



## ARAŞTIRMA / RESEARCH

# Omuz iç rotasyonunun korakohumeral ve akromiyo aralığa etkisinin üç boyutlu tomografi ile değerlendirilmesi

Evaluation of the effect of internal rotation of the shoulder on the coracohumeral and acromial range with three-dimensional tomography

Mehmet Çetinkaya<sup>1</sup>, Nizamettin Koçkara<sup>1</sup>, Mustafa Özer<sup>2</sup>, Muhammet Baybars Ataoğlu<sup>3</sup>, Erdiñ Genç<sup>1</sup>, Ulunay Kanatlı<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Erzincan Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Erzincan, Turkey

<sup>2</sup>Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Konya, Turkey

<sup>3</sup>Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara, Turkey

*Cukurova Medical Journal 2018;43(4):845-852*

### Abstract

**Purpose:** The aim of this study was to assess whether the coracohumeral and acromiohumeral distances were really decreasing with the passive internal rotation of the shoulder.

**Materials and Methods:** The patients who underwent computerized tomography arthrography with the prediagnosis of rotator cuff tear between May 2016 and October 2016 were enrolled in the study. The computerized tomography arthrography imagings were performed in two positions of the shoulder, the neutral position and the internal rotation of the arm, and then the 3 dimensional reconstructions of the images were constituted. The coracohumeral and acromiohumeral distance measurements were made on 3 dimensional reconstructions of these two computerized tomography examinations.

**Results:** Seventeen patients with the mean age of 64.06±9.06 were involved in the study. The coracohumeral and acromiohumeral distance measurements in neutral and internally rotated arms were also statistically similar between patients with full-thickness rotator cuff tears and those without. Between the male and female patients, there was no statistically significant difference in any of measurements.

**Conclusion:** The coracohumeral distance narrows significantly with the internal rotation of the arm. The measurements made on three dimensional computerized tomography may provide us more reliable data about the several parameters of the coracoid process.

**Key words:** Shoulder arthroscopy, rotator cuff injuries, computerized tomography, coracoid process

### Öz

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı korakohumeral aralık ve akromiyo humeral aralık miktarının omzun pasif iç rotasyonda olmak üzere iki kez yapıldı ve görüntülerin 3 boyutlu rekonstrüksiyonları oluşturuldu. Bu iki bilgisayarlı tomografi tetkikinin 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi görüntülerinde korakohumeral aralık ve akromiyo humeral aralık ölçümleri yapıldı.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmada Mayıs 2016 ile Ekim 2016 arasında poliklinikte rotator kılıf hasarı ön tanısı ile bilgisayarlı tomografi arthrografi çekilen hastalar kullanıldı. Bilgisayarlı tomografi arthrografi tetkiki omuz nötral ve iç rotasyonda olmak üzere iki kez yapıldı ve görüntülerin 3 boyutlu rekonstrüksiyonları oluşturuldu. Bu iki bilgisayarlı tomografi tetkikinin 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi görüntülerinde korakohumeral aralık ve akromiyo humeral aralık ölçümleri yapıldı.

**Bulgular:** Çalışmaya yaş ortalamaları 64.06±9.06 olan 17 hasta dahil edildi. Tam kat supraspinatus yırtığı olanlarla olmayanlar değerlendirildiğinde, korakohumeral aralık ve akromiyo humeral aralığın omzun nötral ve iç rotasyonundaki ölçümlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi. Kadın ve erkekler arasında ölçüm ortalaması arasında istatistiksel fark yoktu.

**Sonuç:** Omzun pasif iç rotasyonu ile korakohumeral aralık anlamlı derecede daralmaktadır. Üç boyutlu bilgisayarlı tomografi ile yapılan ölçümler korakoid anatomisi ve korakoidin çeşitli parametreleri ile ilgili bize daha güvenilir bilgi verebilirler.

**Anahtar kelimeler:** Omuz artroskopisi, rotator kılıf yaralanmaları, bilgisayarlı tomografi, korakoid çıkıntı

## GİRİŞ

Subskapularis yırtığı ile ilgili çalışmalar son yıllarda ivmelenecek artmaya devam etmektedir. Lo ve Burkhart'ın yayınladıkları makaleden önce çoğunlukla ihmal edilen bu tendonun omuz fonksiyonları açısından ne kadar önemli olduğunun anlaşılması ve superior rotator kılıf tamirlerinden sonra anterior rotator kılıf (subskapularis) tendonu eğer yırtırsa, yaptığımız tamirin tehlikeye girdiğinin farkedilmesi ile birlikte omuz cerrahisi ile ilgili araştırma yapan ortopedistler tarafından artık daha fazla üzerinde durulmakta ve farkedildiği durumlarda konservatif yöntemler yerine anatomik tamir yöntemleri tercih edilmektedir<sup>1,2</sup>.

