

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**POLİGLİSEROL SEBASAT ELASTOMERİNİN
SUPRASPİNATUS YIRTIĞI OLUŞTURULAN HAYVAN
MODELİNDE POSTOPERATİF YAPIŞIKLIĞI
ENGELLEMEDEKİ ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Dr. Erdem ÇUHADAR

**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Sinan ADIYAMAN**

**ANKARA
2016**

KABUL VE ONAY

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN	
Adı, Soyadı : Dr. Erdem ÇUHADAR	Sınav tarihi: 23/02/2016
Anabilim/Bilim Dalı : Ortopedi ve Travmatoloji ABD	
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sinan ADIYAMAN	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Tezin Başlığı: Polyglycerole Sebacete Elastomerinin Supraspinatus Yırtığı oluşturulan Hayvan Modelinde Postoperatif Yapışıklığı Engellemedeki Etkinliğinin Araştırılması	
Tezin Niteliği:	☒ Ana Dal Uzmanlık Tezi ☐ Yan Dal Uzmanlık Tezi
Kaçıncı tez sınavı olduğu:	☒ 1 ☐ 2 ☐ 3

III. KARAR	
Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak	
☒ Kabulüne	
☐ Reddine	
☐ Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine	
☒ Oy birliği ☐ Oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

IV. AÇIKLAMALAR	
Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız	

Jüri Başkanı
Prof.Dr.M.Bahaddin GÜZEL
Anabilim Dalı Başkanı

Jüri Üyesi
Prof.Dr.Sinan ADIYAMAN
Öğretim Üyesi

Jüri Üyesi
Doç.Dr.Mustafa KÜRKLÜ
GATA Askeri Tıp Akademisi

ÖNSÖZ

Giderek artan sıklıkta görülmeleri ve gerek artroskopik cerrahi tamirindeki, gerek rehabilitasyonundaki gelişmeler ile rotator manşet patolojileri; günümüzde ortopedinin en gözde ilgi alanlarından biridir.

Artroskopik cerrahi sonrasında dahi postoperatif dönemde omuz ekleminde değişik derecelerde yapışıklıklar oluşmaktadır. Yırtığın tamir kalitesini iyileştirmek ve rehabilitasyon sürecini mükemmelleştirerek ağrısız, fonksiyonel bir eklem elde etmek ana amaçtır. Bu amaçla halen birçok madde klinik ve hayvan deneyleri ile test edilmektedir. Bu çalışmada da biyoçözünür bir madde olan poligliserol sebasik asidin supraspinatus yırtığı oluşturulan ratlar üzerinde yapışmayı engelleyiciliği araştırılmıştır. Laparoskopik girişimler sonrası peritoneal yapışıklıkta etkinliği kanıtlanmış olan bu maddenin (1) rotator cuff yırtığı tamiri sonrası muskulotendinöz bileşke üzerindeki davranışı bilinmemektedir. İlk kez bu çalışma ile literatüre bu yönden katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Bu tez çalışmasında, bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Sinan Adıyaman'a teşekkür ederim.

Birçok alanda olduğu gibi El cerrahisi ve artroskopik cerrahi alanında da öncü olan Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde asistanlık eğitimi almış olmanın onurunu taşımaktayım. Asistanlık eğitimini yıllarında alma şansına sahip olduğum ve bu süreçte yetişmemde büyük emeği geçen değerli hocalarım Prof. Dr. Ertan Mergen, Prof. Dr. Yener Sağlık, Prof. Dr. Derya Dinçer, Prof. Dr. Tarık Yazar, Prof. Dr. Mehmet Binnet, Prof. Dr. Bahaddin Güzel, Prof. Dr. Mehmet Demirtaş, Prof. Dr. Ali Kemal Us, Prof. Dr. Bülent Erdemli, Prof. Dr. Yusuf Yıldız, Prof. Dr. Hakan Kınık, Prof. Dr. Sinan Bilgin, Doç. Dr. Kerem Başarır, Doç. Dr. Mehmet Armangil, Doç. Dr. Ramazan Akmeşe'ye; birlikte çalıştığımız süre içinde bilgi ve deneyimini benimle paylaşan Op. Dr. Mahmut Kalem'e, Op. Dr. Uğur Bezirgan ve Op. Dr. Mehmet Çavuş'a, tez hazırlama sürecinde katkılarını esirgemeyen Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı değerli öğretim üyesi Prof. Dr. Rıfkı Hazıroğlu ve Dr. Ozan Ahlat'a, Kobay AŞ'ye, Biyoistatistik Anabilim Dalı'ndan Sn. Zeynep Bıyıklı Gençtürk'e, projenin gerçekleşmesini mümkün kılan BMT Calsis firması ve değerli öğretim üyesi Doç. Dr. Halil Murat Aydın'a, Dr. Sancar Alp Ovalı'ya, asistanlığım boyunca eğitimime katkıda bulunan bütün ağabeylerime ve tüm asistan arkadaşlarıma; son olarak hayatın her aşamasında bana her konuda destek olan çok değerli aileme teşekkür ederim.

Dr. Erdem ÇUHADAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

KABUL VE ONAY	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar DİZİNİ	vi
RESİMLER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. TARİHÇE.....	3
2.2. ANATOMİ	5
2.3. BİYOMEKANİK.....	11
2.4. HASARLANMA PATOFİZYOLOJİSİ.....	16
2.4.1. Ekstrinsik Mekanizma	17
2.4.2. İnstrinsik Mekanizma	19
2.5. KLİNİK BULGULAR.....	23
2.6. ÖZEL TESTLER.....	25
2.6.1. Rotator Manşet Devamlılığını Gösteren Testler.....	25
2.6.1.1. Supraspinatus Devamlılığını Gösteren Testler	25
2.6.1.1.1. Jobe Testi (“Empty Can” Testi).....	25
2.6.1.1.2. Kol Düşme Testi (Drop Arm / Codman Testi)	26
2.6.1.2. İnfraspinatus ve Teres Minör Tendonlarının Devamlılığını Gösteren Testler	26
2.6.1.2.1. Nötral Eksternal Rotasyon Testi	26
2.6.1.2.2. Eksternal Rotasyon Yetmezlik Belirtisi (Lag sign)	27
2.6.1.3. Subskapularis Tendon Devamlılığını Gösteren Testler	28

2.6.1.3.1. Lift-off Testi.....	28
2.6.1.3.2. Abdominal Kompresyon Testi.....	28
2.6.1.4. Subakromiyal Sıkışma Sendromu Testleri	29
2.6.1.4.1. Neer'in Subakromiyal Sıkışma Belirtisi ve Subakromiyal Sıkışma Testi.....	29
2.6.1.4.2. Hawkins Testi (Hawkins ve Kennedy)	30
2.6.1.5. Biseps Tendon Patolojilerinde Kullanılan Testler.....	30
2.6.1.5.1. Yergason Testi	30
2.6.1.5.2. Speed Testi.....	31
2.6.2. Radyolojik Tanı Yöntemleri.....	32
2.6.2.1. Direkt Radyografi.....	33
2.6.2.1.1. AP Grafi	33
2.6.2.1.2. 30 Derece Kaudal Açılı AP Grafi	33
2.6.2.1.3. Supraspinatus Outlet Grafisi	34
2.6.2.1.4. Aksiller Grafi	34
2.6.2.2. Ultrasonografi.....	34
2.6.2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme	35
2.6.3. Rotator Manşet Yırtıklarının Sınıflandırılması.....	36
2.6.3.1. Yırtığın Derecesi ve Derinliği	37
2.6.3.2. Yırtığın Şekli	38
2.6.3.3. Etiyolojisine Göre Rotator Manşet Yırtıkları	39
2.6.3.4. Büyüklüğüne Göre Rotator Manşet Yırtıkları.....	41
2.6.3.5. Oluş Zamanına Göre Rotator Manşet Yırtıkları	41
2.6.3.6. Yırtığa Katılan Tendon Sayısına Göre	42
2.6.3.7. Topografik ve Patolojik Sınıflama	42
2.7. TEDAVİ	44
2.7.1. Cerrahi Dışı Tedavi.....	45
2.7.2. Cerrahi Tedavi	46
2.7.2.1. Subakromiyal İmpingment Cerrahisi (Rotator Manşet Sağlam).....	46

2.7.2.2. Parsiyel Kalınlıkta Yırtıklı Rotator Manşette Cerrahi	46
2.7.2.3. Tam Kat Yırtıklı Rotator Manşette Cerrahi.....	46
2.7.2.4. Artroskopik Rotator Manşet Tamiri	47
2.7.3. Anestezi	47
2.7.4. Pozisyon.....	48
2.7.5. Artroskopik Portaller	48
2.7.6. Ameliyat Sonrası Tedavi	53
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	56
3.1. ETİK İLKELER	56
3.2. ÇALIŞMADA KULLANILAN HAYVAN MODELİ.....	56
3.3. ÇALIŞMA PLANI VE ÇALIŞMA GRUPLARININ BELİRLENMESİ	58
3.4. UYGULANAN ANESTEZİ.....	59
3.5. CERRAHİ TEKNİK.....	60
3.6. CERRAHİ SONRASI BAKIM	64
3.7. SAKRİFİKASYON İŞLEMİ VE NEKROPSİ ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ.....	64
3.8. POLİGLİSEROL SEBASAT ELASTOMERİ VE ÖZELLİKLERİ.....	65
4. BULGULAR.....	66
4.1. MAKROSKOBİK BULGULAR.....	66
4.2. MİKROSKOBİK BULGULAR	71
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	78
ÖZET.....	82
SUMMARY	83
KAYNAKLAR	84

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 2.1.	Rotator manşeti oluşturan kaslar.....	9
Tablo 2.2.	Yırtık şekilleri	38
Tablo 2.3.	Rotator manşet yırtıklarının Neer sınıflaması.....	40
Tablo 2.4.	Büyüklüğüne göre rotator manşet yırtıkları.....	41
Tablo 2.5.	Oluş zamanına göre yırtıklar.....	41
Tablo 2.6.	Goutallier sınıflaması.....	44
Tablo 2.7.	Küçük (1 cm'den büyük) manşet tamiri sonrası rehabilitasyon protokolü	53
Tablo 2.8.	Orta büyüklükte (1 – 5 cm arası) manşet tamiri sonrası rehabilitasyon protokolü	54
Tablo 2.9.	5 cm'den büyük veya masif rotator manşet yırtık tamiri sonrası rehabilitasyon protokolü	55
Tablo 3.1.	Makroskobik yapışıklık skorlaması	64
Tablo 4.1.	Üçüncü haftada makroskobik adhezyon skorları.....	66
Tablo 4.2.	Altıncı hafta makroskobik yapışma oranları.....	67
Tablo 4.3.	Dokuzuncu haftadaki makroskobik yapışma düzeyleri	69
Tablo 4.4.	Haftalara göre kontrol ve deney grubunda makroskobik yapışıklık skorlaması	70
Tablo 4.5.	Kontrol grubunda haftalara göre yapışıklık	74
Tablo 4.6.	Kontrol grubunda Kruskal Vallis analizi ile bağ dokusu kalınlıklarının haftalara göre değişimi ve farkın anlamlılığı	75
Tablo 4.7.	Kapsül kalınlığının haftalara göre değişimi.....	76

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa No:

Resim 2.1.	Jobe testi	25
Resim 2.2.	Nötral Eksternal Rotasyon Testi	26
Resim 2.3.	Eksternal Rotasyon Yetmezlik Belirtisi (Lag sign)	27
Resim 2.4.	Lift-off Testi	28
Resim 2.5.	Neer'in Subakromiyal Sıkışma Belirtisi	29
Resim 2.6.	Hawkins Testi	30
Resim 2.7.	Yergason Testi	31
Resim 2.8.	Speed Testi.....	32
Resim 3.1.	Canlı Hayvan Orijin ve Sağlık Sertifikası	57
Resim 3.2.	İnsan ve Rat omuz eklemine görüntüsü.....	58
Resim 3.3.	Sterilize edilmiş poligliserol sebasat elastomerleri.....	60
Resim 3.4.	Supraspinatus kası akromionun hemen üzerinde izole edildikten sonraki görüntü	61
Resim 3.5.	Supraspinatusun kasının muskulotendinöz bileşkesi.....	62
Resim 3.6.	Muskulotendinöz bileşkede oluşturulan tam kat yırtık ve tamir görüntüsü	62
Resim 3.7.	Poligliserol Sebasatın deney grubu hayvanlarda tamir sahası üzerine yerleştirilmesi.....	63
Resim 3.8.	Poligliserol Sebasat implante edildikten sonraki görünüm. (Akromiotrapez kas flebi 2 adet sütürle kapatıldı)	63
Resim 4.1.	Üçüncü haftada kontrol ve deney grubunun tekrar açılma sonrası görüntüsü	66
Resim 4.2.	Üçüncü haftada kontrol ve deney grubunda makroskopik yapışıklık ve inflame dokuların görünümü.....	67
Resim 4.3.	Altıncı haftada üzerine konduğu sütür hattına minimal yapışma göstermiş POLİGLİSEROL SEBASAT maddesi.....	68

