

Omuz MRG: Normal Anatomi ve Teknik Özellikler

Remide Arkun¹, F. Bilge Ergen²

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Normal Anatomi/Fonksiyon/Varyasyonlar
- Omuz Eklemi MRG İnceleme Tekniği
- Omuz Eklemi Normal MRG Anatomisi
- Kaynaklar

Son yirmi yılda MR görüntüleme spatial rezolüsyonunun artması ile eklem içi ve çevresi yapıların daha detaylı görüntülenebilmesi, omuz eklemi patolojilerinin değerlendirilmesinde MR görüntülemeyi günümüzde en çok tercih edilen tanı yöntemlerinden bir tanesi haline getirmiştir. Yetişkinlerde omuz ağrısı ve disfonksiyonuna yol açan pek çok klinik durum mevcuttur. Omuz ekleminin kompleks anatomik yapısı ve fonksiyonel olarak vücudun en anstabil eklemi olma özelliği, patolojik değişiklikleri yorumlamada normal anatomi bilgisi ve MRG inceleme tekniğini önemli hale getirmektedir. Omuz eklem patolojilerinin değerlendirilmesinde radyolog, normal anatomiye ve bu yapıların omuz ekleminin fonksiyonunu nasıl etkilediğini bilmelidir [1, 2]. Ayrıca patolojik değişikliklerin doğru yorumlanabilmesi, eklem ait manyetik rezonans görüntüleme (MRG) inceleme tekniğinin doğru olarak uygulanabilmesi ile de yakından ilişkilidir.

Normal Anatomi/Fonksiyon/Varyasyonlar

Kemik yapılar

Omuz ekleminin kemik kısmı proksimal humerus, skapula ve klavikula tarafından oluş-

turulur. Omuz eklemi küre-yuva şeklinde bir eklem olarak skapulanın glenoid çukuru ve humerus başı tarafından oluşturulmakla beraber, skapulanın klavikula ve humerusun diğer kısımları ile yaptığı eklemler de omuz ekleminin stabilitesi ve fonksiyonunda rol almaktadır.

Humerus: Humerus üst ucu, humerus başı, büyük ve küçük tüberkül, intertüberküler (bisipital) oluk ve humerus boyunu içermektedir. Cerrahi boyun diyafiz ile humerus üst ucu bileşkesine, anatomik boyun ise eklem kapsülünün yapıştığı çizgiye uyar. Yuvarlak olan humerus başının posteriyor inferiyor kısmında hafif bir düzlük mevcuttur (Resim 1). Bu görünüm, omuz instabilitesinde başın posteriyor-süperiyor kesiminde subkondral kırık nedeni ile oluşan Hill-Sachs deformitesi ile karıştırılmamalıdır. Humerus baş korteksini örten hiyalin, kırıkta başın orta bölümünde daha kalın (1,9 mm), periferde daha incedir (1,2 mm) ve en iyi MR arthrografiye değerlendirilir. Humerus başının anteriyor ve posteriyorunda subkondral kistler bulunur. Anteriyorda yerleşik subkondral kistler supskapularis tendon patolojisi ile ilişkili olabilirken, posteriyor-inferiyorda yer alan kistler rotator kılıf yı-

¹Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

²Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

✉ Remide Arkun • rarkun@yahoo.com

tiği veya yaş ile oluşan değişikliklerle uyumlu değildir (Resim 2). İntertübüküler oluk küçük ve büyük tüberküller arasında yer alır, aksiyel planda genişliği $7,9 \pm 0,74$ mm, derinliği $5,9 \pm 1,4$ mm olup oluk içinden biceps tendon uzun başı geçer. Oluğun iki ucu arasında biceps tendonu stabilizasyonunu sağlayan ve supskapularis tendonu liflerinden oluşan transvers ligaman vardır. Sığılaşmış intertübüküler oluk, biceps tendonu subluksasyonuna zemin oluşturur [1-3].

Skapula: Üçgen biçiminde bir kemik olan skapula gövde, glenoid çukur, skapula boynu, spina skapula, akromiyon ve korakoid çıkıntıdan oluşur. Glenoid çukur; akromiyon ve korakoid çıkıntı humerus başı ve klavikula ile eklem yaparak omuz eklemine bileşenlerini oluştururlar.

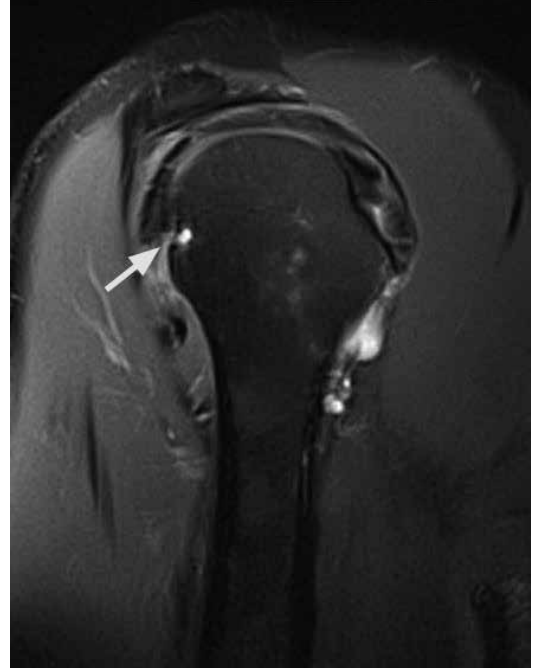
Glenoid çukur: Skapulanın lateral tarafında, glenohumeral eklemde konkav “yuva” yüzünü oluşturur. Glenoid çukur hafif retrovert pozisyonda ($\sim 4^\circ$) olup, çapı vertikal pozisyonda 35 mm, transvers pozisyonda 25 mm’dir. Üst ucuna (supraglenoid tüberkül) eklem içinde biceps tendonunun uzun başı yapışır. Glenoid çukur, hiyalin kıkırdak ile örtülüdür. Hiyalin kıkırdak, glenoidin merkezinde subkondral kemiğin diğer alanlardan daha kalın olan “Assaki tüberkülü” nedeni ile incedir ve özellikle MR artrografiye yanlışlıkla kıkırdak lezyonu olarak yorumlanmamalıdır. Glenoid gelişimsel olarak displazik olabilir veya aksiyel MRG incelemede artmış retroversiyon gösterebilir [1-5].

Korakoid çıkıntı: Skapulanın anterolateral yüzünde, glenoid çukurun süperiyör medyal kısmından kaynaklanır. Korakohumeral ligaman yanı sıra, pektoralis minör ve biceps braki kasının uzun başının tendonları korakoid çıkıntıya yapışır [2, 3].

Akromiyon: Omuzun posteriyöründe, glenoidin süperiyöründe spina skapulanın posterolateral uzantısıdır. Klavikula ile eklem yapar, deltoid kas ve trapezyus kasının başlangıç noktasıdır. Akromiyon şekilsel değişiklikler gösterebilir. Bigliani sagittal planda üç tip akromiyon tanımlamıştır (Resim 3):



Resim 1. TSE PD yağ baskılı (yb) aksiyel görüntüde humerus başının posteriyöründe düzleşme izleniyor (siyah ok). Bu görünüm omuz instabilitesinde korakoid çıkıntı düzeyinde humerus başı posteriyör süperiyöründe görülen Hill-Sachs lezyonu ile karıştırılmamalıdır.



Resim 2. TSE PD yb oblik sagittal görüntüde humerus başının posteriyör inferiyöründe hipe-rintens subkondral kist (ok) izleniyor.

- Tip 1: Akromiyon alt yüzü düz, eğim açısı geniş
- Tip 2: Akromiyon alt yüzü büküntülü, eğim açısı dar
- Tip 3: Akromiyon alt yüzü çengel şeklinde, eğim açısı azalmış

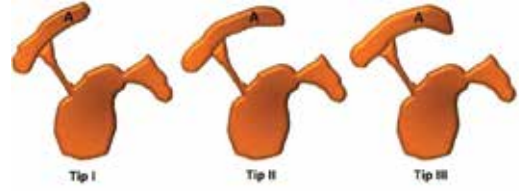
Akromiyonun normal kemikleşmesi 15 yaşında başlar ve 20 yaşına kadar tamamlanır. Os akromiyale, bu kemikleşmedeki yetersizlik sonucu oluşan aksesuar bir kemiktir ve sağlıklı kişilerde %7-15 oranında görülür. Aksiyel MR görüntülerde, akromiyon bazisi ve sinkondroz ile bağlı olabildiği gibi ayrı bir eklem şeklinde de olabilir ve kırık ile karıştırılmamalıdır.