Etiyolojide şu an için üzerinde en çok durulan konu, tıpkı omuz iç rotasyonu ve elevasyonunda oluşan subakromiyal sıkışmada (SAK) olduğu gibi, omuz iç rotasyonu, fleksiyonu ve addüksiyonu ile tetiklenen subkorakoid sıkışmadır (SKS). Subkorakoid sıkışma, korakohumeral aralığın bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile yapılan ölçümlerde bazı yayınlara göre 6 mm'nin, bazı yayınlara göre ise 11 mm gibi yüksek bir değerin altına inmesi olarak tanımlanmaktadır<sup>3-6</sup>.

Hastaların omuzlarının uzaysal anlamda farklı açılarda yerleşmesiyle MRG ve BT ile alınan kesitlerde yapılan ölçümlerin normalden farklı değerler verebilmesi nedeniyle sonraki dönemde dinamik korakohumeral aralık ölçümleri yapılmaya başlanmıştır. Bu ölçümler 3-Boyutlu (3B) dinamik biplanar floroskopi veya ultrasonografi ile omzun farklı hareket açıklıklarında bu değerin ölçülmesi ve subskapularis tendonunun sıkışma miktarının değerlendirilmesine dayanmaktadır<sup>7,8</sup>. Fakat, bu ölçümlerin hiçbirinde hastaların gerçek korakohumeral aralık miktarlarına yakın değerler verilemez. Gerçek korakohumeral aralık sadece kadavrada ölçülebilir. Buna en yakın değer ise bugün için sadece 3 boyutlu BT (3B BT) ile bulunabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı korakohumeral aralık (KHA) ve akromiyohumeral aralık (AHA) miktarının omzun pasif iç rotasyonu ile gerçekten azalıp azalmadığını değerlendirmektir. Birinci hipotezimiz omuz iç rotasyonu ile tuberkulum minorün korakoid çıkıntısına yaklaşmasına rağmen omuz iç rotasyona pasif olarak geldiğinden posteriodaki yapıların anteriordaki yapılara göre daha gergin hale gelmesine bağlı başın posteriora transle olacağı ve sonuçta

KHA'da anlamlı bir değişme olmayacağıydı. İkinci hipotezimiz ise AHA'nın, rotator kılıf yırtığı varlığında daha fazla olmak üzere, omuz iç rotasyonu ile azalacağıydı.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu prospektif çalışma ortopedi polikliniğine omuz ağrısı nedeniyle başvuran ve muayenesinde rotator kılıf yırtığından şüphelenilen hastalar ile yapıldı. Çalışma için bir grup hastaya BT artrografi (BTa) tetkiki yapıp bu görüntülerin 3B rekonstrüksiyonları elde edildi. İki boyutlu görüntülerin kullanılmamasının nedeni; omuz iç rotasyonu ile birlikte, her ne kadar azami hassasiyet gösterilse de, uzaysal olarak humerus ve skapulanın yerleşimi, skapulanın oryantasyonu, ve buna bağlı humerus başı oryantasyonu ve hatta hastanın gövdesinin sedyedeki pozisyonunun dahi değişmesi, sonuç olarak görüntülerdeki açısal kaymaların KHA ve AHA ölçümlerini tamamen değiştirmesidir. Diğer bir nedeni de hastaların 3B BT tetkikleri sayesinde gerçeğe en yakın mesafe ölçümlerinin yapılabilmesidir.

Çalışmadaki tüm hastalar aynı enstitüde aynı cerrah tarafından muayene edilip ön tanı aldı. BTa tetkiki planlanıp bu tetkik için gerekli omuz eklemi radyopak madde enjeksiyonu da yine bu cerrah tarafından uygulandı. Tüm hastalardan onaylı form doldurtularak rızaları yazılı olarak alındı ve kendilerine bu yolla yazılı ve sözlü gerekli tüm bilgiler ayrıntılı olarak verildi. Tüm bu işlemlerden önce ilk olarak Üniversite Etik Kurulu'na başvuruldu ve gerekli onay alındıktan sonra çalışma başlatıldı (23.05.2017 tarihli ve 7/04 sayılı oturumun 33216249-604.01.02-E24142 sayılı kararı).

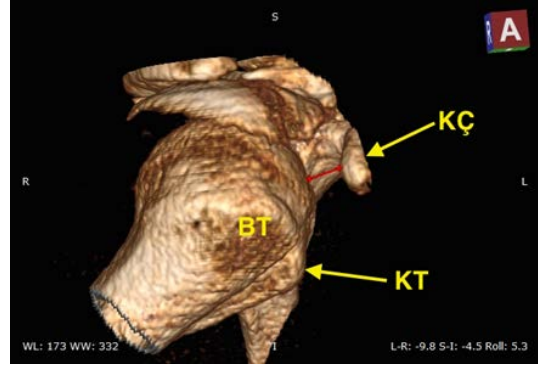
## Hastalar

Mayıs 2016 ve Ekim 2016 arasında omuz eklemi ağrısı nedeniyle polikliniğe başvuran hastalardan kriterleri sağlayanların rızaları alındıktan sonra çalışma basamakları uygulanmaya başlandı. Rotator kılıf hasarı ön tanısı hastaların şikayetleri ve çalışmayı yürüten sorumlu cerrahın fizik muayene bulgularına göre belirlendi. Hasta şikayetleri gece omuz üzerine yatarken, baş üstü aktivite yaparken veya elini sırtına götürürken ağrı olması, ağrının deltoid kası yapışma bölgesine yayılması ve özellikle de yemek yapmak, örgü örmek gibi aşırı kuvvet gerektirmeyen işlerle dahi oluşması şeklindeydi. Omuz patolojileri ile sıkça karışan ve servikal patolojiyi düşündüren şikayetlerin