Resim 4.4.	Tamir hattıyla tamamen yapışma gösteren kas dokusunu içeren kontrol grubu (keskin disseksiyon sonrası)	68
Resim 4.5.	Dokuzuncu haftada kontrol grubunda tam yapışma mevcuttu (sol). Deney grubunda ise erimekte olan maddenin altında adhezyon saptanmadı.	69
Resim 4.6.	Kontrol grubunda sırasıyla, 3. 6. ve 9. haftalarda alınan örneklerin mikroskopik görüntüsü.....	72
Resim 4.7.	Deney grubunda, 3. 6. ve 9. haftalarda oluşan kapsül formasyonunun mikroskopik görüntüsü ve 9. haftada kapsül kalınlığı ölçümü	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 2.1.	Rotator manşet ve çevresini oluşturan anatomik yapıların makroskopik görünümü	6
Şekil 2.2.	Humerus başının çıkarılması ile glenoid kavitenin görünümü	6
Şekil 2.3.	Rotator manşet ve çevresini oluşturan anatomik yapıların makroskopik görünümü	7
Şekil 2.4.	Rotator manşet ve nörovasküler yapıları	8
Şekil 2.5.	Moment kolu kuvveti (P) uygulama noktası ile hareketin merkezi (C) arasındaki uzaklıktır.	11
Şekil 2.6.	Rotator manşet tendonlarının eklem etrafındaki hareketi sırasında kuvvetin etkili uygulama noktası, tendonun humerus başı ile temastaki nokta olarak devamlı değişir.	12
Şekil 2.7.	Rotator manşet kasları, içbükey olan glenoid içine humerus başını komprese ederek stabilite sağlar.	13
Şekil 2.8.	Bigliani tarafından morfoloji esas alınarak yapılan akromiyon sınıflaması.....	18
Şekil 2.9.	Supraspinatus tendonundaki yırtık, en sık, yüklerin en fazla olduğu biceps tendonuna yakın ön kısımda başlar.....	22
Şekil 2.10.	(a) Supraspinatus tendonunda tam kat yırtığın ultrasonografik gösterimi. (b) Aynı yırtığın MRG görüntüsü.....	35
Şekil 2.11.	Ellmann'ın kısmi yırtıkları artiküler ve bursal tarafta derinliklerine göre sınıflaması	37
Şekil 2.12.	Rotator manşet tendonlarının çalışma şekli ve traksiyon yönleri	38
Şekil 2.13.	Neer rotator manşet yırtıkları etiyolojik sınıflaması.....	39
Şekil 2.14.	Patte'nin (a) sagittal plandaki topografiye göre yaptığı sınıflama. (b, c, d) Frontal plandaki topografiye ve retraksiyon derecesine göre yaptığı sınıflama	43
Şekil 2.15.	Posterior portal.....	49
Şekil 2.16.	Anterior portal.....	50

Şekil 2.17.	Rotator manşet ayak izi.....	51
Şekil 2.18.	Anterior ve posterior kenarların merkez kısmının tamir edilmesi	51
Şekil 2.19.	(a) Dikiş ankoru kemiğe 45° açı ile yerleştirilmelidir (deadman angle). (b) Ankorun gönderilmesinin artroskopik görüntüsü	52
Şekil 4.1.	Haftalara göre deney ve kontrol grubu makroskopik skorların yüzdesel dağılımı.	71
Şekil 4.2.	Kontrol grubunda haftalara göre yapışıklık (mikrometre cinsinden).....	75
Şekil 4.3.	Kapsül kalınlığının haftalara göre değişimi (mikrometre cinsinden).....	77

1. GİRİŞ

Her cerrahi bir travmadır. Ne kadar titizlikle uygulanırsa uygulansın, vücut bütünlüğünün bozulması anlamına gelir ve istenmeyen sonuçları vardır. Anatomik olarak özelleşmiş dokuların cerrahi tamiri; fibrozisle iyileşme sürecini beraberinde getirir ve postoperatif yapışıklıkla sonuçlanır. Bu ise hastalar için ameliyat sonrası belirli oranlarda ağrı ve fonksiyon kaybı demektir.

Omuz eklemi ve rotator manşet yapısı; bu özelleşmiş anatomik yapılara güzel bir örnektir. Omuz, glenohumeral, sternoklavikular, akromioklavikular, skapulotorasik olmak üzere 4 eklemden oluşur. Glenohumeral eklem sferoid bir eklem tipinde olup vücutta hareket genişliği en fazla olan eklemdir ve fonksiyonunun büyük bölümü, aynı zamanda glenohumeral eklemin primer dinamik stabilizatörü olan rotator manşet tarafından oluşturulur. Bu nedenle rotator manşette oluşabilecek patolojiler yaşam kalitesini çok yakından etkilemektedir.

Toplumda omuz problemi diz ve omurga şikayetlerinden sonra 3.sırada yer alır. Yaralanmaların birçoğunda görülen ortak patoloji rotator manşette olan hasarlanmadır. Ayrıca herhangi bir travma söz konusu olmadan da ilerleyen yaşlarda spontan rotator manşet hasarı oluşabilmekte ve bu omuz ağrılarının önemli bir sebebi haline gelmektedir. Ancak günümüzde özellikle tekrarlayıcı hareketlerin kullanıldığı yüzme, tenis ve voleybol gibi sportif faaliyetlerin yaygınlaşması ile sıkışma sendromu ve rotator manşet lezyonları daha genç yaşlarda ve artan oranlarda görülmektedir.

Günümüzün teknolojik olanaklarıyla tanı ve tedavi yöntemlerinin gelişmesi rotator manşet problemlerinin çözümünde büyük oranda ilerlemeler kaydedilmesini sağlamıştır. Anatomik, patolojik, biyomekanik ve biyokimyasal çalışmalar rotator manşet bozukluğunun etiyolojisi hakkındaki geleneksel düşünceleri tümüyle değiştirmiştir. MRG'nin tanıda yaygın kullanımıyla bu patolojiler çok daha kolay saptanabilir hale gelmiştir. Artroskopinin yaygınlaşmasıyla daha konforlu cerrahi ve daha iyi fonksiyonel sonuçlar mümkün hale gelmiş, bu da cerrahi tedavi endikasyonunun genişlemesine yol açmıştır.

Rotator manşet tamiri sonrasında normal omuz fonksiyonlarına kavuşmak birçok çevresel ve biyolojik etken tarafından belirlenir.

Cerrahi sonrası başarılı sonuçlar etkili bir tamir ve erken harekete izin verecek rehabilitasyon ile mümkündür (2).

Bütün bu bilgilere rağmen rotator manşet tamirinde cerrahi sonrası postoperaif yapışıklık oranı literatüre göre %0 – 14 arasındadır (3-6).

Cerrahi sonrası hasta konforunu arttırmak ve rehabilitasyon sürecini iyileştirmek son yıllarda üzerinde en çok çalışılan konulardan biridir. Postoperatif adhezyonu engelleyici bariyerlerin kullanımı bu çalışmaların önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Biyouyumluluğu in vitro çalışmalarla ispat edilmiş organik ve inorganik, çözünabilir ve çözünmez birçok madde yapışma engelleyici bariyer olarak rotator manşet tamiri sonrası uygulanmak üzere test edilmiştir.

Bu çalışmamızın amacı; Poliglycerole Sebacate elastomerinin; kontrollü supraspinatus yırtığı oluşturulup tamir edildikten sonra; cerrahi saha üzerine impante edilmesi sonrası, muskulotendinöz doku üzerinde yapışma engelleyici bariyer olarak etkinliğinin hayvan deneyiyle değerlendirilmesidir. Bu sayede postoperatif süreçte oluşan fibrotik değişiklikler azaltılarak, iyileşmeyi ve rehabilitasyon sürecini hızlandırmak amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. TARİHÇE

Rotator manşet hasarının tedavisi ile ilgili güncel yaklaşımların 20. yüzyılda ortaya konulduğu görülmekle birlikte, rotator manşet sorunlarına ait bilgilere 18. yüzyıl yazılı kaynaklarında rastlanmaya başlanmıştır. Rotator manşet ile ilgili ilk resimli anatomik çalışmalar, Monro'nun 1788'deki "İnsan Vücudunun Tüm Bursaları" isimli tezinde yer almıştı (7). 1834'de Smith, omuz travmasından sonra gelişen tendon yırtığı üzerine ilk çalışmayı İngiltere'de London Medical Gazette'de yayınlamıştır (2) 1860'larda ise Jarjavay, Heinke ve Vogt isimli hekimler, subakromiyal bursanın enflamasyonunu tanımlamışlardır (8). Fransa'da, Duplay 1872'de omuzda travma sonrası ağrı ve hareket kısıtlılığı ile seyreden tabloyu, "*periarthritis humeroskapularis*" olarak tanımlamıştır (8). Bu tablonun da subakromiyal ve subdeltoid bursanın harabiyetine bağlı olduğunu öne sürmüştür. Daha sonra Duplay'in öğrencileri olan Tillaux, Deschü, Gosselin, Duronea, Desplats ve başkaları, aynı tablonun travma dışında romatizmal hastalıklar ve nöritiste de görülebileceğini belirtmişlerdir (8).

Aynı dönemlerde Almanya'da yaşamış olan Colley, Kustler ve Stieda isimli araştırmacılar, röntgen ışınlarının kullanılmasıyla birlikte bazı olgularda subakromiyal bursada kalsifikasyon gözlemlemiş ve bunu "bursitis calcarea subacromiale" olarak adlandırmışlardır (8).

Codman, rotator manşet lezyonlarına modern yaklaşımın öncüsüdür. Dünyada ilk rotator manşet tamirini 1909 yılında gerçekleştiren araştırmacı, 1934 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde yayınlanan "*The shoulder*" adlı kitabında, periarthritis humeroskapularisin sadece subakromiyal bursaya ait bir hastalık olmadığını, rotator manşete ait tendonların patolojilerinin de bu tabloya neden olduğunu bildirmiştir. Kitabında, rotator manşet yırtıklarının sıklığını, belirtilerini, bulgularını ve tedavi yöntemlerini kapsamlı bir şekilde anlatmıştır

McLaughlin, 1944'de total akromiyonektomi sonuçlarının iyi olduğunu ve herhangi bir hareket kısıtlılığına yol açmadığını belirtmiştir (9). Aynı yıllarda

İngiltere’de Moseley, rotator manşet yırtıklarını sınıflamış, cerrahi tedaviyi ayrıntılı olarak anlatmıştır (7).

1972 yılında Neer, “impingement sendromu”nu ilk kez tanımlamış, rotator manşet yırtıklarının %95’inin, tendonların korakoakromiyal arkta maruz kaldıkları mekanik kompresyona bağlı olduğunu öne sürmüştür (ekstrinsik mekanizma) (10). Neer, anatomi çalışmalarında, omuz hareket arkı içinde rotator manşetin, akromiyonun ön üçte bir kısmı ve korakoakromiyal bağ ile temas halinde olduğunu gözlemlemiştir. Daha sonra bu gözlemlerine dayanarak geliştirdiği anterior akromiyoplasti ile başarılı sonuçlar elde etmiştir (11, 12).

Anterior akromiyoplasti ile supraspinatusun çıkış alanının genişletildiği ve akromiyonun alt yüzündeki pürütlü kemik yüzeyin düzeltilmesi ile sürtünmenin azaldığı belirtilmiştir. Neer, daha sonraki çalışmalarında, akromiyoplasti yapılırken deltoid orijinin korunmasının önemini vurgulamıştır (10, 12). Daha önceleri uygulanan total ve lateral akromiyoplastilerden sonra oluşan deltoid gücü kaybına bağlı komplikasyonlar da, anterior akromiyoplasti ile önlenmiştir (10, 11).

Son yıllarda, rotator manşetin biyomekaniği, patolojik anatomisi, lezyonlarının tanı ve tedavi yöntemleri üzerine yoğun klinik ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Artroskopi ve yeni fiksasyon yöntemleri geliştirilmiştir.

1980’lerin sonlarından itibaren akromiyoplasti, artroskopik yöntemlerle yapılmaya başlanmıştır (13) (14). 1990’larda mini-açık tamir, 2000’lerde ise tam artroskopik tamir yaygınlaşmıştır. Bir yandan subakromiyal dekompresyon ve rotator manşet tamiri üzerine yeni yöntemler geliştirilirken, diğer yandan mekanik, patolojik ve anatomik çalışmalar olanca yoğunluğuyla sürdürülmektedir.

Rotator manşet tamir tekniklerinin biyomekanik açıdan karşılaştırılması ilk kez 1989’da France ve arkadaşları tarafından incelenmiştir (15). Daha sonra Sward 1992’de ve Gerber 1994’de yaptıkları çalışmalarda, transosseöz tamir tekniklerini karşılaştırmışlardır (16, 17). Artroskopik tekniklerde daha sıklıkla kullanılan dikiş kancaları (sütür ankorlar) ile transosseöz dikişi karşılaştıran değişik çalışmalar 1996’dan itibaren yayınlanmaya başlanmıştır (18-20).

Ülkemizde de, dünyada artan ilgiye paralel olarak, rotator manşet yırtıklarının gerek tanısı, gerek tedavisi ile elde edilen sonuçlar hakkında birçok çalışma yapılmış ve yayınlanmıştır (21-23).

2.2. ANATOMİ

Omuz eklemine, geniş hareket arkı boyunca yerinde tutmaya yarayan dinamik ve statik stabilizatörler mevcuttur.

Statik stabilizatörler: Eklem kendi anatomisi, glenoid labrum, eklem içi negatif basınç, eklem kapsülü ve yer yer kapsül kalınlaşması ile oluşan ligamanlar statik stabilizatörlerdir. Bunlardan korakohumeral ligaman, dış rotasyon ve adduksiyondaki kolun inferior translasyonunu sınırlayıcı yani kolu asıcı, primer yapıdır. Süperior glenohumeral ligaman, adduksiyondaki veya hafif abduksiyondaki kolun, dış rotasyonunu sınırlayıcı, primer yapıdır.

Orta glenohumeral ligaman, 45°'ye kadar abduksiyondaki kolda anterior translasyonu sınırlayıcı primer yapıdır. İnferior glenohumeral ligaman ise abduksiyonda anterior ve inferior instabilite için primer stabilizatörlerdir.