Aşağıya eğimli akromiyon (lateral downsloping), koronal planda lateral akromiyon açısının artmasına bağlı oluşur. Normalde lateral akromiyal açı, koronal planda akromiyoklavikuler eklemin en iyi görüldüğü kesitte eklemin ortasından geçen çizgi ile akromiyon ortasından geçen çizgi arasındadır, bu açının $>10^\circ$ olması aşağıya eğimli akromiyonu gösterir ve bu görünüm subakromiyal sıkışma sendromu nedenlerinden biridir (Resim 4). Korakoakromiyal ligamanın yapışma yeri ile osteofit ayrımı da varyatif değişiklikler arasındadır [1, 3, 5, 6].

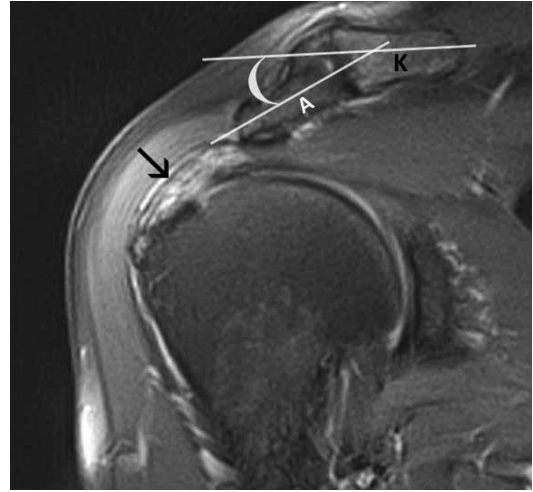
Rotator kılıf ve korakoakromiyal arkus

Rotator kılıf

Normal anatomi: Rotator kılıf (RK); supskapularis, supraspinatus, infraspinatus ve teres minör kaslarının tendonları tarafından oluşturulur. Tüm bu kaslar, posteriorda skapuladan başlar ve yelpaze şeklinde öne uzanarak bir manşon şeklinde humerus başında sonlanırlar. Supskapularis tendonu humerus küçük tüberkülüne, supraspinatus, infraspinatus ve teres minör tendonları ise önden arkaya doğru sırasıyla humerus büyük tüberkülünün süperiyor, medyal ve posteriyor fasetlerine yapışır. Son yıllarda yapılan çalışmalar RK tendonlarının tek tek birimler olmadığını ve küçük ile büyük tüberküle yapışmadan önce, birbiri ile devamlılık gösterdiğini bildirmektedir (Resim 5) [2, 3, 7]. Supskapularis tendonu ve supraspinatus tendonun ön lifleri humerus tüberküllerine yapışırken (supskapularis derin lifleri küçük tüberküle, yüzeysel lifleri büyük tüberküle yapışır) birbiri içinde seyrederek biceps tendonu için bir kılıf oluştururlar. Bu alan korakohumeral ligaman (KHL) tarafından da desteklenir. Supraspinatus tendonu, akromiyon ile eklem

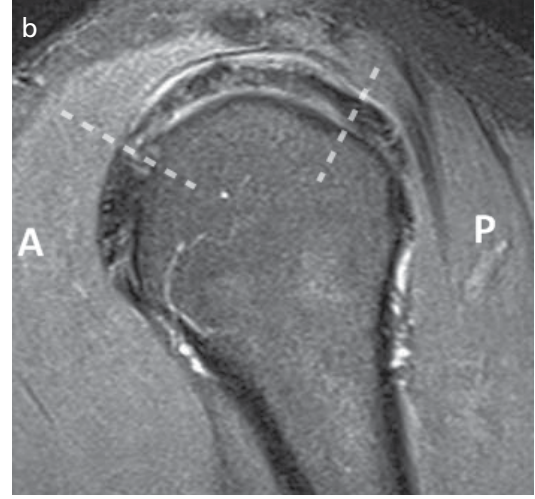
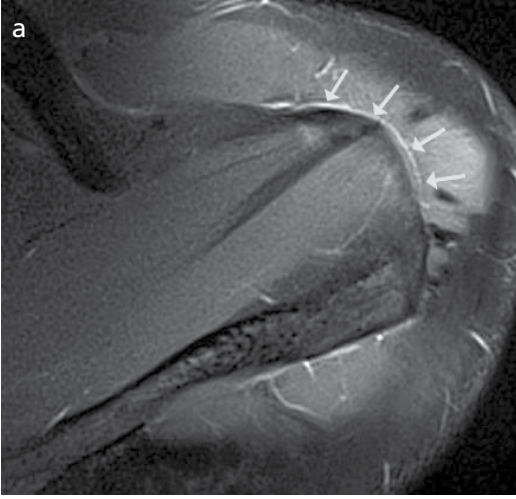


Resim 3. Akromiyon şekilsel değişiklikleri, şematik çizim. Tip 1: akromiyon alt yüzü düz, Tip 2: akromiyon alt yüzü konveks ve humerus konkasitesine paralel, Tip 3: akromiyon alt yüzünde konveksite daha da belirgin ve ön uç çengel şeklinde, dolayısı ile burada dar bir açı mevcut. A (akromiyon).



Resim 4. Aşağıya açılı akromiyon. TSE PD yb oblik koronal görüntüde klavikula (K) ve akromiyon (A) arasındaki açı $>10^\circ$. Akromiyondaki bu varyatif değişiklik supraspinatus kasının muskulotendinöz bileşkesine ve tendona bası oluşturuyor ve sekonder supraspinatus tendonunda tendinozise bağlı sinyal artışı (ok) izleniyor.

kapsülü arasında yer alır. Supraspinatusun posteriyor fibrilleri de infraspinatusun anterior fibrilleri ile birleşirler ve büyük tüberkülün orta fasetine yapışır, bu alana posteriyor rotator interval adı verilir. Supraspinatus ve infraspinatus tendonları yapışma yeri öncesinde yapısal olarak kompleks özellik gösterirler, burada beş tabakadan oluşan bir yapı mevcuttur. İlk tabaka KHL yüzeysel liflerinden, ikinci tabaka kas kitlesinden humerusa uzanan birbiri-ne paralel kollajen fibrillerden, üçüncü tabaka küçük ve disorganize fasiküllerden, dördüncü tabaka gevşek bağ dokusu ve diğer kollajen



Resim 5. a, b. Rotator kılıf normal görünümü. (a) Omuzun süperiyordan geçen TSE PD yb aksiyel görüntüde supraspinatus kası ve muskulotendinöz komponentin humerus başına geniş alanda yapıştığı izleniyor (oklar), (b) TSE PD yb oblik sagittal görüntü önden arkaya doğru humerus başını sarmalayan rotator kılıf tendonlarını gösteriyor. Kesik çizgilerle temsili ayırmda ön 1/3 supskapularis, orta 1/3 supraspinatus, arka 1/3 infraspinatus ve ters minör tendonları gösterilmektedir. Ancak önde supskapularis ve supraspinatus, arkada supraspinatus ve infraspinatus tendonlarının kesin ayırımını yapmak mümkün değildir. A (anterior), B (posterior).

fibrillere dik uzanan kalın kollajen fibrillerden oluşur. Korakohumeral ligaman derin lifleri de bu alana uzanım gösterirler. “Transvers bant”, “perikapsüler bant” veya “rotator cable” adları da verilen bu tabaka, tendon yapışma yerleri arasında kuvvetin dağılımını sağlar ve bu durum belki de bazı RK yırtıklarının neden asemptomatik olduğunun yanıtıdır. Beşinci tabaka gerçek kapsüler tabakadır. Rotator kılıf kalınlığı sagittal planda ortalama 12 mm (10-14 mm) dir. Supraspinatus tendonun seyri boyunca kollajen fibrillerinin oryantasyonu da farklı olup, humerusa yapışma yerine yakın fibriller birbirine 45° açı yaparlar, ayrıca tendonun humerusa yapıştığı alanda humerus büyük tüberkülde fibrokartilaj yapı derinde kalsifiye tabaka ile devamlılık gösterir (footprint) ve bu alanda histolojik olarak tendon osteo-kartilajinöz yapı ile kemik içine doğru devamlılık gösterir. Supraspinatus tendonun humerus büyük tüberkülüne yapıştığı alanın yaklaşık bir santimetre iç kısmı önceleri damarsal yapıdan yoksun “kritik zon” olarak tanımlanırken, son çalışmalar aslında bu alanda da damarlanma bulunduğunu ancak damarsal yapıların eklem yüzünde bursal yüze göre daha az olduğunu göstermektedir (Resim 6) [3, 8, 9].