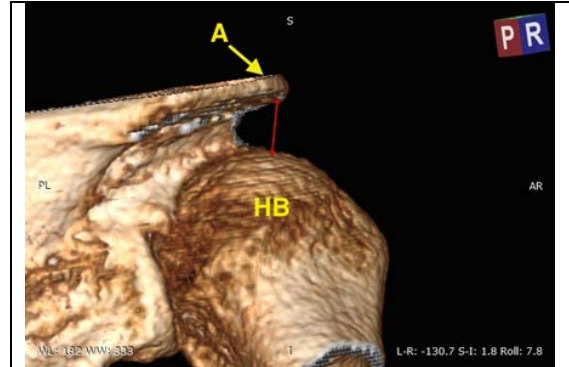
olmamasına dikkat edildi. Bu şikayetler genellikle boyun ağrısına ek olarak tüm kol ve önkol boyunca yayılabilen veya omuz hareketleri ve muayene testleriyle değişmeyen ağrılar şeklindeydi. Muayenede rotator kılıf hasarlarında sıkça pozitifleşen “Drop Arm” ve “Jobe” testleri kullanıldı. “Drop Arm” testinde hastadan omzunu 90 dereceye kadar abdukte etmesi ve bu pozisyonda tutması veya omzunu tam abdukte etmesi ve yavaş yavaş 90 derece abduksiyona doğru indirmesi istenir. Superior rotator kılıf yaralanması olan hastalar omzunu 90 derece abduksiyonda tutamayacak ve kolları vücutlarının yanına doğru hızla düşecek, yani addükte pozisyona gelecektir. “Jobe Testi” ise hastanın omzu 90 derece abduksiyonda veya 90 derece öne fleksiyon ve 30 derece abduksiyonda (skapular planda elevasyon pozisyonu) iken iç rotasyona alınarak yapılır. Hastanın el bileğinden aşağı doğru kuvvet uygulandığında buna direnememesi veya ağrı duyması testi pozitifleştirir ve supraspinatus hasarını gösterir. Hastalar fizik muayene sonrasında dört yönlü omuz grafileri (ön-arka grafi, skapulotanjansiyel grafi, aksiller grafi, kaudal grafi) ile değerlendirildi. Bu grafilerde en önemli bulgu ön-arka grafilerde humerus başının glenoid fossa karşısında superiora migre olması ve omuz Shenton-Menard hattının buna bağlı olarak bozulmasıdır. Sadece bu bulguların tümünün müspet olduğu hastalar çalışmaya dahil edildi. Travmatik yırtık olduğu düşünülenler, omartrozu olanlar, inflamatuvar artrit tanılılar çalışmaya dahil edilmedi.

Çalışma için gerekli hasta sayısı güç analizi uygulanarak belirlendi. Daha önce 3B görüntülü biplanlar floroskopi kullanılarak yapılan ve omzun nötral ve 90 derece iç rotasyon pozisyonlarındaki korakohumeral aralık ölçümü çalışmasının verilerine göre çalışma grubu için gerekli hasta sayısı 8 olarak bulundu<sup>7</sup>. Fakat, ardışık olarak seçilen ve çalışmaya dahili planlanan hastaların hepsinde rotator kılıf yırtık miktarının çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılamaması nedeniyle, 8 tam kat rotator kılıf yırtığı hastası sağlanana kadar toplam 17 BTA tetkiki yapıldı. Bu sayede tam kat rotator manşet yırtığı olanlar ile diğer hastaların karşılaştırılması da yapılabilmüş oldu. Diğer hastalar başlığı altında BTA'nın gösterme yetisinin hiç olmadığı iki yırtık olan superior rotator cuff parsiyel bursal yüz ve intratendinöz yırtıkları ile izole veya bu yırtıklarla kombine olan ve BTA'nın tanıda duyarlılığının çok daha düşük olduğu subskapularis yırtıkları olduğu düşünülmektedir<sup>9-11</sup>. Sonuç olarak çalışmada 8 tam

kat supraspinatus yırtığı bulunan hasta ve 9 tam kat supraspinatus yırtığı bulunmayan hasta olmak üzere toplam 17 hasta vardır.



Şekil 1. Korakohumeral aralık ölçümü. (Kırmızı çizgi: korakohumeral aralık, BT: büyük trokanter, KÇ: Korakoid çıkıntı, KT: Küçük trokanter).



Şekil 2. Akromiyohumeral aralık ölçümü. (Kırmızı çizgi: akromiyohumeral aralık, A: Akromiyon, HB: Humerus başı).