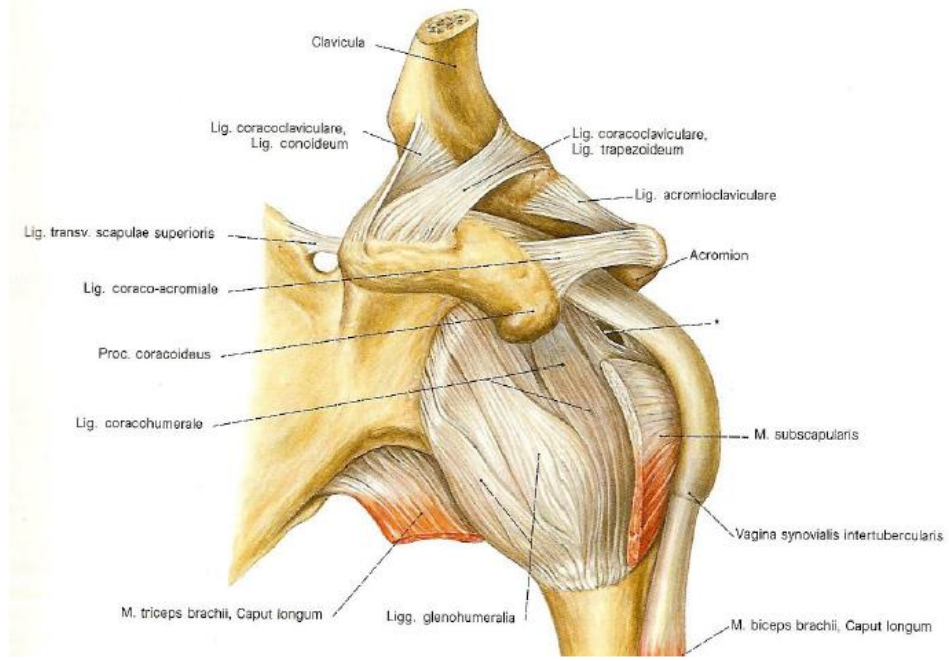
Dinamik stabilizatörler: Rotator manşet (direkt kapsüle tutunarak, kapsüler gerilimi artırır ve humerus başını glenoid içine stabilize eder), biceps tendonu ve skapulotorasik harekettir.

Omuz çevresinde bulunan iki bursanın klinik olarak önemi vardır;

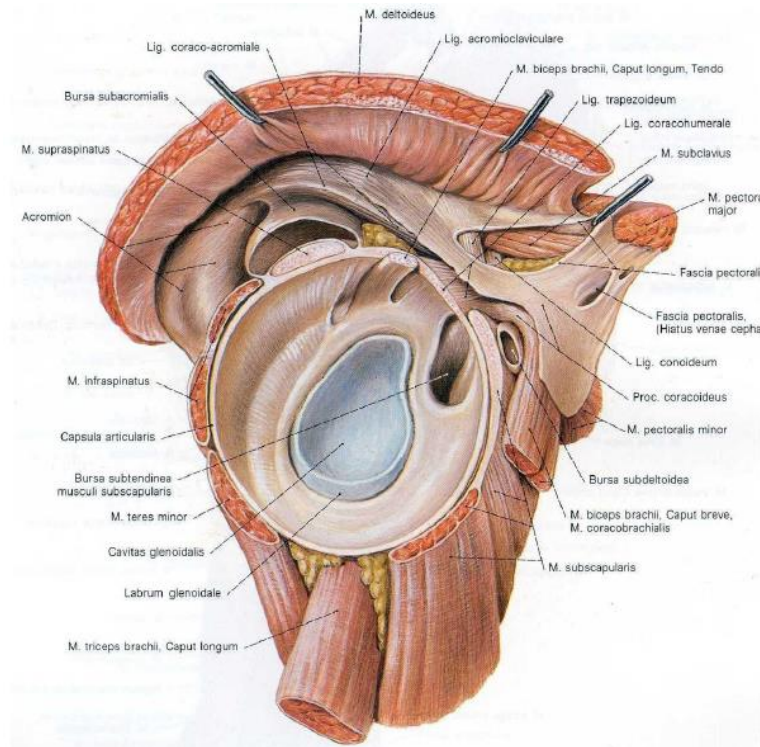
Subskapular bursa; subskapularis tendonu ile skapula boynu arasındadır ve eklem ile bağlantılıdır. Subskapularis tendonunun korakoid ve skapula boynuna sürtünmesini önler. Eklem içi serbest cisimler genellikle buraya yerleşir; ayrıca sinovitte ağrının yoğun olduğu yerdir (63,22).

Subakromiyal-subdeltoid bursa; diğer önemli bursadır. Rotator kılıfı, akromion ve deltoid adeleden ayırır, harekete imkan veren kayganlığı sağlar. Normalde potansiyel boşluk şeklindedir; ancak patolojik durumlarda 5 - 10 ml hacime ulaşabilir. Enflamasyon durumunda, ağrının en önemli kaynağıdır.

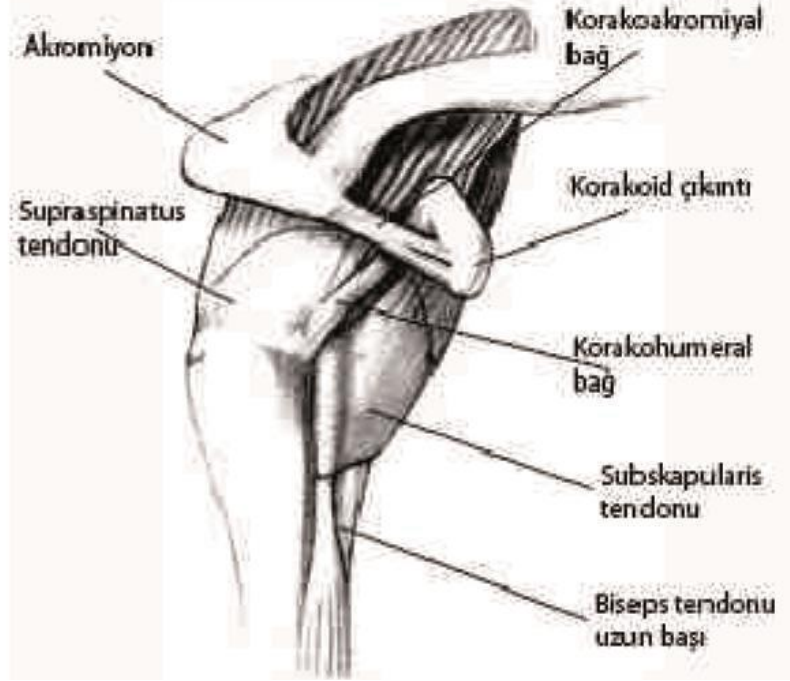
Rotator manşet, skapuladan köken alan, humerusun büyük ve küçük tuberkülümlerine yapışan dört kasın tendonlarından oluşan bir komplekstir. Tendinöz kılıf ya da muskulotendinöz manşet olarak da bilinir (Şekil 2.1 - Şekil 2.3).



Şekil 2.1. Rotator manşet ve çevresini oluşturan anatomik yapıların makroskopik görünümü



Şekil 2.2. Humerus başının çıkarılması ile glenoid kavitenin görünümü



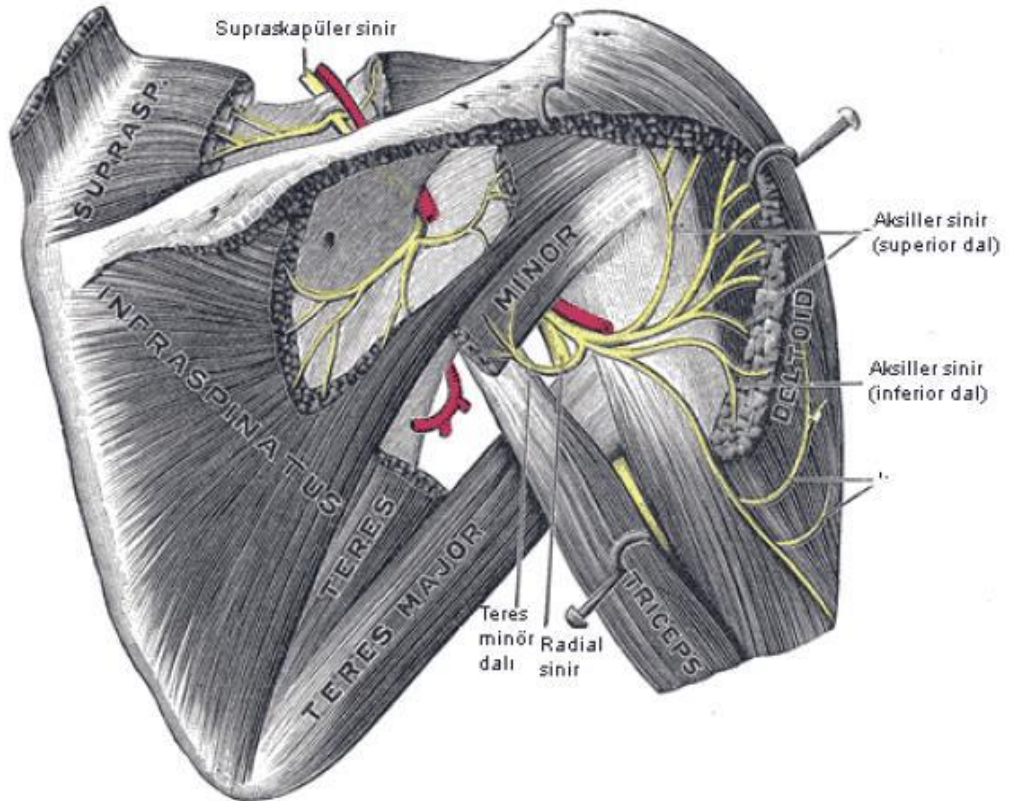
Şekil 2.3. Rotator manşet ve çevresini oluşturan anatomik yapıların makroskobik görünümü

Musculus Subskapularis, skapulanın önyüzünde, fossa subskapularisten köken alır ve humerusun küçük tüberkülüne yapışır. Kola iç rotasyon yaptırır; C5-C8 köklerinden çıkan nervus subskapularis tarafından innerve edilir. Beslenmesi ise aksiller ve subskapular arterler ile olur.

Musculus Supraspinatus, spina skapulanın üzerindeki fossada, supraspinal aponevrozdan köken alır; eklem kapsülünün üzerinden, akromiyon ve korakoakromiyal bağın (korakoakromiyal ark) altından geçerek büyük tüberkülün üst kısmına yapışır. C4-C6 köklerinden çıkan, supraskapular sinir tarafından inerve edilir. Ana arterial beslenmesi supraskapular arter tarafından sağlanır.

Humerus başının glenoid kavitede durmasını, aynı zamanda da abduksiyonun ve öne elevasyonun başlamasını sağlar.

Ayrıca, supraskapular sinir tarafından innerve edilen M.İnfraspinatus, infraspinöz fossadan köken alıp, büyük tüberkülün posterolateralinin, orta 1/3'lük bölümüne yapışır. Kola dış rotasyon yaptırır ve glenohumeral eklem kapsülünü arkadan destekler. Beslenmesi iki ana kol halinde supraskapüler arterden gelir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Rotator manşet ve nörovasküler yapıları

Dördüncü kas olan teres minör ise, skapulanın dış kenarından köken alıp, büyük tüberkülün alt 1/3'lük kısmına yapışır. Zayıf bir dış rotatordur. C5-C6 köklerinden çıkan aksiller sinir tarafından inerve edilir. Beslenmesi, birkaç yoldan olmakla birlikte en önemlisi skapüler sirkumfleks arterin posterior humeral dalları ile (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Rotator manşeti oluşturan kaslar

KAS	ORİGO	İNSERSİYO	GÖREVİ	İNNERVASYONU	BESLENMESİ
Subskapularis	Fossa subskapularis	Tüberkulum minus	İç rotasyon	N. subskapularis	Aksiller arter, Subskapular arterler
Supraspinatus	Spina skapulanın üzerindeki fossada, supraspinal aponevroz	Tüberkulum majus	Humerus başının glenoid kavitede durmasını, abduksiyonun ve öne elevasyonun başlaması	N. supraskapularis (C4-6)	Supraskapüler arter
infraspınatus	İnfraspınöz fossa	Tüberkulum majus, posterolateral orta 1/3	Dış rotasyon, glenohumeral eklem kapsülüne arkadan destek		
Teres minör	Skapulanın dış kenarı	Tüberkulum majus, alt 1/3	Zayıf dış rotasyon	N. aksillaris (C5-6)	Skapular sirkumfleks arterin posterior humeral dalları

Bu dört kasın tendonları, insersiyon bölgelerine 1,5 - 2 cm kala birleşirler. Kola yaptırdıkları iç ve dış rotasyon hareketleri dışında asıl önemli görevleri, deltoid ve pektoralis majör kaslarının fonksiyonları sırasında humerus başını glenoid fossada tutmak, abduksiyonun (öne elevasyonun) ilk 15°-20°'sini sağlayarak deltoid kasının moment koluna destek olmaktır. Bu ikinci görevi, supraspinatus kası tek başına üstlenmektedir. Sağlam bir rotator manşete makroskobik olarak bakıldığında, supraspinatus ve infraspınatus tendonlarının humerus büyük tüberkülüne yapışmadan 1,5 cm kadar önce birleştikleri görülür; her iki tendon lifini bu seviyeden itibaren diseke ederek ayırmak mümkün değildir.

Teres minör ve infraspınatus kasları arasında ise, füzyon daha erken seviyede baslar; musküler kısımda her ikisini birbirinden ayıracak bir aralık olsa da, muskulotendinöz bölgeye gelindiğinde bunların ayrılamayacak şekilde birleştikleri görülür. Subskapularis ve supraspinatus tendonları, bisipital oluğun üzerinde, bicepsin uzun bası için bir tendon kılıfı oluşturacak şekilde birleşirler. Bu birleşik tendon derinleştikçe, fibrokartilaj bir yapı kazanarak, bisipital oluğa yapışır. Bu

oluşumun hemen üzerinden geçen transvers humeral bağ ise, kolun hareketleri sırasında biceps tendonunun oluk içinde kalmasını sağlar. Biceps tendonu ise gerildiğinde humerus başını glenoidde doğru bastırarak, rotator manşetin fonksiyonuna yardımcı olur. Bu nedenle, biceps tendonunun uzun başını da rotator manşetin fonksiyonel bir parçası olarak görmek gerekir.