Rotator kılıf tendonları yoğun kollajen fibrillerden oluşur ve MRG incelemede tüm sekanlarda sinyalsiz olarak izlenir. Ancak supraspinatus tendonunun kompleks anatomik yapısı nedeni ile tendon ana manyetik alana 55° açı ile yerleştiğinde, T2 relaksasyon süresi artar ve kısa TE değerlerde tendon içinde sinyal artışı oluşur. Bu durum daha çok koronal oblik planda PD görüntülerde oluşur ve TE değeri 37 ms üzerine çıktığında gerçek T2 sekansta tendondaki sinyal artışı kalıcı olmaz. “Sihirli açı” fenomeni denilen bu durum özellikle tendonun kritik zonunda olduğu için rotator kılıf yırtığı ile karıştırılmamalıdır (Resim 7) [1, 5, 9]. Ayrıca, supraspinatus tendonunda tendon liflerinin birbiri ile açılı konumu nedeni ile parsiyel volüm etkisine bağlı kolun aşırı içe rotasyonunda tendon içinde sinyal artışı oluşur [9].

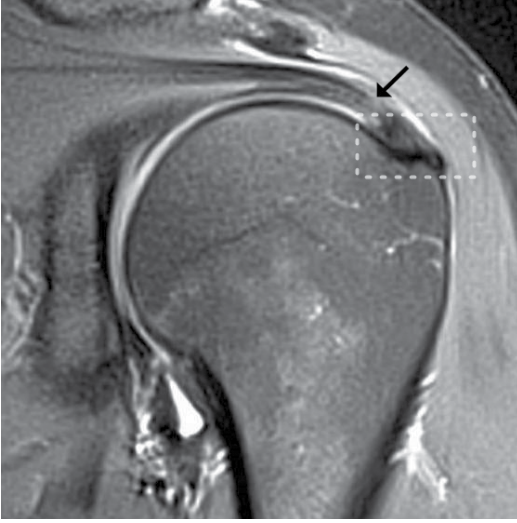
Rotator aralık (interval) veya anterior interval, supskapularis ve supraspinatus tendonlarını ayırır ve içinde korakohumeral ligaman ile bisipital oluktan geçip eklem içine doğru uzanan biseps tendonu uzun başı bulunur. Rotator kılıf tendonlarının çevresinde paratenon veya sinovya bulunmaz [3, 9].

Rotator kılıf fonksiyonu: Omuz hareketinde abduksiyon, supraspinatus tendonu tarafından başlatılır ve diğer RK tendonları bu olayı devam ettirir. Supraspinatusun fonksiyone olamadığı durumlarda, deltoid kasın orta 1/3 bölümü bu işlevi üzerine alır. Büyük supraspinatus yırtıklarında bu nedenle omuzda 25° üzerinde abduksiyon mümkün değildir. Ayrıca rotator kılıf omuzun rotasyonundan da sorumlu olup, supskapularis kası internal, infraspinatus ve teres minör kasları eksternal rotasyonu sağlar.

Omuz eklemi dinamik stabilizasyonunda da rotator kılıf önemli olup, supraspinatus kası ilave olarak humerusun omuz eklemi içinde kalması için kuvvet uygular. Rotator kılıf kaslarındaki uygun fonksiyon, omuzun aynı zamanda hareketi ile stabilizasyonuna izin vermeli ve optimal omuz fonksiyonu sağlamalıdır [2, 7-9]. Rotator kılıf yırtığı veya disfonksiyonu humerus başının süperiyora sublüksasyonuna neden olur [9].

EĞİTİCİ NOKTA

EĞİTİCİ NOKTA



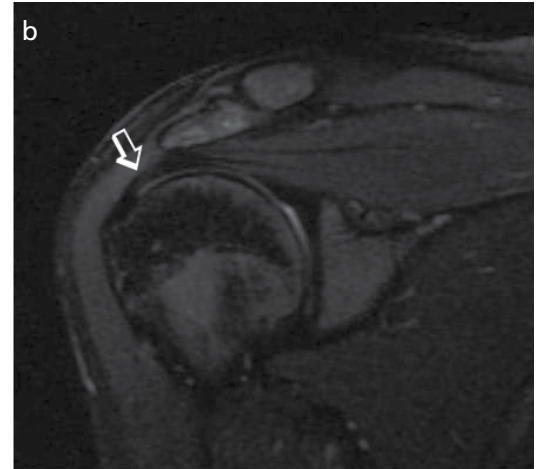
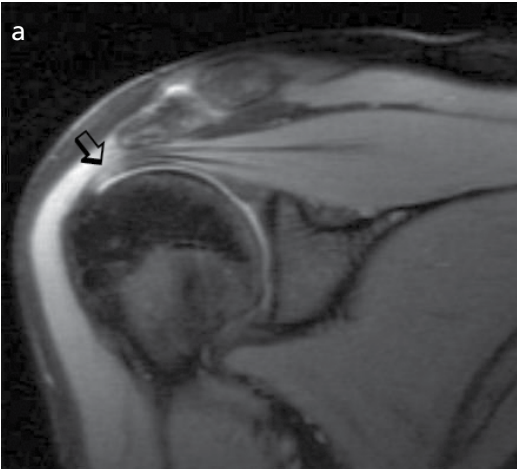
Resim 6. Normal supraspinatus tendonu. TSE PD yb oblik koronal görüntüde tendonun humerus büyük tüberkülüne yapıştığı alan-footprint (dikdörtgen içinde) ve kritik zon bölgesi (ok).

Korakoakromiyal arkus

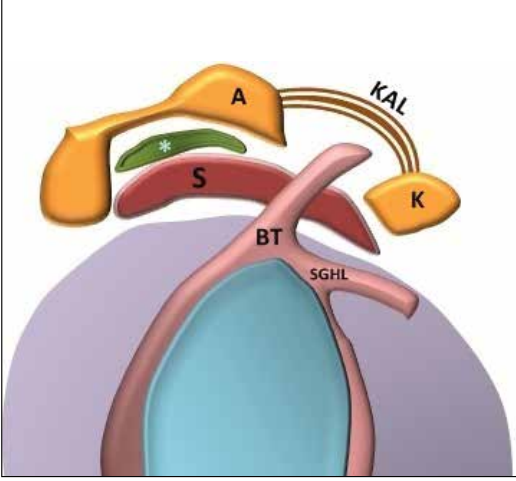
Korakoakromiyal arkus; akromiyon, korakoid çıkıntının 1/3 ön bölümü, korakoakromiyal ligaman, distal klavikula ve akromiyoklavikuler ekleminden oluşur. Korakoakromiyal arkus içinde süperiyordan inferiyora doğru subakromiyal-subdeltoid (SA/SD) bursa, supraspinatus tendon ile kası ve biceps tendonun uzun başı bulunur (Resim 8). Bu yapı, humerus başının stabilizasyonunda çok önemli etkiye sahiptir. Korakoakromiyal arkusu oluşturan yapılardan birinde veya birkaçında oluşan değişiklikler sıkışma sendromuna yol açar [3, 8-10].

Labrokapsüler ligamentöz kompleks (LKLK)

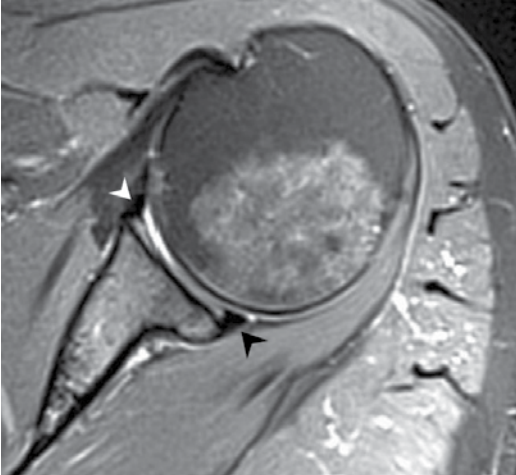
Omuz eklemi vücudun en anstabil eklemidir. İnstabilitenin gelişiminde tüm kapsüler me-



Resim 7. a, b. Sihirli açı. (a) TSE PD (TE/TR:10/2800) yb oblik koronal görüntüde supraspinatus tendonu kritik zona uyan alanda tendon içinde sinyal artışı (açık siyah ok), (b) Aynı seviye TSE T2-A (TE/TR:80/2800) görüntüde tendon içindeki sinyal artışı kalıcı değil ve tendon sinyalsiz, normal olarak izleniyor (açık beyaz ok).



Resim 8. Korakoakromiyal arkus. Sematik çizimde sagittal planda korakoakromiyal arkus humerus başı ile akromiyon (A) arasındadır ve içinde yukarıdan aşağıya subakromiyal-subdeltoid bursa (*), supraspinatus kas ve tendonu (S) ve biceps tendonu uzun başı (BT) yer alır. KAL (korakoakromiyal ligaman), K (korakoid).



