imaging: assessment of articular and physeal hyaline cartilage. *AJR Am J Roentgenol*. Ekim 1997;169(4):1117-23.
121. Yoshioka H, Alley M, Steines D, Stevens K, Rubesova E, Genovese M, vd. Imaging of the articular cartilage in osteoarthritis of the knee joint: 3D spatial-spectral spoiled gradient-echo vs. fat-suppressed 3D spoiled gradient-echo MR imaging. *J Magn Reson Imaging*. Temmuz 2003;18(1):66-71.
122. Jaremko JL, Maciejewski CM, Cheng RWT, Ronsky JL, Thompson RB, Lambert RGW, vd. Accuracy and reliability of MRI vs. laboratory measurements in an ex vivo porcine model of arthritic cartilage loss. *J Magn Reson Imaging*. Ekim 2007;26(4):992-1000.
123. Gold GE, McCauley TR, Gray ML, Disler DG. What's new in cartilage? *Radiographics*. Ekim 2003;23(5):1227-42.
124. Weckbach S, Mendlik T, Horger W, Wagner S, Reiser MF, Glaser C. Quantitative assessment of patellar cartilage volume and thickness at 3.0 tesla comparing a 3D-fast low angle shot versus a 3D-true fast imaging with steady-state precession sequence for reproducibility. *Invest Radiol*. Şubat 2006;41(2):189-97.
125. Kataoka M, Ueda H, Koyama T, Umeoka S, Togashi K, Asato R, vd. Contrast-enhanced volumetric interpolated breath-hold examination compared with spin-echo T1-weighted imaging of head and neck tumors. *AJR Am J Roentgenol*. Ocak 2005;184(1):313-9.

126. Rofsky NM, Lee VS, Laub G, Pollack MA, Krinsky GA, Thomasson D, vd. Abdominal MR imaging with a volumetric interpolated breath-hold examination. *Radiology*. Eylül 1999;212(3):876-84.
127. Nakayama S, Kakizaki D, Kaise H, Kusama M, Ishikawa A, Amino M, vd. [Three-dimensional volumetric interpolated breath-hold magnetic resonance imaging for the diagnosis of breast tumors]. *Nihon Rinsho*. Nisan 2004;62(4):790-8.
128. Vogt FM, Antoch G, Hunold P, Maderwald S, Ladd ME, Debatin JF, vd. Parallel acquisition techniques for accelerated volumetric interpolated breath-hold examination magnetic resonance imaging of the upper abdomen: assessment of image quality and lesion conspicuity. *J Magn Reson Imaging*. Nisan 2005;21(4):376-82.
129. Wuennemann F, Kintzelé L, Braun A, Zeifang F, Maier MW, Burkholder I, vd. 3-T T2 mapping magnetic resonance imaging for biochemical assessment of normal and damaged glenoid cartilage: a prospective arthroscopy-controlled study. *Sci Rep*. 01 Eylül 2020;10(1):14396.
130. Elentuck D, Palmer WE. Direct magnetic resonance arthrography. *Eur Radiol*. Kasım 2004;14(11):1956-67.
131. Kerimoğlu Ü, Aydıngöz Ü. Eklem görüntülemesinde son basamak: manyetik rezonans artrografi. *Hacettepe Tıp dergisi*. 2005;(36):80-5.
132. Rastogi AK, Davis KW, Ross A, Rosas HG. Fundamentals of Joint Injection. *AJR Am J Roentgenol*. Eylül 2016;207(3):484-94.
133. Morrison WB. Indirect MR arthrography: concepts and controversies. *Semin Musculoskelet Radiol*. Haziran 2005;9(2):125-34.
134. Anderson IF, Crichton KJ, Grattan-Smith T, Cooper RA, Brazier D. Osteochondral fractures of the dome of the talus. *J Bone Joint Surg Am*. Eylül 1989;71(8):1143-52.
135. Patzer T, Habermeyer P, Hurschler C, Bobrowitsch E, Wellmann M, Kircher J, vd. The influence of superior labrum anterior to posterior (SLAP) repair on restoring baseline glenohumeral translation and increased biceps loading after simulated SLAP tear and the effectiveness of SLAP repair after long head of biceps tenotomy. *J Shoulder Elbow Surg*. Kasım 2012;21(11):1580-7.
136. Patzer T, Lichtenberg S, Kircher J, Magosch P, Habermeyer P. Influence of SLAP lesions on chondral lesions of the glenohumeral joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. Temmuz 2010;18(7):982-7.
137. Romeo AA, Cole BJ, Mazzocca AD, Fox JA, Freeman KB, Joy E. Autologous chondrocyte repair of an articular defect in the humeral head. *Arthroscopy*. Ekim 2002;18(8):925-9.