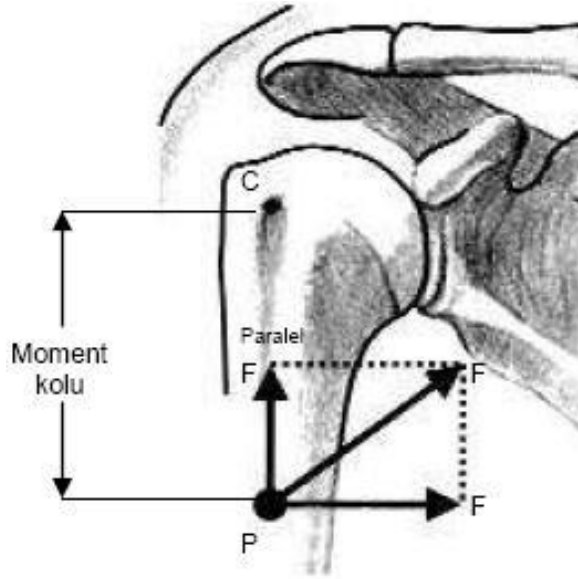
Mikroskopik olarak infraspinatus ve supraspinatus tendonlarının humerus yapışma yerinin hemen yakınından alınan örnek ile incelendiğinde, rotator kılıf ve kapsül kompleksinin beş değişik tabakadan oluştuğu gözlenir. Birinci tabaka; korakohumeral bağın yüzeysel bantlarından oluşur. Tendonun orta kısmını oluşturan ikinci tabaka; kas liflerinden doğrudan çıkıp humerusa yapışma yerine uzanan, kümeleşmiş, paralel tendon liflerinden oluşmaktadır. Üçüncü tabaka; kalın bir tendinöz yapı olarak dikkat çekmektedir, ancak ikinci tabaka kadar düzenli değildir. Kalın kollajen liflerden oluşmuş, daha gevşek bir bağ dokusu yapısındaki dördüncü tabaka, kılıfın esas lifleri olan ikinci ve üçüncü tabakaya dik olarak ilerler. Korakohumeral bağın derin bir uzantısı olan bu tabakaya transvers bant, perikapsüler bant ya da “rotator cable” isimleri de verilir. Bu tabaka, tendon yapışma yerinden güçlerin dağıtımında rol oynuyor olabilir ve bazı rotator manşet yırtıklarının klinik olarak asemptomatik olmasını açıklayabilir. Beşinci tabaka ise; glenoidden humerusa uzanan, kesintisiz kapsüler bir tabakadır. Eklem kapsülü ve rotator kılıf liflerinin humerus yapışma yeri yakınlarında birleştikleri ve tendon liflerinin muskulotendinöz bölgede paralel seyrederken, yapışma yerine yaklaştıklarında 45° açıyla birbirlerine girip kaynaştıkları gösterilmiştir. Tendon liflerinin değişik yönelimlerinin ve superior kapsüler kompleksle oluşturduğu farklı tabakaların, tendon üzerinde belirgin makaslama güçleri doğurduğu, bu durumun da rotator manşet yırtıklarında rol oynayabileceği bildirilmiştir.

Korakoakromiyal ark, akromiyonun anterior kısmı, korakoid çıkıntı ve her ikisi arasında uzanan korakoakromiyal bağ üçlüsünden meydana gelmektedir. Bu yapının altında rotator kılıf, biceps tendonu uzun başı, subakromiyal bursa ve humerus başı bulunmaktadır. Anatomik çalışmalarda, bu bağ, fibröz üçgen bir lamina şeklinde ve kuadrangular, lateral ve medial bantlardan oluşan Y şeklinde geniş bir bant olarak tariflenmiştir.

2.3. BİYOMEKANİK

Rotator manşetin yapısı ve humerusa yapışması çok iyi bilinmekle birlikte, mekanik özellikleri ile ilgili bilgiler sınırlıdır. Tendonu oluşturan lifler tek tek izlenirse, rotator manşeti oluşturan tendonların humerusa ayrı ayrı yapışmadığı, komşu tendonun lifleriyle karıştığı gözlenir. Tendon liflerinin bu düzeni nedeniyle, rotator manşet kaslarından birinin kasılması, sadece o kasın tendonunun humerusa yapışma yerini değil, komşuluğundaki tendonların yapışma yerini de etkiler. Tek bir tendonu ayırıp fonksiyonlarını tek tek test etmedeki zorluktan dolayı, mekanik özellikler üzerine bilgilerimiz sınırlıdır (24).

Rotator manşet biyomekaniği karmaşıktır. Manşet kaslarının kasılması sonucu humerusta oluşan tork, moment kolu (humerus başı merkezi ile bu kuvvetin etkili uygulama noktası arasındaki uzaklık) ile buna dik olan kas kuvvetinin bileşkesine bağlıdır (Şekil 2.5).

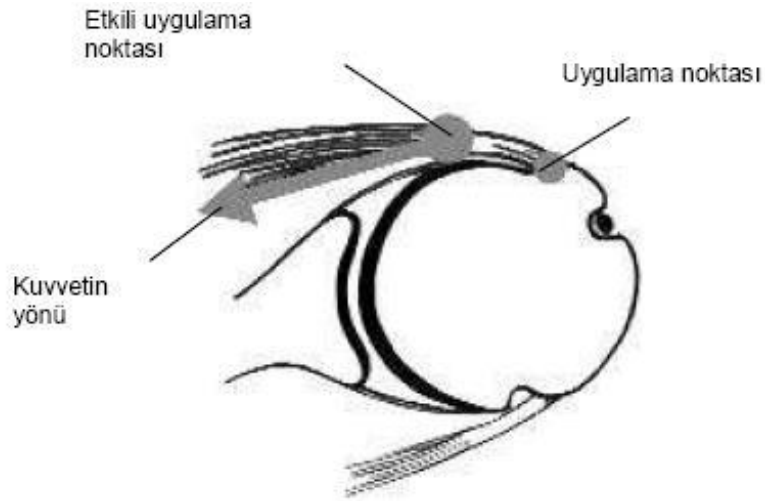


Şekil 2.5. Moment kolu kuvveti (P) uygulama noktası ile hareketin merkezi (C) arasındaki uzaklıktır.

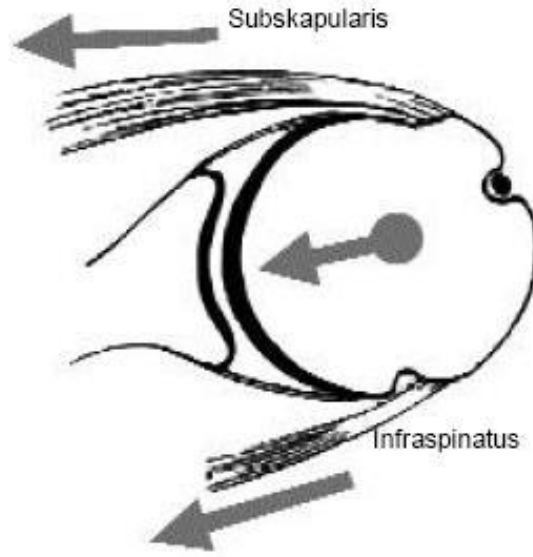
Tork ise moment kolu ile kas kuvvetinin, ona dik olan bileşkesidir. Kas kuvvetinin ona paralel olan bileşkesi, konkavite kompresyonu ile ekleme stabilite sağlar.

Manşet kası tarafından oluşturulan kuvvetin büyüklüğü, kasın kitlesi ve pozisyonu ile eklemin pozisyonuna bağlıdır. Kasın oluşturduğu kuvvet ve tork, eklemin pozisyonu ile değişir. Kas, genellikle kasılıp gevşeme uzunluğunun orta noktasında en kuvvetli, uçlarda en zayıftır.

Kasın kuvvet yönü eklemin pozisyonu ile değişir; örneğin supraspinatus kası, kolun pozisyonuna bağlı abduksiyon veya eksternal rotasyon yaptırabilir. Humerus başı etrafında hareket eden manşet tendonunun humeral etkili uygulama noktası anatomik insersiyonu değil, tendonun humerus başı ile temasa geçtiği genellikle eklem yüzündeki noktadır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Rotator manşet tendonlarının eklem etrafındaki hareketi sırasında kuvvetin etkili uygulama noktası, tendonun humerus başı ile temastaki nokta olarak devamlı değişir.



Şekil 2.7. Rotator manşet kasları, içbükey olan glenoid içine humerus başını komprese ederek stabilite sağlar.

Üçüncü ve önemli bir fonksiyonu ise kas dengesini sağlamaktır. Dirsekteki kaslar, tek bir eksen üzerinde fleksiyon ve ekstansiyon yaptırır. Triseps kasılması merkezden hafifçe saptığında dirsek yine de ekstansiyona gider. Hâlbuki omuzda herhangi bir sabit eksen yoktur. Belirli bir pozisyonda kas aktivasyonu, belirli tek bir rotasyon momenti yaratır. Örneğin, anterior deltoid ön elevasyon, internal rotasyon ve cross-body hareket momenti yaratır. Eğer ön elevasyon rotasyon olmadan oluşacaksa, cross-body ve internal rotasyon momentleri posterior deltoid ve infraspinatus gibi diğer kaslar tarafından etkisizleştirilmelidir. Bir başka durumda ise, saf internal rotasyon için latissimus dorsi kullanılacaksa, adduksiyon momenti bu kez superior manşet ve deltoid tarafından etkisizleştirilmelidir. Tam tersine, latissimus dorsi sadece adduksiyon yaptırmak üzere kullanılacaksa, bu durumda internal rotasyon momentini etkisizleştirecek olan posterior manşet ve posterior deltoid kaslarıdır. Bu dengeleyici kas etkilerinin zamanlaması ve büyüklüğü, istenmeyen yönlerde humerus hareketi oluşmaması için koordine edilmelidir. Kolu hareketsiz olarak basın üzerinde tutmak için, omuz kaslarının her birinin yarattığı kuvvet ve torkun toplamı sıfır olmalıdır. Sonuç olarak, rotator manşet kaslarının görevi, belirli bir kas grubu içinde birbiriyle bağlantılı ve eş zamanlı çalışarak belirli bir hareketi yaptırmaktır. İstenen bir hareketi yaparken birbirine karşı ters görev yapan kaslar, bir kasın istenmeyen hareketini etkisizleştirerek net bir hareket torku

oluşturur. Manşet kaslarının omuz hareketlerinin kuvvetindeki payını anlamak için seçici sinir blokları ile yapılan çalışmalarda, supraspinatus ve infraspinatus kaslarının abduksiyon kuvvetinin %45'ini, eksternal rotasyon kuvvetinin %90'ını sağladığı gözlenmiştir. Supraspinatus ve deltoid kaslarının fleksiyon ve elevasyon sırasında yarattıkları tork ölçülmüş, omuz hareketlerinin fonksiyonel düzlemlerinde, her ikisinin de eşit miktarda tork oluşturduğu gözlenmiştir.

Supraspinatus tendonunun eklem bölgesindeki kısmı ön, orta ve arka olmak üzere longitudinal olarak üç eşit parçaya bölündüğünde, tendonun arka kesitinin daha ince olduğu, ön kısma binen yüklerin daha fazla olduğu, ayrıca ön kısmın esnekliğinin diğer kısımlara göre fazla olduğu gözlenir.(25, 26) Buradan, supraspinatus tendonunun ön parçasının mekanik olarak daha kuvvetli olduğu ve tendonun asıl fonksiyonunun önemli bir kısmını üstlendiği anlaşılmaktadır.

Yaşla birlikte, tendon kuvvetinde azalma olmaktadır. Bir çalışmada, supraspinatus tendonunun kompresif dayanıklılığının, bursal yüz anteriorunda ve eklem yüzünde tüberkülüm majusun 10 mm proksimalinde fazla olduğu bulunmuş; tendondaki farklı sertlik derecelerinin yırtık oluşmasında bir faktör olabileceği ve rotator manşet sorunlarında dejeneratif ve mekanik faktörlerin rol oynadığı öne sürülmüştür.(27) Mekanik sıkışmanın önemi, normal ve anormal rotator manşetin yapısını gösteren birçok biyomekanik omuz modeli yapılmıştır. Bunlardan “asma köprü modeli”, rotator manşet yırtığını tanımlamaya çalışır. Bu modelde, yırtığın serbest kenarı köprünün gerilmiş halatlarına, ön ve arka bağlantı bölgeleri ise köprünün ayaklarına benzetilmektedir. Halat ile humerus arasındaki alan, rotator hilal (crescent) olarak adlandırılır. Bu modele göre rotator manşet yırtıklarında iki farklı durum olabilir. Bunlardan “halat baskın” olanda, halat yırtığı büyütücü etkide (stres shielding) bulunmaktadır. “Hilal baskın” olanda ise, hilal üzerinde yırtığı büyütücü etki yoktur. Birçok deneysel çalışmada sağlıklı ve hasarlı manşetin kolun abduksiyonundaki rolü anlaşılmaya çalışılmıştır (28). Supraspinatus, infraspinatus-teres minör ve subskapularise kuvvet uygulandığında, kolun elevasyonu için deltoidin ihtiyacı olan kuvvetin sırasıyla %26 ile %36 oranlarında azaldığı gözlemlenmiştir. Mekanik test cihazları ile yapılan bir çalışmada, supraspinatus çalışmadığında deltoidin kolu kaldırması için gerekli kuvvet belirgin olarak artmıştır (29). Bununla birlikte birçok çalışma rotator manşetin glenohumeral ekleme stabilite

sağladığını göstermiştir (30). Omzun kapsüloligamentöz yapıları (statik faktörler) omuz hareket genişliğinin sonunda stabilite sağlarken, glenoidin sağlam olduğu omuzlarda rotator manşet, hareketin hem orta hem de son evresinde omuza güçlü bir stabilite sağlamaktadır (31-33).