### Ekleme içi radyopak madde enjeksiyon prosedürü

Hastalara muayeneyi uygulayan ve ön tanıyı koyan cerrah tarafından steril şartlarda omuz enjeksiyonu uygulandı. Bunun için omuz artroskopisi işleminde de standart olarak kullanılan posterior ilk giriş portalı lokalizasyonu kullanıldı. Bu lokalizasyon akromiyon posterior-lateral köşesinin yaklaşık olarak 2 cm distali ve 2 cm medialindedir. Tahmini lokalizasyon belirlendikten sonra uygun sterilizasyon kuralları uygulanarak teres minör ve infraspinatus kasları arasındaki interval palpasyonla bulunarak 22 G çaplı iğne ile korakoid çıkıntıya doğru bu intervalden omuz eklemine girildi. Takiben 10 cc opak madde

(Omnipaque™ 300 mg I/ml Iohexol, GE Healthcare) eklem içine infüze edildi. Bu işlem için hastaların hiçbirinde lokal anestezi ihtiyacı duyulmadı.

### Bilgisayarlı tomografi prosedürü

Omuz içi enjeksiyonun uygulanmasından 10 dakika sonra hastalara BT işlemi uygulandı. İlk olarak hasta supin pozisyonda uzanyorken avuç içi anteriora dönük, yani önkol supin pozisyonda konumlandırılarak omuz eklemi nötral rotasyonu sağlandı. Hastanın bu pozisyonunu korumak için güç harcamasını engellemek ve bu sayede çekim sırasında hastanın hareket etmesinin önüne geçebilmek amacıyla avuç içine 2 kg'lık ağırlık yerleştirildi. Bu pozisyonda alınan görüntülerden sonra hastanın omzu 90 derece iç rotasyonda iken ikinci bir çekim yapıldı. Daha önce yapılan çalışmalarda iç rotasyon amacıyla hastalardan ellerini karınlarına koymaları istenirdi. Fakat, bu sırada hastanın nefes alıp vermesinin görüntüleri bozduğu ve göbük bölgesindeki yağlanma miktarı farkına bağlı

iç rotasyon miktarlarının değişme ihtimali nedeniyle hastalar arasında iç rotasyon miktarını standardize edebilmek amacıyla ellerini bellerinin altına koymas ve çekim bitinceye kadar bu pozisyonda kımıldamadan kalmaları istendi. Bu pozisyon tüm hastalarda ağrıya neden olmasına rağmen yaklaşık 1 dakika süren çekim boyunca pozisyonlarını kıpırdamadan koruyabildiler. Yalnızca bir hastada nötral pozisyonda çekim yapıldı, fakat elini aşırı ağrıya neden olması nedeniyle beline götüremediği için omzu 90 derece iç rotasyonda iken çekim yapılamadı ve bu hasta çalışmadan çıkarıldı. Hastaların etkilenen taraf omuzlarına yüksek çözünürlüklü bilgisayarlı tomografi (Somatom Emotion 16; Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany) görüntüleri çekildi. Aksiyel kesitlerin sekansları (voksel boyutu 0.5x0.5x0.5 mm) 130 kVp ve 45 mAs ve keskin kemik BT rekonstrüksiyonu ile elde edildi. Daha sonra görüntülerin 3 boyutlu rekonstrüksiyonları alındı.

**Tablo 1. Hastaların demografik bilgileri, omuz nötral ve iç rotasyon pozisyonlarındaki akromiyohumeral ve korakohumeral mesafe ölçüm değerleri.**

	Yaş	Cinsiyet	Taraf	AHAn	AHAir	KHAn	KHAir
Hasta 1	76.00	Kadın	Sağ	7.66	7.86	9.05	9.48
Hasta 2	76.00	Kadın	Sol	7.12	7.32	12.10	8.74
Hasta 3	62.00	Erkek	Sağ	8.52	9.15	15.60	13.60
Hasta 4	62.00	Kadın	Sol	8.78	8.58	9.97	7.71
Hasta 5	72.00	Erkek	Sağ	7.91	8.45	11.20	9.38
Hasta 6	70.00	Erkek	Sol	8.59	9.01	12.10	15.60
Hasta 7	62.00	Kadın	Sol	4.24	4.02	7.75	5.64
Hasta 8	50.00	Kadın	Sağ	5.87	5.39	11.50	13.00
Hasta 9	50.00	Kadın	Sağ	6.58	6.38	10.20	6.85
Hasta 10	61.00	Erkek	Sol	8.32	8.22	14.80	11.50
Hasta 11	63.00	Erkek	Sağ	7.67	7.67	4.27	1.18
Hasta 12	63.00	Erkek	Sol	6.42	6.79	3.78	2.93
Hasta 13	65.00	Erkek	Sol	5.01	4.44	7.75	4.21
Hasta 14	60.00	Erkek	Sol	5.43	3.43	7.38	5.58
Hasta 15	51.00	Kadın	Sağ	6.57	6.01	9.36	8.76
Hasta 16	82.00	Erkek	Sağ	5.04	4.92	18.70	12.40
Hasta 17	64.00	Kadın	Sol	5.68	5.50	16.00	11.80

AHAn: omuz nötral rotasyonda akromiyohumeral mesafe, AHAir: omuz iç rotasyonda akromiyohumeral mesafe, KHAn: omuz nötral rotasyonda korakohumeral mesafe, KHAir: omuz iç rotasyonda korakohumeral mesafe.

