

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**SIÇAN ROTATOR MANŞET TAMİR MODELİNDE OTOLOG
SERUM KONSANTRESİ (ACS/ORTHOKİNE) VE
HYALÜRONİK ASİT (HYALONE) ETKİSİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI: DENEYSEL ÇALIŞMA**

Dr. Yavuz ÖNEL

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Ercan ŞAHİN

ZONGULDAK

2018

**T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI**

**SIÇAN ROTATOR MANŞET TAMİR MODELİNDE OTOLOG
SERUM KONSANTRESİ (ACS/ORTHOKİNE) VE
HYALÜRONİK ASİT (HYALONE) ETKİSİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI: DENEYSEL ÇALIŞMA**

Dr. Yavuz ÖNEL

TIPTA UZMANLIK TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Ercan ŞAHİN**

**ZONGULDAK
2018**

TEZ ONAY TUTANAĞI

Tezin Teslim Edildiği Üniversite/Fakülte: Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi

Tez Başlığı : Sıçan Rotator Manşet Tamir Modelinde Otolog Serum Konsantresi (ACS/Orthokine) ve Hyalüronik Asit (Hyalone) Etkisinin Karşılaştırılması: Deneysel Çalışma

Tez Yazarı : Arş. Gör. Dr. Yavuz ÖNEL

Tez Savunma Tarihi : 02/07/2018

Tez Danışmanı : Dr.Öğr.Üyesi Ercan ŞAHİN

Prof.Dr. Ahmet BAYAR
Jüri Başkanı

Prof.Dr. Selçuk KESER
Üye

Doç.Dr. Ramazan AKMEŞE
Üye

Prof. Dr. Ali BORAZAN
Dekan

ÖNSÖZ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim dalındaki uzmanlık eğitim sürem boyunca iyi bir uzman hekim olarak yetişmem için her türlü bilgi ve klinik deneyimlerini benimle paylaşan, birlikte çalışmaktan gurur duyduğum, tavsiyelerini ömrüm boyunca kendime rehber edineceğim, duydukları güvene layık olmak için her zaman daha çok çalışacağım başta Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Ahmet BAYAR'a, Sayın Prof. Dr. Selçuk KESER'e, Doç. Dr. Murat SONGÜR'e ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ercan ŞAHİN'e sonsuz minnet ve saygılarımı sunuyorum.

Tez konumun belirlenmesinde ve yazım aşamasında karşılaştığım zorluklar karşısında yardımını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ercan ŞAHİN'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmamın histolojik değerlendirmelerini yapan Sayın Doç. Dr. Meryem AKPOLAT'a, istatistiksel değerlendirmeleri yapan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Füzuran KÖKTÜRK'e ve Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarında çalışmama izin ve destek veren Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ali Doğan DURSUN'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Asistanlığım boyunca eğitimime büyük katkılarda bulunan ve birlikte çalışmaktan keyif aldığım ağabeylerim Uzm. Dr. Onur KAYMAKÇI, Uzm. Dr. Ali TURAN, Uzm. Dr. Mehmet Birol ILGIN ve Uzm. Dr. Fatih KORBAY'a teşekkür ediyorum.

Asistanlık eğitimim boyunca gece gündüz beraber çalıştığımız, yorulduğumuz, uykusuz kaldığımız ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum dostlarım Araş. Gör. Dr. Akın SEZGİN ve Araş. Gör. Dr. İdrak MEMMEDOV'a; diğer asistan kardeşlerim Araş. Gör. Dr. Mehmet Ali ÖZER, Araş. Gör. Dr. Aqil HANEFAYEV, Araş. Gör. Dr. Osman ÇAY, Araş. Gör. Dr. Hakan BAŞAR, Araş. Gör. Dr. Gökhan BİLGİN ve Araş. Gör. Dr. Hasan İŞSİZ'e; gerek servis, gerek poliklinik, gerek ameliyathanede birlikte çalıştığımız hemşire ve yardımcı sağlık personeli arkadaşlarımıza sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tüm hayatım boyunca desteklerini ve sevgilerini her zaman hissettiğim, her şeyden önce iyi bir insan, akli ve vicdanı hür bir birey olarak yetişmemi sağlayan annem Solmaz ÖNEL'e, babam İbrahim ÖNEL'e ve kardeşim Celal Gürbüz ÖNEL'e minnet ve şükranlarımı sunuyorum.

Varlığı ile hayatıma renk katan, sonsuz sabrı ve hoşgörüsü ile zorluklara karşı direnme gücü veren, desteğini bir an olsun esirgemeyen, yaşanmamış güzel yarınların hayallerini birlikte kurduğum sevgili eşim Sinem GÜVEN ÖNEL'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Dr. Yavuz ÖNEL
ZONGULDAK,2018



ÖZET

Yavuz Önel. Sıçan Rotator Manşet Tamir Modelinde Otolog Serum Konsantresi (ACS/Orthokine) ve Hyalüronik Asit (Hyalone) Etkisinin Karşılaştırılması: Deneysel Çalışma. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı. Uzmanlık tezi, Zonguldak, 2018

Rotator manşet yırtıkları, gerek genç sporcularda gerek yaşlı popülasyonda görülme sıklığı gittikçe artan, ciddi oranda ağrı ve iş gücü kaybına neden olan bir hastalıktır. Sıklıkla cerrahi olarak tedavi edilen bu hastalıkta yetmezlik ve nüks oranları oldukça yüksektir. Otolog serum konsantresinin doku iyileşmesini içerdiği sitokin ve büyüme faktörleri ile arttırdığı gösterilmiş olup kas ve tendon yaralanmalarında etkili olduğu gösterilmiştir. Hyalüronik asit eklem sinovyal sıvısının ana komponenti olmasının yanında tendon ve ligament yapısında da bulunur. Hyalüronik asit, sinovyal sıvıda prostaglandin E2, C4S ve interlökin 1 düzeylerini düzenleyerek anti inflamatuvar etki yapmaktadır. Ayrıca lökosit migrasyonu, fagositoz ve lenfosit proliferasyonuna etki ederek ağrıyı azaltmaktadır. Adezyonu önleyerek tendon iyileşmesinde katkı sağladığı da bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı deneysel rotator manşet tamir modelinde otolog serum konsantresinin (ACS/Orthokine) ve hyalüronik asitin (Hyalone) rotator manşet tamiri sonrası iyileşme sürecine olan etkisini karşılaştırmaktır.

Çalışmada kullanılacak Winstar albino cinsi sıçanlar BEÜ Deney Hayvanları Biriminden temin edilmiştir. Denekler, Grup A Herhangi bir cerrahi ve tıbbi tedavi uygulanmamış, Grup B:Supraspinatus tenotomi + primer tamir uygulanmış, Grup C: (Orthokine): Supraspinatus tenotomi + primer tamir sonrası tamir bölgesine 170 µm. otolog işlenmiş serum uygulanmış ve Grup D: (Hyalone): Supraspinatus tenotomi + primer tamir sonrası tamir bölgesine 0,1 ml/g Hyaluronik asit uygulanacak olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. 4 hafta takip sonrasında, sıçanların motorlu koşu bandı üzerinde koşu performansı dört zaman dilimli egzersiz protokolü uygulanarak (0-15 dk., 15-30 dk., 30-45 dk., 45-60 dk.) değerlendirilecek ve ceza puanları kaydedilmiştir. Sonrasında supraspinatus kasları ayrılarak histolojik açıdan incelenmiştir.

Çalışmamızın sonucu olarak Orthokine ve Hyalone; doku iyileşmesinde neovaskülarizasyon; fibroblast proliferasyonu ve fibrozis parametreleri açısından olumlu sonuçlar vermekle beraber birbirlerine istatistiksel olarak fark yaratamamışlardır. Ancak Hyalone yangıyı belirgin olarak azaltmış ve bunun sonucu olarak koşu performansını belirgin olarak arttırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Otolog konsantre serum, Orthokine®, Rotator manşet yırtıkları, Hyalüronik asit, Hyalone®.

ABSTRACT

Yavuz Önel. Compare the effects of autologous conditioned serum (ACS/Orthokine) and hyaluronic acid (Hyalone) on rotator cuff repair: An experimental study on rat. Zonguldak Bulent Ecevit University, Faculty of Medicine, Department of Orthopaedics and Traumatology. Orthopedics and Traumatology Thesis, Zonguldak, 2018.

Rotator cuff tears are a serious disease that causes both pain and loss of workload, which is increasingly common among young athletes and older populations. This disease is frequently treated surgically and the incidence and recurrence rates are very high. Autologous serum concentration has been shown to enhance tissue repair with cytokines and growth factors and has been shown to be effective in muscle and tendon injuries. Hyaluronic acid is a major component of joint synovial fluid and is found in tendon and ligament structures. Hyaluronic acid has an anti-inflammatory effect by regulating prostaglandin E2, C4S and interleukin 1 levels in the synovial fluid. It also reduces leukocyte migration, phagocytosis and lymphocyte proliferation, thereby reducing pain. It is also known to contribute to tendon healing by preventing adhesion. The aim of this study is to compare the effect of autologous serum concentration (ACS / Orthokine) and hyaluronic acid (Hyalone) on the healing process after rotator cuff repair in an experimental rotator cuff repair model.

Wistar albino rats to be used in the study were obtained from the BEU Laboratory Animal Unit. The study was designed, Group A not having any surgery or medical therapy group, Group B will constitute the control group with supraspinatus tenotomy and repair. Group (C) is the ACS group with supraspinatus tenotomy and repair + 170 µm Orthokine injected to repair area. Group (D) is the hyaluronic acid group with supraspinatus tenotomy and repair + 0,1 ml/g Hyalone injected to repair area. After 4 weeks of follow up, subjects will be evaluated functionally using a motorized treadmill for their running performance (0-15 mn., 15-30 mn., 30-45 mn., 45-60 mn.). Running performances cores will be evaluated statistically. After functional evaluation, subjects will be sacrificed for histological evaluation.

As a result of our study, Orthokine and Hyalone; neovascularization in tissue healing; fibroblast proliferation and fibrosis parameters, but they did not make any statistical difference. However, the Hyalone significantly reduced the fire, and as a result, the running performance increased significantly.

Keywords: Autologous conditioned serum, Orthokine, Rotator cuff repair, Hyaluronic acid, Hyalone®.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL DİZİNİ	ix
TABLO DİZİNİ	xi
GRAFİK DİZİNİ	xii
RESİM DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Tarihsel Gelişim	2
2.2. Anatomi	3
2.3. Biyomekanik	9
2.4. Hasarlanma Patofizyolojisi	12
2.4.1. Ekstrinsik Mekanizma	12
2.4.2. İntrensik Mekanizma	14
2.5. Rotator Manşet Yırtıklarının Sınıflandırılması	18
2.5.1. Parsiyel Yırtıklar	19
2.5.1.1. Yerleşim Yerine Göre Sınıflandırma	19
2.5.1.2. Yırtığın Derinliğine Göre Sınıflandırma	19
2.5.2. Tam Kat Yırtıklar	21
2.5.2.1. Yırtığın Şekline Göre Sınıflandırma	22
2.5.2.2. Büyüklüğüne Göre Sınıflandırma	24
2.5.2.3. Yırtığa Katılan Tendon Sayısına Göre Sınıflandırma	25
2.5.2.4. Topografik ve patolojik sınıflandırma	25
2.5.2.5. Yağlı Dejenerasyon ve Tendon Kalitesine Göre Sınıflandırma	26
2.6. Tendon İyileşmesi	27
2.7. Rotator Manşet Yırtıklarına Tanısal Yaklaşım	29
2.7.1. Hikaye	29
2.7.2. Fizik Muayene	30
2.7.3. Radyolojik yöntemler	35

2.7.3.1. Direkt grafi	35
2.7.3.2. Artrografi.....	38
2.7.3.3. Ultrasonografi	38
2.7.3.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	38
2.7.4. Tedavi Yöntemleri	42
2.7.4.1. Konservatif tedavi	42
2.7.4.2. Cerrahi Tedavi.....	43
2.7.4.2.1. Açık Rotator Manşet Tamiri.....	43
2.7.4.2.2. Artroskopik Rotator Manşet Tamiri	43
2.7.4.3. Diğer tedavi yöntemleri.....	44
2.7.4.3.1. Trombositten Zengin Plazma (PRP).....	44
2.7.4.3.2. Otolog serum konsantresi (Autologous conditioned serum)	44
2.7.4.3.3. Hyalüronik asit	45
3. GEREÇ VE YÖNTEM	46
3.1. Cerrahi Teknik.....	46
3.2. Değerlendirme	54
3.3. Işık Mikroskobu İle Yapılan İnceleme Sonuçları.....	54
3.4. Histopatolojik Analizler	55
3.5. İmmünohistokimyasal Analizler	55
3.6. İstatistiksel Analiz	56
4. BULGULAR.....	57
4.1. Fizyolojik Bulgular.....	57
4.2. Histolojik Bulgular	58
5. TARTIŞMA	65
6. SONUÇLAR.....	69
7. KAYNAKLAR	70
8. EKLER.....	80
Ek 1: Etik Kurul Onayı.....	80

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1:a) Humerus başı inklinasyon açısı b)Humerus başının retroversiyon açısı	3
Şekil 2: Korakoide yapışan bağlar	4
Şekil 3: Akromion tipleri Tip1: Düz Tip2: Kavisli Tip3: Çengel Tip4: Konveks	5
Şekil 4: Glenohumeral eklem açılmış hali	6
Şekil 5: Rotator manşet kasları	7
Şekil 6: Rotator manşet ve kapsül kompleksinin histopatolojik katmanları	8
Şekil 7: Rotator kablo ve kresentin şematik görünümü	9
Şekil 8: Moment kolu, hareket merkezi ve torkun şematik gösterimi	10
Şekil 9: Rotator manşetin omuz eklem stabilitesine etkisi	10
Şekil 10: Korakoakromial ark	11
Şekil 11: Bigliani sınıflaması (akromionun morfolojisine göre)	12
Şekil 12: Akromial traksiyon çengeli. Normal ilişki (a); Humerus başı yukarıya yer değiştirdiğinde korakoakromial arkın üzerinde binen yük tüm yönlerde artar (b); Sonuç olarak korakoakromial bağın içinde traksiyon çengeli (çıkıntı) oluşur (c); Rotator manşet artropatisi (d)	13
Şekil 13: Rotator manşet yırtıkları tipik olarak supraspinatus yapışma yerinin anterior köşesinden, derin yüzeyden başlar. Yukardan görüntü (a); Önden görüntü (b)	16
Şekil 14: a) Kopmamış tendon liflerine binen fazla yük, kopmalarını kolaylaştırır (fermuar fenomeni). b) Sağlam liflerdeki artmış gerilim, yırtıktaki kan akımını bozar. c) Yırtık tendon, hem artiküler hem bursal taraftan sinovyal sıvıya maruz kalır ve iyileşmesi bozulur.	17
Şekil 15: Rotator manşet artropatisi; tendon yırtığı ile beraber humerus başı yukarıya migre olup superior glenoidde erozyon (noktalı çizgi) meydana gelir. Superior glenoidin erozyonu, humerus başı instabilitesine ve artroz sürecinin hızlanmasına sebep olur.	18
Şekil 16: Rotator manşet parsiyel yırtık sınıflaması	19
Şekil 17: Habermeyer'in, transvers plandaki parsiyel yırtıkları sınıflandırması.....	21
Şekil 18: Habermeyer'in, koronal plandaki parsiyel yırtıkları sınıflandırması.....	21
Şekil 19: a) Supraspinatus insersiyosunda transvers lineer yırtık, b) hilal şeklinde yırtık	23
Şekil 20: L-şeklinde yırtık (a) (transvers yırtık ile birlikte infraspinatus-supraspinatus tendonları arasından longitudinal yırtık). Ters L-şeklinde yırtık (b) (rotator aralıktan longitudinal kısmı olan).....	23

Şekil 21: a) Dörtgen (trapezoid) yırtıklar, supraspinatus ve infraspinatus uzantıları olan retrakte transvers yırtıklardır. b) Masif yırtıklarda, teres minör veya subskapularis tendonları da yırtığa katılır	24
Şekil 22: a) Evre I'de tendon güdüğü yapışma yerinin yanındadır, b) Evre II'de güdük humerus başına kadar retrakte olmuştur, c) Evre III'te tendon güdüğü glenoid seviyesindedir	25
Şekil 23: MRG'de kas atrofisinin evreleri. a) Evre I'de az miktarda atrofi, b) Evre II'de orta dereceli c) Evre III'te şiddetli atrofi mevcuttur.	27
Şekil 24: Jobe supraspinatus testi, kol skapular planda 90° elevasyona getirilir ve baş parmak yeri gösterecek şekilde omuz iç rotasyona getirilir. Aşağıya doğru uyguladığımız güce karşı hastanın direnç göstermesi istenir	31
Şekil 25: Gerberin Lift Off Testi. Omzu maksimum iç rotasyona getirmek için hastanın eli kalçasına yerleştirir. El posteriora doğru aktif itme yaparken karşı yönde direnç uygulanır. Hastanın bu işlemi yapabilmesi ve ağrı olmaması subskapularisin sağlam olduğunu gösterir	31
Şekil 26: Dış rotatorların güç muayenesi. Dış rotasyonda ortaya çıkan zayıflık ve ağrı, infraspinatus ve teres minörün yırtığına işaret eder	32
Şekil 27: Neer sıkışma bulgusu. Hastanın skapulası stabilize edilir ve kol pasif olarak fleksiyona getirilir. Ağrının varlığı sıkışmaya işaret eder	33
Şekil 28: Hawkins testinde, hastanın kolu sagittal düzlemde 90° öne fleksiyona getirilir ve iç rotasyona zorlanır	33
Şekil 29: Drop arm testi, rotator manşette yırtık varsa (özellikle supraspinatus tendonunda), kol 90° abduksiyon pozisyonunda iken aniden yana düşecektir	34
Şekil 30: Yergason testi	35
Şekil 31: Speed testi	35
Şekil 32: Omuz AP grafisi ve çekim pozisyonu	36
Şekil 33: Supraspinatus outlet grafisi, çekim pozisyonu Skapula Y grafisine benzer fakat tüpe 10-15° kaudal açı verilir	36
Şekil 34: Aksiller grafi ve çekim pozisyonu	37
Şekil 35: Omuz gerçek AP grafisi ve çekim pozisyonu	37
Şekil 36: Skapula Y grafisi ve çekim pozisyonu	37
Şekil 37: Os acromiale MRG görüntüsü	39
Şekil 38: T1 ağırlıklı sekansta supraspinatusun kalınlaşması ve orta dereceli sinyal artışı, tendinozisin göstergesidir	40
Şekil 39: T2 ağırlıklı MRG sekansında supraspinatusun evre II retrakte yırtığı	41
Şekil 40: T2 ağırlıklı MRG sekansında supraspinatusun evre II retrakte yırtığı	41
Şekil 41: T1 ağırlıklı MRG'de supraspinatusun evre III yağlı dejenerasyonu	42

TABLO DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1: Parsiyel rotator manşet yırtıklarında Snyder sınıflandırması	20
Tablo 2: Ellmann tam kat yırtık şekillerine göre sınıflaması	22
Tablo 3: Büyüklüğüne göre rotator manşet yırtıkları	24
Tablo 4: Patte sınıflaması	26
Tablo 5: Rat koşu performansı öncesi ve sonrası ağırlık değişimi	57
Tablo 6: Final koşu performansı sonucu alınan ceza puanları	58
Tablo 7: Histolojik inceleme sonuçları	58
Tablo 8: Tendon tamir dokusunun histolojik analiz sonuçları.....	60



GRAFİK DİZİNİ

Sayfa

Grafik 1: Yangı skorunun gruplar arasında dağılımını gösteren grafik 60



RESİM DİZİNİ

Sayfa

Resim 1: Alınan kan örneğinin inkübasyonu	47
Resim 2: İnkübasyon sonrası santrifüj aşaması	47
Resim 3: Steril hazırlık ve örtünme	48
Resim 4: Skapulohumeral eklem üzerinden 2 cm'lik vertikal cilt insizyonu	49
Resim 5: Cilt insizyonu sonrası deltoid kası	49
Resim 6 a: Supraspinatus kası	50
Resim 6 b: Supraspinatus kası	50
Resim 7: 11 numara bistüri yardımıyla supraspinatus kasında yırtık oluşturulması	51
Resim 8: Supraspinatus tendonun kesilmiş hali	51
Resim 9: Masson allen tekniği ile oluşturulan supraspinatus yırtığının primer tamiri	52
Resim 10: Bilgisayar destekli monitörize koşu bandının ekran görüntüsü	53
Resim 11 a: Hız, eğim ve uyarının ayarlanabildiği dörtlü motorize koşu bandı	53
Resim 11 b: Hız, eğim ve uyarının ayarlanabildiği dörtlü motorize koşu bandı	54
Resim 12: Sıçan tendon doku kesitlerinden elde edilen mikrograflar.	61
Resim 13: Sıçan tendon doku kesitlerinden elde edilen mikrograflar.	62
Resim 14: Sıçan tendon doku kesitlerinden elde edilen mikrograflar.	63
Resim 15: Sıçan tendon doku kesitlerinden elde edilen mikrograflar.	64

1. GİRİŞ

Omuz, vücudun en hareketli eklemidir. Glenohumeral, akromioklavikular ve sternoklavikular eklemler gerçek eklemleri, skapulotorasik ve korakoakromial eklemler ise işlevsel eklemleri oluşturarak toplam beş adet eklem bileşiminden oluşmaktadır. Omuz eklemi ve omuz kuşağı kasları geniş hareket açıklığı sağlarken omuz eklemine yerinde tutan yapılara ihtiyaç vardır. Rotator manşet kasları omuz hareketini ve omuz dinamik stabilitesini sağlayan en önemli yapılardır. Bu yapılarda meydana gelen patolojiler yaşam kalitesini önemli derecede etkiler.

Omuz yaralanmalarının birçoğunun ortak sebebi değişik derecelerdeki rotator manşet yırtığıdır. Travmaya bağlı olmaksızın ilerleyen yaşla beraber spontan olarak dejeneratif rotator manşet yırtıkları oluşabilmektedir. Tekrarlayıcı omuz hareketlerinin kullanıldığı sporlara ilginin artmasıyla rotator manşet yaralanmalarının sıklığı artmakta ve görülme yaşı azalmaktadır.

Rotator manşet hastalıklarının tanı ve tedavisine yönelik hızlı ilerlemeler geçmişte kullanılan geleneksel yöntemlerin terk edilmesine neden olmuştur. Bu konuya olan ilginin gün geçtikçe artması anatomik, biyomekanik, biyokimyasal ve patolojik çalışmaların da sıklığını arttırmıştır. Radyolojik olarak MRG'den sıklıkla faydalanılmakta ve mevcut patoloji hakkında değerli bilgilere ulaşılmaktadır.

Konservatif veya cerrahi tedavi yöntemleri ile rotator manşet yırtıklarının tedavisi mümkündür. Konservatif yöntemlerdeki amaç fonksiyonelliği arttırmak ve ağrıyı azaltmaktır. Cerrahi tedaviler ise açık, mini açık ve artroskopik yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. İlerleyen teknoloji, bilgi birikimindeki artış, düşük enfeksiyon oranları ve hızlı rehabilitasyon şansı nedenli artroskopik girişimler daha çok tercih edilmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihsel Gelişim

Kaynaklarda rotator manşet sorunlarına yönelik ilk bilimsel araştırmalar 18. yüzyılın sonlarına doğru görülmeye başlarken, günümüz güncel yaklaşımlarına yönelik araştırmaların ortaya çıkması 20. yüzyılın başlarını bulmuştur. Rotator manşet ile ilgili ilk resimli anatomik çalışmalar, Monro'nun 1788'deki "İnsan Vücudunun Tüm Bursaları" isimli tezinde yer almıştır (1).

Smith omuz travmasından sonra gelişen tendon yırtığı üzerine ilk çalışmayı 1834 yılında İngiltere'de London Medical Gazette'de yayınlamıştır. 1860'lı yıllarda Jarjavay, Heinke ve Vogt subakromial bursanın enflamasyonunu tanımlamışlardır. Duplay 1872 yılında Fransa'da omuzda ağrı ve hareket kısıtlılığı ile seyreden tabloyu "periartritis humeroskapularis" olarak tanımlamıştır (2).

Rotator manşet lezyonlarına modern yaklaşımın öncüsü olarak Codman kabul edilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1934 yılında "The Shoulder" isimli kitabını yayınlamıştır. Codman kitabında periartritis humeroscapularisin sadece subakromial bölgeye ait patoloji olmadığını, rotator manşet tendon patolojilerinin de bu tabloya katkı sağladığını belirtmiştir. Ayrıca günümüzde bile hala kabul gören patogeneze dair hipotezlerini ilk bu kitapta açıklamıştır. 1909 yılında ilk rotator manşet tamirini de Codman gerçekleştirmiştir (3).

Sonraki yıllarda rotator manşeti sıkıştırıp yırtığına sebep olan en önemli yapının akromion olduğu ve total ya da lateral akromionektomi ile rotator manşet yırtıklarının önlenileceği düşünülmüştür. McLaughlin 1944 yılında total akromionektominin sonuçlarının iyi olduğunu ve hareket kısıtlılığına neden olmadığını belirtmiştir (4). Rotator manşet yırtıkları aynı yıllarda Moseley'in "Shoulder Lesions" isimli kitabında sınıflandırılmış, tanı ve tedavisi ayrıntılı olarak açıklanmıştır (1).

1972 yılında Neer'in yayınladığı makalesinde "sıkışma sendromu" nu ilk kez tanımlaması ile rotator manşet yırtıklarına yaklaşımda yeni bir sayfa açıldı. Rotator manşet yırtıklarının %95'inin, tendonların korakoakromial arkta maruz kaldıkları strese bağlı olarak gerçekleştiğini belirtmiştir (5). Neer anatomik çalışma ve gözlemlerine dayanarak geliştirdiği anterior akromioplasti ile başarılı sonuçlar elde etmiştir (6, 7).

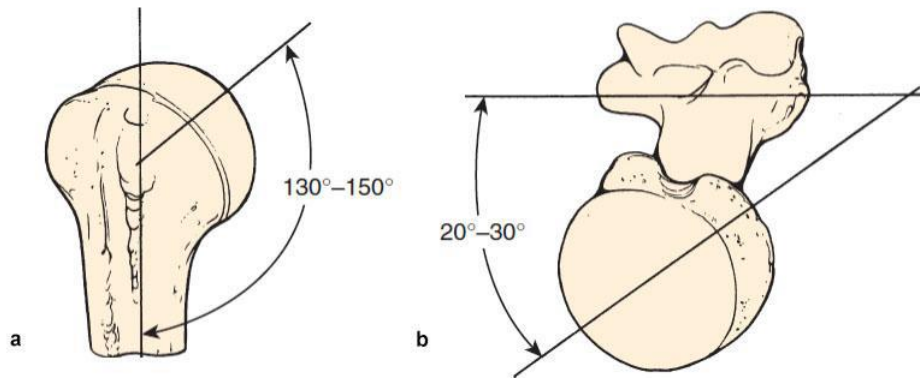
Rotator manşet ve yırtıkları üzerine yapılan yoğun klinik ve laboratuvar çalışmaları sonucunda artroskopi ve yeni fiksasyon yöntemleri geliştirilmiştir. 1980'lerin sonu itibari ile akromioplasti, artroskopik olarak yapılmaya başlanmış (8, 9), 2000'lerde ise artroskopik tamir yaygınlaşmıştır.

Biyomekanik olarak rotator manşet tamir tekniklerinin karşılaştırılmasını ilk kez 1989 yılında France ve arkadaşları yayınlamıştır (10). Sward ve Gerbert ise transosseöz tespit tekniklerini karşılaştırmışlardır (11, 12). Transosseöz dikiş ile dikiş kancasını (suture anchor) karşılaştıran çalışmalar ise artroskopik tekniğin yaygınlaşması ile 1996 yılından sonra sıklaşmıştır (13-16).

2.2. Anatomi

Omuz, vücudun en önemli eklemlerinden birisidir. Esasen fonksiyonel ve işlevsel bir eklem kompleksidir. Omuz eklem kompleksi eklem hareket genişliği en fazla olan eklemdir. Glenohumeral, akromioklavikular ve sternoklavikular eklemler gerçek eklemleri, skapulotorasik ve korakoakromial ark ise işlevsel eklemleri oluşturarak omuz eklem kompleksini oluşturmaktadır (17, 18). Omuz eklem anatomisini humerus, klavikula, sternum ve skapula kemikleri oluşturur. Ayrıca ilk yedi kotun posterior kısımları da skapulotorasik eklem katıldıkları için bu grup içinde sayılabilir.