Akromiyon alt yüzünün rotator manşet kopmalarının ana nedeni olduğu ilk kez Meyer tarafından 1931’de bildirilmiştir. 1972’de Neer, rotator manşeti de içeren sıkışma (impingement) sendromuna akromiyon ön 1/3’ünün alt yüzü, korakoakromiyal bağ ve bazen de akromiyoklaviküler eklemdaki değişikliklerin eşlik ettiğini; rotator manşet yırtıklarının %95’inin sıkışmaya bağlı olduğunu belirtmiştir.

Subakromiyal temas ve bası noktalarını araştıran çalışmalarda korakoakromiyal arkın yapısı, rotator manşet ile olan ilişkisi ve dolayısıyla mekanik bası noktaları ortaya konmuştur.

Korakoakromiyal arkta en yüksek basınç, akromiyonun anterolateral kenarında oluşur. Korakoidde de, bu oluşumun sıkışma sendromunun bir parçası olduğunu düşündürecek ölçülerde basınç oluşur. Subskapularis, infraspinatus ve teres minörün hiçbirinin olmadığı durumlarda, bu basınç %61 oranında artar. Deltoidin yukarı sıkıştırıcı kuvveti subskapularis, infraspinatus ve teres minör tarafından dengelenir ve deltoid kası supraspinatus ile sinerjik çalışır. Dejeneratif bulguların olmadığı omuzlarda, akromiyoplasti ve korakoakromiyal bağın kesilmesi basınçta değişiklik yapmamaktadır. Subakromiyal bölgeye en fazla temas 60° ile 120° arasında olmakta; tip III akromiyon varlığında, akromiyon çıkıntısındaki temas bölgesi artmaktadır.

Akromiyoplasti uygulanmış omuz modellerinin yarısında, sadece akromiyonun anterior inferior çıkıntılarının alınması, supraspinatus insersiyosundaki subakromiyal basıncı yok eder; akromiyonun ön 1/3’ünün düzleştirilmesi sıkışmayı giderirken, “cutting block” tekniği ile tüm akromiyonu düzleştirmek sıkışmayı gidermede ek yarar sağlamadığı gibi, subakromiyal temas bölgelerini değiştirip diğer manşet tendonlarına ve humerusa zarar verebilmektedir. İnfraspinatus, teres minör ve subskapularis kasları, deltoid ve supraspinatus tarafından yukarıya doğru oluşturulan makaslama kuvvetlerini etkisizleştirmektedir.

Önceleri, tüm korakoakromiyal arkın altındaki humerus ve rotator manşet temasının, rotator manşeti potansiyel olarak tehdit ettiği düşünülürdü. Bugün, humerusun yukarı subluksasyonunda korakoakromiyal arkın pasif stabilizatör rolünü üstlendiği bilinmektedir. Rotator manşet sağlam olmadığında, humerus başını glenoid içine tespit etmede geri kalan tek oluşum korakoakromiyal arktır (34).

Biceps tendonunun uzun bası, rotator manşetin fonksiyonel bir parçası olarak kabul edilir. Korakohumeral bağ ile transvers humeral bağ, biceps tendonunu kendi adını taşıyan çukurcuğunda tutar. Bu tendonun gerilmesi, humerus başını glenoid içine doğru bastırır. Ayrıca humerus başı yukarı yer değiştirdiğinde, tendon humerus başının hareketlerini tek raylı bir vagon gibi yönlendirir. Bu mekanizma humerusun, adduksiyonda daha fazla rotasyon yapabilmesinin ve aşırı abduksiyonda hareketinin kısıtlanmasının nedenini açıklar; bu durumda tüberkülüm majus ve minus, gerilmiş olan biceps tendonunun insersiyosuna yakın bir pozisyonundadır; hareketleri ise ata binmiş jokeyin bacakları gibi kısıtlanmış durumdadır. Humerusun anterosuperior subluksasyonunda biceps tendonunun varlığı önem taşır. Aktif kasılması olmadığında bile subluksasyon miktarı ihmal edilebilecek düzeydedir. Biceps tendonunda defekt yaratıldığında migrasyonun belirgin olması, biceps tendonu uzun başının boşluk kaplayıcı olarak görev yaptığını göstermektedir (24).

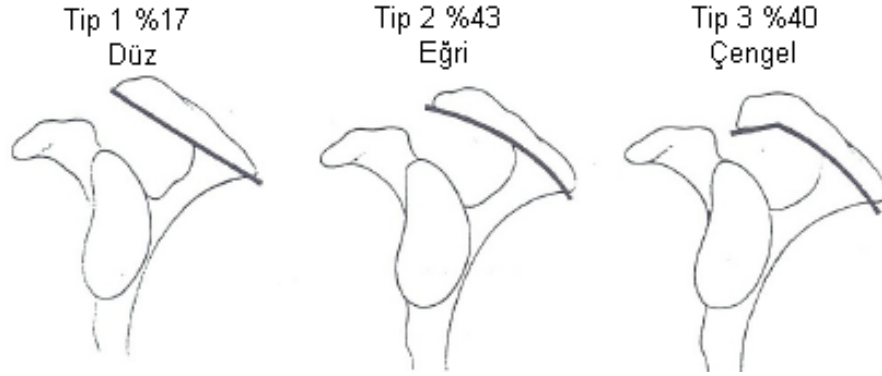
2.4. HASARLANMA PATOFİZYOLOJİSİ

Rotator manşet hasar mekanizmasını açıklamak için 1930'larda Codman'dan başlayarak birçok çalışma yapılmış ve birçok hipotez ileri sürülmüştür. Günümüzde, bu etkenlerin 2 ana grupta toplanması konusunda görüş birliği vardır. Bu etkenler, ekstrasik (korakoakromiyal arkın şekli, tensil aşırı yüklenme, kinematik anormallikler) (10, 11, 35) ve intrinsik (tendonun damarsal beslenmesi, mikroyapısal kollajen lif anormallikleri ve materyal özelliklerinde bölgesel değişiklikler) olmak üzere ikiye ayrılır (36-39).

2.4.1. Ekstrinsik Mekanizma

İlk kez Neer tarafından tanımlanmıştır (5). Neer, rotator manset yırtıklarının %95'inin, tendonun korakoakromiyal arkın altında mekanik kompresyonu sonucunda oluştuğunu bildirmiştir. "Subakromiyal sıkışma sendromu" adını verdiği bu mekanizma sonucunda, akromiyon alt yüzeyinin üçte bir ön kısmında, korakoakromiyal bağda ve bazen de akromiyoklaviküler eklemdede değişiklikler olmaktadır. Subakromiyal sıkışma sendromunda, akromiyonda görülen morfolojik değişiklikler Neer tarafından tartışılmaya başlanmıştır. Bigliani ve ark.'ın yaptıkları anatomik çalışma büyük yankı uyandırmıştır. Bigliani ve ark., 3 tip akromiyon belirlemiş; düz (tip 1), eğri (tip 2) ve çengel akromiyona (tip 3) sırasıyla %17, %43 ve %40 oranlarında rastlamışlardır (35) (Şekil 2.8). En yaygın şeklin tip 2 olduğunu; rotator manşetin tam kalınlıktaki yırtıklarıyla en fazla ilişkisi olan grubun tip 3 akromiyon olduğunu; bunu sırasıyla tip 2 ve tip 1 akromiyonun izlediğini bildirmişlerdir. Rotator manşet yırtığı olan hastaların %73'ünde tip 3 akromiyon gözlenmiştir. Ancak rotator manşet yırtığı ile "çengel akromiyon" arasında sıkı bir korelasyon saptanmasına rağmen, akromiyonun yapısal olarak bu şekilde mi olduğu, yoksa sıkışmaya sekonder olarak korakoakromiyal bağ traksiyonu sonucu oluşan bir "spur" mu olduğu tartışmalıdır (40). Öte yandan, Yazıcı ve arkadaşları yenidoğan kadavralarında yaptıkları çalışmada, tip 2 ve tip 3 akromiyonların gelişimsel olmaktan çok, edinsel olabileceklerini ileri sürmüşlerdir (41). Nitekim akromiyon çengellerinin çoğu korakoakromiyal bağa doğru uzanmaktadır. Bu olay, plantar fasyanın çekmesine bağlı kalkaneusta oluşan 'topuk diken'i'ne benzer bir durumdur. Bu çengelin oluşmasına neden olan çekme, rotator manşette gelişen dejenerasyon ile humerus başının yukarıya doğru yüklenerek korakoakromiyal arkın zorlanmasına bağlı olabilir. Putz ve Reichelt ameliyat ettikleri 133 hastanın %75'inde, korakoakromiyal bağın akromiyona birleşme yerinde kondroid metaplazi olduğunu göstermişlerdir (42). Bu metaplastik bölge, enondral kemik formasyonu ile daha sonra akromiyal çengel haline dönüşebilecektir. Riley ve arkadaşları, supraspinatus tendonunda fibrokartilajinöz alanlar belirlemişler ve bunların tendon fibrokartilajındaki proteoglikan/glikosaminoglikan oranına sahip olduğunu göstermişlerdir (43). Aynı araştırmacılar bu morfolojik özelliklerin, kompresyon

dahil olmak üzere mekanik kuvvetlere karşı bir adaptasyon sonucu geliştiğini ileri sürmüşlerdir.



Şekil 2.8. Bigliani tarafından morfoloji esas alınarak yapılan akromiyon sınıflaması

Demografik değişkenlerin kuşkusuz rotator manşet hasarı üzerinde etkileri vardır. Henüz kesinleşmiş veriler ortaya konamadığından epidemiyolojik değişkenlerin rotator manşet hasarı üzerine olan etkileri ilgi çekmektedir. Mekanik olarak fazla kullanma, manşet yırtığı ile ilişkili önemli bir faktördür. Yapılan çalışmalarda dominant kolda daha fazla semptomatik hastalık izlenmesi de bunu destekler (44). Ancak dominant kolda tam kat yırtığı olan hastaların karşı omuzlarında da %36 oranında tam kat yırtık izlenmiştir. Tam kat yırtığı olan hastalar aktiviteleri sorulduğunda %70'inin hafif günlük aktivitelerde bulunduğu görülmüştür. Dolayısı ile mekanik faktörler patogeneizde etkin olmakla beraber tek başlarına etyolojiyi oluşturmadıkları düşünülür.

Birçok etken doku iyileşmesinde bozulmaya neden olur. Örneğin sigara içenlerde manşet tamirine daha kötü yanıt izlenir, ameliyat sonrası fonksiyon ve hasta tatmini sigara kullanmayanlara göre daha azdır. Galatz ve ark., fareler üzerinde yaptıkları çalışmada tamir sonrası nikotinin iyileşme üzerinde olumsuz etkilerini göstermişlerdir (45).

Luo ve ark., supraspinatus tendonunda stres dağılımını ölçmüşlerdir (44, 46). Oluşturdukları subakromiyal sıkışma modelinde, stres artışı sadece akromiyon temas alanında değil, aynı zamanda bursal ve eklem yüzeylerinde, tendon boyunca da

yüksek bulunmuştur. Bu bulgular rotator manşet yırtıklarının ekstrinsik mekanizma ile oluşabileceğini göstermiştir.

2.4.2. İnstrinsik Mekanizma

İlk kez Codman tarafından tanımlanmış olan mekanizmada, rotator manşetteki yırtığın nedeni tendondaki dejeneratif değişikliklerdir (8). Bu dejeneratif mikrotravma modeli kronik mikrotravmanın yaşıyla da ilerlemesi ile birlikte hasarlanmanın kaynağı olduğunu ortaya koyar.

Suptaspinatus liflerindeki gerim kuvveti homojen değildir (27). Tipik olarak derin lifler, kol istirahatte iken bile yüksek gerimleri nedeni ile yırtıldıktan sonra retrakte olurlar. Sonuçta bu durum geride kalan liflerde yükün artmasına neden olur. Bu da ilerleyen yırtık ihtimalini artırır (47).

Uhthoff ve Sarkar, kadavra omuzunda yaptıkları çalışmada, rotator manşet yırtıklarının büyük bir çoğunluğunun eklem tarafında oluştuğunu belirlemişler; yırtık gelişiminde ilk basamağın dejenerasyon olduğunu ve ekstrinsik nedenlerin ikincil rol oynadığını belirtmişlerdir (48). Ozaki ve arkadaşları yaptıkları kadavra çalışmasında, akromiyon alt yüzeyindeki değişiklikleri incelemişler; eklem yüzünde kısmi rotator manşet yırtığı olan örneklerde akromiyon alt yüzeylerinin sağlam olduğunu bulmuşlardır (49).

Rotator manşet dejenerasyonunun ana nedeni yaşlanmadır. Vücuttaki diğer bağ dokusu yapıları gibi, rotator manşet tendonları da kullanım azlığı ve yaşlanmaya bağlı olarak zayıflar ve daha az kuvvet ile yırtılabilir. Rotator manşette, mikroskobik olarak, kemiğin, fibrokartilajın ve tendonun normal organizasyonunda ve boyanma niteliklerinde kayıplar oluşmaktadır.

Brewer, rotator manşette yaşa bağlı değişiklikleri göstermiştir (50). Bu değişiklikler, manşetin yapışma yerinde fibrokartilajda azalma, damarlanmanın bozulması, hücresel kayıp ve bunun yanı sıra tendonda fragmantasyon, kemiğe yapışma yerinde Sharpey liflerinde ayrışma olarak sayılabilir. Dejeneratif manşet yırtığı farklı şekillerde oluşabilmektedir. Codman'ın, "kenar yarığı" olarak tanımladığı tüberkülün yapışma yerinde, yırtık derin yüzeyden başlamaktadır.

Tendon yırtıkları derin yüzeyde başlar ve tam kat yırtık oluncaya kadar dışa doğru ilerler. Maruz kaldığı aşırı yükler ve kısıtlı iyileşme kapasitesinden dolayı, bu bölgede başlayan yırtık giderek büyümektedir. Yamanaka ve Matsumoto, ortalama yaşı 61 olan 40 olgudaki kısmi yırtıkları, ilk artrografiden bir yıl sonra tekrar incelemişler, yırtıkların %10'unda iyileşme, %10'unun boyutunda küçülme, %50'sinin boyutunda büyüme, %25'inde tam kat yırtığa dönüşme belirlemişlerdir (51).