### Ölçümler

Hastaların elde edilen bilgisayarlı tomografi kayıtları DICOM (digital imaging and communications in medicine) görüntüleyici program ile 3B görüntülere çevrildi. Korakohumeral aralık (KHA) daha önce

ölçüm yapılan görüntüleme tetkikinde aksiyel kesitlerde korakoid çıkıntı ile humerus arasındaki ölçülebilir en kısa mesafedir<sup>4,12</sup>. Fakat, 3B BT kesitlerinde ise tam tersi olarak, korakoid çıkıntının humerusa en yakın noktası ile humerus arasındaki ölçülebilir en uzun mesafedir (Şekil 1). 3B BT

kesitlerinin avantajı, uzaysal olarak 3B olarak verilmesinden dolayı, görüntünün istenilen açıda konumlandırılarak bilgisayar ekranında istenilen açıda sabitlenebilmesi, ölçülecek aralığın dik bakış açısı ile görüntülenebilmesi ve bilgisayar ekranında bu haliyle ölçülebilmesidir. Standart iki boyutlu aksiyel kesitlerde ise sadece kesitler arasında seçim yapılabilir ve mevcut kesitlerin verdiği görüntünün ötesinde bir bilgi elde edilemez. Bu nedenle iki boyutlu görüntülerde kesitler arasında gezilerek en kısa mesafe aranırken, 3B görüntülerde mevcut tek görüntü uzaysal düzlemde üç ayrı planda hareket ettirilerek aralığın en belirgin olduğu görüntü aranır ve ölçüm bu pozisyonda yapılır. Akromiyohumeral aralık (AHA) da benzer şekilde akromiyonun humerusa en yakın noktası ile humerus arasındaki ölçülebilir en uzun mesafedir (Şekil 2). Çalışmadaki bu iki ölçüm iki ayrı ortopedi uzmanı tarafından ayrı ayrı yapıldı. Ölçücülerden biri bir hafta ara ile ölçümlerini tekrarladı. Görüntüleri kendileri de detaylı olarak incelemek zorunda oldukları için, ölçücülerden hastaların tanıları gizlenmedi. Fakat, ölçücüler hastaların ön tanısını koyan ve opak madde enjeksiyonlarını uygulayan ortopedi uzmanı dışındakilerden seçildi ve böylece taraflılık etkisi olabildiğince azaltıldı

### İstatistiksel analiz

Hastaların yaş ortalamaları, cinsiyet ve etkilenen omuzlarının oranları istatistik programı kullanılarak hesaplandı. KHA ve AHA ölçümlerinin omuz nötral ve iç rotasyonda yapılan ölçümleri ile kadın ve erkekler arasında anlamlı fark olup olmadığı Wilcoxon Signed-Rank testi ile değerlendirildi. Gözlemciler arası ve gözlemci içi ölçümlerin korelasyonunun değerlendirilmesinde ise "Cronbach's alpha" değeri kullanıldı. Karşılaştırmalarda P değeri 0.05'den küçük olduğunda istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu kabul edildi. İstatistik programı olarak SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Versiyon 22.0 kullanıldı.

### BULGULAR

Toplamda dokuzu erkek ve sekizi kadın olmak üzere 17 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların ortalama yaşları  $64.06 \pm 9.06$  olarak bulundu. Bu hastaların incelenen omuz BT'leri 8'inde sağ, 9'unda ise sol taraf omza aitti (Tablo 1). Kadın ve erkekler arasında KHA ve AHA'nın omzun nötral ve iç rotasyonunda yapılan ölçümlerinin dördünde de anlamlı fark

bulunmadı ( $P > 0.05$ ). Ortalama KHA omuz nötral rotasyonda  $10.67 \pm 4.03$ , iç rotasyonda  $8.72 \pm 3.99$  bulundu ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı ( $P = 0.006$ ). AHA ise sırasıyla  $6.78 \pm 1.42$  ve  $6.65 \pm 1.81$  bulundu ve bu değerler istatistiksel olarak benzerdi. ( $P > 0.05$ ). Tam kat supraspinatus yırtığı olanlarda ve olmayanlarda ayrı ayrı değerlendirildiğinde iki grup arasında KHA ve AHA'nın nötral omuz rotasyonu ve iç rotasyonu pozisyonlarındaki ölçümlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ( $P > 0.05$ ). Gözlemciler arası ve gözlemci içi korelasyonun değerlendirilmesinde Cronbach's alpha değeri kullanıldı. Genel olarak 0.7 üzeri kabul edilebilir değer olarak farz edilir<sup>13,14</sup>. Gözlemciler arası korelasyon değerlendirilmesinde tüm ölçümlerde Cronbach's Alpha değeri en düşük 0.721, yani "güçlü", gözlemci içi korelasyonda ise en düşük 0.964, yani "çok güçlü" bulundu. Tüm hastaların ölçüm değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