Resim 9. Glenoid labrum. TSE PD yb aksiyel görüntüde, glenoid çukuru derinliğini arttıran üçgen şeklinde, sinyalsiz anterior (beyaz ok başı) ve posterior (siyah ok başı) labrum izleniyor. Glenoid çukuru döşeyen ara sinyal, hiyalin kıkırdak labrumun alt yüzüne kadar uzanmakla beraber labrumun glenoid kemik ile birleştiği dış kenara bu sinyal artışının uzanmadığına dikkat ediniz.

kanizmanın önemli olduğuna inanılmaktadır. Glenoid labrum, fibröz kapsül, glenohumeral ligamanlar, rotator kılıf tendonları ve korakoakromiyal arki içine alan tüm kapsüller mekanizma instabilitenin gelişiminde önemlidir.

Labrum: Fibröz bağ dokusundan oluşan labrum, omuz stabilizasyonunda önemli bir yapıdır. Glenoid fossanın derinliğini artırır ve humerus başının temas yüzeyini genişletir. Ayrıca eklemden hareket sırasında oluşan basınç değişikliklerine karşı da statik stabilizasyon sağlar. Bazı glenohumeral ligamanlar ve biceps tendonu uzun başı direkt labruma yapışırlar. Labrum T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerde orta-düşük sinyalde izlenir, asemptomatik kişilerde üçgen şeklinde, yuvarlak, anteriyorda çentikli olabilir ya da hiç olmayabilir (Resim 9) [1-3].

Anatomik olarak labrum süperiyor, posterior-süperiyor, posterior-inferiyor, inferior, anterior-inferiyor, anterior-süperiyor şeklinde altı segmente ayrılabilceği gibi; saat 12 süperiyor (korakoid bazisi), 6 inferior, saat 9 anterior labrumun orta kesimini, saat 3 posterior labrumun orta kesimini temsil edecek şekilde saat yüzeyi kullanılarak da tanımlanabilir (Resim 10).

Labral varyasyonlar en sık anterior, antero-süperiyor segmentlerde görülür. Bu alanda en sık karşılaşılan varyasyonlar, sublabral reses, sublabral foramen ve Buford kompleksidir ve bunlar labral yırtıklarla karışabilir.

Sublabral reses, süperiyor kapsülolabral kompleks ile süperiyor glenoid kıkırdak arasında saat 11-1 arasında lokalize bir resesdir. Normalde genişliği 1-2 mm kadardır, konturları düzgündür ve labrumun tepe noktasına doğru uzanmaz (Resim 11). Manyetik rezonans görüntülemeye özellikle SLAP 2 lezyonları ile karışabilir. Sublabral reses, SLAP ayırımında yırtıkların yalnızca antero-süperiyora lokalize olmadığı, anterior-inferiyora da uzandığı ve sublabral resesin SLAP lezyonları ile birlikte olabileceği göz önüne alınmalıdır [1-3, 5, 11].

Anterior-süperiyor labrumun yokluğunda orta glenohumeral ligamanın (OGHL) daha kalın, yuvarlak 'kord şeklinde' olması ve direkt olarak süperiyor labruma bağlanması Buford kompleksi olarak adlandırılır [1-3]. Bu normal varyant artroskopik incelemelerin yaklaşık %1-2'si arasında görülür. Buford kompleksinin labral yırtıklardan ayırımında, süperiyor labrumdan ayrılarak supskapularis kası derinliğinde anterior eklem kapsülüne uzanan normal OGHL seyrinin izlenmesi yardımcı olabilir

(Resim 12). Buford kompleksi, sublabral reses ile birlikte görülebilir [1, 2, 5, 11].

Sublabral foramen (sublabral hole) olgularının %10-15'inde bildirilmiştir ve glenoid kemik epifiz hattı süperiyorida, anterior süperiyor labrumun glenoid kemiğe yapışmaması sonucu meydana gelen potansiyel bir boşluktur [1, 2, 5]. Tipik olarak saat 12-2 hizasında, bi-

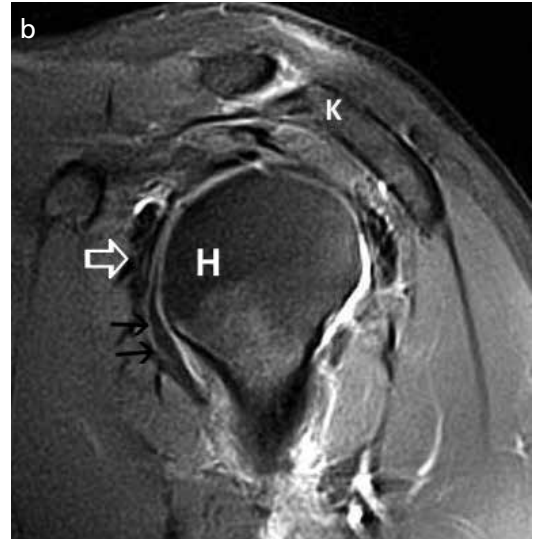
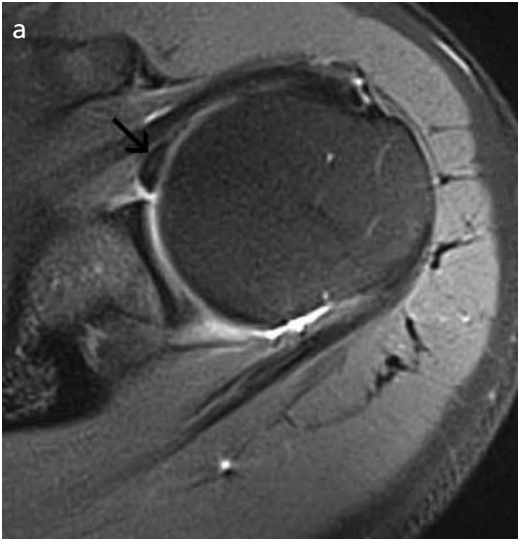


Resim 10. Labrum lokalizasyonunun saat yüzeyi kullanılarak tanımlanması. Sagittal oblik T1-A görüntüde korakoid bazisi saat 12, bunun inferiyoru saat 6, saat 3 anterior ve saat 9 posteri- yoru temsil ediyor.

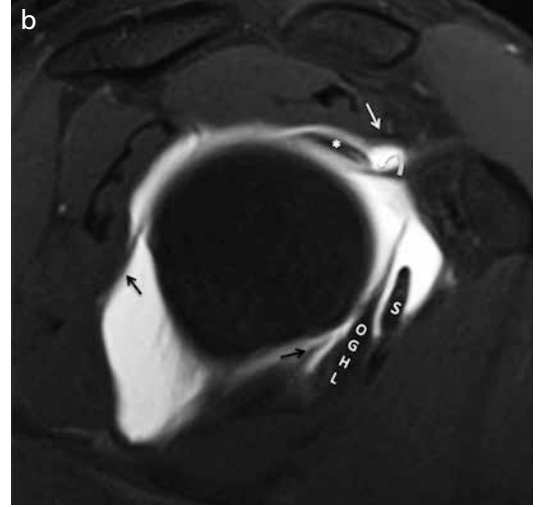
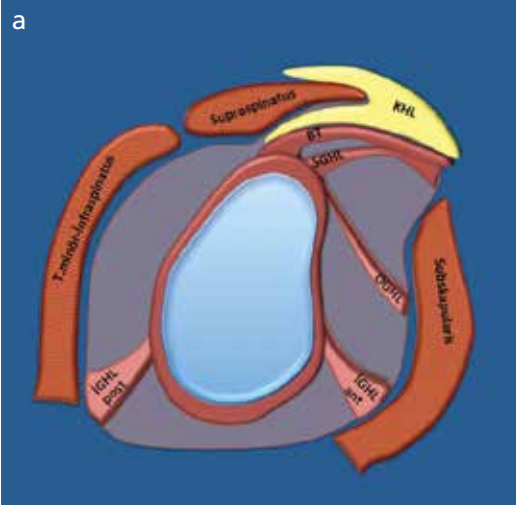
seps tendon-glenoid bağlantısı anteriorunda görülür ve konturları düzgündür. Sublabral foramen SLAP lezyonları ve Bankart lezyonları ile karışabilir. Ayırımında, Bankart lezyonlarının aksiyel kesitlerde fizis hattı düzeyine karşılık gelen anterior glenoid çentik hizasında veya inferiyorida olduğu, foramenin ise bunun üzerinde olduğu dikkate alınmalıdır [5].



Resim 11. Sublabral reses. Koronal oblik T1-A yb MR arthrogramlarda, biceps-glenoid bileşkesi düzeyinde glenoid kırık ile süperiyor labrum arasında yer alan bir sulcus olup normal bir varyasyondur. Kontrast maddenin glenoid tarafa uzandığı ve konturlarının düzgün olduğu izleniyor (ok).



Resim 12. a, b. Buford kompleksi. TSE PD yb (a) Aksiyel ve (b) Oblik sagittal görüntülerde kalınlaşmış OGHL humerus başı (H) ve supskapularis tendonu (açık beyaz ok) arasında yer alıyor. K (korakoid).