Tempelhof ve ark., asemptomatik gönüllüler üzerinde yaptıkları çalışmada manşet yırtıklarını incelemişler, 5. dekattan başlayarak sırası ile %13, %20, %31 ve %51 oranında sıklıkla geliştiğini ortaya koymuşlardır (52).

Hashimoto ve ark. kadavra örnekleri üzerinde yaşa bağlı karakteristik değişiklikleri açıklamışlardır: Kollajen liflerinde incelme ve düzensizlik (%100), miksoid dejenerasyon (%100), hyalin dejenerasyon (%100), vasküler proliferasyon (%34), yağlı değişiklikler (%33), kondroid metaplazi (%21) ve kalsifikasyon (%19) (53). Bunlar içerisinde en iyi kollajen yapısı da anlaşılmıştır. Sağlıklı bir bireyde, supraspinatus tendonunun santral kısmını esas olarak, tip 1 kollajeni az miktarda tip 3 kollajen, dekorin ve biglikan oluşturur. Tendonun humerusa bakan fibrokartilaginöz kısmı esas olarak yüke karşı dayanıklı olan tip 2 kollajen yapısındadır. Hastalıklı tendonun bu fibrokartilaginöz kısmında tip 2 kollajen azalırken tip 3 kollajen miktarı artar. Çok net ortaya konulmamış olmakla beraber kollajen kompozisyonunda yaşa bağlı dejenerasyonla, ilerleyici hasarla ve kullanım farklılıklarıyla ilişkili değişiklikler gelişmektedir. Bunlar tip 2 kollajen oranını azaltarak tendonun gerim kuvvetlerine olan dayanıklılığını azaltıp, yırtık oluşumuna zemin hazırlar.

Rotator manşetin vasküler anatomisinin, yırtık oluşma patogenezinde rolü olabileceği teorisi bir dönem büyük ilgi çekmiştir. Kadavraların normal omuzlarında yapılan mikroenjeksiyon çalışmalarında, supraspinatus tendonunun insersiyosunun 10 - 15 mm proksimalinde, ön kısmında damarlanmada azalma (hipovasküler bölge) olduğu gösterilmiştir. Bu hipovasküler bölge, Codman'ın tanımladığı "kritik alana" karşılık gelmektedir (54). Dejeneratif rotator manşet yırtıklarının çoğunun bu bölgede olması, hipovasküleritenin yırtık patogenezinde rolü olabileceğini düşündürmüştür.

Rathbun ve Macnab kadavra rotator manşetlerinde, kanlanmanın kolun pozisyonuna bağlı olduğunu göstermişlerdir (39). Kol adduksiyonda iken, supraspinatus tendonunun tüberkülüm majusa yakın kısmına kontrast madde enjekte etmişler, bu bölgenin yeterince kontrast madde almadığını gözlemişlerdir. Tam aksine, kol abduksiyona getirilince insersiyon yerinde hemen hemen tam bir dolum olduğu görülmüştür.

Biberthaler ve ark. 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; dejeneratif rotator manşet lezyonunun kenarlarındaki fonksiyonel kapiller yoğunluğunu kontrol grubuna kıyasla azalmış bulmuşlardır (48). Yazarların bu bulgudan çıkardıkları sonuç, travmatik olmayan rotator manşet yırtıklarında mikrosirkülasyonun anlamlı derecede bozulmuş olduğudur.

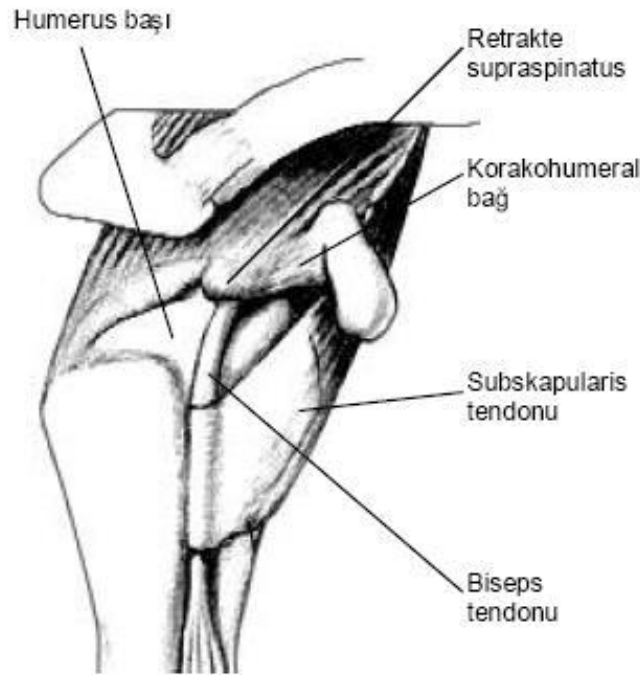
Subakromiyal uzaklık ile ilgili yürütülen basınç çalışmalarında, omuz seviyesinin üzerinde 1 kg yük kaldırmanın, mikrosirkülasyonu engelleyecek derecede basınç artışına neden olduğu gösterilmiştir (55). Dolayısı ile, dolaşım dinamik nedenlere bağlı değişebilmekte ve omuzun fonksiyonel aktivitesi ile ilişkili olabilmektedir.

Uththoff 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 subakromiyal bursa olduğunu belirtmişlerdir (48).

Bütün bunlara karşın rotator manşet yırtıklarında hipovasküleritenin patogenezdaki rolü bugün için tartışmalıdır. Moseley ve Goldie, yaptıkları çalışmada manşet örneklerinde kapiller dağılımı incelemişler ve hipovasküler bir bölge olmadığını ortaya koymuşlardır (38). Brooks ve ark. rotator manşet yapısında damar miktarı ve çapında farklılıklar olduğunu ancak herhangi hipovasküler bir alan olmadığını ortaya koymuşlardır (56). Bununla birlikte histolojik, immünohistokimyasal ve intraoperatif doppler çalışmaları kritik zonda göreceli hiperperfüzyon ortaya konulmuştur (36, 57). Bu ortaya çıkan hipervasküleritenin

hasara cevap veren subsynoviyal kattaki proliferasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuçta, rotator manşet, insan yaşamı boyunca traksiyon, kompresyon, kontüzyon, subakromiyal abrazyon, enflamasyon, enjeksiyon ve belki de en önemlisi yaşa bağlı dejenerasyon gibi çeşitli etkenlere maruz kalmaktadır. Yırtıklar, tipik olarak yüklerin en fazla olduğu biceps tendonuna yakın, supraspinatus tendonunun ön kısmında başlar (Şekil 9).



Şekil 2.9. Supraspinatus tendonundaki yırtık, en sık, yüklerin en fazla olduğu biceps tendonuna yakın ön kısımda başlar

Yırtık başladığında, henüz daha yırtılmamış komşu tendon liflerinde yükler artar. Bu duruma *fermuar fenomeni* denir. Aynı zamanda, yırtık kenarındaki aşırı gerilme tendondaki lokal kan akımını bozar. Bu arada, eklem sıvısındaki litik enzimler, iyileşme için gerekli olan hematoma oluşmasını engeller. Tendonun boşluk kaplayıcı etkisi kalkar, humerus başı yukarıya kayar. Biceps tendonu üzerine binen yük artar. Yırtık, bisipital oluğu aşır subskapularis tendonunu tutar. Rotator manşet yırtılınca konkavite-kompresyon mekanizması bozulacağı için humerus başı,

deltoidin çekmesine bağlı olarak, yukarıya kayar. Humerus başının yukarıya kayması, geriye kalan manşeti korakoakromiyal arkın altında sıkıştırır. Bu arada, korakoakromiyal 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.

2.5. KLİNİK BULGULAR

Omuz rahatsızlığı bulunan hastalarda en sık karşılaşılan başvuru nedeni ağrıdır. Ancak hastalar geç dönemde geldikleri için güçsüzlük ve etkilenen ekstremitelerde hareket kaybı da şikayetlerine eklenir.

Ağrı, genellikle baş üzerinde yapılan aktivitelerde daha şiddetlidir. Başlangıçta iç rotasyon ve fleksiyon ile belirginken, ilerledikçe istirahat ve geceleri de görülmeye başlar. Geceleri üzerine yatma ile belirginleşen ağrı hemen hemen tüm olgularda görülür.

Ağrının lokalizasyonu patolojiye göre farklılık gösterir, subakromiyal sıkışma sendromunda, daha çok omuz anterolateralinde hissedilirken; rotator manşet yırtığında deltoid adalesinin yapışma bölgesine yayılır. Eğer olaya biceps tendiniti eşlik ediyorsa ağrı, daha distalde hissedilir. Tüm bunlarla birlikte rotator manşet yırtıklarının %25 oranında asemptomatik olabilecekleri unutulmamalıdır (57).

Muayene; anamnez, inspeksiyon, palpasyon, hareket genişliği ve özgül testler ile yapılır. Hastalar ayrıca, servikal vertebralar ve nörovasküler yapılar açısından da değerlendirilmelidir.

Neer, sıkışma lezyonlarını üç evreye ayırarak incelemiş ve “impingement test” ini tanımlayarak, bu testi diğer ağrılı omuz lezyonlarının ayırıcı tanısında kullanmıştır. Halen tanı açısından şüpheli olgularda en önemli bulgulardan biri olan bu testte, öne elevasyon sırasında oluşan “ağrılı ark”, akromiyon anterior bölümü altına 10 cc, %1 lidokain enjeksiyonu ile ortadan kalkar.

Omuz hareket açıklıkları değerlendirilirken, her zaman simetrik olarak değerlendirme yapılır. Bu amaçla kullanılan “*Apley Strach Testi*” en hızlı yöntem olarak bilinmektedir.

Hastadan sırasıyla;

- Başının arkasından, karşı skapula superior medial üçgenine; ABD+ER
- Başının önünden karşı taraf akromiyona; ABD + İR
- Arkadan karşı taraf skapulanın inferior köşesine; ADD + İR uzanarak dokunması istenir.

Hasta, hareketleri aktif tamamlayabiliyorsa pasif hareketlere geçilmelidir. Hastalarda altta yatan başka bir neden yoksa pasif eklem hareket genişliği tamdır.

Hareket sırasında pasif hareket var ancak aktif kısıtlılık varsa; kas güçsüzlüğü düşünülmelidir. Eğer kısıtlılık pasif şartlarda da devam ediyor ise kemik (intraartiküler) ya da yumuşak doku (ekstraartiküler) bloğu düşünülür. Blok; basınç altında yumuşak bir izlenim veriyorsa ekstraartiküler, basınç altında aniden sonlanıyorsa intraartiküler nedenler araştırılır.

Abduksiyon; saf glenohumeral hareket, skapulotorasik hareket ve glenohumeral + skapulotorasik hareketlerin kombinasyonu ile oluşur. Hastanın arkasında skapula alt kenarından tutulur ve abduksiyona getirilir. İlk 20° serbest, yani sadece glenohumeral hareketi temsil eder. Bu noktada humerus ve skapula 2/1 oranında hareket eder. Eğer glenohumeral eklem adduksiyonda fiks ise donuk omuz düşünülür. Eğer donuk omuz varsa hasta sadece skapulotorasik hareketi kullanarak omzunu yaklaşık 90° kadar kaldırabilir. Glenohumeral abduksiyon tek başına normalde 90° kadardır. Abduksiyon 120°ye kadar devam eder, sonrasında humerus boynu akromiyona çarpar. Tam abduksiyon yalnızca humerusun eksternal rotasyonu ile mümkündür.

Adduksiyon; ortalama 45° olup rotator manşet yırtıklarında özellikle supraspinatus lezyonlarında kısıtlanabilir. Bununla birlikte normal bir omuzda fleksiyon 90°, ekstansiyon 45°, iç rotasyon 55°, dış rotasyon ise 40° olarak kabul edilir.

2.6. ÖZEL TESTLER

Devamlılık testleri; Aktif hareket ile devamlılığı gösteren testler

Yetersizlik testleri; Pasif hareket ile getirilen pozisyonun korunmasının amaçlandığı testler

2.6.1. Rotator Manşet Devamlılığını Gösteren Testler

2.6.1.1. Supraspinatus Devamlılığını Gösteren Testler

2.6.1.1.1. Jobe Testi (“Empty Can” Testi)

Kol 90° skapular elevasyona getirilir ve omuz iç rotasyona getirildikten sonra başparmak yeri gösterir, güce karşı kolu kaldırması söylenir. Dirence karşı güçsüzlük ve ağrı varlığında supraspinatus yetersizliği, ortaya konur. Ya da supraskapular sinir nöropatisi varlığı düşünülmelidir (58).



Resim 2.1. Jobe testi

2.6.1.1.2. Kol Düşme Testi (Drop Arm / Codman Testi)

Kol pasif 90° abduksiyona getirilir ve hastadan kolunu aşağıya indirmesi söylenir. El, sırtından muayene eden tarafından uygulanan güç sonucunda, rotator manşet yırtığı varsa kol hemen aşağıya düşer. Ancak rotator manşet için spesifik değildir. Özellikle deltoidin orta ve ön lifleri rotator manşet adalelerini kompanse edebilir, yanlış sonuç alınabilir.

2.6.1.2. İnfraspinatus ve Teres Minör Tendonlarının Devamlılığını Gösteren Testler

2.6.1.2.1. Nötral Eksternal Rotasyon Testi

Hastanın kolu vücuduna yapışık iken hastanın koluna dış rotasyon yaptırması söylenir. Bu sırada muayene eden kişi kolu iç rotasyona getirmeye çalışır. Güce karşı gelemmez ise bu durum infraspinatus yetmezliğini gösterir. Özellikle infraspinatus ve supraspinatus kas gücü değerlendirilir.