### TARTIŞMA

Çalışma sonucunda görülmüştür ki, çalışmaya başlamadan önce kurduğumuz hipotezlerin tersine, hem tam kat supraspinatus yırtığı olanlarda hem de olmayanlarda omzun pasif iç rotasyonu ile KHA ölçümlerinde anlamlı derecede daralma bulunmakta, fakat AHA'da anlamlı bir değişim bulunmamaktadır. KHA'daki daralma humerus başının iç rotasyon ile anteriora transle olmasından kaynaklanmamıştır. B'Ta görüntülerinin hiçbirinde iç rotasyon ile anteriora transle olmuş humerus başına rastlanmamıştır. Daralma daha çok humerus başının aksiyel kesitlerdeki asimetric yapısından kaynaklanmaktadır. Humerus başı sferisitesi tuberkulmlar düzeyinde bozulmaktadır. Bu tuberküllerin humerus başı sferisitesine göre daha çıkıntılı oldukları görülmektedir. Dolayısıyla 90 derecelik omuz iç rotasyonu ile anteriora bulunan korakoid çıkıntının karşısına normal humerus başı sferisitesinden daha çıkıntılı olan tuberkulum minör gelmekte ve KHA'da daralma olmaktadır.

KHA ile ilgili literatürde farklı araştırmacılar tarafından farklı görüntüleme yöntemleri ile ve farklı özellikteki hasta gruplarıyla yapılan pek çok çalışma mevcuttur ve ölçüm sonuçları büyük bir aralıkta seyretmektedir<sup>4,15-18</sup>. Bazı araştırmacılar bu aralığın iç rotasyondaki eşik değerlerini 4 mm ile 6.8 mm arasında değişen miktarlarda bildirmişlerdir<sup>5,16,19-21</sup>. Bu değerler bizim çalışmamızla uyumlu

görülmektedir. Bir hastada bu aralığın iç rotasyon ile 1.18 mm'ye kadar indiği görülmüştür.

İlk defa 1993'de Bonutti ve arkadaşları kinematik MRG ile omuz iç rotasyonu sırasında subskapularisin subkorakoid aralıkta sıkıştığından bahsetmişlerdir<sup>3</sup>. Çalışmalarında subkorakoid mesafedeki değişiklikler ölçülmeden raporlanmıştır. 2004 yılında Radas ve arkadaşları 62 kadavranın 124 omzu ile yaptıkları çalışmada çok daha önemli veriler raporlayabilmişlerdir<sup>22</sup>. Çalışmalarında omzun -30 (eksternal rotasyon), 0, 30, 45 derece ve maksimum iç rotasyon miktarlarında korakoid ile humerus arasındaki ilişkiyi incelemiş ve iç rotasyon ile aralığın daraldığından, hemen her vakada maksimum iç rotasyondan hemen önce korakoidin humerus ile temas ettiğinden ve 10 omuzda 30 derece kadar erken bir iç rotasyon miktarında bu temasın gerçekleştiğinden bahsetmişlerdir. Çalışmalarının literatürdeki yaygın görüşten farklı olarak en önemli bulgusu ise subskapularis hasarı ile KHA ölçümleri ve iç rotasyon ile daralma arasında ilişki bulunmadığıdır<sup>16</sup>. Tersine bu hastalarda ortalama dış rotasyon ve erken iç rotasyon ile daha geniş korakohumeral aralık olduğunu ifade etmişlerdir.

Yapmış olduğumuz çalışmaya en benzer olan çalışma 2013 yılında Brunkhorst ve arkadaşları tarafından 9 hasta ile 3B biplanar floroskopi kullanılarak yapılmıştır<sup>7</sup>. 60° iç rotasyon ile 50° dış rotasyon arasında değişen humerus pozisyonlarında yapılan ölçümlerde KHA'nın en fazla ortalama 36° iç rotasyonda daraldığını ve bu maksimum daralmanın ortalama 12.7'den 10.6'ya düştüğünü belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise nötral rotasyonda KHA 10.7 mm, 90 derece iç rotasyonda ise 8.7 derece olarak bulunmuştur. Daralma miktarı oldukça benzer olmakla birlikte ortalama ölçüm miktarlarındaki fark Brunkhorst ve arkadaşlarının görüntülemelerini hastalar oturur pozisyonda, yani üst ekstremité ağırlığının etkisi devam ederken alınmış olmasına bağlı olabilir. Bizim çalışmamızda ise bu etkenin ortadan kalktığı sırada, yani hasta yatar pozisyonda çekilen MRG tetkiklerinde ölçüm yapılmıştır. Bu çalışmadaki diğer bir fark da Brunkhorst ve arkadaşları'nın çalışmasında olduğu gibi 10° aralıklarla alınan görüntülerde ölçüm yapılmamış, bunun yerine Lift-off testinde de olduğu gibi elin belde olduğu 90° rotasyonda görüntüler alınmış ve ölçümler yapılmıştır.