Humerus başı sferoid şeklinde olup ortalama boyutu 43 mm'dir. Humerus başı transepikondiler aksa göre 20° - 30° retroverttir ve artiküler yüzü humerus diafizine göre 130° - 150° yukarı doğru inklinasyona sahiptir (Şekil 1) (19, 20).

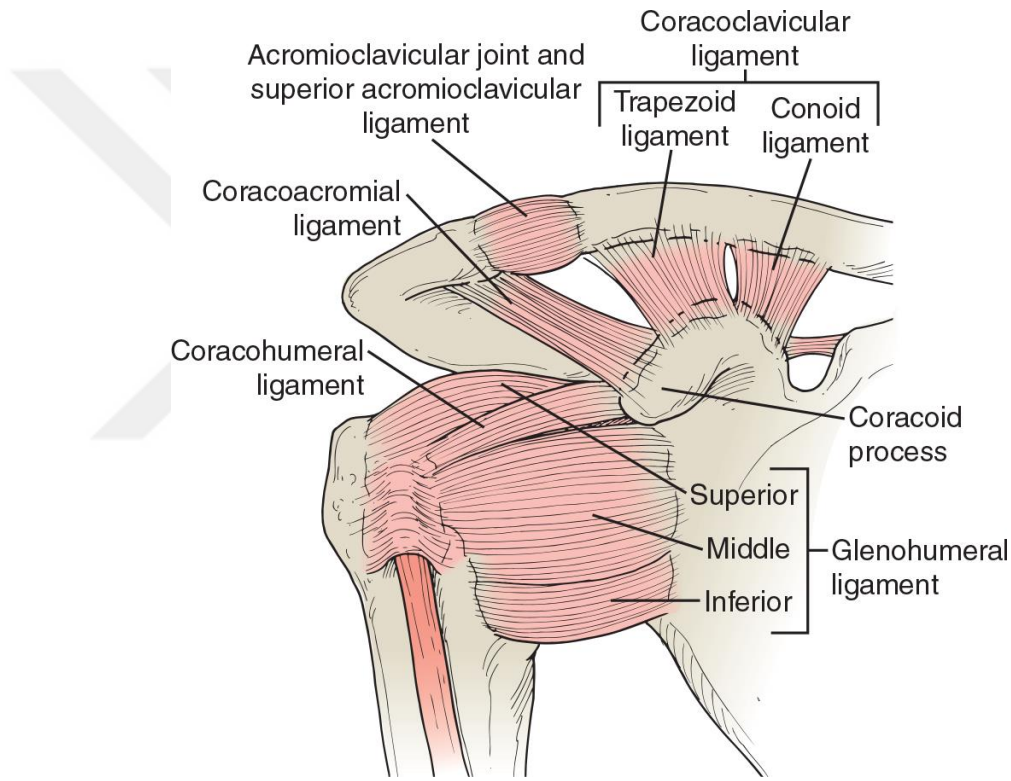


Şekil 1:a) Humerus başı inklinasyon açısı b)Humerus başının retroversiyon açısı (19)

Humerus proksimalinde bulunan tüberkülüm minör, subskapularisin yapışma yeri, tüberkülüm majör ise supraspinatus, infraspinatus ve teres minörün yapışma yeridir. İki tüberkül arasındaki bisipital oluktan ise bicepsin uzun başı geçer (19-21).

Humerus başı ile armut şekline sahip glenoid fossa sferoid tip eklem yaparlar. Glenoid fossa, skapular aksa göre 5° retroverttir.

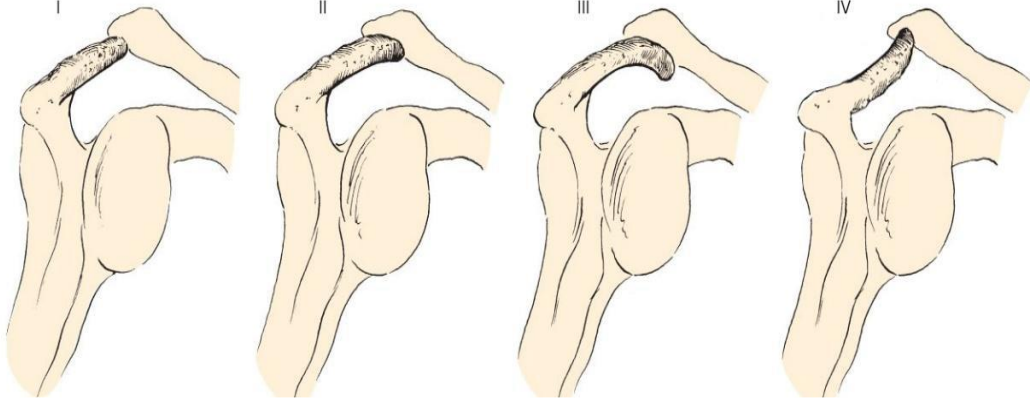
Korakoid, glenoid boynunun tabanından skapulanın lateral ve anterosüperiorundan çıkan dış yana uzanan çengel şeklinde yapıdır. Biceps kısa başının ve korakobrakialisin başlangıç yeri, pektoralis minörün sonlanma yerini oluşturur. Ayrıca korakoklavicular, korakoakromial ve korakohumeral ligamanlar da korakoid tüberküle yapışır (Şekil 2).



Şekil 2: Korakoide yapışan bağlar

Akromion, spina skapulanın kollum skapula üzerinde devamı olup arkadan öne doğru uzanım gösteren uzantısıdır. Üç farklı kemikleşme merkezine sahiptir. Bu kemikleşme merkezlerinden birinde kaynama olmazsa, kaynamamış parça os akromiale olarak adlandırılır (22). Kaynamamış os akromiale subakromial bölgede sıkışmaya sebep olabilir. Bigliani'nin 140 kadavra üzerinde yaptığı çalışmasının sonucuna göre anatomik olarak üç tip akromion bulunmaktadır. Tip 1 düz, tip 2

kavisli, tip 3 çengel (21). 1995’de Valhatan tarafından alt yüzü konveks olan dördüncü tip de tanımlanmıştır (Şekil 3) (23).



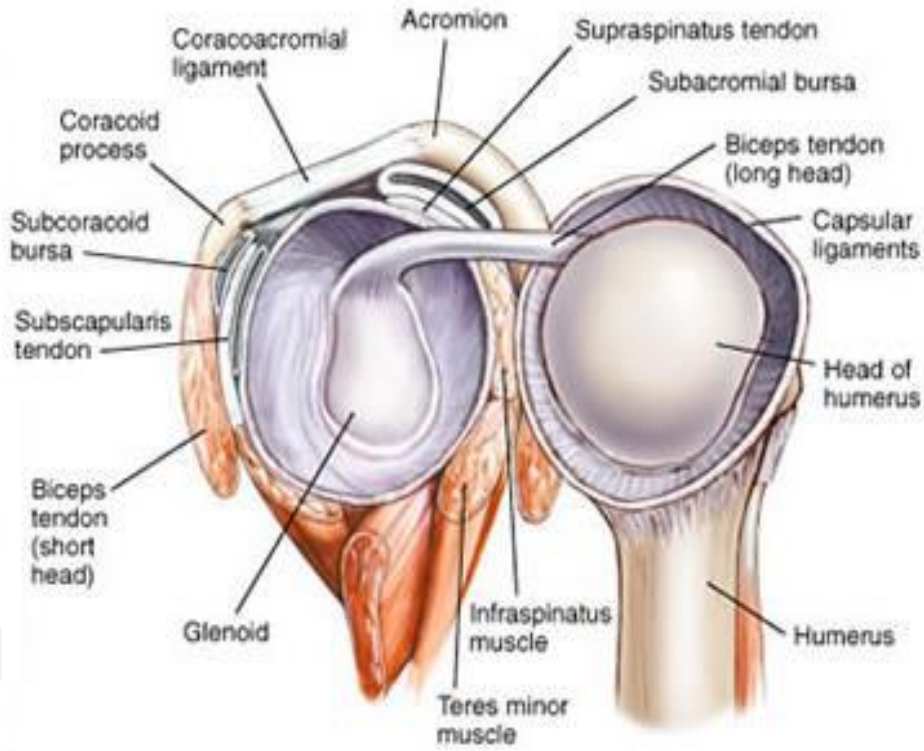
Şekil 3: Akromion tipleri Tip1: Düz Tip2: Kavisli Tip3: Çengel Tip4: Konveks

Geniş hareket eklem açıklığına rağmen uyumlu olmayan eklem yüzeyi nedeni omuz eklemine yerinde tutan statik ve dinamik stabilizatör yapılar mevcuttur.

Statik stabilizatörler, eklem kendine has yüzey anatomisi, eklem içi negatif basınç, glenoid labrum, eklem kapsülü ve kapsül kalınlaşması ile oluşan ligamanlar tarafından oluşturulur. Süperior glenohumeral ligaman adduksiyon veya hafif abduksiyondaki kolun dış rotasyonunu sınırlandırır. Orta glenohumeral ligaman 45 dereceye kadar abduksiyondaki kolun anterior translasyonunu sınırlar. İnfior glenohumeral ligaman abduksiyondaki kolun anterior ve inferior translasyonu sınırlar. Korakohumeral ligaman ise adduksiyon ve dış rotasyondaki kolun inferior translasyonu sınırlar.

Dinamik stabilizatörler ise rotator manşet kasları, biceps tendonu ve skapulotorasik eklemdir.

Omuz çevresinde bulunan iki bursadan ilki subskapular bursadır. Eklem ile ilişkilidir. Subskapularisin korakoide ve kollum skapulaya sürtünmesine engel olur. Diğer bursa olan subakromial bursa ise rotator manşeti, akromion ve akromioklavikular eklemden ayırır. Eklem hareketini kolaylaştırır. Enflame olursa ciddi ağrı kaynağıdır (Şekil: 4).



Şekil 4: Glenohumeral eklem açılmış hali

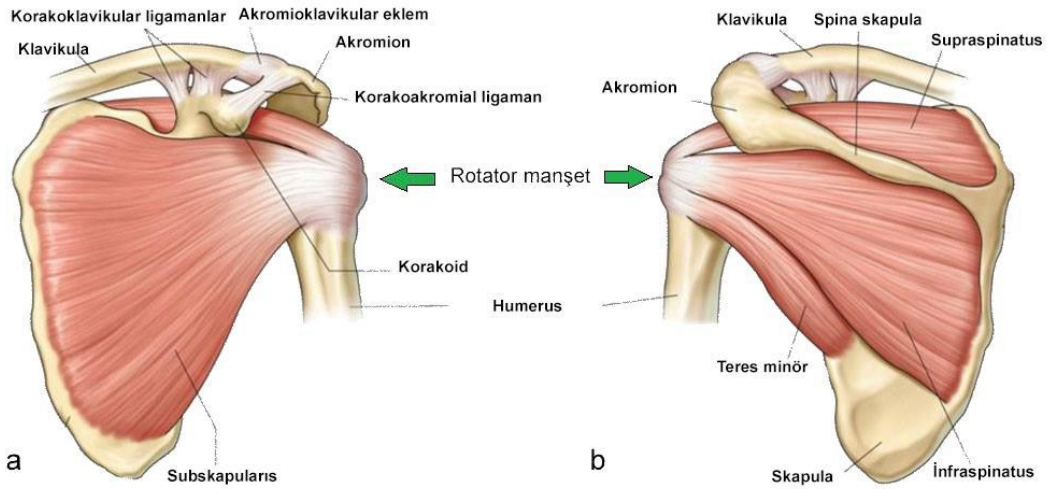
Rotator manşet, skapuladan köken alıp humerusun tuberkülüm majus ve tuberkülüm minusuna yapışan m. subskapularis, m. supraspinatus, m. infraspinatus ve m. teres minör isimli dört kasın oluşturduğu bir tendon kompleksidir.

Subskapularis kası, skapulanın ön yüzünden fossa subskapularisten köken alıp omuz ekleminin ön yüzünden geçip humerusun küçük tuberkülüne yapışır. Humerusa iç rotasyon yaptırır ve alt lifleri humerus başını aşağıya çeker. C5-C8'den köken alan n. subskapularis tarafından inerve edilir. Arteriyal beslenmesi axiller ve subskapuler arterler tarafından olur (Şekil 5).

Supraspinatus kası, spina skapulanın üzerindeki supraspinal fossadan köken alıp akromionun ve korakoakromial arkın altından geçip humerusun büyük tuberkülüne yapışır. Humerus başının glenoid kavitede durmasını, abduksiyonun ve öne elevasyonun başlamasını sağlar (24, 25). C4-C6'dan köken alan N. Supraspinatus tarafından inerve edilir. Arteriyal beslenmesi supraskapuler arter tarafından olur. Akromion ve humerus başı arasında kaldığı için en çok yaralanmaya maruz kalan kastır. Özellikle 40 yaş üstü kişilerde supraspinatus tendonunun yırtılma ihtimali belirgin artmıştır (6).

İnfraspinatus kası, skapulanın infraspinatus fossadan köken alıp humerusun büyük tuberkülünün posteriolateralinde orta 1/3' lük kısma yapışır. Humerusa dış rotasyon yaptırır ve omuz eklem kapsülünü posteriordan destekler. Nörolojik inervasyonu supraspinatus kası ile aynıdır Arteriyal beslenmesi supraskapuler arter tarafından olur (24, 25). Dış rotasyonun %60-90'ında rol alması en önemli omuz dış rotatorlarından biri haline gelmesine neden olur. Ayrıca omuz iç rotasyundayken omuz eklemine arkadan destek olarak posterior sublüksasyonlara, abduksiyon dış rotasyundayken humerus başını arkaya doğru çekerek öne sublüksasyonlara karşı korur.

Teres minör kası, skapulanın dış kenarından köken alıp humerus büyük tuberkülünün alt 1/3'lük kısmına yapışır. Zayıf bir dış rotatordur. C5-C6'dan köken alan n. axillaris tarafından inerve edilir. Arteriyal beslenmesindeki en önemli yapı posterior humeral sirkümfleks arter ve dallarıdır (24, 25).



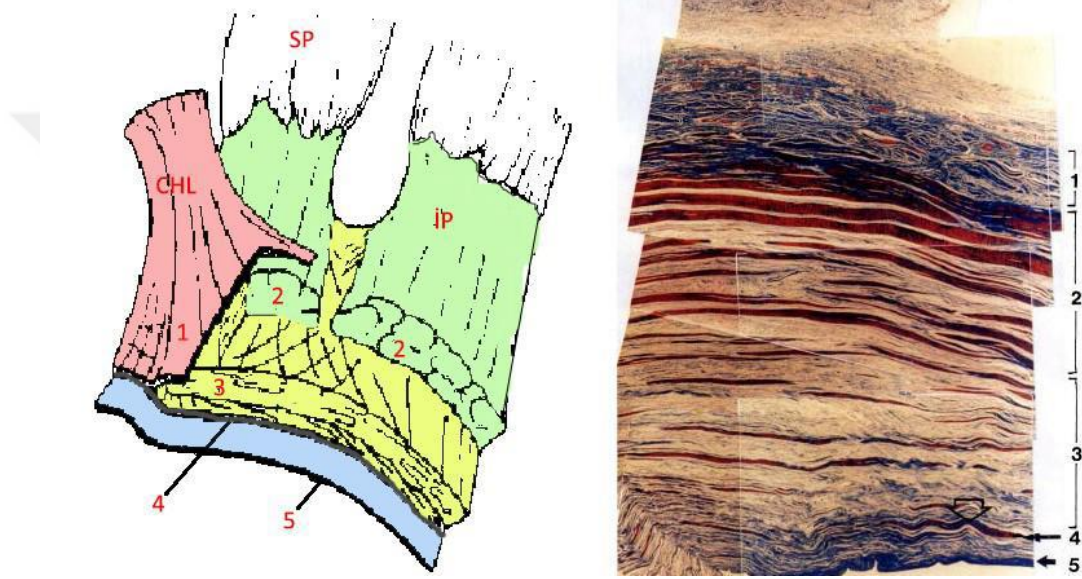
Şekil 5: Rotator manşet kasları

Rotator manşeti oluşturan kasların tendonları humeral yapışma yerine 1.5-2 cm kala birleşirler. Bu kasların kola iç ve dış rotasyon yaptırmanın yanında bazı önemli görevleri de mevcuttur. Bu görevler omuz eklem hareketi sırasında humerus başını glenoid fossada tutmak ve abduksiyonun ilk 15-20° başlatarak deltoid kasının moment koluna destek olmaktır. Supraspinatus kası abduksiyonun başlatma görevini tek başına yapmaktadır.

Yapılan çalışmalarda sağlam bir rotator manşet kasına makroskopik olarak bakıldığında humerus büyük tuberkülüne yapışmadan 1,5-2 cm önceki seviyeden

İtibaren cerrahi diseksiyon ile ayırmak mümkün değildir. İnfraspinatus ve teres minör arasındaki birleşme daha erken seviyelerde başlar. Muskulotendinöz kısımlarından itibaren gözle ayıramayacak şekilde birleştikleri görülür.

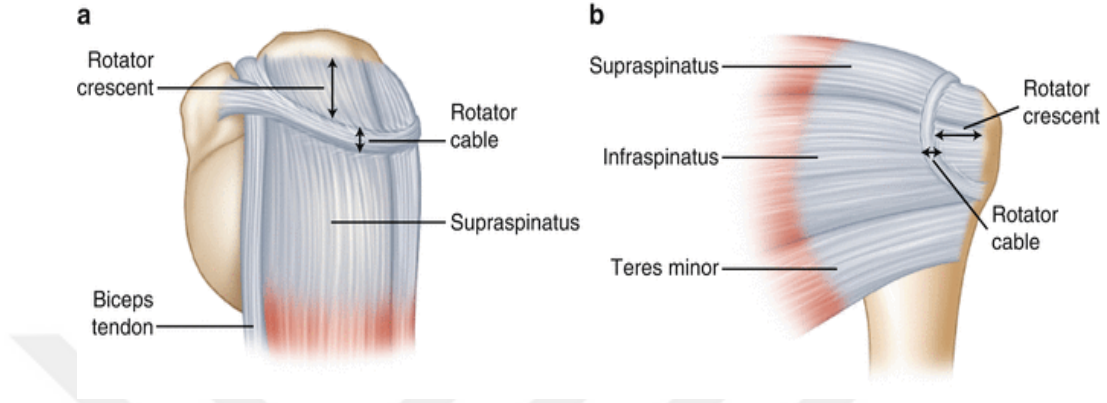
Subskapularis ve supraspinatus tendonlarının bisipital oluk üzerindeki birleşmeleri, oluk içerisinden geçen bicepsin uzun başı ile tendinöz bir kılıf oluşturur. Bu yapının üzerinden geçen transvers humeral bağ ise bicepsin olukta kalmasına neden olur. Gerilen biceps ise humerus başına bası yaparak glenohumeral stabiliteye katkı sağlar.



Şekil 6: Rotator manşet ve kapsül kompleksinin histopatolojik katmanları

Mikroskopik olarak bakıldığında, infraspinatus ve supraspinatus tendonlarının humerus yapışma yerinin hemen yakınında, rotator manşet ve kapsülün beş değişik tabakadan oluştuğu görülür (Şekil 6). Birinci tabaka korakohumeral bağın yüzeyel bantlarından oluşur. İkinci tabaka tendonun orta kısmını oluşturur ve kümeleşmiş, paralel tendon liflerinden oluşmaktadır. Üçüncü tabaka, kalın bir tendinöz yapı olarak dikkati çekmektedir, fakat ikinci tabaka kadar düzenli değildir. Dördüncü tabaka, kılıfın esas lifleri olan ikinci ve üçüncü tabakaya dik olarak ilerler ve kalın kollajen liflerden oluşmuş gevşek bir bağ dokusu yapısındadır. Bu tabakaya transvers bant, perikapsüler bant ya da “rotator cable” isimleri de verilir (Şekil 7). Bu tabaka, tendon yapışma yerinden güçlerin dağıtımında rol oynuyor olabilir ve bazı rotator manşet yırtıklarının klinik olarak asemptomatik olmasını açıklayabilir.

Beşinci tabaka ise eklem kapsülünün oluşturduğu tabakadır. Eklem kapsülü ve rotator kılıf liflerinin humerus yapışma yeri yakınlarında birleştikleri ve tendon liflerinin muskulotendinöz bölgede paralel seyrederken, yapışma yerine yaklaştıklarında 45 derecelik açıyla birbirlerine girip kaynaştıkları gösterilmiştir (26).

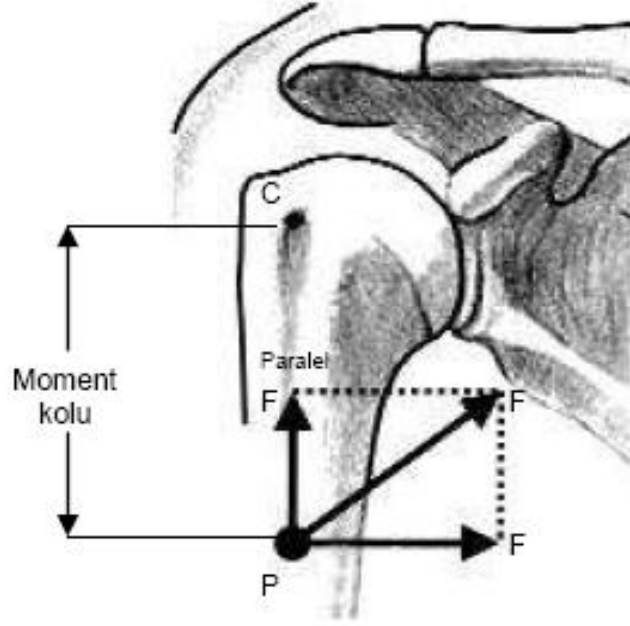


Şekil 7: Rotator kablo ve kresentin şematik görünümü

2.3. Biyomekanik

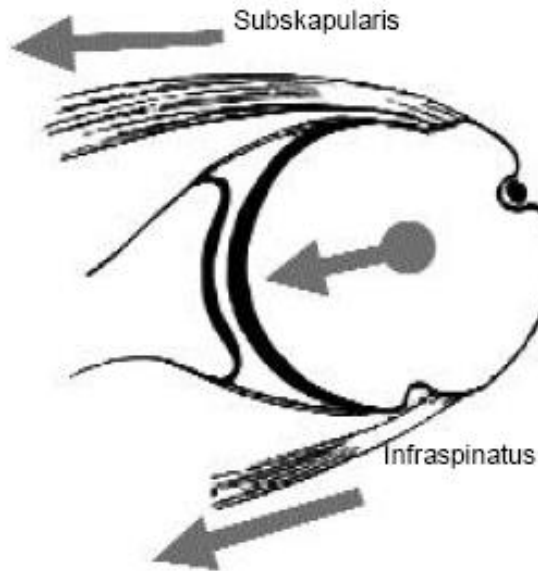
Rotator manşetin yapısı ve humeral yapışma yerleri çok iyi bilinmesine rağmen biyomekanik özellikleri hakkında detaylı bilgi yoktur. Rotator manşeti oluşturan tendonların ayrı ayrı seyir etmediği farklı seviyelerde birbirlerine karıştığı bilinmektedir. Mevcut düzen gereği rotator manşet kaslarından birinde meydana gelen kasılma farklı tendon yapışma yerlerinde de etki oluşturacaktır. Bu nedenle tendonların tek tek mekanik özellikleri hakkında bilgiler sınırlıdır (27).

Omuz ekleminin vücudun en hareketli eklemi olması ve kendine has tendon yapısı nedeniyle biyomekanik olarak anlaşılması güçtür. Omuz eklemi üç düzlemde hareket etme yeteneğine sahiptir. Manşet kaslarının kasılması sonucu oluşan tork, moment kolu (humerus başı merkezi ile bu kuvvetin etkili uygulama noktası arasındaki uzaklık) ile buna dik olan kas kuvvetinin bileşkesine bağlıdır (Şekil 8). Rotator manşet kasları tarafından ortaya çıkartılan kuvvetin büyüklüğü; kasın kitlesi, pozisyonu ve eklem pozisyonuna bağlı olarak değişmektedir. Eklem pozisyonu, kasın kuvvet ve torkunu etkilemektedir (28).



Şekil 8: Moment kolu, hareket merkezi ve torkun şematik gösterimi

Rotator manşet kasları üç fonksiyona sahiptir. Birinci fonksiyon, humerusa skapulaya göre rotasyon yaptırmaktır. İkinci fonksiyon, omuz eklem stabilitesini sağlamak, konkavite kompresyonu olarak bilinen mekanizma ile humerus başını glenoide bastırmaktır. Üçüncü ve en önemli fonksiyonu ise kas dengesini sağlamaktır (Şekil 9).



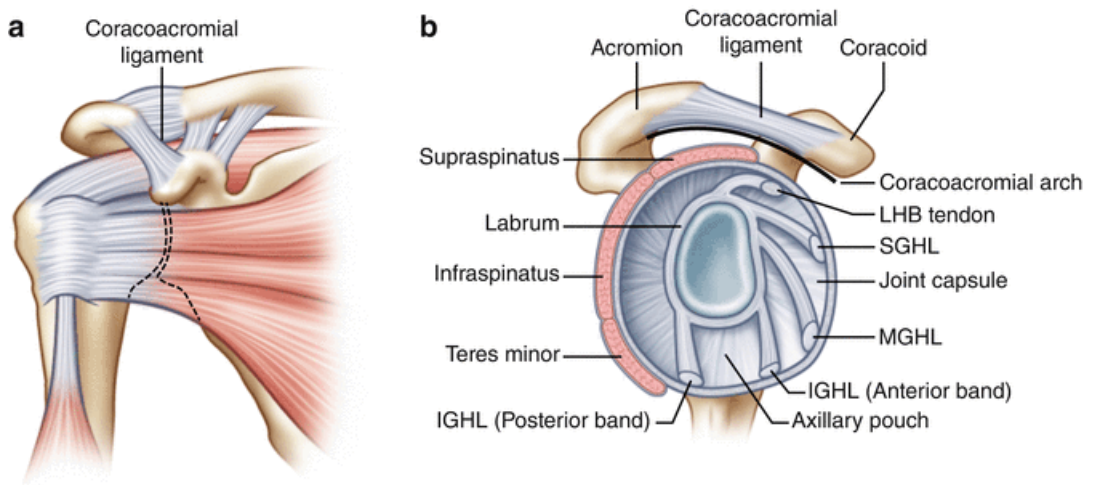
Şekil 9: Rotator manşetin omuz eklem stabilitesine etkisi

Deltoid, supraspinatus ve infraspinatus ile birlikte kola abduksiyon hareketi yaptırır. Abduksiyonun başında deltoid kas kuvvet momenti humerus başını yukarı doğru çeker. Rotator manşet ise ters yönde güç uygulayarak başın glenoidden çıkmasına engel olur. Rotator manşet yırtığında abduksiyonda humerus başının elevasyonunun nedeni budur (29).

Rotator manşet kas etkilerinin zamanlaması ve büyüklüğü, istenmeyen yönlerden kas hareketi oluşmaması için uyum içinde olmalıdır. Sonuç olarak rotator manşet kaslarının görevi, birbiri ile zıt veya aynı yönde çalışan kas gruplarının eş zamanlı ve uyum içinde çalışıp istenen hareketi gerçekleştiren hareket torkunu oluşturmaktır.

Seçici sinir blokajı ile rotator manşet kaslarının kuvvet payını ölçmek için yapılan çalışmada supraspinatus ve infraspinatusun abduksiyon kuvvetinin %45'ini, dış rotasyonun %90'ını karşıladığı ölçülmüştür (30). Supraspinatus ve deltoidin omuz eklem fleksiyon ve elevasyon hareketleri sırasında eşit miktarda kuvvet torku oluşturduğu bulunmuştur (31). Supraspinatusun omuz eklem ön kısmındaki liflerinin arka kısım liflere kıyasla daha kalın ve daha esnek olduğu gözlemlenmiş, dolayısı ile ön liflere binen yükün daha fazla olduğu ve esas fonksiyonelliğin ön liflerde olduğu anlaşılmıştır (32).

Geçmişte korakoakromial arkın, temasta bulunduğu rotator manşette yırtığa neden olduğu düşünülürdü. Günümüzde ise humerus başının süperiora migre olmasında korakoakromial arkın pasif stabilizatör olduğu ve özellikle rotator manşet yırtıklı hastalarda bu yönünün daha da öne çıktığı bilinmektedir (Şekil 10) (33).