Resim 2.2. Nötral Eksternal Rotasyon Testi

2.6.1.2.2. Eksternal Rotasyon Yetmezlik Belirtisi (Lag sign)

Hasta doktora sırtını dönerek oturur. Etkilenen tarafta hastanın dirseği pasif olarak 90 derece fleksiyona getirilir ve hastanın kolu 20° elevasyona ve maksimuma yakın dış rotasyona getirilir. Daha sonra maksimum dış rotasyon omuzdaki elastik gerilmeyi azaltmak için 5° azaltılır. Hastadan kolunu bu pozisyonda aktif olarak tutması istenir ve dirsek desteklenerek hastanın el bileği serbestleştirilir. Eğer kolda yetmezlik gelişir ve eksternal rotasyon kaybı oluşursa test (+) olur. Yetmezlik derecesi; küçük yırtıklar için 5° ya da biraz üzerinde olabilir. Büyük ve masif yırtıklarda ise derece daha büyüktür. Mutlaka normal taraf ile kıyaslanmalıdır. Eğer ROM kapsül kontraktürüne ya da subskapularisteki yırtığın artmasına bağlı olarak azalır ise testte yalancı (+) ya da yalancı (-) sonuç alınabilir. Bu test infraspinatus ve supraspinatus tendonlarını değerlendirmek için yapılır.

Testin diğer komponenti ise 90° abduksiyonda yapılan yetmezlik (lag) belirtisidir. Hasta doktora sırtını dönerek oturur ve etkilenmiş kolunu aktif olarak, dirsek 90 derece fleksiyonda ve kol tam eksternal rotasyonda iken skapular planda 90 derece kaldırır. Bu pozisyonda dış rotasyonun korunması temel olarak infraspinatusun görevidir. Doktor hasta bu pozisyonda iken hastanın dirseğini destekleyerek el bileğini serbestleştirir. Eğer kolda düşme ya da yetmezlik oluşursa, test (+) dir. Yani 90° adduksiyonda bakıldığında; özellikle teres minöre de bakılmış olur.



Resim 2.3. Eksternal Rotasyon Yetmezlik Belirtisi (Lag sign)

2.6.1.3. Subskapularis Tendon Devamlılığını Gösteren Testler

2.6.1.3.1. Lift-off Testi

Hastanın omuzuna pasif olarak iç rotasyon yaptırılır ve eli, sırtı ile iki skapula arasına gelecek şekilde yerleştirilir. Bu pozisyonda elini vücudundan ayırması söylenir ve ayırdıktan sonra ayrık pozisyonda tutması istenir. Eğer hasta ayrık pozisyonda tutamıyor ya da elini gövdesinden ayıramıyor ise test (+) olur.

Eğer bu pozisyonda hasta doktorun elini itemezse, bu durumda Gerber testinin (+) olduğu söylenir (59, 60).



Resim 2.4. Lift-off Testi

2.6.1.3.2. Abdominal Kompresyon Testi

İç rotasyonu azalmış hastalarda bakılır. Hasta elinin ayası ile karnına bası yapar. Eğer subskapularis kası sağlam ise hastanın dirseği gövdesinin arkasına düşmez yani gövdesinin önünde kalır. Eğer kas yırtık ise dirsek gövdenin arkasına düşer. Hasta daha çok iç rotasyon yaparak değil omzuna ekstansiyon yaptırarak karnına bası yapmaya çalışır. Ancak bu test; iç rotasyonu azalmış kişilerde yapılamaz.

2.6.1.4. Subakromiyal Sıkışma Sendromu Testleri

2.6.1.4.1. Neer'in Subakromiyal Sıkışma Belirtisi ve Subakromiyal Sıkışma Testi

Hasta oturur pozisyonda ve doktor ayakta iken daha iyi ortaya çıkar. Doktor bir eliyle skapular rotasyonu engeller, diğer eliyle hastanın koluna, fleksiyon ile abduksiyon arası bir konumda, zorlu elevasyon yaptırır. Bu durum tüberkülüm majusu akromiyona yaklaştırır. Bu manevra, subakromiyal sıkışma sendromunun tüm evrelerinde ağrıya neden olur. Donuk omuz, instabilite veya kalsifiye tendinit gibi omuz problemlerinde de bu test (+) olur. Test sırasında oluşan ağrı subakromiyal bölgeye verilen 10 ml %1'lik ksilokain enjeksiyonu ile ortadan kalkıyor ise subakromiyal sıkışma testi (+) denilir.

Subakromiyal sıkışma belirtisi; subakromiyal bursitte %75 hassas, %48 spesifik; rotator manşet anormalliklerinde %88 hassas ve %51 oranında spesifik bulunmuştur (11).



Resim 2.5. Neer'in Subakromiyal Sıkışma Belirtisi

2.6.1.4.2. Hawkins Testi (Hawkins ve Kennedy)

Neer belirtisi kadar güvenilir bulunmaz. Kola 90° öne fleksiyon ve zorlu iç rotasyon yaptırılır. Bu manevra tuberkülüm majusu korakohumeral ligamanın altına getirir ve subakromiyal sıkışma meydana gelir. Bursitte %92 hassas, %43 spesifik iken rotator manşet patolojilerinde %88 hassas ve %44 spesifik olarak bulunmuştur (61).



Resim 2.6. Hawkins Testi

2.6.1.5. Biseps Tendon Patolojilerinde Kullanılan Testler

2.6.1.5.1. Yergason Testi

Dirsek 90° fleksiyonda ve ön kol pronasyonda iken doktor hastanın bileğini supinasyona direnç oluşturacak şekilde tutar ve hastaya dirence karşı aktif supinasyon yapması söylenir. Net olarak bisipital olukta tanımlanan ağrı bisepsin başında yırtık ya da biseps tendon kılıfında sinoviti gösterir.



Resim 2.7. Yergason Testi

2.6.1.5.2. Speed Testi

Biseps tendon patolojilerini göstermede Yergasondan 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 (62).

Bu testlere ilave olarak, ayırıcı tanıda glenohumeral instabiliteye bağlı subakromiyal sıkışma sendromu bulguları olan genç hastaların ayırıcı tanısında yardımcı olan *korku ve redüksiyon testi* kullanılmaktadır. Hasta sırtüstü pozisyonda yatarken, omuz 90° abduksiyon ve 90° dış rotasyona getirilir. Bu durumda omuz anteriora doğru sublukse olmaya başladığında hastada endişe meydana gelirse test (+) tir. Daha sonra hastanın humerusundan posteriora doğru omzu yerine koyacak şekilde kuvvet uygulandığında endişe geçecektir.



Resim 2.8. Speed Testi

2.6.2. Radyolojik Tanı Yöntemleri

Görüntüleme teknolojisinde zaman içerisinde birbirini izleyen gelişmeler, vücudun en kompleks eklemlerinden biri olan omuz eklemine ait kemik ve yumuşak doku komponentlerinin anatomisinin daha iyi anlaşılmasını sağlamış ve patolojik değişiklikleri tanımlamada yeni ufuklar açmıştır. Omuz ekleminde, özellikle eklemi çevreleyen ve fonksiyonu sağlayıcı özellikteki rotator manşete ait görüntüleme özelliklerinin iyi bilinmesi, sık görülen bir klinik sorun olan omuz ağrısının değerlendirilmesinde önem taşımaktadır.

Subakromiyal sıkışma sendromu ve rotator manşet görüntülenmesinde, uzun yıllar indirekt tanı yöntemleri olan direkt radyografik incelemeler ve tek veya çift kontrast MR artrografi kullanılmıştır. Artrografinin invaziv olması nedeni ile 1980'li yıllardan itibaren hızla gelişen ultrasonografi (US) ve magnetik rezonans görüntüleme (MRG), artrografinin kullanım alanını daraltmıştır. Ultrasonografi ile ayrıca ilk kez, fonksiyona yönelik bilgiler de elde edilmiştir.

Ancak, Ultrasonografi kullanıcıya ve kullanılan cihazın teknolojisine bağımlı bir yöntem olduğundan; literatürde rotator manşet patolojilerinin tanısında çok değişik sonuçlar bildirilmiştir. Radyolojik görüntüleme teknolojisinin bugün ulaştığı en son boyut olan Manyetik Rezonans Görüntülemesi, özellikle kas-iskelet sisteminde, eklemin çok değişik özellik gösteren kemik, kırık, tendon, bağ ve kas gibi tüm komponentlerini görüntüleyebilmektedir. Burada, USG de olduğu gibi kullanıcı faktörü kısmen ortadan kalkmakta; anatomik detaya, yöntemin multiplanar görüntüleme özelliği ile kolayca ulaşılabilir. Ancak, tüm dünyada halen pahalı bir tanı yöntemi olup tanı duyarlılığı cihaz teknolojisine bağımlıdır.

2.6.2.1. Direkt Radyografi

2.6.2.1.1. AP Grafi

Humerus internal – nötral – eksternal rotasyonda iken çekilmesi önerilmektedir; böylece kalsifiye tendinit ayrımı yapılabilir. Rotator manşet yırtıklarının ileri evresinde akromio humeral mesafe azalır (<5mm olması masif yırtığı düşündürür); akromiyon ön bölümünde skleroz, tüberkülüm majusta kistik değişiklikler gözlemlenebilir. Bigliani, masif yırtıklı 61 hastada yaptığı çalışmada; %89 akromiyon altında mahmuzlaşma, %79 büyük tüberkülde skleroz ve büyüme, %41 oranında akromiyoklavikular eklemden skleroz görüldüğünü ortaya koymuştur (63).

Standard AP grafi, hasta supin pozisyonunda iken çekilmelidir. Skapula, glenohumeral eklemin için referans planını oluşturur ve vücut eksenine 30° - 45° açıda yer alır. Kaset; skapular eksene paralel olarak yerleştirilmelidir.

2.6.2.1.2. 30 Derece Kaudal Açılı AP Grafi

AP grafi çekilirken sadece tüpün 30° kaudale açılı olması ile elde edilir. Kasetin yeri değişmez. Akromiyal spur ve korakoakromiyal ligaman ossifikasyonunu gösterir.

2.6.2.1.3. Supraspinatus Outlet Grafisi

Işın, spina skapulya paralel ve tüp 10° kaudale eğilerek verilir. Akromiyon ön bölümünün değerlendirilmesi için uygundur. Ancak çekilmesi teknik olarak güçtür ve tekrarlandığında aynı görüntü alınmayabilir.

2.6.2.1.4. Aksiller Grafi

70° - 90° abduksiyonda, ışın aksilladan verilerek çekilir. Omuz 90° abduksiyona getirilir ve kaset boynun hemen yanına omzun hemen üzerine yerleştirilir. Os akromiale tanısının konulması ve ayırıcı tanıda posterior subluksasyonların ve akromiyoklaviküler artrozların ortaya konulmasında yararlıdır.

2.6.2.2. Ultrasonografi

Crass ve Middleton, ilk kez 1984 yılında ultrasonun rotator manşet lezyonlarını ortaya koymada etkili olduğunu belirtmişlerdir (64, 65). Rotator manşette, bugün geçerliliği tartışılmakla birlikte, daha çok ekstrinsik, kısmen de intrinsik mekanizmalarla, tendonda tendinozisten başlayan ve yırtıkla sonlanan bir dizi değişiklik meydana gelmektedir. Yırtık daha çok supraspinatus tendonunda olmak üzere tam kat kalınlık yırtığı; supra ve infraspinatusu tutan masif yırtık veya tendonun eklem veya bursal yüzünü tutan kısmi yırtık şeklinde görülebilir.

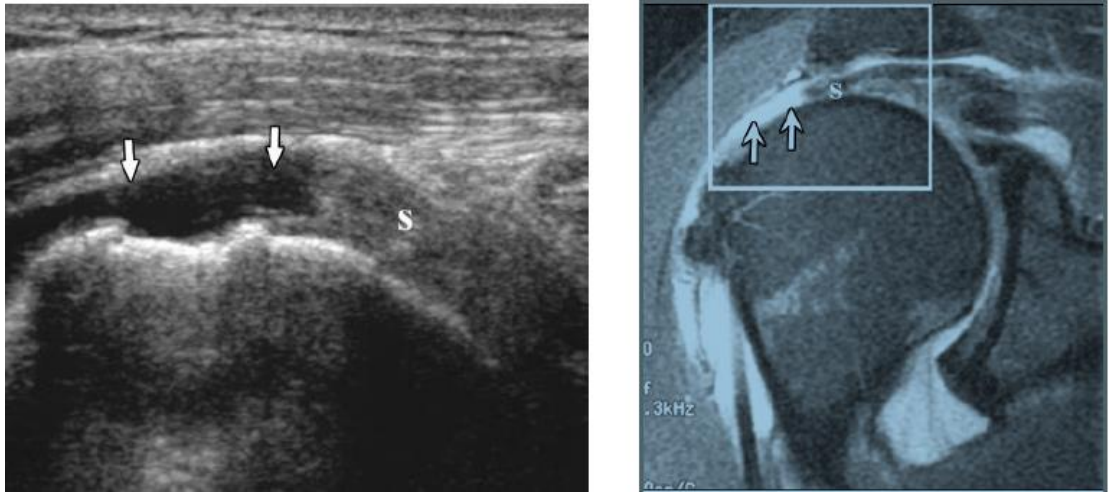
Tendonda ilerleyici dejenerasyonun bulgusu olan ve yırtıktan önce görülen tendinoziste ise, Neer sınıflamasına göre birinci evrede tendonda diffüz eko azalması ile birlikte homojen olmayan eko patterni izlenirken, ikinci evrede tendonda düzensiz inceltme ve yer yer artmış ekopaternalinin eşlik ettiği homojen olmayan görünüm vardır. Tendonun eklem veya bursal yüzeyinde düzensizlik yoktur ve tendon devamlılığını korumaktadır.