Oh ve ark'nın ultrasonografi (USG) ile yaptıkları dinamik KHA ölçümlerinde ise KHA'yı nötral rotasyonda ortalama 10.1 mm, iç rotasyonda ise 8.9

mm bulmuşlardır<sup>8</sup>. Bu değerler bizim çalışmamızdaki değerlere daha yakın olmakla birlikte nötral rotasyon çalışmada tam olarak tanımlanmamış, iç rotasyon tanımı ise kol 90° fleksiyon ve kaç derece olduğu belirsiz bir iç rotasyon pozisyonu olarak yapılmıştır. Yine son yıllarda Leschinger ve arkadaşları MRG ile yaptıkları çalışmada KHA'yı nötral pozisyonda, Neer testi, Hawkins testi ve horizontal sıkışma testi pozisyonlarında ölçmüş ve nötral pozisyonda bu aralığı ortalama 21 mm bulmuş, daralmanın da en fazla Hawkins testi ile, yani 90° fleksiyon, addüksiyon ve iç rotasyon pozisyonunda olduğunu belirtmişlerdir<sup>23</sup>. Bu değer ise bizim çalışmamızdaki değerlerin yaklaşık iki katıdır.

Yapmış olduğumuz çalışmaya oldukça benzer diğer bir çalışma ise Hata ve arkadaşları tarafından 6 hastanın MRG tetkiklerinden elde edilen 3B görüntülerle yapılmıştır<sup>24</sup>. Bu çalışmada korakoidin yüzeyi 6 parçaya ayrılmış ve bir bilgisayar yazılımı kullanılarak bu yüzeylerden humerusa en yakın olan seçilerek ölçüm yapılmıştır. Fakat, makalelerinde örnek fotoğraf paylaşılmadığı için tam olarak nasıl bir ölçüm yapıldığı tartışmamızda irdelenemeyecektir. Bizim çalışmamızın en önemli özelliği bu aralık ölçümünün nasıl yapıldığı ile ilgili literatürde ilk defa ifade edilmiş bir tanım içermesidir. 2B aksiyel kesitlerde bu aralık korakoid ile humerus arasında bulunan en dar aralık iken, 3B görüntülerde bu aralık korakoidin humerusa en yakın noktası ile bu noktaya en yakın humerus noktası arasındaki aralığın bulunabilen en büyük değeridir. Bu ölçüm standart olarak tek bir görüntü açısından yapılamaz, çünkü korakoid çıkıntı anatomisi oldukça karışık ve her bir bireyde parmak izi gibi oldukça farklı şekillerde olabilmektedir.

Literatürde AHA'nın omuz iç rotasyonu sırasında nasıl değiştiği ile ilgili bir fikir birliği bulunmamaktadır. 2014'te Kim ve arkadaşları'nın USG çalışmasında bu aralığın nötral rotasyona göre omzun iç rotasyonunda daraldığı ifade edilmiştir<sup>25</sup>. 2012'deki başka bir çalışmada ise White ve arkadaşları 45° abdüksiyonda AHA'nın eksternal rotasyon ile daha dar olduğunu bildirmişlerdir<sup>26</sup>. Bizim çalışmamızda AHA değerlerinin omzun pasif iç rotasyonu ile anlamlı miktarda değişmediği, hatta hemen hemen aynı kaldığı görüldü. Ayrıca değerlerin tam kat rotator kılıf yırtığı olanlar ile olmayanlar arasında da benzer olduğu görüldü.

Çalışmamızın güçlü yanları olduğu gibi kısıtlılıkları da bulunmaktadır. Hastaların artroskopisi ile

korelasyonu ve artroskopik tanıların olmaması en önemli kısıtlılığdır. Bu nedenle farklı omuz patolojileri içeren bir hasta grubu oluşturulmuş olabilir. Bunun yanında hastalara sadece iki ayrı pozisyonda görüntüleme uygulanmıştır. Bu yüzden çalışmamız KHA ve AHA'nın çok farklı açılarda hangi değerleri aldığı ile ilgili bilgi verememektedir. Fakat, BT ile hastalara daha fazla gereksiz radyasyon vermemek adına etik açıdan bu uygulama çalışmamızda uygun görülmediğinden çok farklı açılarda görüntü alınması zaten mümkün değildi. Son olarak, güç analizi yöntemi ile belirlenerek en azda tutulmaya çalışıldığından, çalışmada kullanılan hasta sayısı düşüktür.

Sonuç olarak pasif omuz iç rotasyonu ile KHA anlamlı derecede daralmaktadır. AHA'da ise anlamlı değişme olmamakta, hatta hemen hemen aynı kalmaktadır. 3B BT ile yapılan ölçümler korakoid anatomisi ve korakoidin çeşitli parametreleri ile ilgili bize daha güvenilir bilgi verebilirler.