Şekil 10: Korakoakromial ark

Biceps tendonun uzun başı, rotator manşetin fonksiyonel bir parçası olarak kabul edilmektedir. Bisipital olukta korakohumeral bağ ve transvers humeral bağ tarafından sarılmış durumdadır. Tendonun gerilmesi humerus başını glenoide doğru iterek stabiliteyi artırır. Humerusun adduksiyonda daha fazla rotasyon yapıp, abduksiyonda daha kısıtlı olmasını açıklar (27).

2.4. Hasarlanma Patofizyolojisi

Rotator manset hasarlanma patogenezi konusunda birçok çalışma yapılmış gelişimi konusunda birçok hipotez ileri sürülmüştür. Günümüzde, rotator manşet hasarlanmasına birçok etkenin yol açabildiği konusunda görüş birliği vardır. Bu etkenler, ekstrinsik (korakoakromial arkın şekli, tensil aşırı yüklenme, kinematik anormallikler) ve intrinsik (tendonun damarsal beslenmesi, mikro-yapısal kollajen lif anormallikleri ve materyal özelliklerinde bölgesel değişiklikler) olmak üzere ikiye ayrılır (Şekil 11) (5, 6, 34-38).



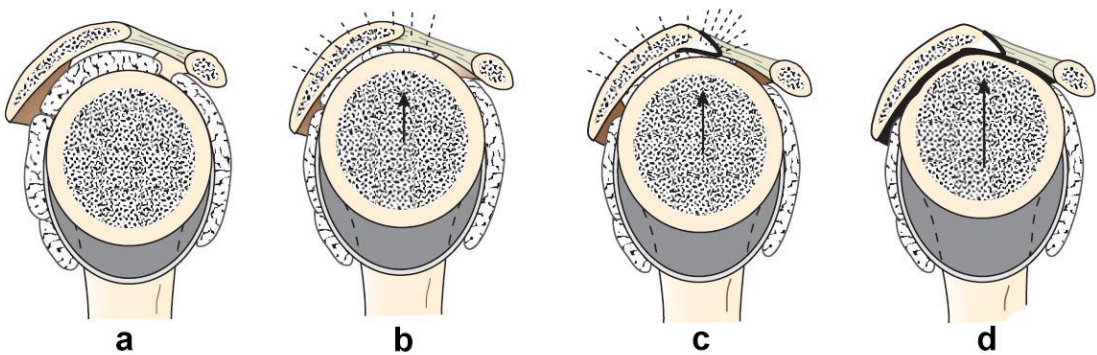
Şekil 11: Bigliani sınıflaması (akromionun morfolojisine göre)

2.4.1. Ekstrinsik Mekanizma

Ekstrinsik mekanizma, rotator manşet yırtıklarına kemik ve yumuşak doku gibi tendon dışı yapıların sebep olmasıdır. Neer, rotator manşet yırtıklarının %95'inin, tendonun korakoakromial arkın altında mekanik kompresyonu sonucunda oluştuğunu bildirmiştir. 'Subakromial sıkışma sendromu' adını verdiği bu mekanizma sonucunda, akromion alt yüzeyinin üçte bir ön kısmında, korakoakromial bağda ve bazen de akromioklaviküler ekleme değişiklikler olmaktadır (5). Akromionda görülen morfolojik değişiklikler Neer tarafından tartışılmaya başlanmış Bigliani ve

arkadaşlarının yaptıkları anatomik çalışmayla büyük yankı uyandırmıştır. Bu çalışmada üç tip akromion olduğunu belirtmişlerdir. Tip 1 düz, tip 2 eğri, tip 3 çengel akromion ve görülme sıklıkları sırasıyla %17, %43 ve %40'dır. En sık tip 2 eğri akromion görülmektedir. Tam kat rotator manşet yırtığına tip 3 çengel akromion sebep olmakta, bunu tip 2 ve tip 1 izlemektedir. Rotator manşet yırtıklı hastaların %73'ünde tip 3 akromion saptanmıştır. Tip 3 akromion ile rotator manşet yırtığı arasında bu sıkı ilişkiye rağmen akromionun yapısal olarak mı böyle olduğu yoksa korakoakromial bağ traksiyonuna bağlı oluşan bir spur mu olduğu anlaşılamamıştır (Şekil 11) (34).

Yazıcıoğlu ve arkadaşlarının yenidoğan kadvralarından yaptıkları çalışmada tip 2 ve tip 3 akromionun yapısal olmaktan çok edinsel olabileceğini belirtmişlerdir (39). Akromion çengellerinin çoğunun korakoakromial bağa doğru olması plantar fasya çekmesine bağlı oluşan 'topuk dikenine' ne benzer bir oluşumla gerçekleşebileceğini düşündürmüştür. Putz ve Reichelt ameliyat ettikleri 133 hastanın %75'inde, korakoakromial bağın akromiona birleşme yerinde kondroid metaplazi olduğunu göstermişler ve bu metaplastik bölgenin, enkonral kemik formasyonu ile daha sonra akromial çengel haline dönüşebileceğini savunmuşlardır (Şekil 12) (40). Riley ve arkadaşları, supraspinatus tendonunda fibrokartilajinöz alanlar belirlemişlerdir. Bu araştırmacılar bu morfolojik özelliklerin, kompresyon dahil olmak üzere mekanik kuvvetlere karşı bir adaptasyon sonucu geliştiğini ileri sürmüşlerdir (41).



Şekil 12: Akromial traksiyon çengeli. Normal ilişki (a); Humerus başı yukarıya yer değiştirdiğinde korakoakromial arkın üzerinde binen yük tüm yönlerde artar (b); Sonuç olarak korakoakromial bağın içinde traksiyon çengeli (çıkıntı) oluşur (c); Rotator manşet artropatisi (d)

Günlük aktivitelerde omuzun aşırı kullanımı, sigara öyküsü, ileri yaş ve diabetes mellitus gibi sistemik hastalıklar omuz çevresi yumuşak dokularda inflamatuvar yanıt oluşturan çevresel ekstrinsik faktörler olarak kabul edilebilir. Edinsel nedenler arasında en iyi bilineni ileri yaş olup, tip 3 akromion ile arasında doğru orantı bulunmuştur. Wang ve Saphiro, akromionun morfolojik özellikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, artan yaş ile paralel olarak, tip I den tip III akromiona doğru, görülme sıklığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulmuşlardır (42). Epidemiyolojik olarak artan yaşla beraber rotator manşet yırtıklarının da artması bu veriyi desteklemektedir.

Subakromial dekompresyon ameliyatı sonrasında en çok fayda görenlerin bursal yüzde yırtığı olan tip 3 ve tip 2 akromiona sahip hasta grubu olduğu gösterilmiştir. Konservatif tedaviden en çok fayda görenlerin ise tip 1 akromion grubu olduğu belirtilmiştir (43).

2.4.2. İntrinsik Mekanizma

İntrinsik mekanizma, rotator manşet tendonlarının kendine ait patolojilerine sekonder olarak ortaya çıkar. İlk kez Codman tarafından tanımlanmıştır. Codman, rotator manşete ait patolojilerin nedeninin dejeneratif değişikliklerden kaynaklandığını savunmuştur (2).

Uthoff ve Sarkar yaptıkları bir kadavra çalışmasında, rotator manşet yırtıklarının büyük bir çoğunluğunun artiküler yüzde oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Yırtıklarının öncelikli olarak dejeneratif nitelikte olduğunu ve ekstrinsik sebeplerin ikincil olarak rol oynadığını belirtmişlerdir (44). Ozaki ve arkadaşları 200 kadavra omzunda, akromion alt yüzeyindeki değişiklikleri incelemişler; eklem tarafında kısmi rotator manşet yırtığı olan örneklerde akromion alt yüzeylerinin sağlam olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, rotator manşetteki yırtığın derecesinin, akromion alt yüzeyindeki değişikliklerle korelasyon gösterdiğini; akromionun üçte bir ön tarafındaki ve alt yüzeyindeki değişikliklerin, bursal taraftaki yırtıklarla ilişkili olduğunu savunmuşlardır (45). Dejenerasyondaki asıl sebep yaşlanmadır. Diğer bağ dokusu elemanları gibi rotator manşet tendonları da az kullanma ve yaşlanmayla zayıflar ve daha az kuvvetle yırtılabilir hale gelir. Yapılan bir çalışmada yaşa bağlı değişiklikler gösterilmiştir. Bu değişiklikler, manşetin yapışma yerinde fibrokartilaj miktarında azalma, damarlanmanın bozulması, hücresel kaybın yanı sıra tendonda

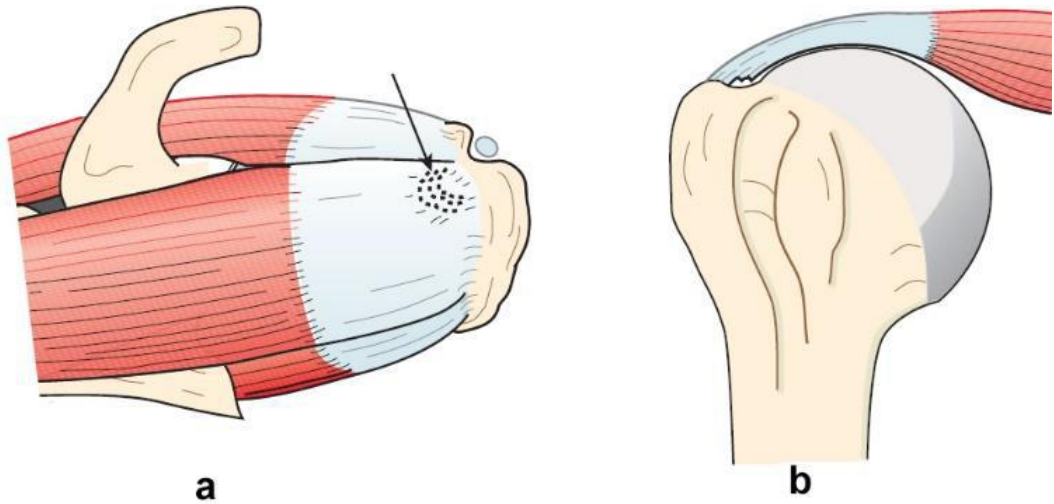
fragmentasyon, kemiğe yapışma yerindeki Sharpey liflerinde ayrılma olarak sayılabilir (46).

Rotator manşetin vasküler anatomisi, yırtık oluşma patogenezindeki rolü nedeniyle büyük ilgi çekmiştir. Kadavraların normal omuzlarında yapılan mikroenjeksiyon çalışmalarında, supraspinatus tendonunun ön kısmında damarlanmada azalma (hipovasküler bölge) olduğu gösterilmiştir. Bu hipovasküler bölge, Codman'ın tanımladığı “kritik alana” karşılık gelmektedir (2). Dejeneratif rotator manşet yırtıklarının çoğunun bu bölgede olması, hipovasküleritenin yırtık patogenezinde rolü olabileceğini düşündürmektedir. Rathbun ve Macnab kadavra rotator manşetlerinde, kanlanmanın kolun pozisyonuna bağlı olduğunu göstermişlerdir (38). Kol adduksiyonda iken, supraspinatus tendonunun tüberkülüm majusa yakın kısmına kontrast madde enjeksiyonu sonrası bölgenin yeterince kontrast madde tutmadığını gözlemlemişlerdir. Kol abduksiyona getirilince ise yapışma yerinde hemen hemen tam bir dolun olduğunu görmüşlerdir.

Swiontkowski ve arkadaşları lazer Doppler ile yaptıkları çalışmada, normal tendonda, “kritik bölgede” akımın sürekli var olduğunu, yırtık tendon kenarlarında ise akımın artmış olduğunu saptamışlardır (39). Biberthaler ve arkadaşları travmatik olmayan rotator manşet yırtığı olan hastalarda yaptıkları artroskopik çalışmada, lezyonlu bölgeyi yeni geliştirilmiş bir mikroskop olan OPS (Orthogonal Polarized Spectroscopy) görüntüleme tekniği ile incelemişler; rotator manşet lezyonunun kenarlarında fonksiyonel kapiller yoğunluğunu kontrol grubuna kıyasla azalmış bulmuşlardır (40). Yazarlar bu bulgudan travmatik olmayan rotator manşet yırtıklarında mikrodolaşımın anlamlı derecede bozulmuş olduğu sonucuna varmışlardır. Subakromial uzaklık ile ilgili yürütülen basınç çalışmalarında, omuz seviyesinin üzerinde 1 kg yük kaldırmanın, mikrosirkülasyonu engelleyecek derecede basınç artışına neden olduğu gösterilmiştir (41). Dolayısıyla, kan akımı dinamik nedenlerden etkilenmekte ve omzun fonksiyonel aktivitesi ile ilişkili olabilmektedir.

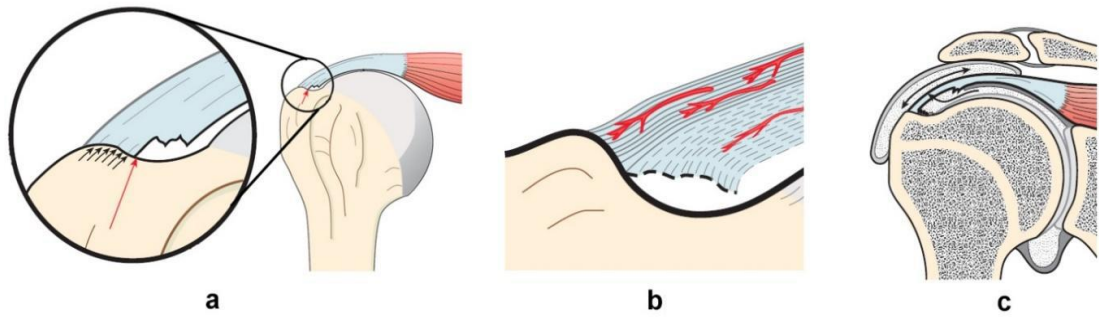
Uthoff ve Sarkar, rotator manşet tam kat yırtığı olan 115 hastanın cerrahi tedavisi sırasında aldıkları biyopsi parçaları üzerinde, yırtık bölgesini örten damarlı bir bağ dokusu ve parçalanmış tendonda hücre çoğalması gözlemişler, tendon iyileşmesinde fibrovasküler doku kaynağının subakromial bursa olduğunu belirtmişlerdir (44). Bütün bunlara karşın, rotator manşet yırtıklarında hipovasküleritenin patogenezdaki rolü hala tam bir kesinlik kazanamamıştır.

Bazı histolojik çalışmalarda düz kas aktininin rotator manşette yırtık kenarlarındaki hücreler içinde birikerek hücre içindeki kollajen glikozaminoglikan bileşiklerinin kontraksiyonuna neden olduğu gösterilmiştir. Yırtık kenarlarında retraksiyon oluşturarak iyileşmeyi olumsuz yönde etkilediği gösterilmiştir (47). Manşetin kollajen içeriği ile ilgili yapılan çalışmalarda, yaşlanma ile ortaya çıkan dejeneratif süreçte tip III kollajen miktarının arttığı, bu durum karşısında kompresif kuvvetlere dayanıklılığı sağlayan ve sağlıklı bir rotator manşette özellikle manşetin kemiğe yapışma yeri olan fibrokartilaj bölgede yoğunlukta olan tip II kollajen miktarının ise azaldığı saptanmıştır (48). İntrensek mekanizmayı açıklamak için kullanılan en önemli model mikrotravma modelidir. Yaşa bağımlı tendon hasarı tekrarlayan mikrotravmalarla birleşerek, tamir edilme sınırını aşan küçük yaralanmalara neden olur ve sonunda zayıflamış tendonda parsiyel yırtık ardından da tam kat yırtık oluşur. Bu model, parsiyel yırtıkların tipik olarak artiküler yüzeyde başladığını savunan Codman'ın rotator manşet yırtıkları ile ilgili intrinsik teorisini desteklemektedir. Maruz kaldığı aşırı yükler ve kısıtlı iyileşme kapasitesinden dolayı, yırtık giderek büyümektedir (49). Yamanaka ve Matsumoto, yaptıkları bir çalışmanın sonuçlarıyla bu modeli desteklemişlerdir. Ortalama yaşı 61 olan 40 olgudaki parsiyel yırtıkları, ilk artrografiden bir yıl sonra tekrar incelemişler ve yırtıkların %10'unda iyileşme, %10'unda boyutunda küçülme, %50'sinde boyutunda büyüme, %25'inde ise tam kat yırtığa dönüşme olduğunu belirlemişlerdir (50).



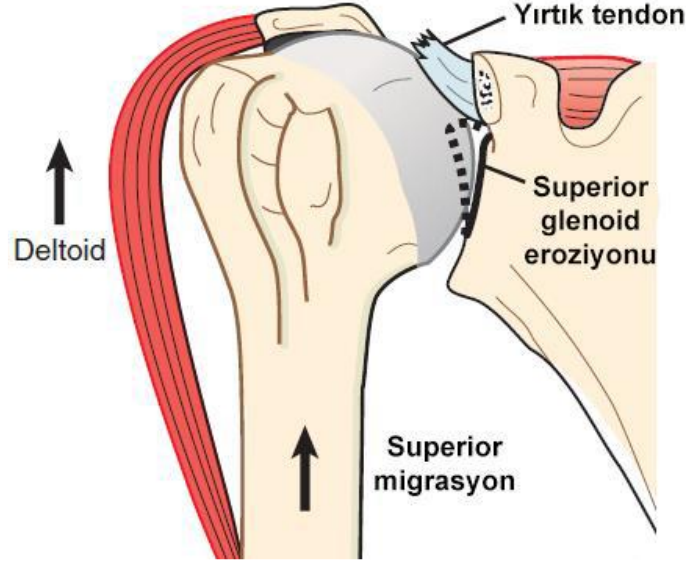
Şekil 13: Rotator manşet yırtıkları tipik olarak supraspinatus yapışma yerinin anterior köşesinden, derin yüzeyden başlar. Yukardan görüntü (a); Önden görüntü (b)

Mikrotravma modeline göre yırtıklar, yüklerin en fazla olduğu supraspinatus tendonunun ön kısmı olan biceps tendonuna yakın kısmında başlar (Şekil 13). Yırtık başladığında, henüz yırtılmamış olan komşu tendon liflerinde gerilim yükleri artar. Bu duruma “fermuar fenomeni” denir. Bu arada yırtık kenarındaki aşırı gerilme sonucu tendondaki lokal kan akımı bozulur (Şekil 14). Tendonun boşluk kaplayıcı etkisi kalkar, humerus başı yukarıya doğru yer değiştirir. Biceps tendonu üzerine binen yük artar. Yırtık, bisipital oluğu aşır subskapularis tendonuna uzanır. Rotator manşet yırtılınca konkavite-kompresyon mekanizması bozulacağı için humerus başı, deltoidin çekmesine bağlı olarak, yukarıya kayar. Humerus başının yukarıya kayması, geriye kalan manşeti korakoakromial arkın altında sıkıştırır. Bu arada, korakoakromial bağda dejeneratif traksiyon spurları oluşur. Abrazyona bağlı olarak humerus eklem kıkırdağında hasar oluşur ve sonuçta manşet yırtığı artropatisi olarak bilinen ikincil dejeneratif eklem hastalığı gelişir (Şekil 15) (29).



Şekil 14: a) Kopmamış tendon liflerine binen fazla yük, kopmalarını kolaylaştırır (fermuar fenomeni). b) Sağlam liflerdeki artmış gerilim, yırtıktaki kan akımını bozar. c) Yırtık tendon, hem artiküler hem bursal taraftan sinovyal sıvıya maruz kalır ve iyileşmesi bozulur.

Rotator manşet, insan yaşamı boyunca aşırı kullanım, tekrarlayan subakromial bası ve hipovasküler bölge gibi nedenler ile traksiyon, kompresyon, kontüzyon, subakromial abrazyon, enflamasyon ve belki de en önemlisi yaşa bağlı dejenerasyon gibi çeşitli etkenlere maruz kalmakta ve bu etkenler tendinite yol açarak dokuların proteoglikan ve kollajen içeriğini etkilemektedir (29).



Şekil 15: Rotator manşet artropatisi; tendon yırtığı ile beraber humerus başı yukarıya migre olup superior glenoidde erozyon (noktalı çizgi) meydana gelir. Superior glenoidin erozyonu, humerus başı instabilitesine ve artroz sürecinin hızlanmasına sebep olur.

2.5. Rotator Manşet Yırtıklarının Sınıflandırılması

Rotator manşet yırtıklarının sınıflaması klinik uygulamada tanı, tedavi, prognozun ve tedavi sonuçlarının bilimsel değerlendirmesine yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Yırtığın şekli, yeri, etiyojisi, büyüklüğü, topografisi, patolojisi ve öyküsü, tendonların yırtık oluşumuna katkısı ile birlikte çok değerli bilgiler sağlamaktadır (51). İlk sınıflama Codman tarafından 400 hasta üzerinde yapılan çalışmanın sonuçlarında ortaya çıkmıştır. Omuz ağrısına yol açan dört sebep; supraspinatusun tam yırtığı, kısmi yırtığı, kalsifiye tendon ve tendinitis olarak belirtilmiştir.

Rotator manşet lezyonları ise;

- 1) Rotator manşetin tüm katlarını içermeyen kısmi kalınlıkta (parsiyel) yırtıklar,
- 2) Rotator manşetin tüm katlarının ve kapsülün yırtığa katıldığı, subakromial bursa ile eklem kavitesinin ilişkili olduğu yırtıklar,
- 3) Tam longitudinal yırtıklar olarak sınıflandırılır.

Bunlar nadiren ve genelde genç hastalarda görülür, manşetin tendon liflerine paraleldir ve çoğunlukla rotator interval bölgesinde supraspinatus-subskapularis bileşkede ortaya çıkar (51).

2.5.1. Parsiyel Yırtıklar

Tendonun tüm katlarının hasarlanmadığı yırtık tipidir. Glenohumeral eklem ile subakromial bursa arası ilişki yoktur. Yerleşim yerine ve yırtığın tipine göre ikiye ayrılırlar.

2.5.1.1. Yerleşim Yerine Göre Sınıflandırma

Parsiyel yırtıklar komşu oldukları anatomik yapılara göre artiküler taraf, bursal taraf, intramural-intertendinöz olarak alt gruplara ayrılır. Fukuda 149 kadavranın sol omzunda %13 oranında kısmi kalınlıkta yırtık saptamıştır. Bunların %3'ü bursal tarafta, %3'ü artiküler tarafta, %7'si intertendinözdür (52).

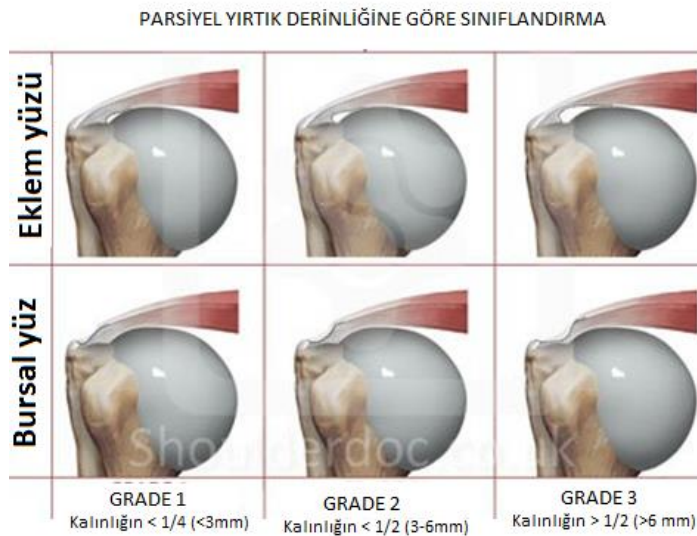
2.5.1.2. Yırtığın Derinliğine Göre Sınıflandırma

Ellmann parsiyel yırtıkları derinliklerine göre üç gruba ayırmıştır.

Grade 1) 3 mm'den daha az derindir; tendon kalınlığının 1/4'ünden daha az bir kısmını ve yalnızca kapsül ya da yüzeysel lifleri tutar.

Grade 2) Yırtıklar 6 mm'den daha az derinliktedir; tendon kalınlığının yarısından daha az kısmını tutar.

Grade 3) Tendon kalınlığının yarısından fazlasının yırtığa katıldığı tiptir (Şekil 16) (53).



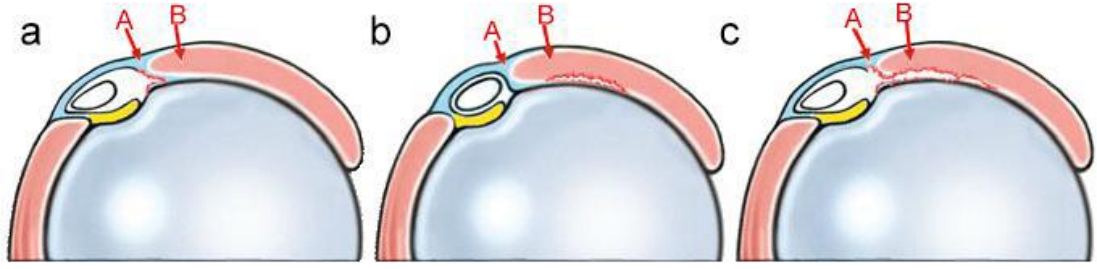
Şekil 16: Rotator manşet parsiyel yırtık sınıflaması

Snyder, 2003 yılında parsiyel rotator manşet yırtıkları için daha detaylı bir sınıflandırma sistemi geliştirmiştir. Bu sistemde yırtıklar, yırtık şiddetine göre sınıflandırılmıştır. Grade 0 normal rotator manşeti, Grade IV ise 3 cm'den büyük parsiyel yırtıkları ifade etmektedir (Tablo 1) (54).

Tablo 1: Parsiyel rotator manşet yırtıklarında Snyder sınıflandırması (54)

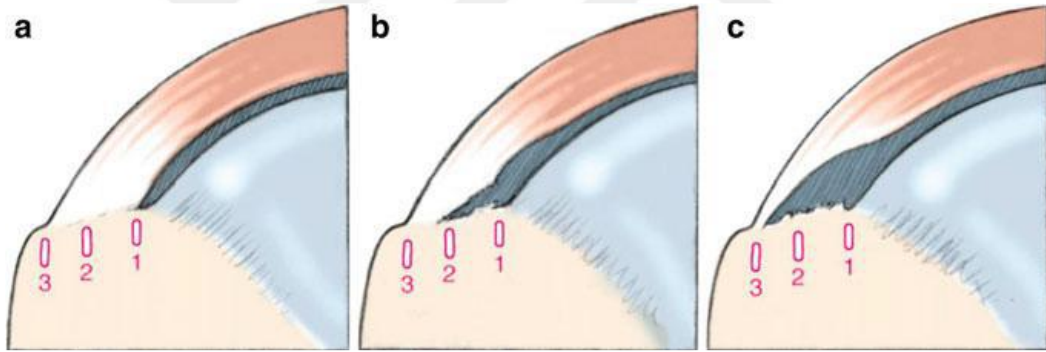
Yırtığın yerleşim yeri	
A	Eklem yüzü
B	Bursal yüz
Yırtığın şiddeti	
0	Manşet normaldir ve düzgün bir şekilde sinovyum ve bursa ile örtülmüştür.
1	Bursa veya sinovyumda minimal irritasyon bulguları mevcuttur. Kapsül 1 cm'den küçük lokalize bir bölgede, hafifçe yıpranmıştır.
2	Rotator manşetin bazı fiberlerinde yıpranma ve yetmezlik gelişmiştir (1 cm'den küçük) ve bursa, sinovyum veya kapsülde yaralanma mevcuttur.
3	Daha şiddetli manşet yaralanması mevcuttur. Tendon fiberlerinde 2-3 cm'den büyük bir alanda yıpranma ve parçalanma görülür.
4	Çok şiddetli yaralanma mevcuttur. Büyük flep şeklinde bir yırtık ile beraber yıpranma ve parçalanma birden fazla tendonda (4 cm'den büyük) görülür.

Habermeyer ve arkadaşları artiküler taraf parsiyel yırtıklar için artroskopik bir sınıflandırma sistemi geliştirmişlerdir. 2008'de yayınlanan makalelerinde bu sistemi, Ellman ve Snyder'in sistemleri ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, Ellman'ın ve Snyder'in sistemlerinde, koronal ve transvers plandaki yırtığın genişliğinin dikkate alınmadığını fark ettiler. Geliştirdikleri yeni sistem yırtığın şiddeti dışında, sagittal plandaki yırtık boyutu ve yerleşimini de kapsamaktadır (Şekil 17,18) (55).



Şekil 17: Habermeyer'in, transvers plandaki parsiyel yırtıkları sınıflandırması (55).