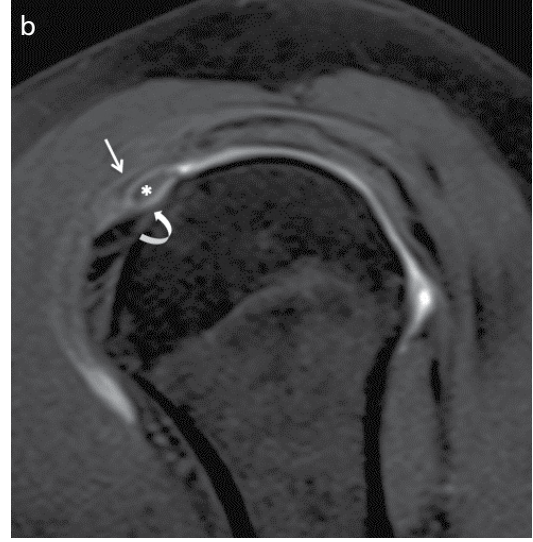
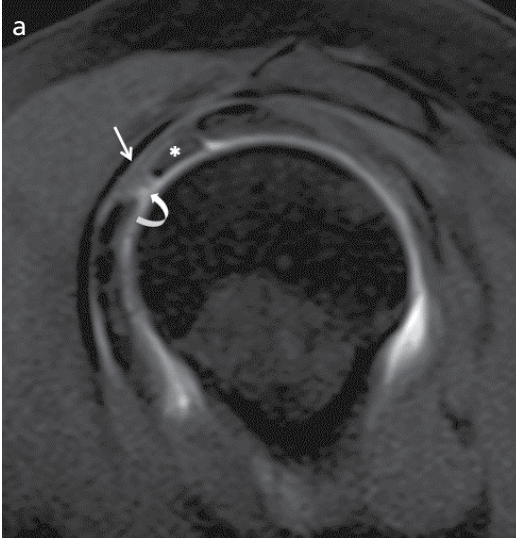


Resim 13. a, b. Glenohumeral eklem labroligamentöz yapıları. Şekilde (a) Süperiyor, orta glenohumeral ligamanlar, inferiyor glenohumeral ligamanın ön ve arka bacağı ve korakohumeral ligaman izleniyor. (b) Sagittal oblik T1-A yb MR artrografi görüntüde, korakoid bazisinden, biceps tendonu (asteriks) inferiyoruna uzanan süperiyor glenohumeral ligaman (eğri ok), supskapularis tendonunun (S) hemen iç tarafında lokalize, oblik seyirli orta glenohumeral ligaman, inferiyor glenohumeral ligamanın ön ve arka bacağı (siyah ok) ve kısa bir segmentte süperiyorda rotator interval kapsülünü oluşturan korakohumeral ligaman (ok) izleniyor.

Glenohumeral ligamanlar: Glenohumeral (süperiyor, orta ve inferiyor) ligamanlar (GHL) ve KHL eklem kapsülünü güçlendirerek kapsülle beraber omuz stabilitesine katkıda bulunurlar. Süperiyor GHL (SGHL); süperiyor glenoid tüberkül, süperiyor labrum, biceps tendonu düzeyi veya orta GHL (OGHL) ile birlikte köken alır ve humerus başında küçük tüberkülün üstünde fovea kapitis düzeyine yapışır. Eksternal rotasyon pozisyonundaki aksiyel görüntülerde, biceps tendonu uzun başının glenoid tüberküle yapıştığı üst ucunun hemen yanında ya da altında izlenir, seyri korakoid çıkıntı konkavitesine uyar ve rotator interval düzeyinde KHL eklem dışı kısmının altında yer alır. KHL, korakoid bazisinden başlayarak bisipital oluğu geçer ve humerusun küçük ve büyük tüberküllerine yapışır (Resim 13). Lateralde SGHL ile birleşir ve rotator intervalde biceps tendonu eklem içi parçasının çevresinde biceps askısını (biceps pulley) oluşturur. Korakohumeral ligaman mid rotator intervalde SGHL ile 'T' şeklinde birleşirken, rotator interval distalinde SGHL biceps tendonu inferiyoruna doğru yer değiştirir ve 'U' şeklinde bağlanır (Resim 14) [1, 9, 11].

Orta GHL glenoid, skapula, anterior labrum, biceps tendon, inferiyor GHL (İGHL) ya da SGHL gibi farklı yerden köken alabilir, proksimal humerusun ön yüzünde SGHL yapışma yerinin altına yapışır. Aksiyel kesitlerde labrum ve supskapularis kası arasında lokalize yuvarlak, lineer düşük intensiteli bir yapı olarak izlenir. Sagittal kesitlerde ise, glenoidden supskapularis kasına doğru oblik uzanımı görülür. Orta glenohumeral ligaman varyasyonu en sık görülen glenohumeral ligamandır. Olguların %27 kısmında bu ligaman izlenmeyebilir, bu durumda İGHL genellikle daha proksimalden çıkar. Buford kompleksinde kord şeklinde kalın görülebildiği gibi, dublike olarak da izlenebilir [1-3, 5, 11].

İnferiyor GHL omuz stabilizasyonunda en önemli yapıdır. Anterior labrumun orta ile alt kesiminden köken alır ve humerus anatomik boynuna yapışır. Ligaman labruma sıkıca yapışarak, labroligamentöz kompleks bir yapı oluşturur. Ligamanın anterior ve posterior komponentleri, kapsüler fibröz kalınlaşmanın oluşturduğu aksiller reses veya poş ile birbirine bağlanır. Inferiyor GHL, humerus başının glenoid fossada anormal translasyonuna engel ola-



Resim 14. a, b. Sagittal oblik T1-A yb MR arthrogramda korakohumeral (ok) ve süperiyor glenohumeral ligamanların (eğri ok) mid rotator intervalde a) 'T' şeklinde (a) ve distal rotator intervalde 'U' şeklinde (b) birleşimi izleniyor.

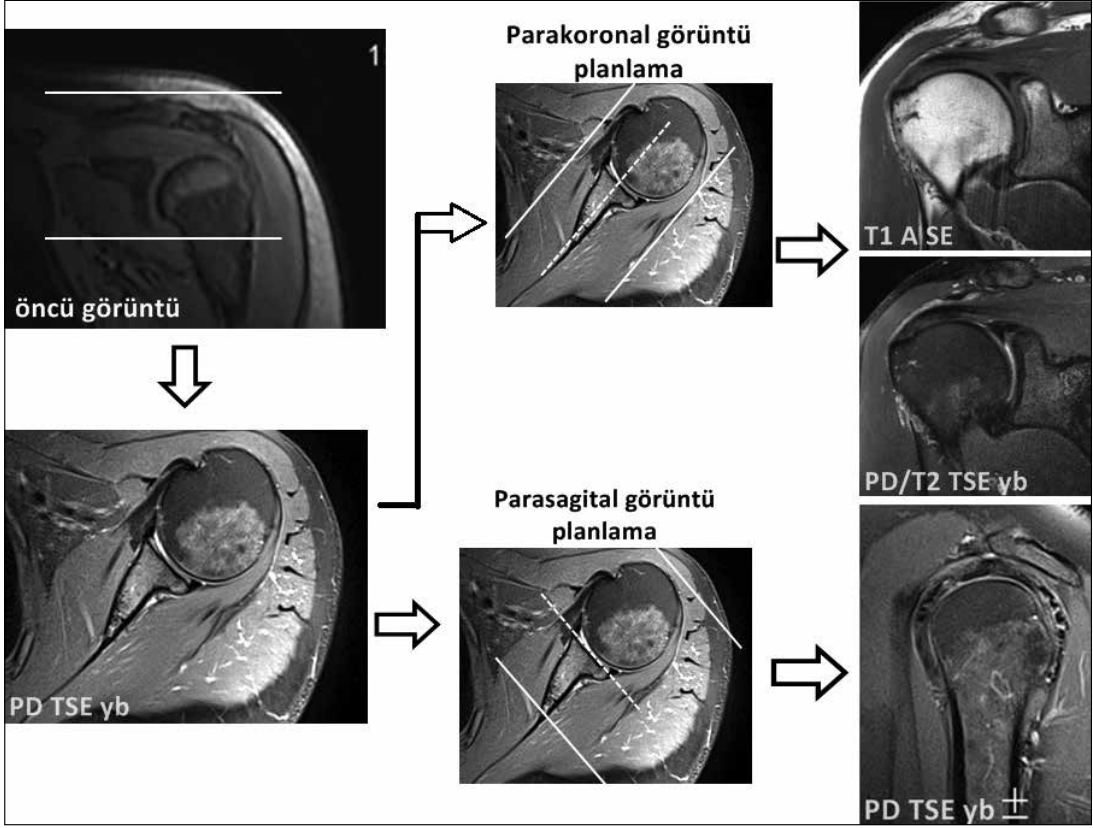
cak bir askı şeklinde fonksiyon görür. İnferiyor GHl'nin anterior ve posterior komponentleri koronal, aksiyel ve sagittal kesitlerde kolaylıkla görülebilir. Anterior bant anterior-inferiyor labrumdan humerus anatomik boynuna, posterior bant ise posterior glenoid kenardan humerus başı posterior kenarına uzanır [1-3, 11].