#### KAYNAKLAR

- Lo IKY, Burkhart SS. Subscapularis tears: arthroscopic repair of the forgotten rotator cuff tendon. *Tech Shoulder Elb Surg.* 2002;3:282-91.
- Ticker JB, Burkhart SS. Why repair the subscapularis? a logical rationale. *Arthroscopy.* 2011;27:1123-8.
- Bonutti PM, Norfray JF, Friedman RJ, Genez BM. Kinematic MRI of the shoulder. *J Comput Assist Tomogr.* 1993;17:666-9.
- Nove-Josserand L, Boulahia A, Levigne C, Noel E, Walch G. Coraco-humeral space and rotator cuff tears. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1999;85:677-83.
- Lo IK, Parten PM, Burkhart SS. Combined subcoracoid and subacromial impingement in association with anterosuperior rotator cuff tears: An arthroscopic approach. *Arthroscopy.* 2003;19:1068-78.
- Park JY, Lhee SH, Oh KS, Kim NR, Hwang JT. Is arthroscopic coracoplasty necessary in subcoracoid impingement syndrome? *Arthroscopy.* 2012;28:1766-75.
- Brunkhorst JP, Giphart JE, LaPrade RF, Millett PJ. Coracohumeral distances and correlation to arm rotation: an in vivo 3-dimensional biplane fluoroscopy study. *Orthop J Sports Med.* 2013;1:2325967113496059.
- Oh JH, Song BW, Choi JA, Lee GY, Kim SH, Kim DH. Measurement of coracohumeral distance in 3 shoulder positions using dynamic ultrasonography: correlation with subscapularis tear. *Arthroscopy.* 2016;32:1502-8.
- Charoussat C, Bellaiche L, Duranthon LD, Grimberg J. Accuracy of CT arthrography in the assessment of tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:824-8.
- Oh JH, Kim JY, Choi JA, Kim WS. Effectiveness of multidetector computed tomography arthrography for the diagnosis of shoulder pathology: comparison with magnetic resonance imaging with arthroscopic correlation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19:14-20.
- Omoumi P, Bafort AC, Dubuc JE, Malghem J, Vande Berg BC, Lecouvet FE. Evaluation of rotator cuff tendon tears: comparison of multidetector CT arthrography and 1.5-T MR arthrography. *Radiology.* 2012;264:812-22.
- Tan V, Moore RS, Jr., Omarini L, Kneeland JB, Williams GR, Jr., Iannotti JP. Magnetic resonance imaging analysis of coracoid morphology and its relation to rotator cuff tears. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2002;31:329-33.
- Bland JM, Altman DG. Statistics notes: Cronbach's alpha. *BMJ.* 1997;314:572.
- Spiliotopoulou G. Reliability reconsidered: Cronbach's alpha and paediatric assessment in occupational therapy. *Aust Occup Ther J.* 2009;56:150-5.
- Dines DM, Warren RF, Inglis AE, Pavlov H. The coracoid impingement syndrome. *J Bone Joint Surg Br.* 1990;72:314-6.
- Friedman RJ, Bonutti PM, Genez B. Cine magnetic resonance imaging of the subcoracoid region. *Orthopedics.* 1998;21:545-8.
- Gumina S, Postacchini F, Orsina L, Cinotti G. The morphometry of the coracoid process - its aetiological role in subcoracoid impingement syndrome. *Int Orthop.* 1999;23:198-201.
- Giaroli EL, Major NM, Lemley DE, Lee J. Coracohumeral interval imaging in subcoracoid impingement syndrome on MRI. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;186:242-6.
- Gerber C, Terrier F, Ganz R. The role of the coracoid process in the chronic impingement syndrome. *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67:703-8.
- Nove-Josserand L, Edwards TB, O'Connor DP, Walch G. The acromiohumeral and coracohumeral intervals are abnormal in rotator cuff tears with muscular fatty degeneration. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;90-6.
- Richards DP, Burkhart SS, Campbell SE. Relation between narrowed coracohumeral distance and subscapularis tears. *Arthroscopy.* 2005;21:1223-8.
- Radas CB, Pieper HG. The coracoid impingement of the subscapularis tendon: a cadaver study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004;13:154-9.
- Leschinger T, Wallraff C, Muller D, Hackenbroch M, Bovenschulte H, Siewe J. In vivo analysis of coracoid and subacromial shoulder impingement mechanism during clinical examination. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017;27:367-72.

24. Hatta T, Yamamoto N, Sano H, Omori Y, Sugamoto K, Suzuki K et al. Three-dimensional morphometric analysis of the coracohumeral distance using magnetic resonance imaging. *Orthop Rev (Pavia)*. 2017;9:6999.
25. Kim H, Kim B, Shim J, Kwon H, Jung J. Comparative analysis of acromiohumeral distances according to the locations of the arms and humeral rotation. *J Phys Ther Sci*. 2014;26:97-100.
26. White CE, Dedrick GS, Apte GG, Sizer PS, Brismee JM. The effect of isometric shoulder internal and external rotation on the acromiohumeral distance. *Am J Phys Med Rehabil*. 2012;91:193-9.