Transvers planda artiküler taraf yırtıkların sagittal uzanımı gösterilmektedir. Tip A: Korakohumeral ligaman yırtığı supraspinatus tendonunun medial kenarına kadar genişlemiştir (a). Tip B: Kresent alanında izole yırtık (b). Tip C: Yırtık supraspinatusun medial kenarından kresent alanına kadar uzanmaktadır (c). Korakohumeral ligaman (A), Rotator manşet tendonu (B)



Şekil 18: Habermeyer'in, koronal plandaki parsiyel yırtıkları sınıflandırması (55).

Supraspinatus tendonunun artiküler taraf yırtığının longitudinal uzanımı gösterilmektedir. Tip 1: Kartilaj ile kemiğin geçiş bölgesinde küçük yırtık mevcuttur (a). Tip 2: Yırtık ayak izi ortasına kadar uzanmaktadır (b). Tip 3: Yırtık majör tüberküle kadar uzanmaktadır (c).

2.5.2. Tam Kat Yırtıklar

Günümüzde tam kat yırtıkların sınıflandırılmasında birçok faktörün önemi bilinmektedir. Yırtığın şekli, büyüklüğü, yırtığa katılan tendon sayısı, retraksiyon miktarı, kasın atrofisi ve yağlı dejenerasyon bu faktörler arasında yer almaktadır.

2.5.2.1. Yırtığın Şekline Göre Sınıflandırma

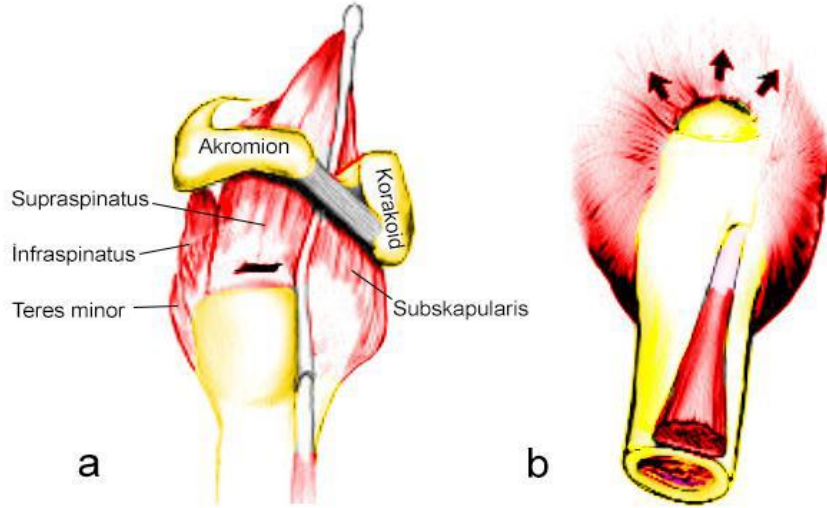
Wolfgang 1974’de rotator manşet yırtıklarını şekillerine göre transvers, üçgen veya hilal şekilli ve masif olarak üçe ayırmıştır (56). Ellmann 1993’de yırtığın büyüklüğü, şekli ve bulunduğu tendona bağlı olarak daha ayrıntılı bir sınıflandırma yapmıştır (Tablo 2) (53).

Tablo 2: Ellmann tam kat yırtık şekillerine göre sınıflaması (53)

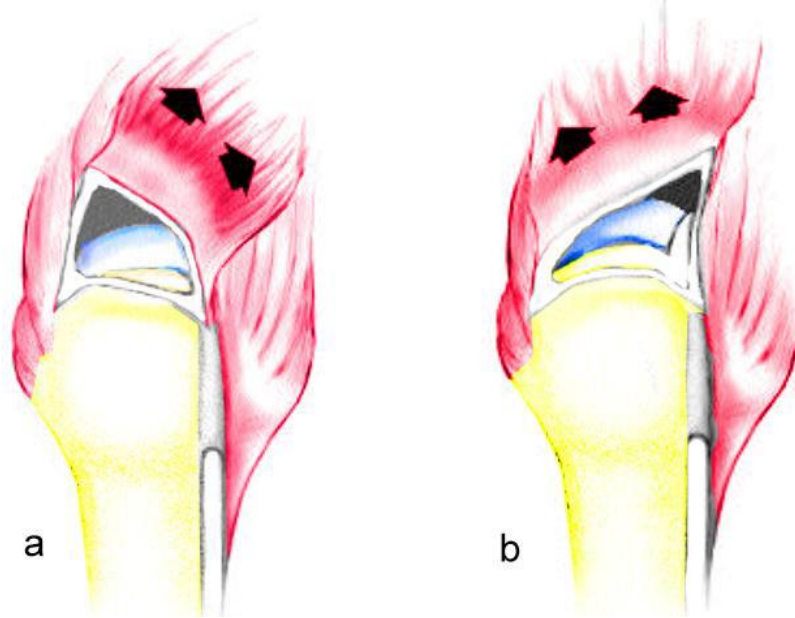
Şekil	Yer
Transvers lineer	Supraspinatus insersiyosunda
Hilal şeklinde	Transvers lineer yırtıkların supra ve infraspinatus tendonlarının çekmesiyle
L-şeklinde	Transvers yırtık ile birlikte infra-supraspinatus arasından longitudinal yırtığın bulunması
Ters L-şeklinde	Rotator intervale uzanan
Dörtgen	Hem supraspinatus hem infraspinatus uzantıları olan retrakte transvers yırtık
Masif	Teres minör ve/veya subskapular tendonlar da katılır

Lineer yırtıklar, supraspinatus insersiyosunda transvers seyirli yırtıklar olup oldukça nadir görülürler (Şekil 19a). Hilal şeklindeki yırtıklar, supraspinatus tendonunu içerir. Rotator manşet kaslarının yırtık kenarını çekmesi nedeniyle biceps tendonu uzun başı yakınından başlayan hilal şeklindeki yırtıklardır (Şekil 19b).

Ters L ve L şekilli yırtıklar, önceden üçgen sekinde yırtıklar olarak isimlendirilen yırtıklardır. Orta büyüklükte ters L şeklindeki bir yırtık en çok supraspinatus tendonundaki bir yırtığın, biceps tendonu üzerindeki çizgi boyunca rotator intervale doğru uzanması ile oluşur (Şekil 20b). L şekilli yırtıklar ise supraspinatus tendonundaki bir yırtığın, supraspinatus ve infraspinatus birleşme yerine doğru uzanması ile oluşur ve böylece supraspinatus tendonundaki yırtığın kenarı anteromediale doğru çekilmiş olur (Şekil 20a).

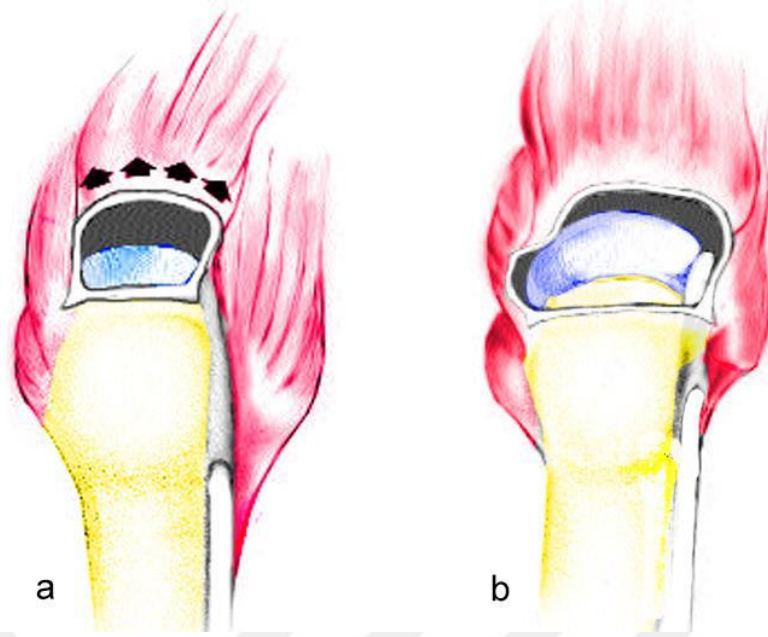


Şekil 19: a) Supraspinatus insersiyosunda transvers lineer yırtık, b) hilal şeklinde yırtık (53)



Şekil 20: L-şeklinde yırtık (a) (transvers yırtık ile birlikte infraspinatus-supraspinatus tendonları arasından longitudinal yırtık). Ters L-şeklinde yırtık (b) (rotator aralıktan longitudinal kısmı olan) (53)

Dörtgen şekilli (trapezoidal) yırtıklar, supraspinatus ve infraspinatus tendonlarının her ikisini birden kapsayan yırtıkların, önde rotator aralığa, arkada infraspinatus ve teres minor birleşme yerine doğru ilerlemesi sonucunda oluşur (Şekil 21a). Yırtığın iç kenarı glenoid seviyesine kadar bazen de kolun elevasyonu sırasında humerus başının yukarıya doğru yer değiştirmesine neden olacak kadar retrakte olabilir.



Şekil 21: a) Dörtgen (trapezoid) yırtıklar, supraspinatus ve infraspinatus uzantıları olan retrakte transvers yırtıklardır. b) Masif yırtıklarda, teres minör veya subskapularis tendonları da yırtığa katılır (53).

Masif yırtıklar, en az üç tane rotator manşet tendonunu kapsayan yırtıklardır yani subskapularis veya teres minör kaslarından en az birisi yırtıktan etkilenmiştir. İki tane rotator manşet tendonunu etkilemiş fakat 5 cm'den fazla retrakte olmuş, yırtıklar da masif yırtık olarak değerlendirilir (Şekil 21b).

2.5.2.2. Büyüklüğüne Göre Sınıflandırma

Yırtığın büyüklüğü, rotator manşet yırtığının 1-2 mm'lik hafif debridmanından sonra en geniş açıklığın ölçülmesiyle bulunur. Küçük yırtıklar 1 cm'den küçüktür, orta büyüklükte yırtıklar 1-3 cm, büyük yırtıklar 3-5 cm arasındadır, masif yırtıklar 5 cm'den büyüktür (Tablo 3) (57).

Tablo 3: Büyüklüğüne göre rotator manşet yırtıkları (57)

	Büyüklük
Küçük	1 cm'den az
Orta	1-3 cm
Büyük	3-5 cm
Masif	5 cm'den büyük

Tamirde, yırtığın büyüklüğü kadar retraksiyon derecesinin ve tendon kalitesinin de önemi vardır. Ellmann yırtığın genişliğinin her zaman tamiri güçleştiren bir faktör olmadığını, yırtığın kapladığı alanın santimetrekare olarak ölçülmesi gerektiğini belirtmiştir (53).

2.5.2.3. Yırtığa Katılan Tendon Sayısına Göre Sınıflandırma

Harryman cerrahi sırasında izlenen yırtığa katılan tendon sayısına göre bir sınıflandırma sistemi oluşturmuştur (24).

Bu sınıflandırmaya göre:

Evre IA: Parsiyel yırtıklar.

Evre IB: İzole supraspinatus tendonunun tam kat yırtığı.

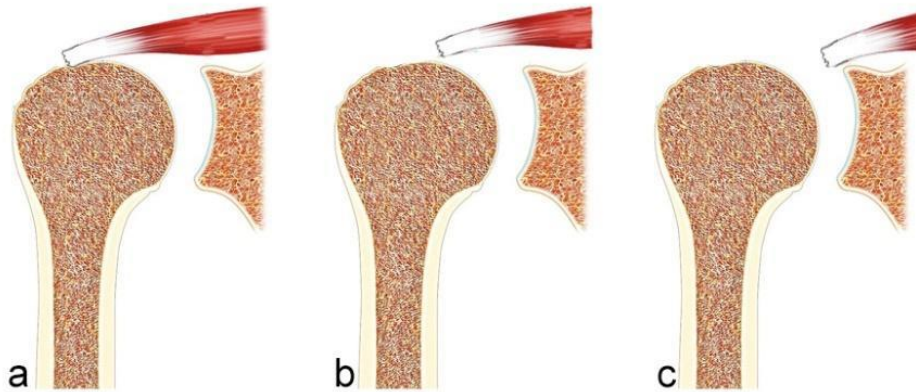
Evre II : Supraspinatus ve infraspinatus tendonlarının yırtığı.

Evre III: Supraspinatus, infraspinatus ve subskapularis tendonlarının tam kat yırtığı.

Evre IV: Rotator manşet artropatisi.

2.5.2.4. Topografik ve patolojik sınıflandırma

Patte çeşitli birkaç faktörü içeren bir sınıflandırma sistemi geliştirmiştir. Bunlar yırtığın genişliği, sagittal plandaki topografisi, frontal plandaki topografisi, yırtık tendonun kas kalitesi ve biceps tendonu uzun başının durumudur (Tablo 4). Günümüzde Patte'nin sınıflandırmasından en çok frontal plandaki topografi kısmı, yani supraspinatus retraksiyonunu değerlendiren kısmı kullanılmaktadır (Şekil 22) (58).



Şekil 22: a) Evre I'de tendon güdüğü yapışma yerinin yanındadır, b) Evre II'de güdük humerus başına kadar retrakte olmuştur, c) Evre III'te tendon güdüğü glenoid seviyesindedir (58).

Tablo 4: Patte sınıflaması (58)

Yırtığın genişliğine göre	
Grup 1	1 cm'den az parsiyel ya da total yırtık
Grup 2	Supraspinatus tendonunu tutan tam kat yırtık
Grup 3	Birden fazla tendonu tutan tam kat yırtık
Grup 4	Osteoartritle birlikte masif yırtık
Sagittal plandaki topografisine göre	
Segment 1	Subskapularis
Segment 2	Korakohumeral ligaman
Segment 3	Supraspinatus
Segment 4	Supraspinatus ve infraspinatusun üst yarısı
Segment 5	Supraspinatus ve infraspinatusun tamamı
Segment 6	Supraspinatus, infraspinatus ve subskapularis
Frontal plandaki topografisine göre	
Evre 1	Proksimal tendon güdüğü kemik insersiyosunun yanında
Evre 2	Proksimal tendon güdüğü humerus başı seviyesinde
Evre 3	Proksimal tendon güdüğü glenoid seviyesinde
Biceps tendonu uzun başının durumu	
Sağlam	
Yırtık	
Disloke	

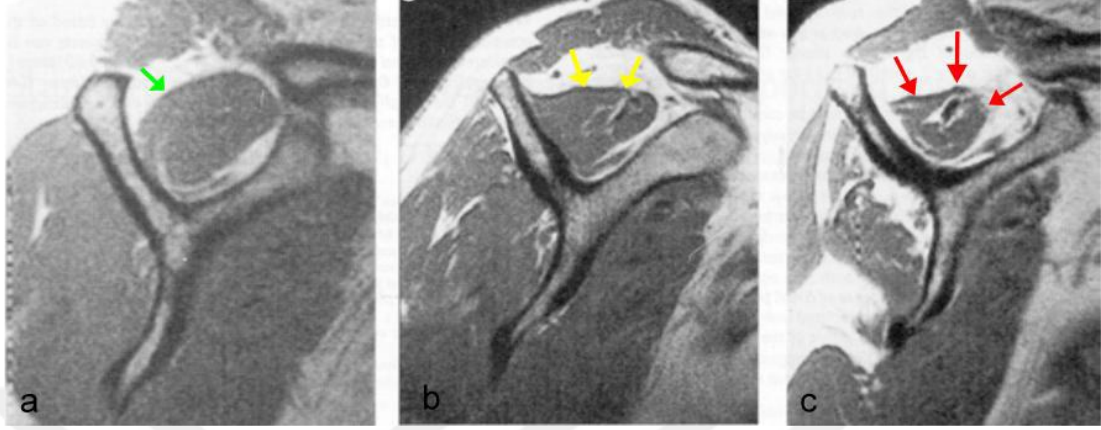
2.5.2.5. Yağlı Dejenerasyon ve Tendon Kalitesine Göre Sınıflandırma

Tamirin sonucunun, pre-operatif MRG'de görülen yağlı dejenerasyon miktarı ve yırtığın büyüklüğü ile orantılı olduğu gösterilmiştir. Kas atrofisi ve yağlı dejenerasyon geri dönüşümsüzdür ve sağlam bir tamirden sonra bile iyileşmez. Atrofi ve dejenerasyonun varlığı, kötü prognoz habercisi olabilir. Bu nedenle eksiksiz bir sınıflandırma sistemi, kas atrofisi ve yağlı dejenerasyonu içermelidir (59-61). Thomazeau MRG'de T1-ağırlıklı oblik sagittal kesitlerini kullanarak supraspinatus kasını kapladığı yere göre sınıflandırmıştır (Şekil 23) (62).

Evre I: Kas normaldir veya çok az atrofi mevcuttur

Evre II: Orta dereceli atrofi mevcuttur

Evre III: Şiddetli atrofi mevcuttur.



Şekil 23: MRG’de kas atrofisinin evreleri. a) Evre I’de az miktarda atrofi, b) Evre II’de orta dereceli c) Evre III’te şiddetli atrofi mevcuttur.

Goutallier bilgisayarlı tomografi görüntülerini kullanarak, kasın içinde bulunan yağ miktarına göre supraspinatusun yağlı dejenerasyonunu sınıflandırmıştır. Evre 0’da kas normaldir. Evre 1’de seyrek yağ izleri görülmektedir. Evre 2’de önemli miktarda yağ mevcuttur fakat hala kasın kitlesi, yağdan daha fazladır. Evre 3’te yağ ve kas oranı eşittir. Evre 4’te yağ miktarı kastan fazladır. Bu sınıflandırma sistemi cerrahlar tarafından kabul görmemiştir ve tedavinin sonuçları ile korele değildir (63, 64). Sonuç olarak bir cerrah, prognoz, tedavi yöntemi ve tedavi sonucu hakkında yeterli bilgi edinmek için bir çok faktörü düşünmelidir. Bütün bu faktörleri tek bir sistem içinde toplayan bir sınıflandırma sistemi henüz geliştirilmemiştir. Genelde cerrahlar karar algoritmalarını tedavi sonucu üzerinde yoğunlaşan araştırmalara göre düzenlerler. Bu nedenle yırtığın büyüklüğü, yeri, şekli, retraksiyon miktarı, doku kalitesi ve atrofisini ölçen yeni bir güvenilir sınıflandırma sistemine ihtiyaç vardır (63-68).

2.6. Tendon İyileşmesi

Tendon iyileşmesinde intrinsek ve ekstrinsek iyileşme olarak iki farklı mekanizma rol almaktadır. İntrensek iyileşme, sinovyal sıvı desteği ile olup sinovyal kılıfın desteğinin sağlandığı durumlarda baskındır. Çevre dokulara yapışıklığı

azaltmaktadır. Tendon kılıfının sağlam olmadığı durumlarda granülasyon dokusu destekli fibroblastik iyileşme esasına dayalı ekstrensek iyileşme gerçekleşmekte ve çevre dokuda yapışıklıklar olmaktadır.

Tendon iyileşmesi yaklaşık 6- 8 hafta sürer ve birbiri içine geçmiş 3 fazda gerçekleşir.

1. İnflamasyon fazı

Tendonun yaralanması sonrası hemen başlayan fazdır. 1-4 gün sürer. Yaralanma sonrası önce kanama, sonra eksüdasyon ve fibrin oluşumu gerçekleşir. Enflamatuar reaksiyonlar ile vasküler geçirgenlik artar ve monositler ve makrofajlar ilk olmak üzere, nötrofiller bölgeye göç edip ortamdaki nekrotik materyallerin fagositozunu başlatırlar. Sonrasında özellikle trombositlerden salınan bazı büyüme faktörleri ve sitokinler sayesinde vasküler geçirgenlik artar, kemotaksi ve anjiogenez gerçekleşir. Bölgeye göç eden tenositlerden tip 3 kollajen ve ekstrasellüler matriks sentezi başlar. Yaralanan tendon uçlarının arası, gerime karşı dayanıklılığı olmayan granülasyon dokusu ile dolmaya başlar (69).

2. Proliferasyon fazı

Bu evrede fibroblastlar yüksek miktarda kollajen sentezlemeye başlar. Kollajen sentezi sadece yaralı bölge ile kalmaz, tendonun bütününde gözlenir.

Sentezlenen kollajen, Tip 3 kollajendir. Bunun yanında, su ve glikozaminoglikan miktarı da yükselir. Tip 3 kollajen, gerim kuvvetine Tip 1 kollajen kadar dirençli değildir, bu nedenle tendonda Tip1/ Tip 3 kollajen miktarı artana kadar yeniden kopmalara karşı duyarlıdır. Baskın hücre tenositler olup, fibroblast sayısında ve anjiogenezde artma gözlenir. Yaralanmadan 3-4 gün sonra başlayan bu evre, 3-6 hafta kadar sürer. Bu fazda, henüz organize olmamış bir matriks vardır, tropokollajen molekülünde çapraz bağlanmalar henüz oluşmamıştır ve tendon gerim gücü henüz sağlanamamıştır. Zamanla tropokollajendeki hidrojen bağlarının yerini çapraz bağlar alır ve kollajen şekillenir, tendonun gerim gücü artmaya başlar. Fibroblast proliferasyonunun azalması, bu evrenin bittiğini gösterir (70).

3. Yeniden şekillenme (Organizasyon) fazı

3. haftadan sonra, kollajen ve glikozaminoglikan miktarının azalması ile başlayan ve uzun süren bu faz, kendi içerisinde iki evreye ayrılabilir; konsolidasyon ve matürasyon (olgunlaşma) evresi. Konsolidasyon evresinde granülasyon dokusu, hücresel yapıdan fibröz bir yapıya dönüşür. Bu evre 6. hafta başlayıp 10. haftaya kadar sürebilir. Tip 1 kollajen miktarı artar. Sonrasında görülen matürasyon evresi 1

yıla kadar uzayabilmektedir. Bu evrede fibröz iyileşme dokusu, skar benzeri tendon dokusuna dönüştürülür. Tendon maturasyonu tamamlansa da iyileşmesini tamamlayan tendon hiçbir zaman normal tendonun biyokimyasal ve biyomekanik özelliklerine ulaşamaz (71).

2.7. Rotator Manşet Yırtıklarına Tanısal Yaklaşım

Üst ekstremitte sorunları nedeni hastaneye başvurunun en sık nedeni omuz ağrısıdır. Omuz ağrısının en sık nedenlerinden biri de rotator manşet yırtığıdır. Tanısal yaklaşımda sistematik bir sıra izlenmelidir.

1. Hikaye
2. Fizik muayene
3. Radyolojik yöntemler
 - a- Direk grafi
 - b- Artrografi
 - c- Ultrasonografi
 - d- MRG ve MR artrografi
4. Artroskopi

2.7.1. Hikaye

Etkilenen omuzda ağrı en önemli şikâyettir. Ağrı, subakromial sıkışma sendromunun ya da rotator manşet yırtığının habercisi olabilir. Şikâyetlere omuzda güçsüzlük ve hareket kısıtlılığı da eklenebilir. Omuz ağrısı ile gelen hastanın yaşı, mesleği, aktivite durumu, ağrının süresi, başlangıç şekli, yayılımı, derecesi ve ağrıyı artıran faktörler sorgulanmalıdır. Rotator manşet yırtıklarında ağrı sıklıkla omzun ön yanında ve üstünde olmaktadır ancak ağrı omzun arka tarafına da yayılabilir. Tam kat rotator manşet yırtıklarında daha aşağılarda deltoid insersiyosuna yayılan ağrı oluşurken, dirseğe inen ağrı daha çok biceps patolojilerini düşündürmelidir. Öne fleksiyon hareketleri ve başüstü aktiviteler ağrıyı artırabilir. Özellikle gece ağrıları ve istirahat sırasında olan ağrılar rotator manşet patolojisini düşündürmelidir. Bazı tam kat yırtıklarda krepitasyon da görülebilir. Krepitasyon özellikle fleksiyon, abduksiyon ve iç rotasyonda, supraspinatus yapışma yerinde veya akromion altında hissedilir. Fakat

bu durum kalınlaşmış subakromial bursada da görülebilmektedir (72). Hastalarda ağrı ile birlikte omuz eklem hareketlerinde güçsüzlük de görülebilir. Güçsüzlük, rotator manşet patolojilerine ya da ağrıya bağlı oluşabilir. Omuzda sertlik ve hareket kısıtlılığı hem subakromial sıkışma sendromunda hem de rotator manşet yırtığında karşımıza çıkabilir.

2.7.2. Fizik Muayene

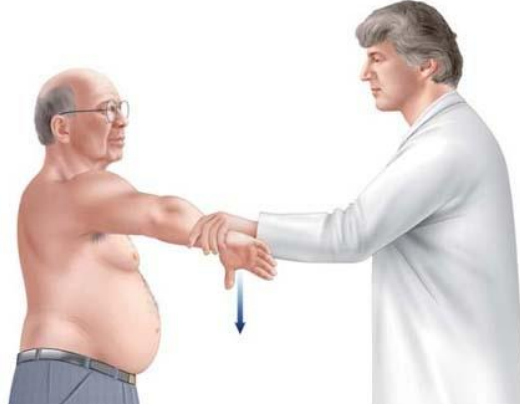
Muayenede üst ekstremitenin tümü ile servikal vertebralar da muayene edilmelidir. Sistemik düzen içinde olarak inspeksiyon, palpasyon, omuz hareket açıklığının değerlendirilmesi, kas gücünün değerlendirmesi ve nörolojik değerlendirmeler sırasıyla yapılmalıdır.

İnspeksiyon sırasında eski skar dokusu, renk değişikliği, şişlik, deformite ve kas atrofisi gibi bulgulara bakılır. Her iki omzun yükseklikleri karşılaştırılır.

Palpasyon, asıl ağrı noktasının belirlenebilmesi için sırayla yapılmalı yani kemik ve yumuşak dokular ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Palpasyonla eklem üzerindeki ağrılar ve miyofasiyal tetikleyici noktalar tespit edilip not edilmelidir.

Omuz hareket genişliği değerlendirilirken her yöne olan aktif ve pasif omuz hareketleri belirlenerek kaydedilmelidir. Ağrının hareketin hangi derecesinde olduğu belirlenmelidir. Omuz hareket genişliğindeki azalmanın ağrıya mı yoksa kapsül kontraktürüne mi bağlı olduğu önemlidir. Gençlerde internal rotasyonun kaybı posterior kapsül kontraktürüne bağlı olabilir. Yaygın kapsül kontraktürü ise kronik rotator manşet yırtıklarına eşlik etmektedir. Bu durumda öne elevasyon, abduksiyon, rotasyon ve adduksiyon hareketlerinde kısıtlılık olmaktadır (72). Kas gücü değerlendirilmesi yapılırken mümkün olduğu kadarıyla manşet kasları izole edilerek ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

Supraspinatus kası kol öne 90° fleksiyonda ve önkol pronasyonda, başparmak yeri işaret edecek pozisyonda iken muayene edilir. Bu pozisyonda dirence karşı tutabilmesi güçlü ve sağlam kası gösterirken, kolun bu pozisyonda düşmesi tam kat rotator manşet yırtığını desteklemektedir (Jobe testi) (Şekil 24) (73).



Şekil 24: Jobe supraspinatus testi, kol skapular planda 90° elevasyona getirilir ve baş parmak yeri gösterecek şekilde omuz iç rotasyona getirilir. Aşağıya doğru uyguladığımız güce karşı hastanın direnç göstermesi istenir (73).

Subskapularis kasının izole muayenesi için Gerber'in "patolojik lift-off testi" kullanılabilir. Bu testte hastanın omzu pasif olarak maksimum iç rotasyona alınır ve eli sırtına yerleştirilir. Bu pozisyonda elini vücudundan ayırması söylenir ve ayırdıktan sonra ayırık pozisyonda tutması istenir. Eğer hasta ayırık pozisyonda tutamıyor ya da elini gövdesinden ayıramıyor ise test pozitif olarak değerlendirilir. Eğer bu pozisyonda hasta doktorun elini itemezse, bu durumda Gerber testinin pozitif olduğu söylenir (Şekil 25) (74).



Şekil 25: Gerberin Lift Off Testi. Omzu maksimum iç rotasyona getirmek için hastanın eli kalçasına yerleştirir. El posteriora doğru aktif itme yaparken karşı yönde direnç uygulanır. Hastanın bu işlemi yapabilmesi ve ağrı olmaması subskapularisin sağlam olduğunu gösterir (74).

Dış rotatorların (infraspinatus ve teres minör) muayenesinde kol gövde kenarında veya 90° abduksiyonda iken dış rotasyona getirmekteki zayıflık, infraspinatusa uzanan geniş bir yırtık varlığını gösterir (Şekil 26).