Eklem kapsülü: Glenohumeral eklem kapsülü, glenoid kenardan humerus boynuna uzanır. Anterior kapsül yapışma 3 farklı düzeyde görülebilir; Tip 1 glenoid kenara, Tip 2 skapula boynuna, Tip 3 skapula boynundan daha medyale yapışır. Tip 3 kapsül yapışma instabilite sebebi olabilir veya instabilite sonucu olarak (kapsül ayrımı) ortaya çıkabilmekle birlikte Tip 3 kapsül yapışma olan birçok olguda instabilite görülmez. Posterior kapsül ise hemen daima posterior glenoid kenara yapışır, omuzun internal ve eksternal rotasyonda oluşuna göre gerginliği değişebilmektedir [3].

Biceps tendonu uzun başı ve Biceps Pulley anatomisi

Biceps tendonu uzun başı, süperiyor glenoid tüberküle yapışır. Tendon, bisipital oluğa kadar eklem içi lokalizasyonda seyrederek ve oluk içerisinde müskülotendinöz bileşmeye, kaudale doğru uzanır. Tendonun eklem içi segmenti;

KHL, SGHL, bu ligamanlarından köken alan ve pulley lifleri olarak adlandırılan yapılar ile supraspinatus ve supskapularis tendon lifleri tarafından desteklenir. Glenohumeral eklem anterior süperiyorunda, eklem kapsülünün de kalınlaşması ile tüm bu yapılarla birlikte rotator interval kapsülünü oluşturur. Rotator interval kapsülü, rotator interval aralığını örter ve özellikle biceps tendonunun bisipital oluktaki stabilitesinde temel işlevi üstlenir. Rotator interval kapsülü humerus başı, kırık-dak-kemik geçişi medyalinde iki, lateralinde dört tabakadan oluşur. Lateralde yüzeyden derine doğru; KHL'nin yüzeysel lifleri, supraspinatus ve supskapularis tendonları, KHL derin lifleri ve SGHL yer alırken, medyalde yüzeyde KHL, eklem yüzünde SGHL yer alır. Uzunluğu boyunca rotator interval kapsülünün konturları düzgün olmalıdır ve kalınlığı sagittal kesitlerde korakoid çıkıntının hemen yanında 2 mm'yi geçmemelidir. Korakohumeral ligaman, medyal ve lateral iki parçadan oluşur. **Korakohumeral ligaman medyal parçası, küçük tüberküle bağlanan SGHL ile supskapularis tendon süperiyor lifleri pulley sistemi görevi gördüğü ve bu şekilde biceps tendonunun subluksasyon ve çıkığına engel olduğu düşünülmektedir. Bu yapılarda meydana gelen lezyonlar 'pulley lezyonları' olarak adlandırılır ve biceps tendonu atlama lezyonlarına neden olur [1-3].**

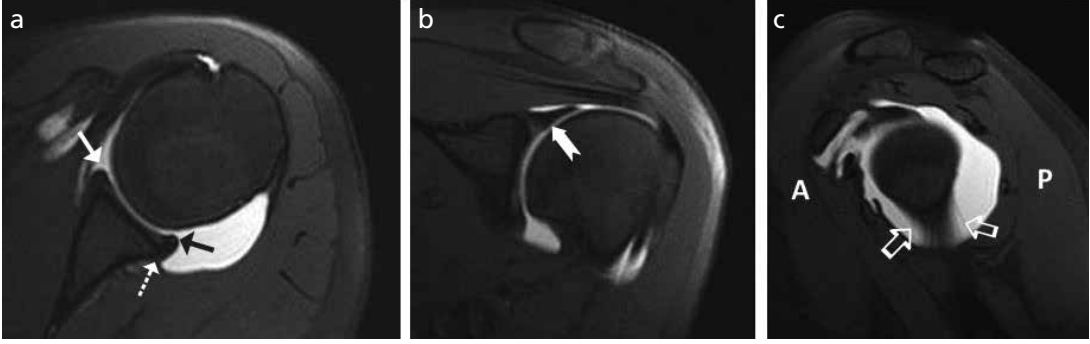


Resim 15. Omuz MR inceleme tekniği ve görüntü planları. Koronal öncü görüntü üzerinden akromiyoklavikuler eklem ile glenoid alt kenarı arasındaki mesafeyi içine alacak şekilde aksiyel plan, aksiyel plan üzerinden glenoid dik koronal parakoronal (koronal oblik) ve glenoid paralel parasagittal (oblik sagittal) plan belirlenir. Parakoronal ve parasagittal planda kesitler ilgili plandaki tüm anatomik yapıları içine almalıdır (kesik çizgi: glenoid ile düzlem, düz çizgiler arası: görüntünün kapsama alanı).

Omuz Eklemi MRG İnceleme Tekniği

Omuz ekleminde MR görüntüleme amaç, en yüksek sinyal rezolüsyonu yani doku çözünürlüğüne ulaşmaktır. Bu nedenle de, gradiyent gücü yüksek cihaz ve omuz eklemi ile tam uyum içinde olan bir yüzey sarmalı kullanılmalıdır. İnceleme sırasında hasta sırt üstü yatırılarak, kola hafif eksternal rotasyon pozisyonu verilir. Burada hastanın avuç içi aynı tarafta gluteal kasın dış bölümünün altına yerleştirilir ise, hareket faktörü de engellenebilir. Kolun bu pozisyonu ile supraspinatus tendonu incelemede temel planlar olan oblik koronal (parakoronal) ile oblik sagittal (parakoronal) plana dik gelir ve daha sonra tanımlanacak yanılıklar azaltılabilir. İncelemeye, öncü koronal plan

görüntü üzerinden düzenlenen aksiyel plan ile başlanır. Bu planda akromiyoklavikuler eklemin üst sınırı ile glenoid fossanın alt kenarı arası kesit kalınlığı 4 mm'yi aşmayacak şekilde (3-4 mm), PD TSE yağ baskılamalı sekans görüntülenir. Daha sonra glenohumeral eklemin en iyi görüldüğü kesit üzerinden glenoid kemiğe dik açı ile oblik koronal, glenoid kemiğe paralel oblik sagittal planlar tasarlanır. Oblik sagittal plan, skapulunun gövdesinden humerus büyük tüberkülüne kadar olan alanı içermelidir. Oblik koronal görüntüde de önde supskapularis, arkada infraspinatus kas ve tendonları incelemeye dâhil olmalıdır. Her iki planda da kesit kalınlığı aksiyel plana benzer özelliktedir. Oblik koronal planda SE T1-A ve PD/T2-A TSE yağ baskılamalı sekanslar, oblik sagittal planda ise PD TSE (\pm yağ baskılamalı) sekans-



Resim 16. a-c. Normal omuz MR-artrografi. SE T1-A yb (a) Aksiyel görüntüde sinyalsiz, üçgen şeklinde anterior (beyaz ok) ve posterior (siyah ok) glenoid labrum izleniyor. Eklem kapsülü posteriyorda hemen glenoidin arkasına yapışmaktadır-Tip1 (kesikli beyaz ok), (b) Oblik koronal görüntüde hipointens üçgen şeklinde süperiyor glenoid labrum (kalın ok) ve (c) Oblik sagittal görüntüde İGHL ön ve arka bacağı (açık oklar) izleniyor. A (anterior), B (posterior).

lar kullanılmaktadır (Resim 15). Yağ baskılama kullanılması, tam kat kalınlık yırtığı tanısında duyarlılığı arttırmaktadır [3, 9, 11, 12].