138. Johnson DL, Warner JJ. Osteochondritis dissecans of the humeral head: treatment with a matched osteochondral allograft. *J Shoulder Elbow Surg.* Nisan 1997;6(2):160-3.
139. Yeh LR, Kwak S, Kim YS, Chou DS, Muhle C, Skaf A, vd. Evaluation of articular cartilage thickness of the humeral head and the glenoid fossa by MR arthrography: anatomic correlation in cadavers. *Skeletal Radiol.* Eylül 1998;27(9):500-4.
140. Schleich C, Bittersohl B, Antoch G, Krauspe R, Zilkens C, Kircher J. Thickness Distribution of Glenohumeral Joint Cartilage. *Cartilage.* Nisan 2017;8(2):105-11.
141. Zumstein V, Kraljević M, Conzen A, Hoechel S, Müller-Gerbl M. Thickness distribution of the glenohumeral joint cartilage: a quantitative study using computed tomography. *Surg Radiol Anat.* Mayıs 2014;36(4):327-31.
142. 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. *J Shoulder Elbow Surg.* Aralık 2000;9(6):483-90.
143. Lecouvet FE, Simoni P, Koutaïssoff S, Vande Berg BC, Malghem J, Dubuc JE. Multidetector spiral CT arthrography of the shoulder. Clinical applications and limits, with MR arthrography and arthroscopic correlations. *Eur J Radiol.* Ekim 2008;68(1):120-36.
144. Waldt S, Metz S, Burkart A, Mueller D, Bruegel M, Rummeny EJ, vd. Variants of the superior labrum and labro-bicipital complex: a comparative study of shoulder specimens using MR arthrography, multi-slice CT arthrography and anatomical dissection. *Eur Radiol.* Şubat 2006;16(2):451-8.
145. Hall FM, Wyshak G. Thickness of articular cartilage in the normal knee. *J Bone Joint Surg Am.* Nisan 1980;62(3):408-13.
146. Omoumi P, Rubini A, Dubuc JE, Vande Berg BC, Lecouvet FE. Diagnostic performance of CT-arthrography and 1.5T MR-arthrography for the assessment of glenohumeral joint cartilage: a comparative study with arthroscopic correlation. *Eur Radiol.* Nisan 2015;25(4):961-9.
147. Waldt S, Bruegel M, Ganter K, Kuhn V, Link TM, Rummeny EJ, vd. Comparison of multislice CT arthrography and MR arthrography for the detection of articular cartilage lesions of the elbow. *Eur Radiol.* Nisan 2005;15(4):784-91.
148. Schmid MR, Pfirrmann CWA, Hodler J, Vienne P, Zanetti M. Cartilage lesions in the ankle joint: comparison of MR arthrography and CT arthrography. *Skeletal Radiol.* Mayıs 2003;32(5):259-65.
149. Guntern DV, Pfirrmann CWA, Schmid MR, Zanetti M, Binkert CA, Schneeberger AG, vd. Articular cartilage lesions of the glenohumeral joint: diagnostic

effectiveness of MR arthrography and prevalence in patients with subacromial impingement syndrome. *Radiology*. Ocak 2003;226(1):165-70.

150. Knuesel PR, Pfirrmann CWA, Noetzli HP, Dora C, Zanetti M, Hodler J, vd. MR arthrography of the hip: diagnostic performance of a dedicated water-excitation 3D double-echo steady-state sequence to detect cartilage lesions. *AJR Am J Roentgenol*. Aralık 2004;183(6):1729-35.

151. Dietrich TJ, Zanetti M, Saupe N, Pfirrmann CWA, Fucentese SF, Hodler J. Articular cartilage and labral lesions of the glenohumeral joint: diagnostic performance of 3D water-excitation true FISP MR arthrography. *Skeletal Radiol*. Mayıs 2010;39(5):473-80.

152. Mars M, Tbini Z, Chelli-Bouaziz M, Ladeb F. Comparison of 3D MR imaging sequences in knee articular cartilage at 1.5 T. *Biomedical Research*. Ocak 2018;29.

153. Tian CY, Shang Y, Zheng ZZ. Glenoid bone lesions: comparison between 3D VIBE images in MR arthrography and nonarthrographic MSCT. *J Magn Reson Imaging*. Temmuz 2012;36(1):231-6.

154. O'Brien J, Grebenyuk J, Leith J, Forster BB. Frequency of glenoid chondral lesions on MR arthrography in patients with anterior shoulder instability. *Eur J Radiol*. Kasım 2012;81(11):3461-5.