Özel Muayene Testleri

Özel muayeneler omuz ağrısının etiolojisini bulmada yardımcıdır. Altta yatan neden rotator manşet yırtığı olsun veya olmasın, sıkışma bulgusu olabilir. O'Brien, Yergason ve Speed testleri biceps patolojilerini düşündürürken, Hawkins ve Neer testleri sıkışma bulgusunu, düşük kol (drop arm) testi ise rotator manşet yırtığı olup olmadığını anlamamızı sağlar.



Şekil 26: Dış rotatorların güç muayenesi. Dış rotasyonda ortaya çıkan zayıflık ve ağrı, infraspinatus ve teres minörün yırtığına işaret eder

1) Neer sıkışma bulgusu

Neer'in tanımlamış olduğu bu testte ağrı, supraspinatus tendonunun humerus başı ile akromionun anteroinferior kısmı arasında sıkışması ile ortaya çıkar. Hastanın skapulası elle stabilize edilip kol pasif olarak fleksiyona getirilir. Eğer tendonda inflamasyon varsa hastanın omzunda ağrı oluşur (Şekil 27) (73).



Şekil 27: Neer sıkışma bulgusu. Hastanın skapulası stabilize edilir ve kol pasif olarak fleksiyona getirilir. Ağrının varlığı sıkışmaya işaret eder (73).

2) Hawkins Testi

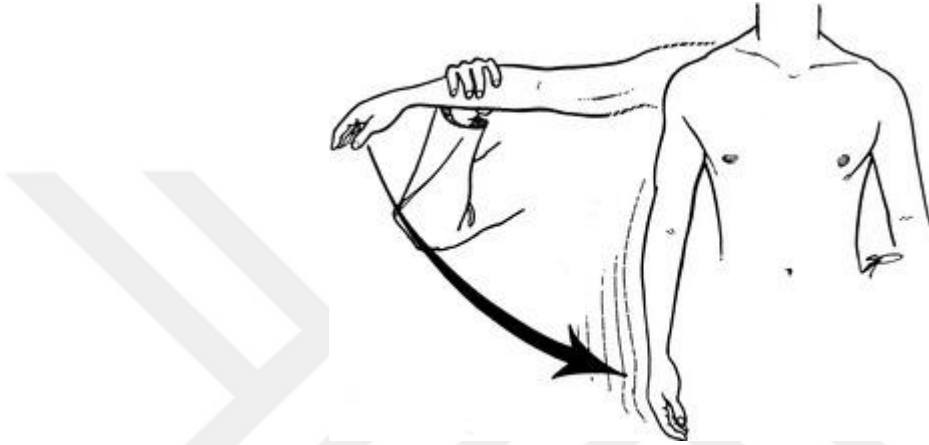
Hawkins testinde, hastanın kolu sagittal düzlemde 90° öne fleksiyona getirilir ve iç rotasyona zorlanır (Şekil 37). Bu durumda supraspinatus tendonu korakoakromial ligamanın altında sıkışır ve sürtünerek ağrıya neden olur. Bu test bursitte %92 sensitif, %43 spesifik iken rotator manşet patolojilerinde %88 sensitif ve %44 spesifik olarak bulunmuştur (Şekil 28) (75).



Şekil 28: Hawkins testinde, hastanın kolu sagittal düzlemde 90° öne fleksiyona getirilir ve iç rotasyona zorlanır (75).

3) Drop arm testi (düşük kol testi)

Kolun düşmesi testi rotator manşette yırtık olup olmadığını anlamak için kullanılır. Önce hastanın kolunu tam abduksiyona getirmesi ve yavaşça yana indirmesi istenir. Eğer rotator manşette yırtık varsa (özellikle supraspinatus tendonunda), kol 90° abduksiyon pozisyonunda iken aniden yana düşecektir. Hasta bu pozisyonda kolunu tutmayı başarır ise doktorun ön kola hafifçe vurması ile kolun düşmesi, rotator manşet yırtığını düşündürmelidir (Şekil 29) (72).



Şekil 29: Drop arm testi, rotator manşette yırtık varsa (özellikle supraspinatus tendonunda), kol 90° abduksiyon pozisyonunda iken aniden yana düşecektir (72).

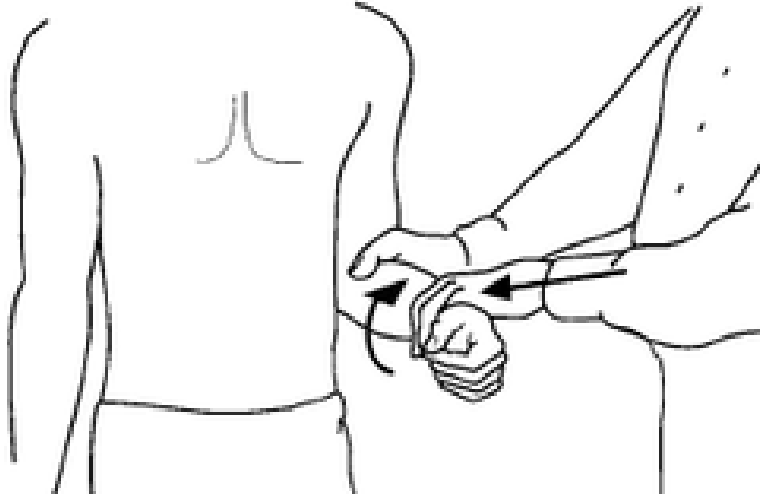
Biceps patolojilerini değerlendirmede kullanılan testler

Yergeson testi

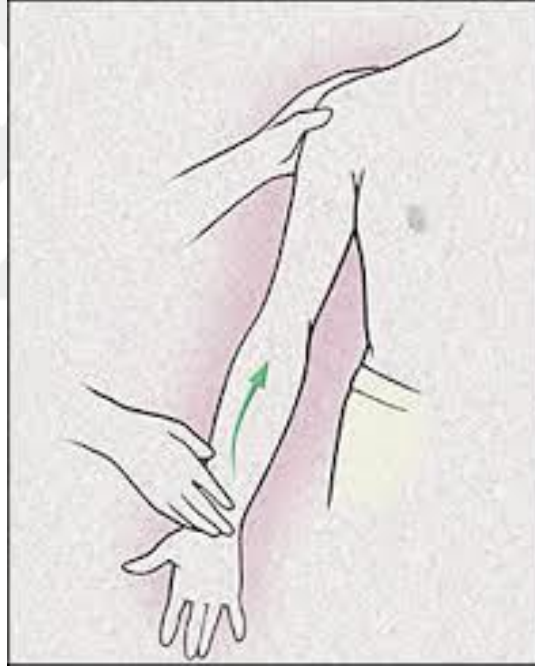
Dirsek 90° fleksiyonda ve ön kol pronasyonda iken hastanın bileği supinasyona direnç oluşturacak şekilde tutulur ve hastaya dirence karşı aktif supinasyon yapması söylenir. Net olarak bisipital olukta tanımlanan ağrı bicepsin başında yırtık ya da biceps tendon kılıfında sinoviti gösterir (Şekil 30).

Speed testi

Biceps tendon patolojilerini göstermede Yergason'dan daha değerli bir testtir. Hastaya dirseğini bükmeden öne fleksiyon hareketi yaptırılır ve bu sırada önkola direnç uygulanır. Bisipital olukta hassasiyet ve ağrının olması testin (+) olduğunu gösterir (Şekil 31) (76).



Şekil 30: Yergason testi



Şekil 31: Speed testi (76).

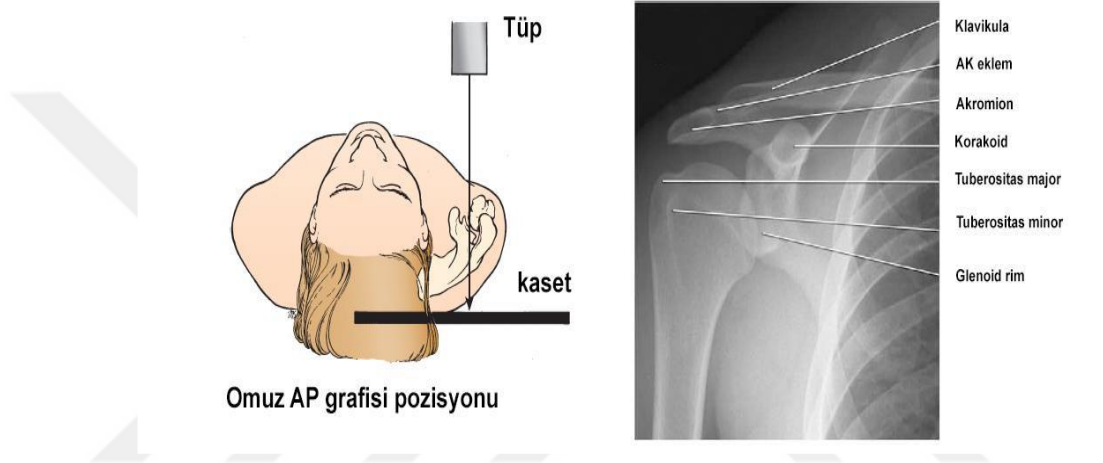
2.7.3. Radyolojik yöntemler

2.7.3.1. Direkt grafi

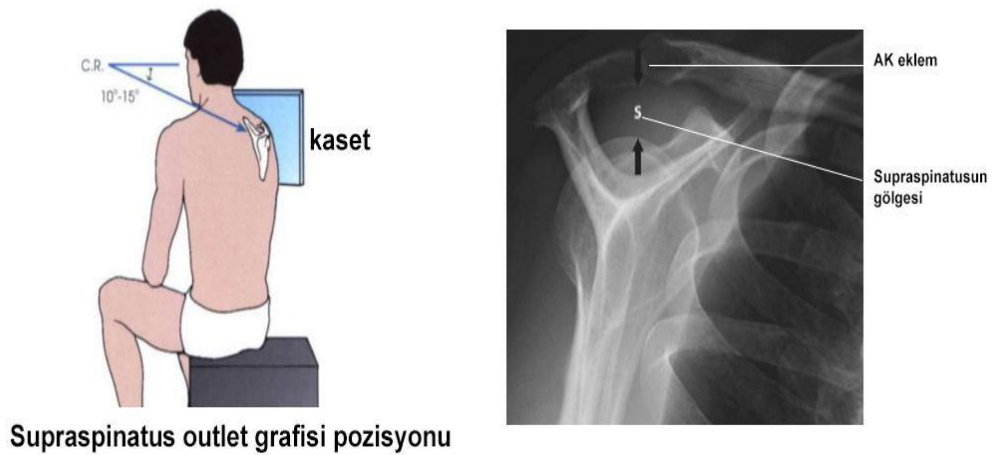
Omzun ilk değerlendirmesinde en önemli görüntüleme yöntemi direk grafilerdir. Anteroposterior (AP), aksiller ve skapula lateral (Skapula Y) grafiler rutin olarak çekilir. Sıkışma sendromunda radyolojik bulgular klinik bulguların arkasından gelir.

Sıkışmanın birinci evresinde grafi bulguları normaldir. Sıkışma sendromunun değerlendirilmesinde, omuz anteroposterior grafisi (Şekil 32) , supraspinatus outlet grafisi (Şekil 33) ve aksiller omuz grafisinden (Şekil 34) değerli bilgiler elde edilebilir.

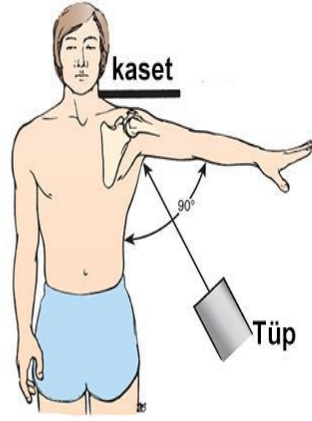
Glenohumeral eklem gerçek AP grafisi ile değerlendirilir (Şekil 35). Skapula Y grafisinde akromion morfolojisi, akromion veya korakoidin kırıkları ve anterior veya posterior glenohumeral eklem çıkıkları değerlendirilebilir (Şekil 36). Os acromiale sıklıkla aksiller grafide gösterilmektedir (77).



Şekil 32: Omuz AP grafisi ve çekim pozisyonu (77)

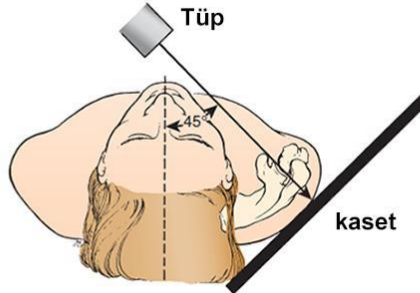


Şekil 33: Supraspinatus outlet grafisi, çekim pozisyonu Skapula Y grafisine benzer fakat tüpe 10-15° kaudal açı verilir (77).



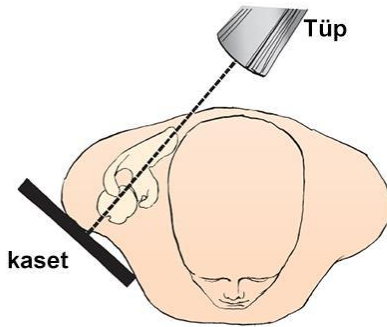
Aksiller grafisi pozisyonu

Şekil 34: Aksiller grafi ve çekim pozisyonu (77)



Omuz gerçek AP grafisi pozisyonu

Şekil 35: Omuz gerçek AP grafisi ve çekim pozisyonu (77)



Skapula Y grafisi pozisyonu

Şekil 36: Skapula Y grafisi ve çekim pozisyonu (77)

2.7.3.2. Artrografi

Tarihsel önemi olan bir görüntüleme tekniğidir. Rotator manşetin değerlendirilmesinde geçmişte etkin bir şekilde kullanılan artrografi, günümüzde artık rutin olarak kullanılmamaktadır. Artrografinin komplet yırtıklardaki özgünlük ve duyarlılığı %90'ın üzerindedir (78).

2.7.3.3. Ultrasonografi

Teknik olarak güç ve öğrenilme eğrisi uzun süren bir yöntemdir (79). Ultrasonografinin avantajları, invaziv olmaması, hızlı yapılması, ucuz olması ve her iki omuzun aynı anda değerlendirilmesine imkân sağlamasıdır (80). Yöntemin dezavantajları yapan kişiye bağlı olması, daha subjektif olması, akromion altındaki manşetin değerlendirilememesi ve retraksiyon miktarı ile kasın atrofisinin değerlendirilememesidir (35). Rotator manşet patolojilerinin değerlendirilmesinde major ultrasonografik değerlendirme ölçütleri mevcuttur.

Bunlar;

- 1) Rotator manşetin görülmemesi: Deltoid kasının humerus başını kapladığı ve subdeltoid bursanın direkt humerus başı üzerinde daha hipoekoik yama tarzında izlendiği bu durum masif rotator manşet yırtıklarında görülür.
- 2) Rotator manşetin fokal olarak görülmemesi: Küçük yırtıklarda supraspinatus tendonun nadir olarak da subskapularis tendonun lokal olarak yokluğudur.
- 3) Bütünlüğün devamsızlığı: Bu tanım tendonun daha proksimalinde olan yırtıklar için kullanılır. Bu yırtıklar vertikal ve genellikle travmatiktir.
- 4) Anormal ekojenite artışı: Fokal anormal ekojenite artışı küçük komplet veya parsiyel yırtıklarla birlikte olabilir. Ayrıca ultrasonografide (USG) bursal effüzyon, eklem içi effüzyon ve kemik yüzey düzensizliği gibi rotator manşet yırtıklarına eşlik eden minör ultrasonografik bulgulara da rastlanabilir (80, 81).

2.7.3.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme

MRG'nin, omuz ekleminin radyolojik olarak değerlendirilmesinde hem intraartiküler hem de ekstraartiküler yapıları aynı anda gösterdiği için diğer radyolojik yöntemlere göre üstünlüğü vardır. Radyasyon içermeyen ve invaziv olmayan bir yöntem olması,

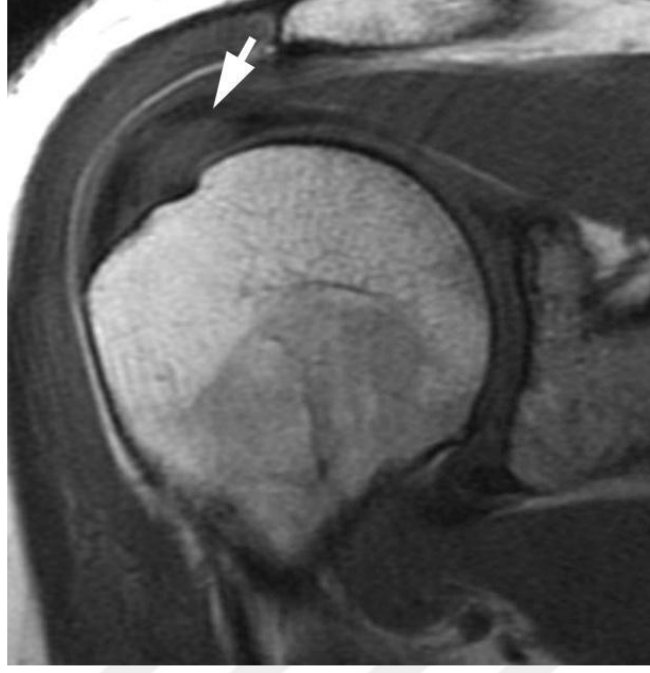
rotator manşet patolojilerini erken dönemlerde gösterebilmesi diğer üstünlükleridir (77, 82). Ayrıca rotator manşetin tamirlerinden sonra yırtığın tekrarlayıp tekrarlamadığı, kas atrofisinin veya yağlı dejenerasyonun takibinde kullanılmaktadır (66).

Rotator manşet hastalıklarında akromionun şekli, MRG'nin sagittal oblik kesitlerinde değerlendirilebilir. MRG ile akromioklavikular eklemdaki artroz ve hipertrofi saptanarak, eklemin alt yüzünün sıkışmaya olan katkısı değerlendirilebilir. Direkt grafilerde görülmesi zor olan os acromiale aksiyel MRG'de kolaylıkla görülebilir (Şekil 37) (83).



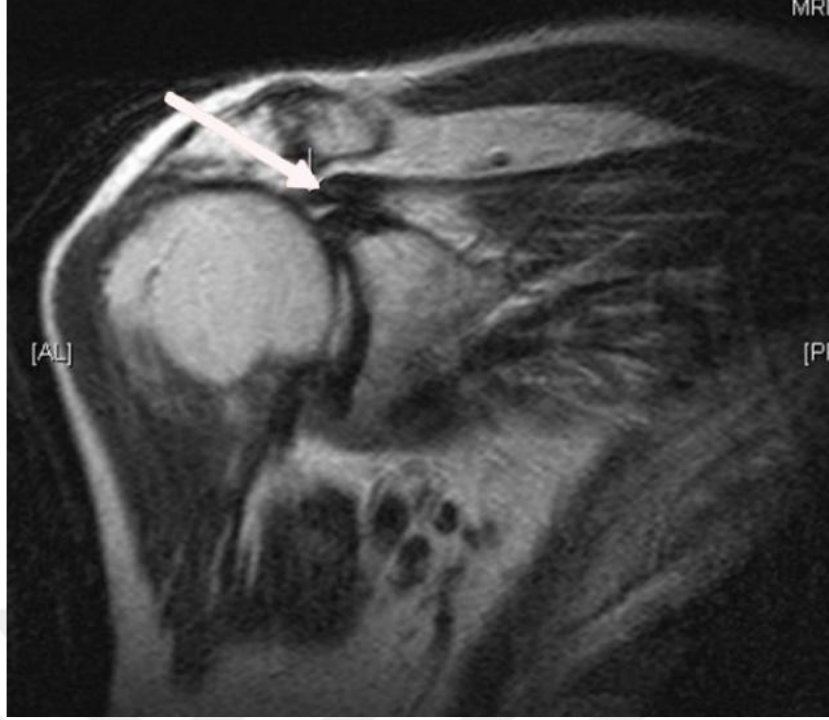
Şekil 37: Os acromiale MRG görüntüsü

Tendinozis, akut travma dışında neden ne olursa olsun, rotator manşette normal morfolojiyi değiştiren ilk patolojik değişikliktir. Bu değişikliğin en belirgin olduğu yer ise supraspinatus tendonudur. Tendinoziste önce tendonda ödem, kanama ve enflamasyona bağlı MRG bulguları oluşmaktadır. Bu aşamada, normalde sinyalsiz olan tendonda T1-ağırlıklı görüntülerde orta derecede sinyal artışı oluşmaktadır (Şekil 38) (84).



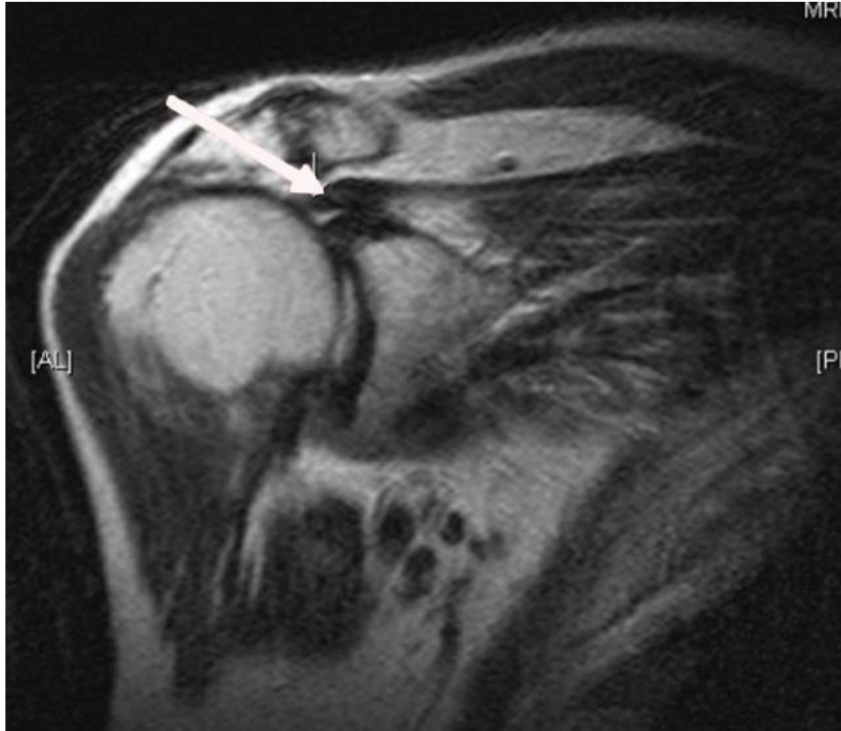
Şekil 38: T1 ağırlıklı sekansta supraspinatusun kalınlaşması ve orta dereceli sinyal artışı, tendinozisin göstergesidir (84).

Tendinozisin ileri dönemlerinde, önce tendon içi liflerden başlayan intrasubstans yırtık, daha sonra eklem veya bursal yüze lokalize kısmi yırtık ve nihayet tam kat kalınlık yırtığı haline gelir. Manyetik rezonans görüntüleme bulguları da yırtığın evresine göre değişkenlik gösterir. Tam kat kalınlık yırtığı büyük oranda bu dejeneratif sürecin sonucu olmakla birlikte, özellikle 35 yaşın altındaki bireylerde yırtıklar akut travmaya bağlı da oluşabilir (85). Rotator manşet yırtıklarında tendonda T1-ağırlıklı görüntülerde oluşan sinyal artışı, T2-ağırlıklı görüntülerde belirgin hale gelir ve buradaki sinyal paterni vücut sıvılarına özdeş özellik kazanır (Şekil 39)

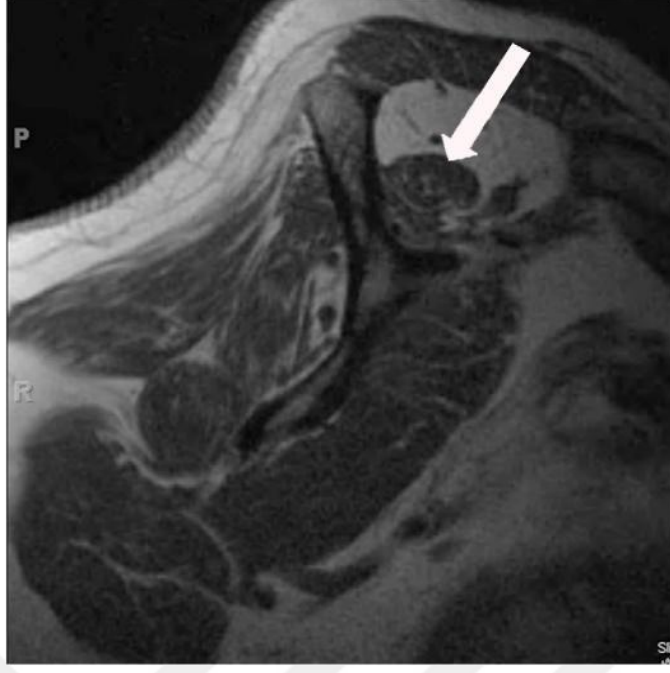


Şekil 39: T2 ağırlıklı MRG sekansında supraspinatusun evre II retrakte yırtığı (85)

Rotator manşet yırtıklarında sorun sadece tendonda olmayıp, kaslarda da bazı değişiklikler vardır. Yırtık boyutu büyükse, tendonda retraksiyon ve kasta yağlı dejenerasyon bulguları oluşur (Şekil 40, Şekil 41) (83, 86).



Şekil 40: T2 ağırlıklı MRG sekansında supraspinatusun evre II retrakte yırtığı (86)



Şekil 41: T1 ağırlıklı MRG’de supraspinatusun evre III yağlı dejenerasyonu (86)

2.7.4. Tedavi Yöntemleri

2.7.4.1. Konservatif tedavi

Rotator manşetin bozulan fonksiyonlarını yeniden kazandırmak amaçlanmaktadır. Analjezik-antiinflamatuvar ilaçlar, subakromial kortizon enjeksiyonu, ağırlı hareketlerden kaçınma ve güçlendirme egzersizleri yapılabilir.

Subakromial sıkışma sendromuna bağlı rotator manşet hasarında, humerus başı depresörlerinin güçlendirilmesi, skapular denge kaslarının spesifik olarak çalıştırılması, humerusu primer olarak hareket ettiren kasların çalıştırılması ve son olarak supraspinatus kasının güçlendirilmesi için çeşitli egzersizler uygulanır (87). Rotator manşet kaslarının oblik dizilimi, aktivite sırasında humerus başını bastıran ve komprese eden bir vektör oluşturmaktadır. Bu kasların güçlendirilmesi, başı glenoide komprese ederek omuz eklem hareketi yukarı translasyonunu önleyerek subakromial bölgedeki mesafeyi artırabilir. Bunlar; anterior ve posterior kapsüler germe egzersizleri, sarkaç egzersizleri, dirençli egzersizler, proprioseptif egzersizleri ve eklem hareket açıklığını artırma egzersizleridir (88, 89). Yakın takip çok önemlidir. Hastanın gözlemleri sırasında yeterli ilerleme sağlanamazsa cerrahi tedavi gözden geçirilmelidir.

2.7.4.2. Cerrahi Tedavi

Tedavideki esas hedef, yırtılmış olan tendonun humerus proksimalindeki yapışma bölgesinde iyileşmenin sağlanmasıdır. Cerrahi müdahale ile tendon, yapışma yerine yaklaştırılır ve tespit edilir. Bu şekilde hastanın şikayetlerinin gerilemesi ve fonksiyonel kapasitesinin artması beklenir. Tendon-kemik iyileşmesinin sağlanması için, tamir edilen tendonun aşırı yüklenmelerden korunması gerekir (90).

Fakat, cerrahi sonrası kısa süreli immobilizasyon bile omuzda sertliğe yol açar. Bu durumda, cerrahi tedavi ile tespit edilen rotator manşetin ameliyat sonrası dönemde, pasif ve aktif yardımcı egzersizler ile oluşacak yüklenmelere izin verecek ölçüde sağlam olması gerekir (91).

2.7.4.2.1. Açık Rotator Manşet Tamiri

İlk açık tamir 1911 yılında Codman tarafından yapılsa da teknik 1972 yılında Neer tarafından geliştirilmiştir. Rotator manşet dikkatlice değerlendirilir, tendon uçları debride edildikten sonra absorbe olmayan dikiş materyali kullanılarak kemik tüneli veya sütür ankor yardımı ile tendon-kemik tespiti sağlanır. Gerekli olduğu zaman akromioplasti de yapılabilir (92).