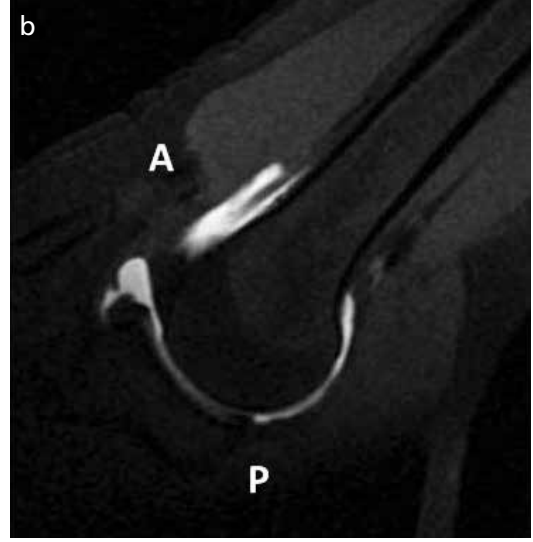
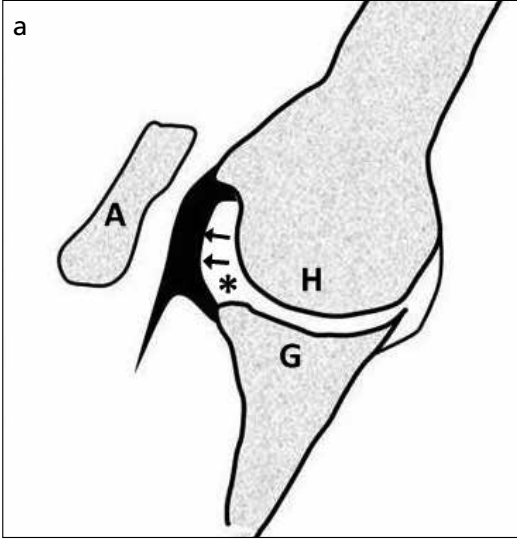
MR artrografi: Yüksek rezolüsyonlu kontrastsız MRG, labral yırtıkları göstermede yüksek doğrulukta olmasına karşın, direkt MR artrografi eklem distansiyonu sağladığı ve labral kapsüler yapılar ile rotator kılıfın alt yüzünü daha iyi tanımladığı için bazı klinik durumlarda seçilen bir yöntemdir. Omuz instabilitesi (özellikle 35 yaş altı), SLAP lezyon, serbest fragmanlar, rotator interval patolojileri, adeziv kapsülit ve postoperatif omuz değerlendirilmesi ile parsiyel-tam kalınlık rotator kılıf yırtık ayırımı MR artrografi endikasyonlarını oluşturmaktadır [11].

MR artrografi uygulaması için floroskopi veya ultrason rehberliğinde eklem içine kontrast madde uygulanmaktadır. Direkt MR artrografide, eklem içerisine enjekte edilecek gadolinyum 1/200-1/250 oranında 2 mmol/l olacak şekilde (1,5T MRG cihazı için) dilüye edilmelidir. Eğer floroskopi eşliğinde eklem aralığına girilecek ise, karışıma iyotlu kontrast madde dilüsyon oranını bozmayacak şekilde (serum fizyolojik yerine) eklenebilir. Ayrıca 3T MRG cihazlarında yapılan artrografi incelemelerinde, gadolinyumlu kontrast maddeyi 1,5T cihazlara göre daha fazla dilüye etmek gereklidir. 1,5T MRG cihazlarında gadolinyum 1/200-1/250 oranında dilüye edilirken, 3T cihazlarda gadolinyumu ortalama 1/300

ile 1/400 oranında dilüye edilmelidir [11, 13]. Labral ve kapsüler yapıları değerlendirmek için yağ baskılamalı T1-A aksiyel, oblik koronal ve oblik sagittal kesitler alınır (Resim 16). Daha önce konvansiyonel MRG inceleme yapılmamış olgularda, oblik koronal planda PD/T2-A TSE yağ baskılamalı ve SE T1-A görüntülerin incelemeye eklenmesi rotator kılıf, kıkırdak, paralabral kist, bursit, kemik iliği ve kaslardaki yağlı infiltrasyon değerlendirmesini sağlar. ABER (abduksiyon ve eksternal rotasyon) ya da ADIR (adduksiyon ve internal rotasyon) pozisyonları, labroligamentöz kompleksin görülür kılınmasında katkı sağlar. ABER pozisyonunda kol abduksiyon eksternal rotasyonda, el baş arkasına konarak, oblik aksiyel yağ baskılamalı T1 sekansta kesitler alınır (Resim 17). Bu pozisyon özellikle instabilite olgularında ve kuşkulu internal 'sıkışma' varlığında değerlendirmeye yardımcı olur. Yeni tanımlanan ADIR pozisyonu ise, el sırta yerleştirilerek elde olunur. Bu pozisyon anterior inferiyor labrumun, anterior labroligamentöz periosteal avulzyon lezyonlarını (ALPSA) değerlendirmede yardımcı olabilir [11].

Omuzun rutin MR görüntülenmesi ve MR-artrografik incelemesinde kullanılacak protokol örneklerine, konu ile ilgili yayınlardan ve Türk Radyoloji Derneği'nin internet sitesindeki standartlar ve rehberler sekmesi (www.turkrad.org.tr) altından ulaşılabilir [3, 11, 12].

MR artrografinin komplikasyonları nadirdir, enfeksiyon, kanama, alerji ve sinovit bunlar

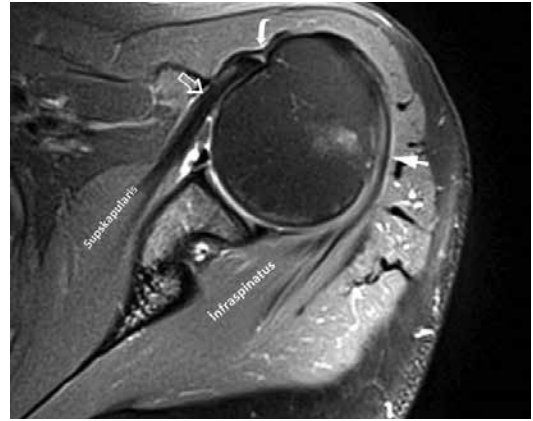


Resim 17. a, b. MR-artrografi, ABER pozisyonu. (a) Şematik çizimde humerus başı (H), glenoid çukur (G), akromiyon (A), rotator kılıf tendonu (oklar) ve eklem boşluğu (*) ilişkisi gösteriliyor. (b) ABER pozisyonu SE T1-A oblik aksiyel MR-artrografik görüntüde glenohumeral eklem. A (anterior), B (posterior).

arasındadır. Bazı merkezler intravenöz enjeksiyonla indirekt MR artrografi uygulamaktadırlar, ancak bu yöntemin dezavantajı eklem distansiyonunun olmamasıdır. Ayrıca kontrast madde vaskülarize dokularda da tutulacağı için karıştırıcı görüntü olabilmektedir [11].

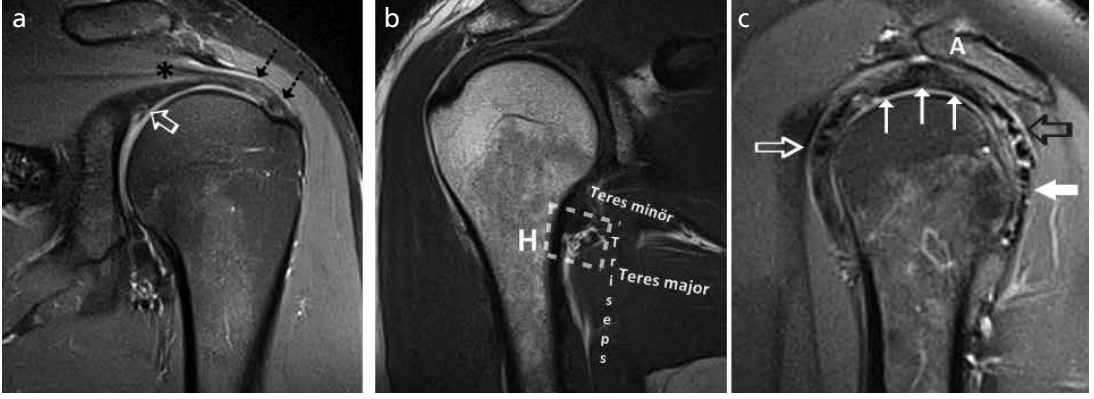
Omuz Eklemi Normal MRG Anatomisi

Omuz eklemi MRG incelemede standart planlar olan aksiyel, oblik koronal ve oblik sagittal planlarda eklem içi yapılar yanı sıra rotator kılıf tendonları görüntülenir. Aksiyel planda glenohumeral eklem, anterior ve posterior glenoid labrum, anterior ve posterior eklem kapsülü ile eklem önünde supskapularis, arkasında infraspinatus ve teres minor kas ile tendonları görülür. Supskapularis, skapulanın anteriorunda seyrederek ve 4-6 tendondan oluşan muskulotendinöz bileşkenin birleşmesiyle tek tendon halinde eklem kapsülünün önünden geçerek humerus küçük tuberkülüne yapışır. Infraspinatus ve distalindeki teres minor, posteriorunda humerus büyük tuberkülünün inferior ve posterioruna yapışır (Resim 18). Ayrıca bu planda süperiyordan geçen kesitlerde, biceps tendonunun eklem içi kısmı ile daha distalden geçen