2.7.4.2.2. Artroskopik Rotator Manşet Tamiri

Omuz artroskopisi önceleri sadece rotator manşet debridmanı ve parsiyel yırtık tamirinde kullanılırken, ilerleyen dönemde tam kat yırtık tamir ve rekonstrüksiyon teknikleri geliştirilmiştir. Cerrahi sırasında deltoidin yapışma yerine zarar verilmediği için rehabilitasyonu oldukça hızlı olmaktadır.

Vücudun diğer bölgelerinde meydana gelen, tendonun yapışma yerinden ayrışmasında uygulanan tenodez ilkeleri burada da geçerlidir. Kemik tüneller aracılığıyla transosseöz dikiş ve sütür ankorları ile tenodez şeklinde iki ana tamir tekniği vardır. Gerber ve arkadaşlarının da vurguladığı gibi ideal tamir tekniği için yüksek başlangıç tespit gücü, minimal aralık (gap) oluşumu ve tendon-kemik biyolojik iyileşmesine imkân veren dayanıklı bir tespit gerekmektedir (12).

2.7.4.3. Diğer tedavi yöntemleri

2.7.4.3.1. Trombositten Zengin Plazma (PRP)

Trombositlerde bulunan alfa granülleri çok sayıda büyüme faktörü içerir. Bu büyüme faktörlerinin başlıcaları TGF-Beta (Transforming Growth Factor Beta), PDGF (Platelet Derived Growth Factor), IGF-1(Insuline Like Growth Factor-1), VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor) ve BFGF (Basic Fibroblast Growth Factor) dır. Bu büyüme faktörlerden en iyi bilineni olan TGF-Beta kollajen sentezini ve depolanmasını uyaran en önemli uyarılardan biridir. Doku iyileşmesi ve fibrozis gelişmesinde önemli rol oynar (93). Trombositten zengin plazma ile ilgili ilk tanımlamalar ve araştırmalar 1990'lı yılların başında 'biyolojik yapıştırıcılar' adı altında yapıldı. Yüksek fibrin konsantrasyonu nedeniyle potansiyel doku yapıştırıcı olarak maksillofasiyal cerrahide kullanıma girdi.

Trombositten zengin plazmada, trombositlere ek olarak fibrin ve büyüme faktörlerinden zengin plazma da bulunmaktadır. Fibrin, bölgeye migre olan ve diferansiye olacak olan kök hücreler için yapı iskelesi görevi görür ve biyolojik yapıştırıcı fonksiyonu sağlar (94). Günümüzde trombositten zengin plazma elde edilmesinde kullanılan çeşitli ticari ürünler bulunmaktadır. Bu ürünler arasında küçük olmakla beraber biyolojik etkileri değiştirebilecek farklar bulunmaktadır.

2.7.4.3.2. Otolog serum konsantresi (Autologous conditioned serum)

Otolog serum konsantresi elde edilmesi için kan örneği alınır, alınan kan 37°'de inkübe edilir ardından santrifüj edilir ve yukarıda kalan serum kısmı kullanılmak için hazırlanır. Elde edilen serumda IL-1 Ra bol miktarda bulunmaktadır. IL-1 Ra doğal olarak kanda da bulunmakla birlikte bu yöntem ile yüksek konsantrasyon elde edilmiş olur. Otolog serum konsantresi, benzer şekilde hazırlanan PRP'den ısıtılarak hazırlanması ile ayrılmaktadır.

Otolog serum konsantresinin doku iyileşmesini içerdiği sitokin ve büyüme faktörleri ile arttırdığı gösterilmiş olup kas ve tendon yaralanmalarında, spinal sinir kök basılarında, ön çapraz bağ cerrahisi sonrası iyileşme ve osteoartrit gibi enflamasyon ve tamir süreçlerinin birlikte gerçekleştiği durumlarda etkin olduğu gösterilmiştir. IL-4, IL-10 ve IL-13 gibi anti-enflamatuar sitokinler bakımından da

zengindir; ayrıca TNF α (Tumor Necrosis Factor), FGF-2, VEGF ve HGF (Hepatocyte Growth Factor) değerleri yüksektir (95).

2.7.4.3.3. Hyalüronik asit

Hyalüronik asit eklem sinovyal sıvısının ana komponenti olmasının yanında tendon ve ligament yapısında da bulunur. Hyalüronik asit, sinovyal sıvıda prostaglandin E2, C4S ve interlökin 1 düzeylerini düzenleyerek antiinflamatuvar etki yapmaktadır. Ayrıca lökosit migrasyonu, fagositoz ve lenfosit proliferasyonuna etki ederek ağrıyı azaltmaktadır. Adhezyonu önleyerek tendon iyileşmesinde katkı sağladığı da bilinmektedir.

Yüksek molekül ağırlıklı polisakkarit olan hyalüronik asit, yumuşak bağ dokusu ekstrasellüler matriksinde ve sinovyal sıvıda bol miktarda bulunmaktadır. Hyalüronik asitin kırıkta koruma, kayganlaştırma, antiinflamatuvar ve adhezyon nleme gibi birçok biyolojik etkisi bulunmaktadır. Hyalüronik asit CD44 reseptörleri üzerinden COX-2 ve prostaglandin E2 yi inhibe eder.

Konservatif ya da cerrahi olarak tedavi edilen tendon yaralanmalarında tamir dokusunun kalitesi değişkenlik gösterebilmektedir. Alternatif tedavi yöntemlerinin tendon tamir dokusu ve kalitesi üzerine ciddi katkıları olduğu gösterilmiştir. Özellikle spor yaralanmaları sonrası giderek yaygın kullanım alanı bulan bu yöntemlerin karşılaştırmalı analizleri konusunda yeterli araştırma bulunmamaktadır. Rotator manşet tendon yaralanmaları üzerine otolog serum konsantresinin etkilerini gösteren çalışma olmaması çalışmamızın konusunu belirlemede etkili olmuştur. Çalışmamızın amacı rotator manşet tamir modelinde hyalüronik asit ve otolog serum konsantresinin tendon iyileşmesi ve fonksiyonel kullanımını karşılaştırmak varsa birbirine üstünlüklerini ortaya koymaktır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız proje olarak Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji bölümü tarafından desteklendi ve Bülent Ecevit Üniversitesi Hayvan Etik Kurulu tarafından incelendi. Çalışmada toplam 24 adet Winstar Albino rat kullanıldı. Ratların ortalama yaşları 4 ay olup ortalama ağırlıkları 350-400 gr'dı. Üçerli gruplar halinde 8 adet kafese koyularak ameliyat öncesi ve sonrası yiyecek ve su ihtiyaçlarını serbest karşılayabilecek şekilde oda sıcaklığı $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ olarak muhafaza edilen Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Deneysel Hayvanları Laboratuvarında veteriner hekim eşliğinde teknisyenlerce bakımları yapıldı. Herhangi bir kısıtlama yapılmaksızın ameliyat öncesi ve sonrası serbest harekete izin verildi. Çalışma için 24 rat seçilmesinin nedeni, örnek büyüklüğü gruplar arası %20 fark anlamlı kabul edildiğinde önemlilik seviyesi $p < 0,05$ olduğunda ve datadaki değişkenlik göz önüne alındığında grup başı 6 hayvan olarak bulunmuş olmasıdır. Tendon tamiri sonrası iyileşme için dört hafta beklenmiş sonrasında ratlar Ankara Üniversitesi Elektrik Mühendisleri tarafından dizayn edilmiş küçük laboratuvar hayvanları için bilgisayarlı monitörize yürüme bandında koşu egzersizlerine tabi tutulmuştur. Koşu egzersizi öncesi ve sonrasında vücut ağırlıkları dijital kantar (Sartorius GE) aracılığı ile ölçülmüştür.

3.1. Cerrahi Teknik

24 adet rat, 6'şarlı 4 adet gruba ayrılmıştır. Ratları gruplara ayırma işlemi kör olarak yapılmıştır. Grup A: Herhangi bir cerrahi ve tıbbi tedavi uygulanmayacak olgulardan oluşturulmuştur. Grup B: Supraspinatus tenotomi + primer tamir uygulanacak olgulardan oluşturulmuştur. Grup C (Orthokine®): Supraspinatus tenotomi + primer tamir sonrası tamir bölgesine 170 µm. otolog işlenmiş serum uygulanacak olgulardan oluşturulmuştur ve Grup D (Hyalone®): Supraspinatus tenotomi + primer tamir sonrası tamir bölgesine 0,1 ml/g hyaluronik asit uygulanacak olan olgulardan oluşturulmuştur.

Anestezi ketamin (50 mg/kg ketalar Eczacıbaşı İstanbul Türkiye) + ksilazin (5 mg/kg rompun Bayer İstanbul Türkiye) ile yapılmıştır. 1 adet rat feda edilip yaklaşık 10 cc kan intrakardiyak alınmıştır. Singenetik olunması nedenli aynı kan ürünü kullanılmıştır. Alınan kan hafif yüksek ısıda (37°) inkübe edilmiştir. Daha sonra santrifüje konup parçalara ayrılması sağlanmıştır. Ortadaki sarımsak renkli serum, interlökin 1'i durdurmaya yarayan ajanları içermektedir. İnterlökin 1 reseptör antagonisti (IL-1 Ra)

doğal olarak kanda bulunur. Bu antagonist, Orthokine® uygulanması ile yüksek kontrasyonda oluşturulup elde edilir. Kanın otoklavda inkübasyonu ile kanda bulunan monositler IL-1Ra oluşumunu uyarırlar. Bu protein daha sonra kanın santrifuj edilmesi ile elde edilir (Resim 1, 2).



Resim 1: Alman kan örneğinin inkübasyonu



Resim 2: İnkübasyon sonrası santrifuj aşaması

Steril hazırlık ve uygun örtüm sonrası skapulohumeral eklem üzerinden 2 cm'lik vertikal cilt insizyonu yapılarak omuz ekspozure sağlanmıştır (Resim 3, 4). Deltoid kası kesilerek ekarte edildikten sonra omuz eklemine ulaşılmış ve supraspinatus tendonu ön kol supinasyonda iken 11 numara bistüri yardımıyla kemiğe insersiyosundan kesilmiştir (Resim 4-9). 1 mm k teli yardımı ile humerusa transvers bir delik açıldıktan sonra 4,0 prolene kullanılarak açılan delikten geçirilmiş ve anatomik olarak mason allen tekniği ile dikilmiştir (Resim 9). Tamir sonrası Grup C'ye tamir bölgesine intramusküler olarak 170 µm. otolog işlenmiş serum uygulanmış; Grup D'ye tamir bölgesine intramusküler 0,1 ml/g hyaluronik asit uygulanmış ve sonrasında cilt 3,0 prolene ile kapatılmıştır. Cerrahi sonrası tüm gruplar kuyruklarına numaralandırma ve harflendirme işlemi yapılarak üçerli kafeslere ayrılmıştır.



Resim 3: Steril hazırlık ve örtünme



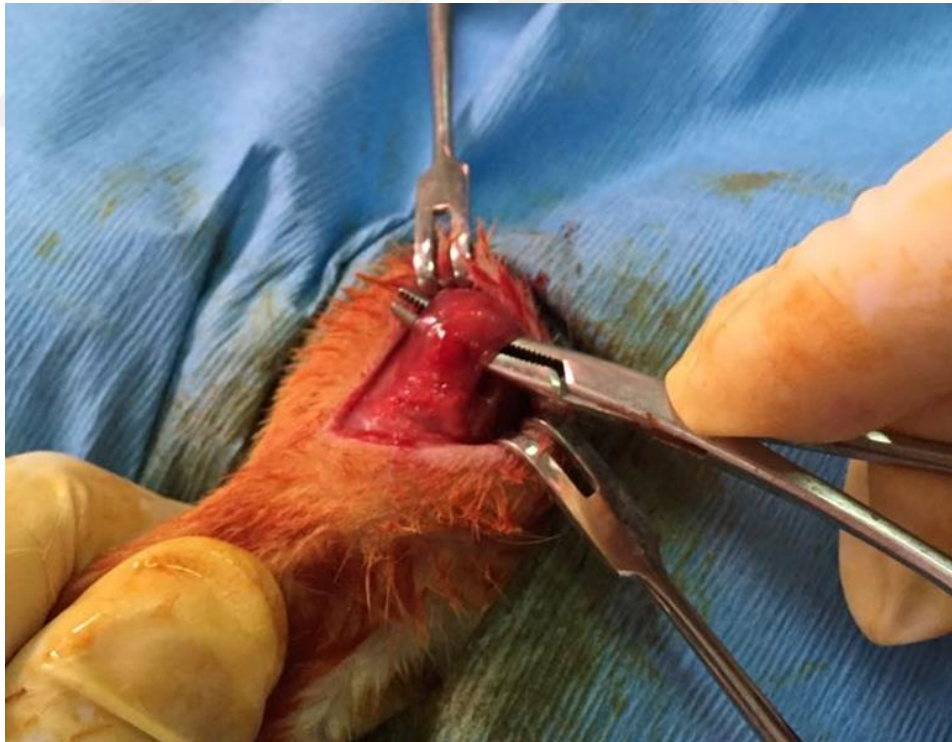
Resim 4: Skapulohumeral eklem ¼zerinden 2 cm'lik vertikal cilt insizyonu



Resim 5: Cilt insizyonu sonrası deltoid kası



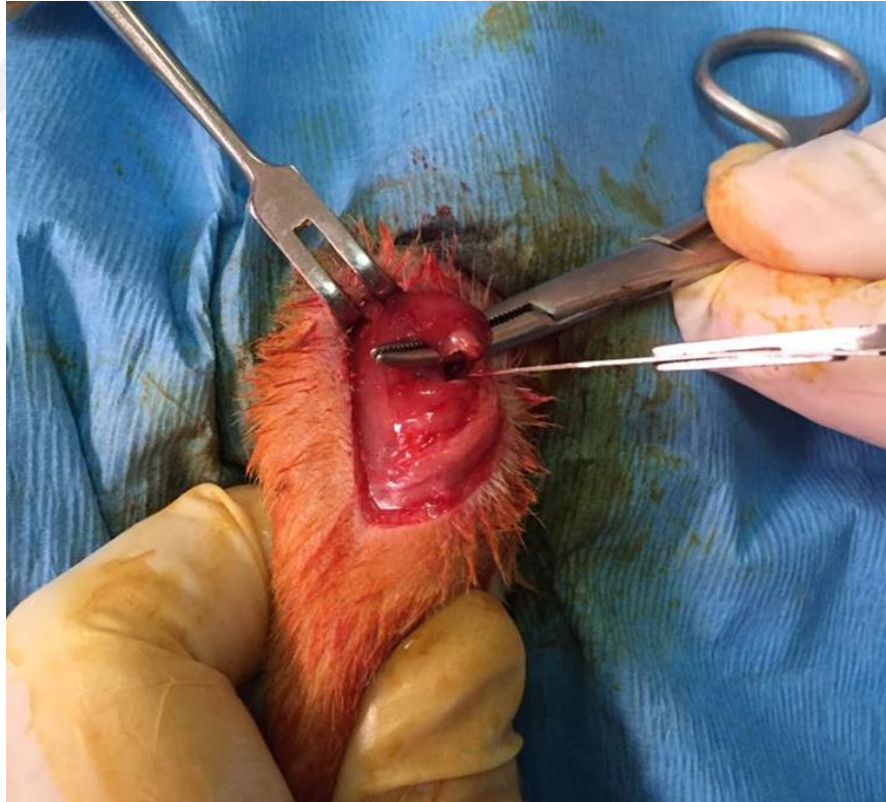
Resim 6 a: Supraspinatus kası



Resim 6 b: Supraspinatus kası



Resim 7: 11 numara bistüri yardımıyla supraspinatus kasında yırtık oluşturulması

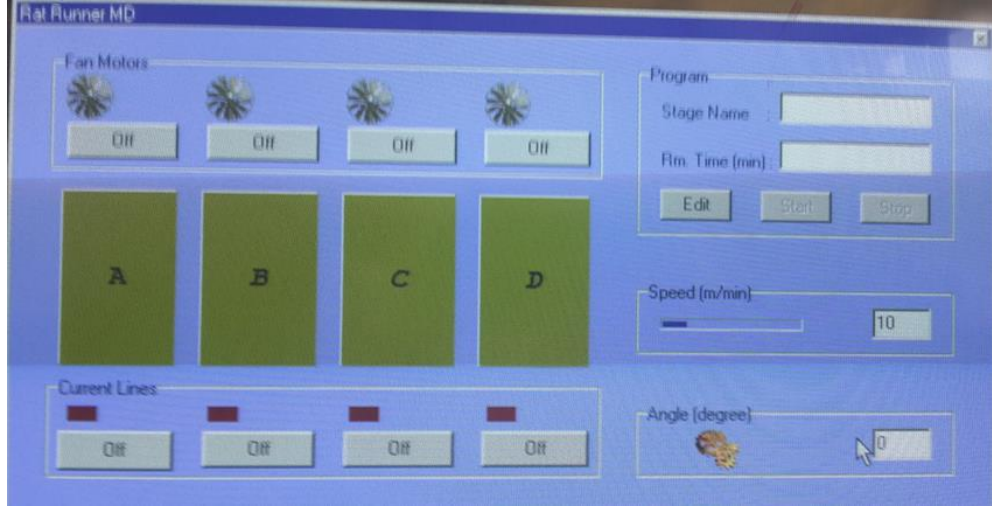


Resim 8: Supraspinatus tendonun kesilmiş hali

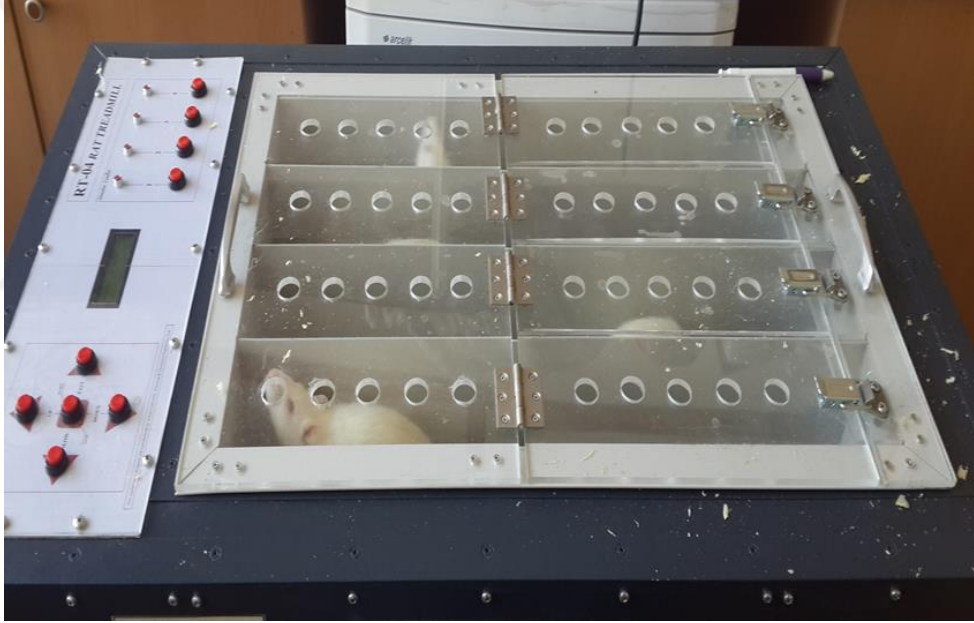


Resim 9: Masson allen tekniği ile oluşturulan supraspinatus yırtığının primer tamiri

4 haftalık takip sonrasında ratlar Ankara Üniversitesi Fizyoloji Anabilim Dalına ait bilgisayarlı monitörlü motorize koşu bandının olduğu laboratuvarlara taşınmıştır (Resim 11a). Dört grup sadece bilgisayar ışığına izin verilen karanlık odada egzersiz protokolüne alınmıştır. Bilgisayar üzerinden hız, eğim ve uyarının ayarlanabildiği dörtlü motorize koşu bandında egzersiz protokolü uygulanmıştır (Resim 11 b). Koşu bantlarında rat ayaklarına düşük doz elektrik uygulayan teller yardımı ile ratların koşması koşullandırılmıştır. 4 ayrı bandın başlangıcında koşmanın devamlılığını sağlayan elektrik uyarın ünitesi ve bitiminde de sıcaklığı dengede tutan fanlar bulunmaktaydı. Elektrik uyarının etkili olmadığı anlarda uyarın küçük resim fırçalarıyla ratlara dokunularak sağlanmıştır.



Resim 10: Bilgisayar destekli monitörize koşu bandının ekran görüntüsü



Resim 11 a: Hız, eğim ve uyarının ayarlanabildiği dördü motorize koşu bandı



Resim 11 b: Hız, eğim ve uyarının ayarlanabildiği dörtlü motorize koşu bandı

Egzersiz rejimi Doğan ve arkadaşlarının uyguladığı protokol 1'e göre uygulandı ve 3 günlük dinlenme sonrasında 9. gün final koşusuna tabi tutuldu (Şekil 54) (96). 9. gün egzersize başlamadan önce ve sonrasında ağırlıkları ölçülerek kaydedildi. 9. gün final koşusu esnasında tüm ratların cezaya düşmesi sayılarak kaydedildi.

3.2. Değerlendirme

Egzersiz protokolü sonrasında ratlar Bülent Ecevit Üniversitesi Deneysel Hayvanları Laboratuvarı'na geri getirilerek ötenazi işlemi uygulandı. Kas tendon ünitesi kemiğe yapışma yerinden histolojik inceleme ve analizler için ayrıldı. Spesmenler Bülent Ecevit Üniversitesi Histoloji Anabilim Dalınca incelenmek üzere teslim alındı. Teslim alınan spesmenler ilgili ratın grup ve numarası ile işaretlendi.

3.3. Işık Mikroskobu İle Yapılan İnceleme Sonuçları

Dokuların ışık mikroskopik inceleme için işlemlendirilmeleri Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı Rutin Histoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Anestezi altında sakrifiye edilen deneklerden

çıkarılan tendon doku örnekleri, % 10'luk nötral formalin ile 24 saat tespit edildikten sonra, akar çeşme suyunda yıkama işlemine alındı. Dokular dehidratasyon için, 1 gün süre ile % 70'lik alkolde ve ardından artan alkol serilerinde (%70, 90, 96, 100) birer saat tutuldu. Dehidratasyon aşamasından sonra saydamlaştırma ve optimum inklüzyon için dokular 15'er dakika süre ile ksilol ile muamele edildi. Gömme işleminden önce dokular yumuşak parafinde 55 °C'de 1 gece bekletildi. Ardından tendon dokuları, Bio Optica marka parafin dispenser yardımı ile bloklandı. Hazırlanan parafin bloklardan, Shandon Finesse 325 marka rotary mikrotom kullanılarak 5 µm kalınlığında kesitler alındı. Bu kesitler tendon dokusunun genel özelliklerini ortaya koyabilmek için Hematoksilen-Eozin (H-E) ve hasarlanmış doku morfolojisini daha ayrıntılı gözleyebilmek amacıyla da Masson'un üçlü boyası, Sirius kırmızısı boyaları ile boyandı. Tüm inceleme ve bulguların fotoğraflandırılmasında, Zeiss AX10 marka foto-mikroskop cihazı kullanıldı.

3.4. Histopatolojik Analizler

Gruplar hakkında bilgisi olmayan iki histolog tarafından Curtis ve ark. (91) kullandığı skorlamadan yararlanılarak H-E ile boyanmış preparatlar üzerinde;

- Yangısal hücrelerin dağılımı ve yoğunluğu,
- Tendon dokusunda kan kapillerlerinin yoğunluğu (neovaskülarizasyon),
- İğsi fibroblastların varlığı ve yoğunluğu (fibroblastik proliferasyon),
- Düzleşmiş fibrositlerin varlığı ve yoğunluğu (fibrozis), histopatolojik olarak skorlandı.

Yangısal hücreler, fibroblastik proliferasyon ve fibrozis yok [0], hafif [1], orta [2], belirgin [3] şeklinde derecelendirildi. Neovaskülarizasyon ise 0.45 mikron çaplı bir büyütme alanındaki kapillerlerin sayısı 0-5 arası az ise hafif [1], 5-10 arası ise orta [2], 10'un üzerinde ise belirgin [3] olarak derecelendirildi. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri yapıldı (Tablo 7).

3.5. İmmünohistokimyasal Analizler

Anestezi altında sakrifiye edilen deneklerden çıkarılan doku örnekleri % 10'luk nötral formalin ile fikse edilerek rutin doku takip prosedürleri uygulanarak bloklandı.

Tüm deneklerin hazırlanan parafin bloklarından Shandon Finesse 325 marka rotary mikrotom kullanılarak 5 mikron (μ) kalınlığında kesilerek elde edilen doku kesitleri pozitif şarjlı lamlar üzerine alındı. Bu kesitlerdeki kollajen-1 ifadesini araştırmak amacıyla immünohistokimyasal ABC (Avidin-Biotin Kompleks) yöntemi kullanıldı. Alınan kesitler ilk olarak deparafinizasyon işlemi için, 55°C'de 1 gün, ardından 61°C'de 1 saat inkübe edilip sırasıyla ksilen ve alkol serilerinden geçirilerek suya indirildi. Dokuda formaldehit fiksasyonundan kaynaklanan reseptör maskelenmesini önlemek için sitrat tamponuna alınan kesitlere mikrodalga fırında yüksek ısı uygulandı. Antijenik determinant bölgelerinin açığa çıkarılmasından sonra kesitler sitrat solüsyonundan distile suya alınıp 20 dk oda sıcaklığında tutuldu. Daha sonra kesitler PBS içerisinde 3 defa çalkalandıktan sonra, endojen peroksidaz aktivitesini önlemek amacıyla 15 dk süreyle %3'lük hidrojen peroksit ile muamele edildi. Nonspesifik bağlanmayı önlemek amacıyla yapılan 5 dk'lık Ultra V block (LabVision, TA-015-UB) uygulamasını takiben 1/100 dilüsyonlarda hazırlanan anti-kollajen-1 (Abcam, Rabbit polyclonal IgG), primer antikoru kesitlere nemli bir kabın içinde 1 saat oda ısısında uygulandı. Primer antikor aşamasından sonra, kesitler PBS'e alınıp, uygun sekonder antikor (Biotinylated Link, Dako, K0609) ile 30 dk muamele edildi. Ardından tekrar PBS'e alınan kesitlere 10 dk Streptavidin peroksidaz (Streptavidin HRP, Dako, K0609) kompleksi uygulandı. Süre bitiminde PBS'e alınan kesitlere immün reaksiyon gerçekleşinceye kadar (mikroskop altında) diaminobenzidine (DAB) kromojen solüsyonu (Vector, SK-4100) uygulandı, zıt boyama Mayer's hematoksilen ile yapıldı. Son olarak, kesitler alkol serilerinden geçirilip, ksilen ile muamale edildikten sonra entellan ile kapatıldı. Hazırlanan tüm preparatlar Zeiss marka Axiolab A1 araştırma mikroskobu altında değerlendirilerek fotoğraflandırıldı.

3.6. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler aritmetik ortalama \pm standart sapma ve ortanca (minimum-maksimum) olarak ifade edildi. Grupların karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis varyans analizi kullanıldı. Kruskal-Wallis varyans analizinde alt grupların ikişerli karşılaştırılması ise Dunn testi ile yapıldı ve tüm değerlendirmeler için $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Fizyolojik Bulgular

Egzersiz protokülünün final koşusu öncesi ve sonrasında ağırlık ölçümleri yapıldı. Final koşusu öncesi ve sonrası ağırlık ölçümleri arasında tüm gruplarda azalma saptanmasına rağmen bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunamadı (Tablo 5).

Tablo 5: Rat koşu performansı öncesi ve sonrası ağırlık değişimi

	Kontrol n=6	Primer tamir n=6	Orthokine® n=6	Hyalone® n=6	P değeri
Final koşusu öncesi ağırlık (gr, min- max)	406 (384-415)	387,5 (375-415)	400,5 (342-505)	353,5 (300-450)	0.198
Final koşusu sonrası ağırlık (gr, min-max)	397 (363-400)	366 (355-397)	381,5 (328-487)	339,5 (283-423)	0.159

Egzersiz protokolünün 9. günü yapılan final koşusunda ratların 60 dk boyunca koşu analizleri yapılmıştır. Her ceza puanı not edilerek hesaplanmıştır. Buna göre en az cezayı kontrol grubu alırken en çok ceza puanını primer tamir grubu almıştır ($p=0.002$). Koşu ceza parametresinde gruplar arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0.001$) (Tablo 6). Primer tamir grubu ile Orthokine® grubunun koşu performansı sırasında aldıkları ceza puanlarının ikili karşılaştırmaları sonucunda anlamlı farklılık saptanamamıştır ($p=0.132$). Orthokine® grubu en çok ceza puanına sahip primer tamir grubundan daha az ceza almıştır. Orthokine® ile Hyalone® gruplarının koşu ceza performanslarının ikili analizleri sonucunda ise anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p=0.240$). Ancak primer tamir grubu ile Hyalone® grubunun ikili analizlerinde Hyalone® lehine anlamlı istatistiksel farklılık saptanmıştır ($p=0.004$). Hyalone® grubu kontrol grubundan daha fazla ceza puanı ($p=0.004$) almasına rağmen primer tamir grubundan daha az ceza puanı almıştır ($p=0.004$). Bu bulgu Hyalone®'un ağrı azalması ve doku iyileşmesi üzerine olumlu etkileri olabileceği düşündürmüştür. Bu bulgular ışığında omuz hareket açıklığı ve fonksiyonelliği artmakta, daha uzun süre uyarı gerekmeksizin koşu performansı sergilenebilmekte ve bununla birlikte daha az ceza puanı alınmaktadır şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 6: Final koşu performansı sonucu alınan ceza puanları

	Kontrol n=6	Primer tamir n=6	Orthokine® n=6	Hyalone® n=6	P değeri
Ceza puanı (min-max)	5 (2-6)	13 (10-15)	10.5 (7-14)	8.5(6-10)	0.001

4.2. Histolojik Bulgular

Histolojik analizler Bülent Ecevit Üniversitesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarlarında yapılmıştır. Tüm deneklere ait her bir preparat Curtis ve ark. (97) kullandığı skorlamadan yararlanılarak yangı, neovaskülarizasyon, fibroblastik proliferasyon ve fibrozis açısından skorlanmış, histopatolojik değerlendirme sonuçları Tablo 7 ve Tablo 8’ de verilmiştir.

Tablo 7: Histolojik inceleme sonuçları

Denek No	Grup No	Yangı	Neovaskülarizasyon	Fibroblastik Proliferasyon	Fibrozis
1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0
7	2	3	3	2	2
8	2	3	3	2	2
9	2	2	3	1	1
10	2	3	2	2	3
11	2	3	2	2	2
12	2	2	3	1	1
13	3	3	3	3	2
14	3	3	2	2	3
15	3	2	2	1	2
16	3	2	3	2	2
17	3	3	3	3	2
18	3	2	2	1	1
19	4	2	3	2	1
20	4	1	2	2	1
21	4	2	2	2	2
22	4	1	1	3	2
23	4	2	2	3	2
24	4	2	2	2	1

(Grup 1:Kontrol, Grup 2: Primer tamir, Grup 3: Orthokine®, Grup 4: Hyalone®)

Yangı skoru bakımından gruplar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). Yangı skorunun ikili karşılaştırmaları sonucunda kontrol grubu ile diğer gruplar arasındaki fark, anlamlı bulunmuştur ($p = 0.002$). Hyalone® ve primer tamir grupları arasında Hyalone® grubunda daha az yangı olacak şekilde anlamlı bulunmuştur ($p = 0.026$). Primer tamir-Orthokine® ($p = 0.699$) ve Hyalone®-Orthokine® grupları ($p = 0.065$) arasındaki yangının ikili analizlerinde anlamlı istatistiksel farklılık bulunamamıştır (Grafik 1). Bu bulgular Hyalone®'un tamir dokusunda yangıyı belirgin düzeyde azalttığı ve sonuç olarak yangıya bağlı ağrıyı azaltabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Hyalone® grubundaki koşu performansının da daha iyi olması bu bulgular ile örtüşmektedir.

Neovaskülarizasyon bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p = 0.001$). Neovaskülarizasyonun gruplar arasında ikili karşılaştırmaları sonucunda kontrol grubunda neovaskülarizasyonun diğer gruplara göre daha fazla olduğu bulunmuştur ($p = 0.002$). Ancak diğer grupların neovaskülarizasyon açısından ikili karşılaştırma analizleri sonucunda Primer tamir-Orthokine® ($p = 0.699$), Primer tamir- Hyalone® ($p = 0.132$) ve Orthokine®-Hyalone® ($p = 0.240$) grupları arasında anlamlı istatistiksel farklılık saptanamamıştır. Bu sonuçlar uygulanan üç yöntemin de neovaskülarizasyon üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu ancak bu yöntemlerin birbirine üstünlüklerinin bulunmadığı şeklinde yorumlanmıştır.

Fibroblastik proliferasyon bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p = 0.001$). İkili karşılaştırmalar sonunda kontrol grubundaki fibroblastik proliferasyonun diğer gruplardan anlamlı oranda az olduğu bulunmuştur ($p = 0.002$). Ancak ikili karşılaştırma analizleri sonucunda Primer tamir-Orthokine® ($p = 0.589$); Primer tamir- Hyalone® ($p = 0.132$) ve Orthokine®-Hyalone® ($p = 0.589$) grupları arasında anlamlı istatistiksel farklılık saptanamamıştır. Fibroblastik proliferasyon; Primer tamir uylaması, Orthokine® ve Hyalone® ile artmakta ancak birbirlerine üstünlük yaratacak kadar belirgin fark yaratamamaktadır. Her gruba ortak olarak primer tamir uygulanmış olması nedeniyle, fibroblastik proliferasyona esas etkiyi primer tamirin gösterdiği düşünülmüştür. Orthokine® ve Hyalone®'un fibroblastik proliferasyon üzerine etkisi olmadığı düşünülmüştür.

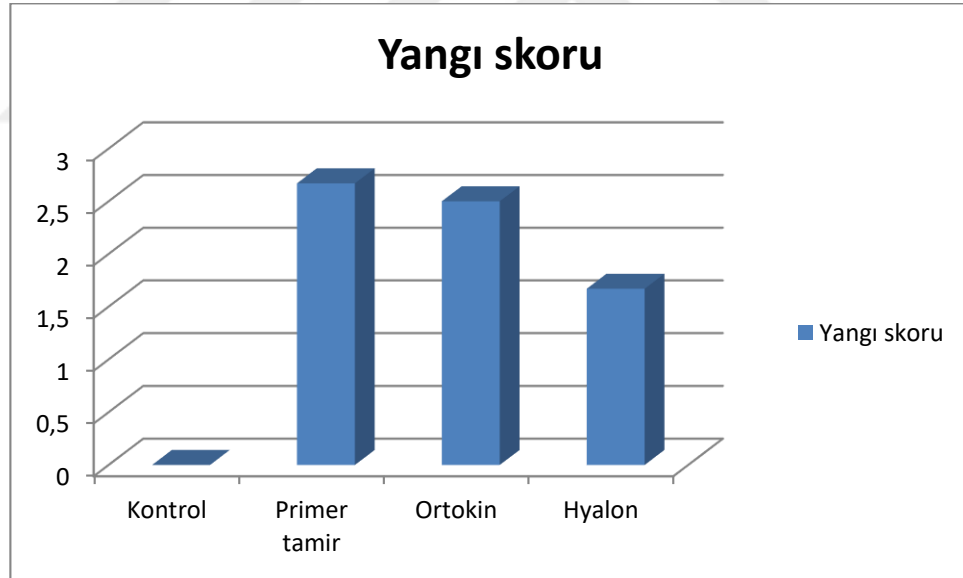
Fibrozis bakımından gruplar arasında anlamlı istatistiksel farklılık saptanmıştır ($p = 0.002$). İkili karşılaştırmalar sonunda kontrol grubu ile diğer gruplar arasındaki fark da anlamlı bulunmuştur ($p = 0.002$). Ancak ikili karşılaştırma analizleri sonucunda Primer tamir-Orthokine® ($p = 0.699$), Primer tamir- Hyalone®

(p=0.485) ve Orthokine®-Hyalone® (p=0.240) grupları arasında anlamlı istatistiksel farklılık saptanamamıştır. Her üç grupta da fibrozis açısından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış görülmüştür. Ancak yöntemlerin birbirine anlamlı farklılığı bulunmamaktadır.

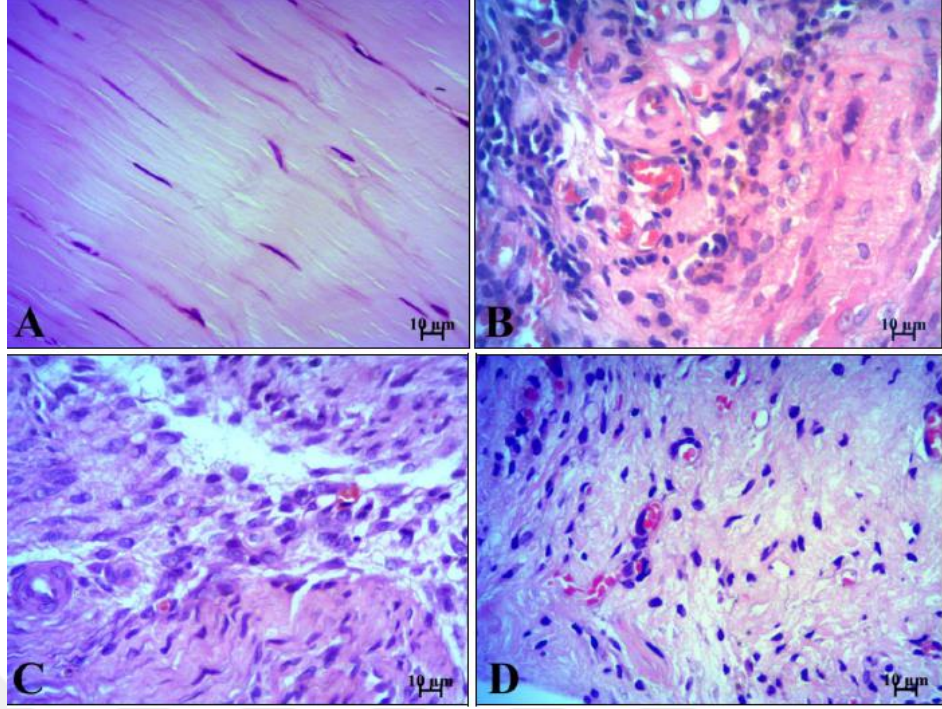
Histolojik değerlendirmeler neticesinde hyalüronik asit uygulaması sonrası kollajen liflerin yeniden organize olup, düzenli sıkı bağ doku yapısını oluşturmaya başladığı gözlemlenmiştir

Tablo 8: Tendon tamir dokusunun histolojik analiz sonuçları

Skor (min-max)	Kontrol n=6	Primer tamir n=6	Orthokine® n=6	Hyalone® n=6	P değeri
Yangı	0 (0-0)	3 (2-3)	2.5 (2-3)	2 (1-2)	<0.001
Neovaskülarizasyon	0 (0-0)	3 (2-3)	2.5 (2-3)	2 (1-3)	0.001
Fibroblastik proliferasyon	0 (0-0)	2 (1-2)	2 (1-3)	2 (2-3)	0.001
Fibrozis	0 (0-0)	2 (1-3)	2 (1-3)	1.5 (1-2)	0.002

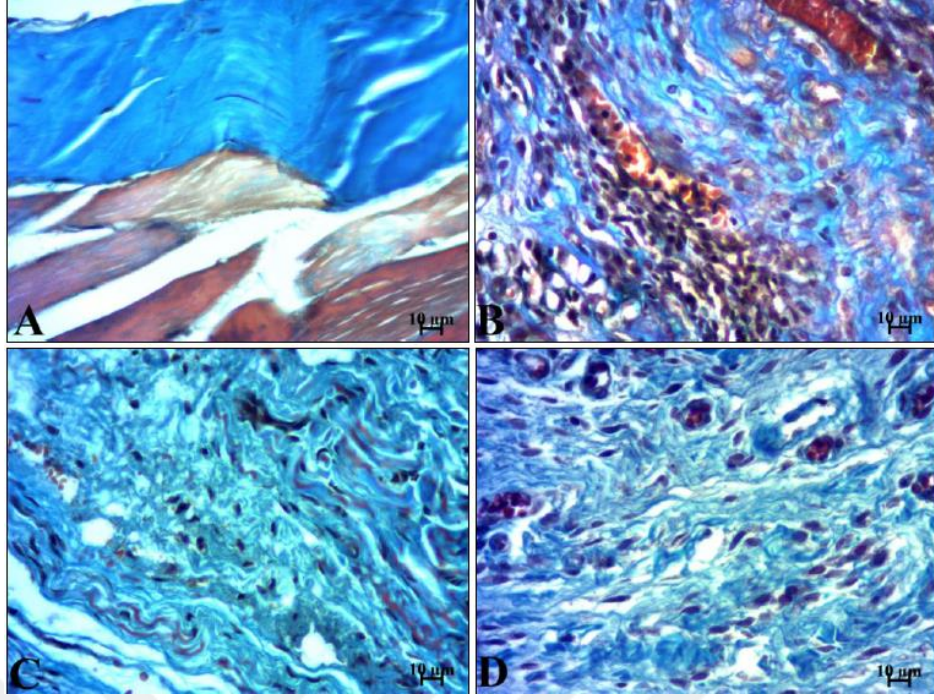


Grafik 1: Yangı skorunun gruplar arasında dağılımını gösteren grafik



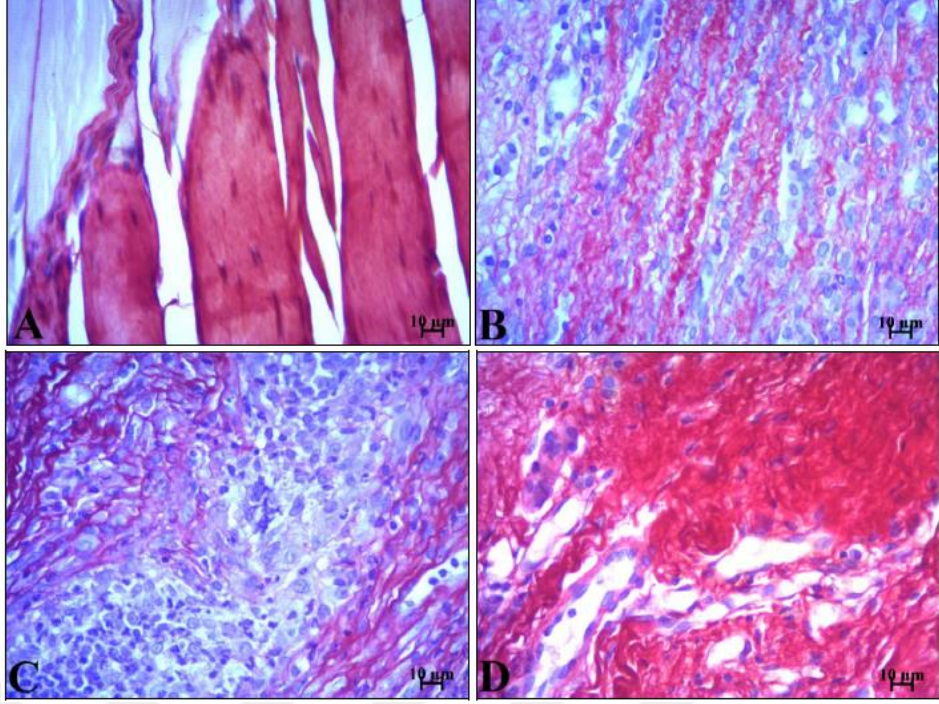
Resim 12: Sıçan tendon doku kesitlerinden elde edilen mikrograflar.

A: Kontrol Grubu; normal morfolojide düzenli ve yoğun yerleşimli kollajen liflerin arasında tendinositler izlenmekte. B: Primer Tamir Grubu; tendon yaralanması sonrası, primer tamir işlemi uygulanan tendon bölgesinden 4. haftada elde edilen doku örneğinde, artan inflamatuvar hücreler ve neovaskülarizasyon dikkati çekmekte. C: Orthokine® Grubu; primer tamir işlemi ile birlikte Orthokine® uygulanan grupta, yer yer inflamatuvar hücreler ile birlikte, vaskülarizasyondaki artış, yer yer organize olmuş kollajen lifler ile birlikte, fibrosit ve fibroblastlar görülmekte. D: Hyalone® Grubu: primer tamir işlemi ile birlikte Hyalone® uygulanan grupta, inflamatuvar hücrelerin yoğunluğundaki azalma dikkati çekmekte. H-E, scale bar: 10 µm.



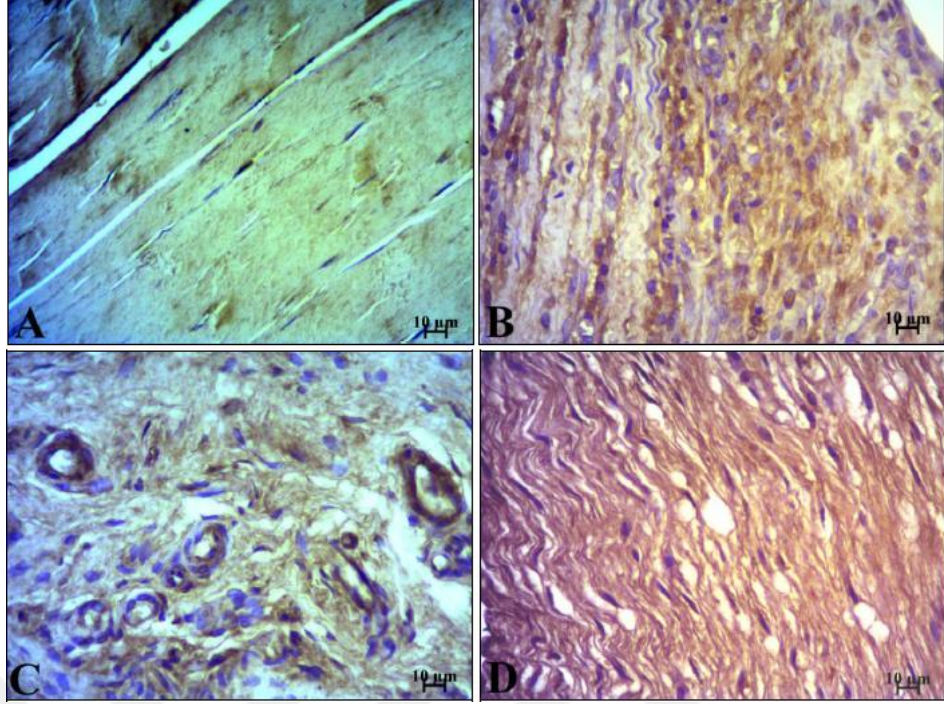
Resim 13: Sıçan tendon doku kesitlerinden elde edilen mikrograflar.

A: Kontrol Grubu; normal morfolojide düzenli ve yoğun yerleşimli kollajen liflerin arasında tendinositler izlenmekte. B: Primer Tamir Grubu; tendon yaralanması sonrası, primer tamir işlemi uygulanan tendon bölgesinden 4. haftada elde edilen doku örneğinde, artan inflamatuvar hücreler ve neovaskülarizasyon dikkati çekmekte. C: Orthokine® Grubu; primer tamir işlemi ile birlikte Orthokine® uygulanan grupta, yer yer inflamatuvar hücreler ile birlikte, vaskülarizasyondaki artış, yer yer organize olmuş kollajen lifler ile birlikte, fibrosit ve fibroblastlar görülmekte. D: Hyalone® Grubu: primer tamir işlemi ile birlikte Hyalone® uygulanan grupta, inflamatuvar hücrelerin yoğunluğundaki azalma dikkati çekmekte. Masson'un üçlü boyası, scale bar: 10 µm.



Resim 14: Sıçan tendon doku kesitlerinden elde edilen mikrograflar.

A: Kontrol Grubu; normal morfolojide düzenli ve yoğun yerleşimli kollajen liflerin arasında tendinositler izlenmekte. B: Primer Tamir Grubu; tendon yaralanması sonrası, primer tamir işlemi uygulanan tendon bölgesinden 4. haftada elde edilen doku örneğinde, artan inflamatuvar hücreler ve neovaskülarizasyon dikkati çekmekte. C: Orthokine® Grubu; primer tamir işlemi ile birlikte Orthokine® uygulanan grupta, kollajen lifleri kesintiye uğratmış yoğun yerleşimli inflamatuvar hücreler görülmekte. D: Hyalone® Grubu: primer tamir işlemi ile birlikte Hyalone® uygulanan grupta, inflamatuvar hücrelerin yoğunluğundaki azalma ile birlikte kollajen liflerin yoğunluğundaki artış dikkati çekmekte. Sirius kırmızısı, scale bar: 10 µm.



Resim 15: Sıçan tendon doku kesitlerinden elde edilen mikrograflar.

A: Kontrol Grubu; normal yapısal özellikler sergileyen tendon dokusu izlenmekte. B: Primer Tamir Grubu; yer yer yeniden organize olmuş, kolljen-1 pozitif lifler arasında inflamatuvar hücreler dikkat çekmekte. C: Orthokine® Grubu; kollajen-1 pozitif alanlarda lifsel elemanlardaki düzensizlik, neovaskülarizasyon odaklarının aralarında inflamatuvar hücreler izlenmekte. D: Hyalone® Grubu; kollajen-1 ile yoğun boyanmış, aynı yönde seyreden, yeniden organize olmuş lifler dikkat çekmekte. İmmünohistokimya kollajen-1, scale bar: 10 µm.

5. TARTIŞMA

Rotator manşet yaralanmaları oldukça sık görülen ve kişinin yaşam kalitesini ciddi şekilde etkileyebilen bir rahatsızlıktır. Polikliniğe başvuruda en sık şikayet omuz ağrısıdır. Ağrının etyolojisi kısmi rotator manşet yırtıklarından tam kat yırtıklara, tendinitten kalsifiye tendinozise kadar geniş bir yelpazeye sahiptir. Subakromial sıkışma sendromu ve tendonlarda dejenerasyon da yaşla birlikte akılda tutulması gereken önemli etyolojik nedenleri oluşturur.

Parsiyel rotator manşet yırtık insidansı yaşla orantılı olarak artmaktadır. 18–74 yaş arası bireylerde toplam 96 omuz üzerinde yapılan bir çalışmada supraspinatus parsiyel yırtık oranı %34 olarak bulunmuş ve yırtık boyutunun yaşla beraber orantılı olarak arttığı saptanmıştır (98).

Parsiyel rotator manşet yırtık insidansı tam kat yırtık insidansından fazla olmakla birlikte yaşla birlikte sıklığının arttığı bilinmektedir. Tam kat rotator manşet yırtık insidansı %5-%40 arasında değişmektedir (99).

Rotator manşet yırtık patogenezi multifaktöriyeldir. İlerleyen yaşla oluşan dejenerasyon, travma, tekrarlayan mikrotravma, hipovaskülarite, entesopati ve subakromial sıkışma sendromu bu nedenlerin bazılarını oluşturmaktadır (99). Rotator manşet yırtık tedavi prensipleri konservatif tedavi, debridman, açık cerrahi ile tamir ve tümüyle kapalı artroskopik tamir olarak sayılabilir. Yırtık tipi ve özellikleri doğrultusunda tedavi tipi hekim tarafından belirlenir. Teknolojideki ilerleme ve tekniklerin gelişmesi ile cerrahi tedavinin neredeyse tamamı artroskopik olarak yapılmaktadır.

Rotator manşet yırtık cerrahileri sonrası doku iyileşmesinde enflamasyonun oldukça etkin olduğu bilinmektedir. Tendon iyileşmesinin erken safhalarında enflamasyon, hücre göçü ve hücre olgunlaşmasını içerir. Matriks depolamak ve bu matriksi yeniden yapılandırmak için fibroblast sayısı hızla artar. Enflamasyon sırasında salınan büyüme faktörleri ve sitokinler, fibroblastları olgunlaşmaya ve ekstrasellüler matriks salgılamaya yönlendirir. Yeni kollajen fiberleri oluşur ve hücre / matriks oranı yeniden sağlanır (100). Bu aşamalardaki aksaklıklar sonucu gelişen yetersiz iyileşme ise önemli bir morbidite ve nüks nedenidir.

Leonardo ve ark. yakın tarihli yayınladıkları bir derleme yazısında hyalüronik asit uygulamasının ağrıyı belirgin şekilde azalttığı ve omuz işlevini arttırdığını belirtmiştir (101). Bizim çalışmamıza benzer bir kurgu ile Yamaguchi ve ark. (102)

rat rotator cuff tamir modelinde hyalüronik asit ve steroid etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında hyalüronik asitin ve steroidin benzer etkilerle yürüme analizine olumlu etkilerini göstermişlerdir. Ayrıca histolojik olarak iyileştirmeyi arttırdığını bulmuşlardır. Hyalüronik asit ve otolog serum konsantresinin etkilerini karşılaştırdığımız çalışmamızda ise hyalüronik asit koşu performansını belirgin olarak arttırmıştır. Bu artışta yangıyı diğer gruplara kıyasla belirgin olarak azaltmasının etkisi olduğunu düşünüyoruz. Öte yandan tendon iyileşmesinde değerlendirdiğimiz neovaskülarizasyon, fibroblastik proliferasyon ve fibrozis üzerine diğer gruplardan farklı etki gösterememiştir. Honda ve ark. tavşan rotator manşet tamir modelinde hyalüronik asitin tendon kemik ara yüzey iyileşmesinde ve tendon olgunlaşmasında ve biyomekanik güçte belirgin artışa neden olduğunu göstermiştir (103).

Alınan kanın inkübasyon ve santrifüj işlemleri sonrasında hazırlanan Otolog serum konsantresi (Orthokine® - Autologous conditioned serum) doku iyileşmesini içerdiği sitokin ve büyüme faktörleri ile arttırdığı gösterilmiş olup kas ve tendon yaralanmalarında, spinal sinir kök basılarında, ön çapraz bağ cerrahisi sonrası iyileşme ve osteoartrit gibi enflamasyon ve tamir süreçlerinin birlikte gerçekleştiği durumlarda etkin olduğu gösterilmiştir. Otolog serum konsantresinin rotator kılıf onarımı sonrası kullanımı ile ilgili bilgi ve çalışma bulunmamaktadır. Genç ve arkadaşlarının rat aşıl tendon tamir modelinde otolog serum konsantresinin tendon iyileşmesine etkilerini ve biyomekanik özelliklerini araştırdıkları çalışmada (104) kollajen yeniden şekillenme, iyileşme ve biyomekanik olarak geliştirdiğini bulmuşlardır. Bizim çalışmamızla karşılaştırıldığında otolog serum konsantresinin tendon iyileşmesine primer tamir ya da hyalüronik asitten anlamlı fark yaratamadığı saptanmıştır. Koşu performansı primer tamir grubundan daha iyi, hyalüronik asit grubundan daha kötü olsa da gruplar arasında anlamlı fark gözlenememiştir. Her ne kadar bizim çalışmamızda otolog serum konsantresi belirgin farklılık yaratmasa da Majewski'nin ratlar ve Geburek'in atlar üzerinde yaptığı çalışmalarda tendon iyileşmesi üzerindeki olumlu etkilerinden bahsedilmiştir (105, 106).

Çalışmamızda koşu bandı egzersizlerinde en az ceza puanını kontrol grubu alırken en çok ceza puanı primer tamir grubuna verilmiştir. Primer tamir ve Orthokine® grupları arasında anlamlı fark saptanamamıştır (p=0.132). Orthokine® ile Hyalone®'un ikili analizleri sonucunda da yine anlamlı farklılık saptanamamıştır (p=0.240). Ancak Hyalone® grubunun, primer tamir grubuna göre pozitif anlamlı

farklılık oluşturduğu görülmüştür ($p=0.004$). Hyalone® tendonun iyileşme ve fonksiyonel kullanımı üzerine olumlu etkiler göstererek diğer gruplardan daha az ceza puanı alınmasını sağlamıştır. Ağrı üzerine etkileri çalışmanın tekniği gereği belirlenemese de olumlu etkileri olduğu düşünülmüştür. Supraspinatus tendon tamir modeli oluşturulup botox enjeksiyonun etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada botox uygulanan grup ile kontrol grubunun koşu performansları benzer bulunmuştur (107). Çalışmamızda ise Hyalone® uygulamasının koşu performansını anlamlı derecede arttırdığını saptadık.

Histolojik analizler sonucunda yangı düzeyinin primer tamir-Orthokine® ($p=0.699$) ve Hyalone®-Orthokine® ($p=0.065$) arasındaki ikili karşılaştırmalarda anlamlı istatistiksel farklılık bulunamamıştır. Ancak primer tamir ve Hyalone® grupları arasında yangısal olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p=0.026$). Hyalone®'un tendon tamir dokusunda yangıyı belirgin olarak azalttığı gösterilmiştir. Bununla ilişkili olarak koşu performansı da göz önüne alındığında ağrıda azalma ve fonksiyonellikte artış sağladığı düşünülmüştür. Hyalüronik asit uygulamaları sonrası adezyonun azaldığı ve daha kaliteli iyileşme dokusu geliştiğini gösteren yayınlar da mevcuttur. Tendon iyileşmesinde yangı erken dönemde tendon tamir dokusu için çok önemli olmakla birlikte uzamış yangı iyileşme dokusunun kalitesinde bozulmalara ve ağrıya yol açmaktadır. Ağrı nedeni fonksiyonellik azalmakta ve morbidite artmaktadır.