Resim 18. Normal omuz aksiyel plan. Bu planda glenohumeral eklem, skapula ve eklem anteriorunda supskapularis kas ve tendonu (açık beyaz ok), intertübüküler oluğu üstten sınırlayan transvers ligaman (eğri ok) ve skapula ile eklem posteriorunda infraspinatus kas ve tendonu değerlendirilir.

kesitlerde, humerus başının ön kısmında intertübüküler olukta biceps tendonu izlenir. Koronal oblik plan supraspinatus kası, kas tendon bileşkesi ve tendonunun en iyi görüntülediği plandır. Supraspinatus tendonu, humerus büyük tuberkülünün süperiyor fasetine anterolateralde vücudun koronal planı ile 45° açı yaparak yapışır. Bu planda supraspinatus kası ve muskulotendinöz bileşkesi tüm se-



Resim 19. a-c. Normal omuz oblik koronal ve oblik sagittal planlar. Oblik koronal planda (a,b) süperiyor glenoid labrum (açık beyaz ok), supraspinatus kası, kas-tendon bileşkesi (*) ve tendonu (kesikli oklar), kuadrilateral aralık değerlendirilir. Kuadrilateral aralık bu planda posteriyordan geçen kesitlerde yer alır ve dışta humerus (H), içte triseps, üstte teres minör ve altta teres major kasları tarafından sınırlanır (kare işareti) ve içinden aksiler sinir ile posteriyor sirkumfleks humeral arter geçer. Oblik sagittal planda (c), supskapularis (açık beyaz ok), supraspinatus (beyaz ince oklar), infraspinatus (açık siyah ok) ve teres minör (kalın beyaz ok) kas ve tendonları, akromiyon (A) ve subakromiyal aralığı ilgilendiren diğer yapılar değerlendirilir.

kanslarda ara sinyal özelliği gösterirken, tendon sinyalsizdir. Ayrıca bu planda süperiyor glenoid labrum ve trianguler ve kuadrilateral aralıklar değerlendirilir (Resim 19a,b). Oblik sagittal planda rotator kılıf tendonlarının humerus başı ile ilişkisi, glenoid labrum, glenohumeral ligamanlar, korakoakromiyal arkus, subakromiyal-subdeltoid bursa ve rotator interval yapıları görüntülenir (Resim 19c) [1, 3, 7]. Omuz MRG incelemede, oblik sagittal plandaki anatomik yapıların iyi bilinmesi patolojik değişikliklerin doğru yorumlanmasında çok önemlidir.

Kaynaklar

- [1]. Rudez J, Zanetti M. Normal anatomy, variants and pitfalls on shoulder MRI. *Eur J Radiol* 2008; 68: 25-35.
- [2]. Cook TS, Stein JM, Simonson S, Kim W. Normal and variant anatomy of the shoulder on MRI. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2011; 19: 581-94.
- [3]. Resnick D, Kang H, Pretterklieber ML. Shoulder. In: Resnick D, Kang H, Pretterklieber ML, editors. *Internal Derangements of Joints*. 2nd ed. Pennsylvania: Saunders Elsevier; 2007.p.713-1122.
- [4]. Kim HK. Bare spot: a normal variant on shoulder MR arthrography. *Pediatr Radiol* 2009; 39: 1124.
- [5]. Goh CK, Peh WC. Pictorial Essay: Pitfalls in Magnetic Resonance Imaging of the Shoulder. *Canadian Association of Radiologists Journal* 2012; 63: 247-59.
- [6]. Stabler A. Impingement and rotator cuff disease. In: Davies AM, Hodler J editors. *Imaging of the shoulder: techniques and applications*. Berlin:Springer-Verlag; 2004.p.121-60.
- [7]. Arkun R. Omuz eklemi manyetik rezonans görüntüleme. *Türkiye Klinikleri Radyoloji Özel dergisi* 2011; 4: 1-16.
- [8]. DeFranco MJ, Cole BJ. Current perspectives on rotator cuff anatomy. *Arthroscopy* 2009; 25: 305-20.
- [9]. Opsha O, Malik A, Baltazar R, Primakov D, Beltran S, Miller TT, et al. MRI of the rotator cuff and internal derangement. *Eur J Radiol* 2008; 68: 36-56.
- [10]. Mayerhoefer ME, Breitenseher MJ, Wurnig J, Rospoch A. Shoulder impingement: relationship of clinical symptoms and imaging criteria. *Clin J Sport Med* 2009; 19: 83-9.
- [11]. Steinbach LS. MRI of shoulder instability. *Eur J Radiol* 2008; 68: 57-71.
- [12]. Pathria MN, Resnic D. Magnetic resonance imaging: Typical protocols. In: Resnick D, Kang H, Pretterklieber ML, editors. *Internal Derangements of Joints*. 2nd ed. Pennsylvania: Saunders Elsevier; 2007.p.67-78.

Omuz MRG: Normal Anatomi ve Teknik Özellikler

Remide Arkun, F. Bilge Ergen

Sayfa 4

Rotator kılıf tendonları yoğun kollajen fibrillerden oluşur ve MRG incelemede tüm sekanslarda sinyalsiz olarak izlenir. Ancak supraspinatus tendonunun kompleks anatomik yapısı nedeni ile tendon ana manyetik alana 55° açı ile yerleştiğinde, T2 relaksasyon süresi artar ve kısa TE değerlerde tendon içinde sinyal artışı oluşur. Bu durum daha çok koronal oblik planda PD görüntülerde oluşur ve TE değeri 37 ms üzerine çıktığında gerçek T2 sekansda tendondaki sinyal artışı kalıcı olmaz. "Sihirli açı" fenomeni denilen bu durum özellikle tendonun kritik zonunda olduğu için rotator kılıf yırtığı ile karıştırılmamalıdır.

Sayfa 5

Omuz eklemının dinamik stabilizasyonunda da rotator kılıf önemli olup, supraspinatus kası ilave olarak humerusun omuz eklemi içinde kalması için kuvvet uygular. Rotator kılıf kaslarındaki uygun fonksiyon, omuzun aynı zamanda hareketi ile stabilizasyonuna izin vermeli ve optimal omuz fonksiyonu sağlamalıdır.

Sayfa 5

Korakoakromiyial arkus; akromiyon, korakoid çıkıntının 1/3 ön bölümü, korakoakromiyal ligaman, distal klavikula ve akromiyoklavikuler eklemde oluşur. Korakoakromiyal arkus içinde süperiyordan inferiyora doğru subakromiyal-subdeltoid (SA/SD) bursa, supraspinatus tendon ile kası ve biceps tendonun uzun başı bulunur.

Sayfa 6

Labral varyasyonlar en sık anterior, antero-süperiyör segmentlerde görülür. Bu alanda en sık karşılaşılan varyasyonlar, sublabral reses, sublabral foramen ve Buford kompleksidir ve bunlar labral yırtıklarla karışabilir.

Sayfa 9

Korakohumeral ligaman medyal medyal parçası, küçük tüberküle bağlanan SGHL ile supskapularis tendon süperiyör lifleri pulley sistemi görevi gördüğü ve bu şekilde biceps tendonunun subluksasyon ve çıkığına engel olduğu düşünülmektedir. Bu yapılar da meydana gelen lezyonlar 'pulley lezyonları' olarak adlandırılır ve biceps tendonu atlamaları subluksasyonlarına neden olur.

Omuz MRG: Normal Anatomi ve Teknik Özellikler

Remide Arkun, F. Bilge Ergen

1. Aşağıdakilerden hangisi varyasyon değildir?
 - a. Assaki tüberküli
 - b. Humerus başı posterior inferiyorda düzleşme
 - c. Humerus başı anterior subkondral kist
 - d. Humerus başı posteriyor subkondral kist
2. Hangi ligaman supraspinatus tendonun yapısına katkıda bulunur?
 - a. Korakoakromiyal ligaman
 - b. Korakohumeral ligaman
 - c. Korakoklaviküler ligaman
 - d. Transvers ligaman
3. Buford kompleksi için hangisi doğrudur?
 - a. Kalın OGHL ve inferiyor labrumun yokluğu
 - b. Kalın SGHL ve süperiyor labrumun yokluğu
 - c. Kalın OGHL ve süperiyor labrumun yokluğu
 - d. Kalın SGHL ve inferiyor labrumun yokluğu
4. En çok varyasyon hangi glenohumeral ligamanda görülür?
 - a. SGHL
 - b. OGHL
 - c. IGHL ön bacağı
 - d. IGHL arka bacağı
5. Hangisi MR-artrografi endikasyonu değildir?
 - a. Romatolojik hastalıklar
 - b. Omuz instabilitesi
 - c. SLAP lezyon
 - d. Kısmi/tam kat yırtık ayrımı