Yangıdaki bu azalmanın kliniğe de olumlu yansımaları olacaktır. Özellikle spor yaralanmalarında erken rehabilitasyon ve erken spora dönüş şansı verecektir. Erken hareket sayesinde remodelizasyon da daha etkili olacaktır. Yapışıklıklar olmayacaktır. Sonuç olarak tendon iyileşmesi için olumlu ve istenen etkilere neden olacaktır.

Neovaskülarizasyon bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0.001$) ancak ikili karşılaştırma analizleri sonucunda Primer tamir-Orthokine® ($p=0.699$); Primer tamir- Hyalone® ($p=0.132$) ve Orthokine®-Hyalone® ($p=0.240$) grupları arasında anlamlı istatistiksel farklılık saptanamamıştır. Uygulanan üç yöntemin de neovaskülarizasyon üzerine olumlu etkileri olmakta ancak bu yöntemlerin birbirine anlamlı üstünlükleri bulunmadığı saptanmıştır.

Gigliotti ve arkadaşlarının omuz artroskopisi sırasında yırtık ve sağlam rotator cuff tendonlarından aldıkları biyopsilerinin histolojik incelemeleri sonucunda kronik süreçlerin vaskülariteyi azalttığı saptanmıştır (108). Çalışmamızda birbirlerine

üstünlük sağlayamasa da tüm grupların vaskülariteye olumlu katkıları olduğu saptanmıştır. Ancak bizim yırtık modelimiz akut oluşturulan ve tamir edilen bir model olduğu için dejeneratif süreçler sonucu oluşabilecek değişiklikler başka bir çalışmanın konusunu oluşturabilir.

Fibroblastik proliferasyon bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0.001$) ancak birbirleri arasında anlamlı istatistiksel farklılık saptanamamıştır. Fibroblastik proliferasyon, primer tamir uygulaması, Orthokine® ve Hyalone® ile artmakta ancak birbirlerine üstünlük yaratacak kadar belirgin fark yaratamamaktadır. Her gruba ortak olarak primer tamir uygulanmış olması nedeni fibroblastik proliferasyon için primer tamirin yeterli olacağı düşünülmüştür. Orthokine® ve Hyalone®'un fibroblastik proliferasyon üzerinde anlamlı fark yaratacak etki oluşturamadığı düşünülmüştür. Ancak bu bulgunun daha büyük denek grupları ile teyit edilmesi gerekmektedir.

Fibrozis bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0.002$). Ancak ikili karşılaştırma analizleri sonucunda Primer tamir-Orthokine® ($p=0.699$); Primer tamir- Hyalone® ($p=0.485$) ve Orthokine®-Hyalone® ($p=0.240$) grupları arasında anlamlı istatistiksel farklılık saptanamamıştır. Her üç grup da fibrozis üzerine pozitif istatistiksel artışa neden olmuştur. Ancak yöntemlerin birbirine anlamlı farklılığı bulunamamıştır. Yapılan biyomekanik çalışmalar ortaya koymuştur ki fibrozis tendon sağlamlığını arttırmaktadır. Hatta hasarlı tendon dokularının kontrol gruplarına göre daha dayanıklı bulunmasının nedenini fibrozis ile açıklamışlardır. Bu nedenle fibrozisdeki artış olumlu olarak yorumlanmıştır.

6. SONUÇLAR

Oluşturduğumuz supraspinatus yırtığı modelinde intramusküler olarak uygulanan otolog serum konsantrisi ve hyalüronik asit, doku iyileşmesinde neovaskülarizasyon, fibroblast proliferasyonu ve fibrozis parametreleri açısından olumlu sonuçlar vermekle beraber birbirlerine istatistiksel olarak fark yaratamamışlardır. Ancak hyalüronik asit yangıyı belirgin olarak azaltmış ve bunun sonucu olarak koşu performansını belirgin olarak arttırmıştır. Ayrıca hyalüronik asit uygulaması sonrası kollajen liflerin yeniden organize olup, düzenli sıkı bağ doku yapısını oluşturmaya başladığı gözlemlenmiştir.



7. KAYNAKLAR

1. Moseley HF. Shoulder lesions. 2nd ed. New York: Paul Hoeber Inc; 1953.
2. Matsen FA, Arntz CT, Lippitt SB. Rotator cuff. In: Rockwood CA, Matsen FA III, editors. The shoulder. Vol. 2, 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1998. p.755-839.
3. Codman EA. Rupture of the supraspinatus tendon. 1911. Clin Orthop 1990; (254):3-26.)
4. McLaughlin HL. Lesions of the musculotendinous cuff of the shoulder. The exposure and treatment of tears with retraction. 1944. Clin Orthop Relat Res. 1994 Jul;(304):3-9. PubMed PMID: 8020230.
5. Neer CS 2nd. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. J Bone Joint Surg [Am] 1972; 54: 41-50.
6. Neer CS 2nd. Impingement lesions. Clin Orthop 1983; (173): 70-7.
7. Neer CS 2nd, Marberry TA. On the disadvantages of radical acromionectomy. J Bone Joint Surg [Am] 1981; 63: 416-9.
8. Ellman H, Kay SP, Wirth M. Arthroscopic treatment of fullthickness rotator cuff tears: 2- to 7-year follow-up study. Arthroscopy 1993;9:195-200.
9. Stephens SR, Warren RF, Payne LZ, Wickiewicz TL, Altchek D W. Arthroscopic acromioplasty: a 6- to 10-year follow-up. Arthroscopy 1998; 14: 382-8.
10. France EP, Paulos LE, Harner CD, Straight CB. Biomechanical evaluation of rotator cuff fixation methods. Am J Sports Med 1989; 17: 176-81.
11. Sward L, Hughes JS, Amis A, Wallace WA. The strength of surgical repairs of the rotator cuff. A biomechanical study on cadavers. J Bone Joint Surg [Br] 1992;74:585-8.
12. Gerber C, Schneeberger AG, Beck M, Schlegel U. Mechanical strength of repairs of the rotator cuff. J Bone Joint Surg [Br] 1994; 76: 371-80.
13. Craft DV, Moseley JB, Cawley PW, Noble PC. Fixation strength of rotator cuff repairs with suture anchors and the transosseous suture technique. J Shoulder Elbow Surg 1996; 5:32-40.
14. Reed SC, Glossop N, Ogilvie-Harris DJ. Full-thickness rotator cuff tears. A biomechanical comparison of suture versus bone anchor techniques. Am J Sports Med 1996;24: 4 6 - 8 .

15. Hecker AT, Shea M, Hayhurst JO, Myers ER, Meeks LW, Hayes WC. Pull-out strength of suture anchors for rotator cuff and Bankart lesion repairs. *Am J Sports Med* 1993;21: 874-9.
16. Akman S. Subakromial sıkımsa sendromları ve cerrahi tedavisi [Uzmanlık tezi]. İstanbul: İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı. 1994.
17. Angelo RL, Esch JC, Ryu RKN. The shoulder . Philadelphia: Saunders Elsevier, 2010:320)
18. Berjano p, Gonzalez BG, Olmedo JF, et all. Complication in arthroscopic shoulder surgery. *Arthroscopy* 2000;14:785-788.
19. O'Brian JS, Voos JE, Niviaser JA, Drakos MC. Developmental Anatomy of the Shoulder and Anatomy of the Glenohumeral Joint in: Rockwood CA, Matsen FA III, editors. The shoulder. Vol. 1, 4th ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 2009. p. 12-29
20. Boileau P, Walch G. The three-dimensional geometry of the proximal humerus. Implications for surgical technique and prosthetic design. *J Bone Joint Surg Br.* 1997 Sep;79(5):857-65. PubMed PMID: 9331050.
21. Jobe MC, Phipatanakul WP, Coen MJ. Gross Anatomy of the Shoulder in: Rockwood CA, Matsen FA III, editors. The shoulder. Vol. 1, 4th ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 2009. p. 33-62
22. Hurley, J. A. The Upper Extremity in Sports Medicine Chapter 2. The J.V. Mosby Company, 1990; s990.
23. Vanarthos WJ, Monu JU. Type 4 acromion: a new classification. *Contemp Orthop.* 1995 Mar;30(3):227-9. PubMed PMID: 10150316
24. Clark JM, Harryman DT 2nd. Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff. Gross and microscopic anatomy. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74(5):713
25. Bickley, L. S. İskelet Kas Sistemi, Bates' Fizik Muayene Rehberi, (Özsüt, H., Tetikkurt, C., Eds.), İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, 2004; s483-506.
26. Soslowsky, L. J., Carpenter, J. E., Bucchieri, J. S., Flatow, E. L. Biomechanics of the Rotator Cuff. *Orthop Clinic of North America.*, 1997;28(1): 17-30.
27. Soslowsky LJ, Carpenter JE, Bucchieri JS, Flatow EL. Biomechanics of the rotator cuff. *Orthop Clin North Am* 1997;28:17-30.
28. Matsen III, F. A.; Arntz, C. T.; Lippitt, S. B. Rotator cuff.: The shoulder. Philadelphia: WB Saunders, 1998.

29. Akpınar, Sercan; Özkoç, Gürkan; Cesur, Necip. Rotator manşet anatomisi, biyomekaniği ve fizyopatolojisi. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2003, 37.1: 4-12.
30. Rowlands LK, Wertsch JJ, Primack SJ, Spreitzer AM, Roberts MM. Kinesiology of the empty can test. *Am J Phys Med Rehabil* 1995;74:302-4.
31. Howell SM, Imobersteg AM, Seger DH, Marone PJ. Clarification of the role of the supraspinatus muscle in shoulder function. *J Bone Joint Surg [Am]* 1986;68:398-404.
32. Rickert M, Georgousis H, Witzel U. Tensile strength of the tendon of the supraspinatus muscle in the human. A biomechanical study. [Article in German] *Unfallchirurg* 1998;101: 265-70.
33. Wiley AM. Superior humeral dislocation. A complication following decompression and debridement for rotator cuff tears. *Clin Orthop*. 1991;(263):135-41.
34. Bigliani LU, Morrison DS, April EW. The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *Orthop Trans* 1986;10:228.
35. Fukuda H, Hamada K, Yamanaka K. Pathology and pathogenesis of bursal-side rotator cuff tears viewed from en bloc histologic sections. *Clin Orthop* 1990; (254):75-80
36. Lohr JF, Uhthoff HK. The microvascular pattern of the supraspinatus tendon. *Clin Orthop* 1990; (254):35-8.
37. Moseley HF, Goldie I. The arterial pattern of the rotator cuff of the shoulder. *J Bone Joint Surg [Br]* 1963;45:780-9.
38. Rathbun JB, Macnab I. The microvascular pattern of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg [Br]* 1970;52:540-53.
39. Yazici M, Kopuz C, Gulman B. Morphologic variants of acromion in neonatal cadavers. *J Pediatr Orthop* 1995;15:644-7.
40. Putz R, Reichelt A. [Structural findings of the coraco-acromial ligament in rotator cuff rupture, tendinosis calcarea and supraspinatus syndrome]. [Article in German] *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 1990;128(1):46-50.
41. Riley GP, Harrall RL, Constant CR, Chard MD, Cawston TE, Hazleman BL. Glycosaminoglycans of human rotator cuff tendons: changes with age and in chronic rotator cuff tendinitis. *Ann Rheum Dis*. 1994;53(6):367-76.
42. Wang JC, Shapiro MS. Changes in acromial morphology with age. *J Shoulder Elbow Surg*. 1997;6(1):55-59.228.

43. Nho SJ, Yadav H, Shindle MK, MacGillivray JD, Rotator Cuff Degeneration Etiology and Pathogenesis. *The American Journal of Sports Medicine*. 2008;36(5):987-93
44. Uhthoff HK, Sarkar K. Surgical repair of rotator cuff ruptures The importance of the subacromial bursa. *J Bone Joint Surg Br*. 1991;73(3):399-401.
45. Ozaki J, Fujimoto S, Nakagawa Y, Masuhara K, Tamai S. Tears of the rotator cuff of the shoulder associated with pathological changes in the acromion. A study in cadavera. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70(8):1224-30.
46. Brewer BJ. Aging of the rotator cuff. *Am J Sports Med*. 1979; 7(2):102-10.
47. Premdas J, Tang JB, Warner JP, Murray MM, Spector M. The presence of smooth muscle actin in fibroblasts in the torn human rotator cuff. *J Orthop Res*. 2001;19(2):221-228.
48. Çalış, M., Akgün, K., Birtane, M. Diagnostic Values of Clinical Diagnostic Tests in Subacromial Impingement Syndrome. *Ann Rheum Dis.*, 2000;59: 44-47.
49. Codman E.A. *The Shoulder: Rupture of the Supraspinatus Tendon and Other Lesions in or About the Subacromial Bursa*. Boston: Thomas Todd Co. 1934.
50. Yamanaka K, Matsumoto T. The joint side tear of the rotator cuff. A followup study by arthrography. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;(304):68-73.
51. Yel, M., and Arazi, M. Rotator Manşet Yırtıklarının Sınıflandırılması. *Acta Orthop Traumatol Turc.*, 2003; 37(1): 77-82.
52. Fukuda H, Mikasa M, Ogawa K, Yamanaka K, Hamada K. The partial thickness tear of the rotator cuff. *Orthop Trans* 1983;7:137.
53. Ellmann H. Rotator cuff disorders. In: Ellmann H, Garstman GM, editors. *Arthroscopic shoulder surgery and related disorders*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1993. p. 98-119
54. Snyder SJ, Pachelli AF, Del Pizzo W, Friedman MJ, Ferkel RD, Pattee G. Partial thickness rotator cuff tears: results of arthroscopic treatment. *Arthroscopy*. 1991;7(1):1-7. PubMed PMID: 2009105
55. Habermeyer P, Krieter C, Tang KL, Lichtenberg S, Magosch P. A new arthroscopic classification of articular-sided supraspinatus footprint lesions: a prospective comparison with Snyder's and Ellman's classification. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008 Nov-Dec;17(6):909-13. doi: 10.1016/j.jse.2008.06.007. PubMed PMID: 18818103.

56. Wolfgang GL. Surgical repair of tears of the rotator cuff of the shoulder. Factors influencing the result. *J Bone Joint Surg Am.* 1974 Jan;56(1):14-26. PubMed PMID: 4812158.
57. DeOrto JK, Cofield RH. Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair. *J Bone Joint Surg Am.* 1984 Apr;66(4):563-7. PubMed PMID: 6707035.
58. Patte D. Classification of rotator cuff lesions. *Clin Orthop Relat Res.* 1990 May;(254):81-6. PubMed PMID: 2323151.
59. Oh JH, Kim SH, Ji HM, Jo KH, Bin SW, Gong HS. Prognostic factors affecting anatomic outcome of rotator cuff repair and correlation with functional outcome. *Arthroscopy.* 2009 Jan;25(1):30-9. doi: 10.1016/j.arthro.2008.08.010. PubMed PMID: 19111216.
60. Gladstone JN, Bishop JY, Lo IK, Flatow EL. Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. *Am J Sports Med.* 2007 May;35(5):719-28. PubMed PMID: 17337727.
61. Melis B, Nemoz C, Walch G. Muscle fatty infiltration in rotator cuff tears: descriptive analysis of 1688 cases. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009 Sep;95(5):319-24. doi: 10.1016/j.otsr.2009.05.001. PubMed PMID: 19586809.
62. Habermeyer P, Magosch P, Lichtenberg S. Classifications of rotator cuff. In: Walch G, Boileau P (eds). *Classifications and scores of the shoulder.* Springer, Berlin. 2006; p 29-31
63. Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Gerber C. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg.* 1999 Nov-Dec;8(6):599-605. PubMed PMID: 10633896.
64. Lippe J, Spang JT, Leger RR, Arciero RA, Mazzocca AD, Shea KP. Inter-rater agreement of the Goutallier, Patte, and Warner classification scores using preoperative magnetic resonance imaging in patients with rotator cuff tears. *Arthroscopy.* 2012 Feb;28(2):154-9. doi: 10.1016/j.arthro.2011.07.016. PubMed PMID: 22019235.

65. Schiefer M, Mendonça R, Magnanini MM, Fontenelle C, Pires Carvalho AC, Almeida M, Chu AC, Silva SM, Visconti F, Ferreira GA, Franco JS. Intraobserver and interobserver agreement of Goutallier classification applied to magnetic resonance images. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015 Aug;24(8):1314-21. Doi: 10.1016/j.jse.2015.02.011. PubMed PMID: 25940380
66. Khair MM, Lehman J, Tsouris N, Gulotta LV. A Systematic Review of Preoperative Fatty Infiltration and Rotator Cuff Outcomes. *HSS J.* 2016 Jul;12(2):170-6. Doi: 10.1007/s11420-015-9465-5. Review. PubMed PMID: 27385947; PubMed Central PMCID: PMC4916083.
67. Cowan JB, Bedi A, Carpenter JE, Robbins CB, Gagnier JJ, Miller BS. Evaluation of American Academy of Orthopaedic Surgeons Appropriate Use Criteria for the management of full-thickness rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016 Jul;25(7):1100-6. Doi: 10.1016/j.jse.2015.12.009. PubMed PMID: 26923307.
68. Park JS, Park HJ, Kim SH, Oh JH. Prognostic Factors Affecting Rotator Cuff Healing After Arthroscopic Repair in Small to Medium-sized Tears. *Am J Sports Med.* 2015 Oct;43(10):2386-92. doi: 10.1177/0363546515594449. PubMed PMID: 26286879
69. Fenwick SA, Hazleman BL, Riley GP. The vasculature and its role in the damaged and healing tendon. *Arthritis Res* 2002; 4: 252-60.
70. Oakes BW, Singleton C, Haut RC. Correlation of collagen fibril morphology and tensile modulus in the repairing and normal rabbit patella tendon. *Trans Orthop Res Soc* 1998; 23:24.
71. Tillan LJ, Chasan NP. Properties of dense connective tissue and wound healing. In: Hertling D, Kessler RM (Eds.). *Management of common musculoskeletal disorders: physical therapy principles and methods.* 3rd ed. Philadelphia: Lippincott; 1996:8-21.
72. Bolukbası S, Kanatlı U. Rotator Manşet Hastalıklarında Tanı ve Tedavi Algoritması. *TOTBİD dergisi* 2003;2(1-2):1-16.
73. Tennent TD, Beach WR, Meyers JF. A review of the special tests associated with shoulder examination. Part I: the rotator cuff tests. *Am J Sports Med.* 2003 Jan-Feb;31(1):154-60. Review. PubMed PMID: 12531773.

74. Gerber C, Krushell RJ. Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1991 May;73(3):389-94. PubMed PMID: 1670434.
75. Hawkins RJ, Kennedy JC. Impingement syndrome in athletes. *Am J Sports Med.* 1980;8(3):151-8.
76. Simon WH: Soft tissue disorders of the shoulder. *Orthop Clin North Am* 6:521,1995
77. Matsen FA, Fehring EV, Lippitt SB. Radiographic Evaluation of Shoulder Problems. In: Rockwood CA, Matsen FA III, editors. *The shoulder.* Vol. 1, 4th ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 2009. p. 177-212
78. Akalın Y, Atalar AC. [The course of historical development of treatment approaches to rotator cuff-related problems]. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2003;37(1):1-3.
79. Seibold CJ, Mallisee TA, Erickson SJ, Boynton MD, Raasch WG, Timins ME. Rotator cuff: evaluation with US and MR imaging. *Radiographics.* 1999;19(3):685- 705 .
80. Mack LA, Matsen FA 3rd, Kilcoyne JF, Davies PK, Sickler ME. Ultrasound evaluation of the rotator cuff. *Radiology.* 1985;157(1):205-9.
81. Middleton WD, Reinus WR, Totty WG, et al. Ultrasonografik evaluation of the rotator cuff and biceps tendon. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68(3):440-50.
82. Rafii M. Shoulder. In: Firooznia HF, Golimbu C, Rafii M, Rauschnig W, Weinreb J, editors. *MRI and CT of the musculoskeletal system.* 1st ed. St. Louis: Mosby-Year Book; 1992. p. 465-547.
83. Tirman PF, Steinbach LS, Belzer JP, Bost FW. A practical approach to imaging of the shoulder with emphasis on MR imaging. *Orthop Clin North Am.* 1997 Oct;28(4):483-515. Review. PubMed PMID: 9257962
84. Vahlensieck M. MRI of the shoulder. *Eur Radiol.* 2000;10(2):242-9. Review. PubMed PMID: 10663753
85. Anzilotti KF Jr, Schweitzer ME, Oliveri M, Marone PJ. Rotator cuff strain: a post-traumatic mimicker of tendonitis on MRI. *Skeletal Radiol.* 1996 Aug;25(6):555-8. PubMed PMID: 8865490.

86. Wall LB, Teefey SA, Middleton WD, Dahiya N, Steger-May K, Kim HM, Wessell D, Yamaguchi K. Diagnostic performance and reliability of ultrasonography for fatty degeneration of the rotator cuff muscles. *J Bone Joint Surg Am.* 2012 Jun 20;94(12):e83. doi: 10.2106/JBJS.J.01899. PubMed PMID: 22717835; PubMed Central PMCID: PMC3368496.
87. Morrison DS, Greenbaum BS, Einhorn A. Shoulder impingement. *Orthop Clin North Am.* 2000 Apr;31(2):285-93. Review. PubMed PMID: 10736397.
88. Moezy A, Sepehrifar S, Solaymani Dodaran M. The effects of scapular stabilization based exercise therapy on pain, posture, flexibility and shoulder mobility in patients with shoulder impingement syndrome: a controlled randomized clinical trial. *Med J Islam Repub Iran.* 2014 Aug 27;28:87. PubMed PMID: 25664288; PubMed Central PMCID: PMC4301231.
89. Gebremariam L, Hay EM, van der Sande R, Rinkel WD, Koes BW, Huisstede BM. Subacromial impingement syndrome, effectiveness of physiotherapy and manual therapy. *Br J Sports Med.* 2014 Aug;48(16):1202-8. Doi: 10.1136/bjsports-2012-091802. Review. PubMed PMID: 24217037.
90. Hsu JE, Horneff JG, Gee AO. Immobilization After Rotator Cuff Repair: What Evidence Do We Have Now? *Orthop Clin North Am.* 2016 Jan;47(1):169-77. Doi: 10.1016/j.ocl.2015.08.017. Review. PubMed PMID: 26614931
91. Warner JJ, Greis PE. The treatment of stiffness of the shoulder after repair of the rotator cuff. *Instr Course Lect.* 1998;47:67-75. Review. PubMed PMID: 9571404.
92. Cofield RH. Rotator cuff disease of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 1985 Jul;67(6):974-9. PubMed PMID: 4019548
93. Knighton DR, Hunt TK, Thakral KK, Goodson WH, 3rd. Role of platelets and fibrin in the healing sequence: an in vivo study of angiogenesis and collagen synthesis. *Ann Surg* 1982;196(4):379-88.
94. Ahmed TA, Dare EV, Hincke M. Fibrin: A Versatile Scaffold for Tissue Engineering Applications. *Tissue Eng Part B Rev* 2008.
95. N. Darabos, D. Trsek, D. Miklic, et al. Comparison of double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with and without autologous conditioned serum application *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 24 (10) (2014), pp. 1-8
96. Tekin D, Doğan Dursun A, Fıçıcılar H, The body weight- performance relationship of rats on treadmill running, *JEP online*, 2008;11;6,44-55

97. Curtis RJ, Dele JC, Drez DJ. Jr.Reconstruction of the anterior cruciate ligament with freeze dried fascia lata allografts in dogs.A preliminary report Am J Sports Med 1985;13:408-14.
98. Ellman H.: Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears.Clin.Orthop.254:64-74, 1990
99. Fukuda H.: The management of partial-thickness tears of the rotator cuff. The Journal Of Bone & Surgery. Vol 85-B. No 1: 3-11, 2003.
- 100.Pauline Po Yee Lui, Leung Kim Hung, Sai Chuen Fu, et al. Increased apoptosis at the late stage of tendon healing Wound Repair and Regeneration 2007; 15(5):702- 707
- 101.Osti L, Buda M, Buono AD, Osti R, Massari L. Clinical evidence in the treatment of rotator cuff tears with hyaluronic acid. Muscles Ligaments Tendons J. 2016 Feb 13;5(4):270-5. doi: 10.11138/mltj/2015.5.4.270. eCollection 2015 Oct-Dec. Review. PubMed PMID: 26958534; PubMed Central PMCID PMC4762637.
- 102.Yamaguchi T, Ochiai N, Sasaki Y, Kijima T, Hashimoto E, Sasaki Y, Kenmoku T, Yamazaki H, Miyagi M, Ohtori S, Takahashi K. Efficacy of hyaluronic acid or steroid injections for the treatment of a rat model of rotator cuff injury. J Orthop Res. 2015 Dec;33(12):1861-7. doi: 10.1002/jor.22976. Epub 2015 Jul 24. PubMed PMID: 26147720.
- 103.Honda H, Gotoh M, Kanazawa T, Ohzono H, Nakamura H, Ohta K, Nakamura KI, Fukuda K, Teramura T, Hashimoto T, Shichijo S, Shiba N. Hyaluronic Acid Accelerates Tendon-to-Bone Healing After Rotator Cuff Repair. Am J Sports Med. 2017 Dec;45(14):3322-3330. doi: 10.1177/0363546517720199. Epub 2017 Sep 5. PubMed PMID: 28872895.
- 104.Genç E, Beytemur O, Yuksel S, Eren Y, Çağlar A, Küçükyıldırım BO, Güleç MA.investigation of the biomechanical and histopathological effects of autologous conditioned serum on healing of Achilles tendon. Acta Orthop Traumatol Turc. 2018 Feb 14. pii: S1017-995X(17)30306-1. doi: 10.1016/j.aott.2018.01.005. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 29454565.
- 105.Majewski M, Ochsner PE, Liu F, Flückiger R, Evans CH. Accelerated healing of the rat Achilles tendon in response to autologous conditioned serum. Am J Sports Med. 200 Nov;37(11):2117-25. doi: 10.1177/0363546509348047. PubMed PMID: 19875360.

106. Geburek F, Lietzau M, Beineke A, Rohn K, Stadler PM. Effect of a single injection of autologous conditioned serum (ACS) on tendon healing in equine naturally occurring tendinopathies. *Stem Cell Res Ther.* 2015 Jun 26;6:126. doi: 10.1186/s13287-015-0115-0. PubMed PMID: 26113022; PubMed Central PMCID: PMC4513386.
107. Effect of intramuscular botulinum toxin-A in a rat rotator cuff repair model: an experimental study. Şahin E, Kalem M, Zehir S, Songur M, Demirtaş M. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2015;49(4):447-52. doi: 10.3944/AOTT.2015.14.0296.
108. Gigliotti D, Xu MC, Davidson MJ, Macdonald PB, Leiter JR, Anderson JE. Fibrosis, low vascularity, and fewer slow fibers after rotator-cuff injury. *Muscle Nerve.* 2016. 10.1002/mus.25388.



8. EKLER

Ek 1: Etik Kurul Onayı



T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu



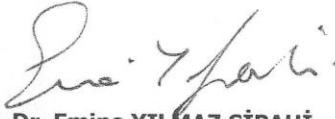
SAYI : 91330202-
KONU : Etik Kurul Kararı

06/10/2016

Sayın, Yrd. Doç. Dr. Ercan ŞAHİN
B.E.Ü. Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji
Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Üniversitemiz Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Başkanlığı'nın 06/10/2016 tarihinde yapmış olduğu toplantıda çalışmanızla ilgili almış olduğu karar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.


Prof. Dr. Emine YILMAZ SİPAHİ
Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Başkan V.

EK: Karar adet



T.C.
Bülent Ecevit University
Animal Experiments Local Ethical Committee



Date of Meeting : October 6 , 2016

Meeting No : 2016/09

- 4- Research Application Registered 2016-43-06/10 and titled "Compare The Effects of Autologous Conditioned Serum (ACS/Orthokine) and Hyaluronic Acid (Hyalone) on Rotator Cuff Repair: An Experimental Study on Rat" has been approved by the Animal Experiments Local Ethical Committee

Prof. Dr. Emine YILMAZ SİPAHİ
Animal Experiments Local Ethical Committee Director