Ultrasonografi kullanımının rotator manşet tam veya kısmi yırtıklarının tanısındaki değerine ait pek çok yayın vardır. Tam kat yırtıklarının tanısında USG duyarlılığı %57 - 100, özgüllüğü %50 - 98 arasında bildirilmiştir. Bu çalışmalarda farklılık kullanıcı farklılığından, çalışmalarda hasta popülasyonunun değişkenliğinden ve kullanılan cihazın teknik özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Kısmi yırtıkların tanısında duyarlılık ve özgüllük, tam kat kalınlık yırtıklarına göre daha düşüktür. Özellikle, küçük tam kat kalınlık yırtıkları ile kısmi yırtıkları ayırmada güçlük çekilmektedir (66-70).

Ultrasonografi ile parsiyel ve tam kat yırtıklar, tendon değişiklikleri değerlendirilebilir. Düşük maliyet, kısa zamanda sonuç verme, farklı planlarda değerlendirme sağlaması açısından avantajlıdır. Aynı zamanda rototor manşet dışı dokuların da değerlendirilmesinde yararlıdır. Kullanıcı farklılığı ve parsiyel yırtıklarda yetersiz kalabilmesi en önemli dezavantajıdır (70).

Yapılan diğer güncel çalışmalar rotator manşet yırtıklarını belirlemede US'un ileri tetkik gereksinimini ortadan kaldırdığını göstermiştir (71).



Şekil 2.10. (a) Supraspinatus tendonunda tam kat yırtığın ultrasonografik gösterimi.
(b) Aynı yırtığın MRG görüntüsü

2.6.2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik rezonans görüntüleme, yumuşak doku rezolüsyonu yüksek ve multiplanar görüntüleme yapabilme kapasitesi nedeniyle **altın standart** değerlendirme olarak kabul edilir. Manşet yırtığının boyutu, tipi, derinliği ve kalınlığı, kaç adet tendonu içine aldığı, tendon retraksiyonu, atrofi ve yağlı dejenerasyon mevcudiyeti hakkında daha ayrıntılı bilgi verir. MR artrografi, konvansiyonel MR ile görülemeyen parsiyel eklem yüzü yırtıklarını tespit etmekte ve labral yırtıkların tespitinde daha sensitiftir ancak invaziv bir işlemdir. Aynı

zamanda da yırtığın boyu ve doku kalitesi hakkında bilgi vermez (72). Radyasyon içermeyen ve invaziv olmayan bir yöntem olmasına rağmen maliyeti halen yüksektir.

Akut travma dışında neden ne olursa olsun, rotator manşette normal morfolojiyi değiştiren ilk patolojik değişiklik tendinozistir. Bu değişikliğin en belirgin olduğu komponent ise supraspinatustur. Tendinoziste, önce tendonda ödem, kanama ve enflamasyona bağlı MRG bulguları oluşmaktadır. Tendinozisin ileri döneminde, önce tendon içi liflerden başlayan yırtık, daha sonra eklem ve bursal yüze lokalize kısmi yırtık ve nihayet tam kat kalınlık yırtığı haline gelir. Tam kat kalınlık yırtığı büyük oranda bu dejeneratif sürecin sonucu olmakla birlikte, özellikle 35 yaşın altındaki bireylerde yırtıklar akut travmaya bağlı da oluşabilir.

MRG'nin kısmi yırtıklarda duyarlılığı %35 - 92, özgüllüğü %85 - 99 arasında değişmektedir. Ancak USG'de olduğu gibi, MRG ile de yırtık boyutunu saptamak, özellikle küçük boyutlu yırtıklarda kolay olmamaktadır. Yırtık boyutunu saptamada MRG ile %50 oranında başarı bildirilmiştir.

Rutin MRG ile küçük tam kat kalınlık yırtığı ve kısmi yırtık ayırımına karar verilemeyen olgularda, ayrıca glenoid labrum yırtıklarında, Manyetik Rezonans Artrografi (MR-A) tanıda yararlı olmaktadır. MR-A ile duyarlılık %71 - 100, özgüllük %84 - 100 arasında bildirilmiştir (73).

2.6.3. Rotator Manşet Yırtıklarının Sınıflandırılması

Rotator manşet yırtıklarının sınıflaması ortak bir dil oluşturmanın yanı sıra, tanı, tedavi ve prognozun ve tedavi sonuçlarının bilimsel değerlendirmesine yardımcı olur. Yırtığın şekli, yeri, etiyolojisi, büyüklüğü, topografisi, patolojisi ve öyküsünün bilinmesi önemlidir.

İlk sınıflama Codman tarafından 400 hasta üzerindeki incelemeler ile yapılmış ve omuz ağrısına en sık yol açan dört faktör olarak; supraspinatusun tam yırtığı, supraspinatusun kısmi yırtığı, kalsifiye tendon ve tendinitis (donuk omuz) olarak belirtilmiştir (74).

Rotator manşet lezyonlarını ise ilk kez şu şekilde sınıflamıştır:

- Rotator manşetin tüm katlarını içermeyen *kısmi yırtıklar*,

- Rotator manşetin tüm katlarının ve kapsülün yırtığa katıldığı, subakromiyal bursa ile eklem kavitesinin ilişkili olduğu *tam kat yırtıklar*,
- Nadiren genç hastalarda görülen, manşetin tendinöz liflerine paralel, çoğunlukla rotator interval bölgesinde supraspinatus - subskapularis bileşkede ortaya çıkan *longitudinal yırtıklar*

2.6.3.1. Yırtığın Derecesi ve Derinliği

Kısmi yırtıklarda hasarlanma tendonun bir bölümünü içerirken, kalan bir bölüm ise devamlılığını korur. Kısmi yırtıklar komşu oldukları anatomik yapılara göre *artiküler taraf*, *bursal taraf*, *intramural-intertendinöz* olarak alt gruplara ayrılır. Fukuda 149 kadavranın sol omzunda %13 oranında kısmi yırtık saptamıştır (75). Bunların %3'ü bursal tarafta, %3'ü artiküler tarafta, %7'si intertendinözdür.

Ellman, kısmi yırtıkları derinliklerine göre üç gruba ayırmıştır (76). Grade I yırtıklar, 3 mm'den daha az derindir; tendon kalınlığının 1/4'ünden daha az bir kısmını ve yalnızca kapsül ya da yüzeysel lifleri tutar. Grade II yırtıklar 6 mm'den daha az derinliktedir; tendon kalınlığının yarısından daha az kısmını tutar. Grade III yırtıklar, tendon kalınlığının yarısından fazlasının yırtığa katıldığı tiptir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Ellmann'ın kısmi yırtıkları artiküler ve bursal tarafta derinliklerine göre sınıflaması

Matsen ise, tüm kısmi yırtıkları, derinliğini dikkate almadan grade IA olarak nitelendirmiştir.

2.6.3.2. Yırtığın Şekli

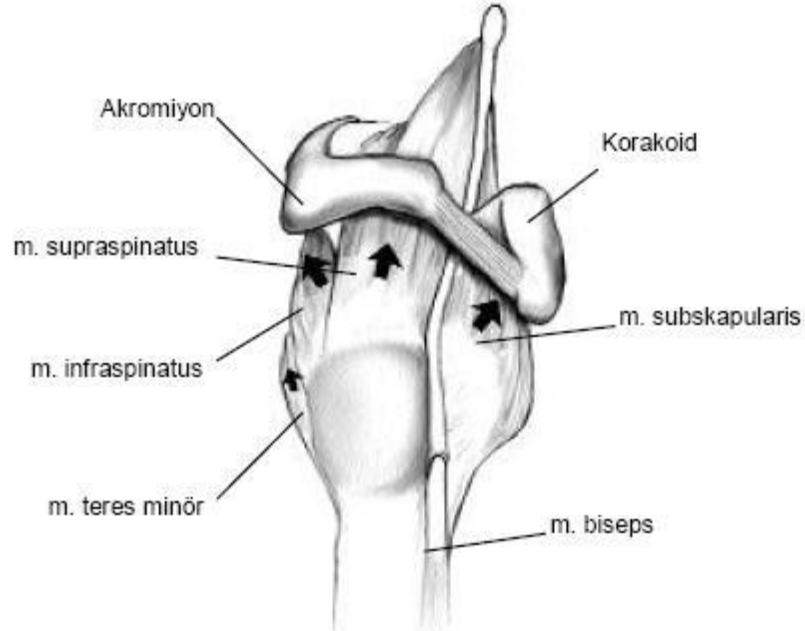
Wolfgang 1974’de rotator manşet yırtıklarını, şekillerine göre *transvers*, *üçgen veya hilal şekilli*, *masif (yaygın)* olarak üçe ayırmıştır (77).

Ellmann 1993’te yırtığın büyüklüğü, şekli ve bulunduğu tendona bağlı olarak daha ayrıntılı bir sınıflama yapmıştır (Tablo 2.2) (13).

Tablo 2.2. Yırtık şekilleri

Şekil	Yeri
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 (trapezoidal)	Hem supra- hem infraspinatus uzantıları olan retrakte transvers yırtık
Masif	Teres minör ve/veya subskapulari tendonları da katılır

Tendonların çalışma şekli ve traksiyonları, yırtık şekillerini anlamamızda yardımcı olabilir (Şekil 2.12).

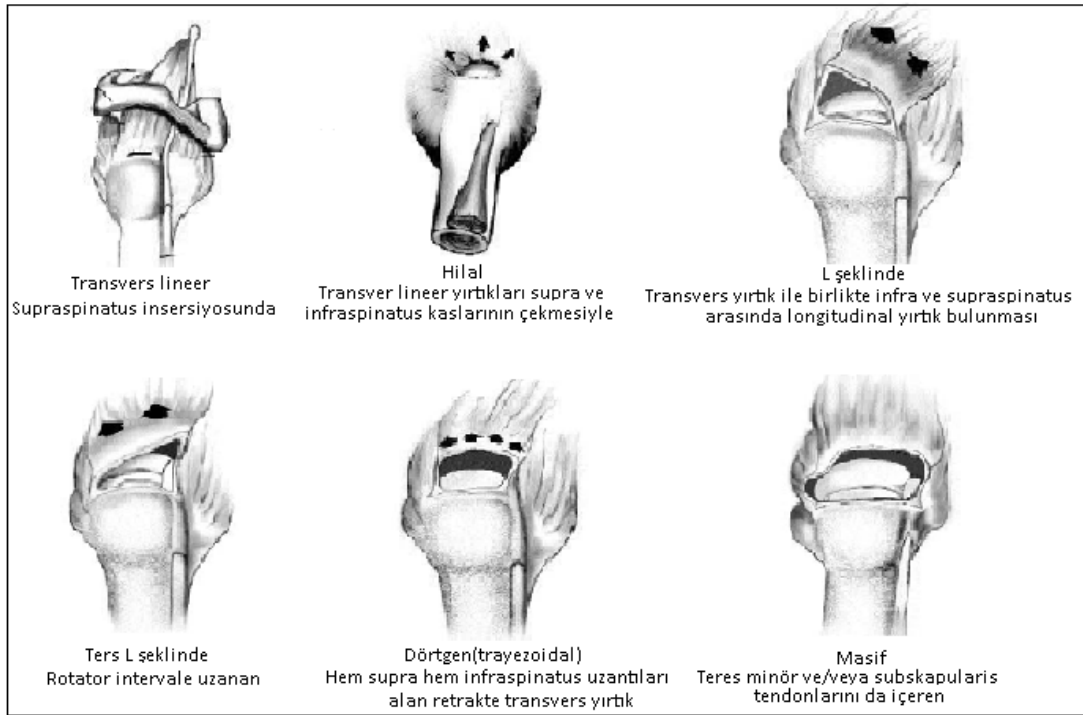


Şekil 2.12. Rotator manşet tendonlarının çalışma şekli ve traksiyon yönleri

Vertikal tam kat gibi nadir görülen yırtıklar, supraspinatus insersiyosunda transvers lineer yırtıklar ve hilal şeklinde yırtıklardır. (transvers lineer yırtıkların supraspinatus ve infraspinatus tendonlarının çekmesiyle oluşur).

Daha önce üçgen formda olarak isimlendirilen L - şeklinde (transvers yırtık ile birlikte infraspinatus ve supraspinatus tendonları arasından longitudinal yırtığın bulunması) ya da rotator aralıktan longitudinal kısmı olan ters L - şeklindeki yırtıklar (supraspinatus-subskapularis arası), tamir aşamasında kolun pozisyonunu belirlemede yardımcı olur.

Dörtgen (trapezoid) yırtıklar, hem supraspinatus hem de infraspinatus uzantıları olan retrakte transvers yırtıklardır. Masif yırtıklarda, yırtığa teres minör veya subskapularis tendonları da katılır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Neer rotator manşet yırtıkları etiyolojik sınıflaması

2.6.3.3. Etiyolojisine Göre Rotator Manşet Yırtıkları

Neer rotator manşet yırtıklarını etiyolojilerine göre sınıflamıştır (Tablo 2.3) (78).

Tablo 2.3. Rotator manşet yırtıklarının Neer sınıflaması

Oluş Mekanizması	Oranı (%)	Hasta yaşı	Patoloji	Prognoz	Tedavi
Çıkış sıkışmaya bağlı %50'sinde yarananma yok	95	>40	Supraspinatus merkezli (akut büyüyebilir)	Yavaş ilerleme	Ant. akromiyoplasti ve manşet tamiri
Tek yarananma ile travmatik yırtık	<5	<40	Genellikle supraspinatus inkomplet yırtık	İyileşmeye eğilimli	Konservatif
Tekrar eden mikrotravma	Beyzbol atıcılarında	<40	Genellikle supraspinatus inkomplet yırtık	İyileşmeye eğilimli	Konservatif
Şiddet uygulama	Traksiyon veya superior çıkık	Her yaş	Masif manşet yırtığı, sinir yarananması	Koruma	Erken tanı ve cerrahi tedavi
Rotator aralık yırtıkları	<5	<40	Yarığın büyümesine bağlı instabilite	Tekrarlayan çıkık, kronik rahatsızlık	Aralık ve instabilite tamiri
40 yaş üstü akut glenohumeral çıkık	>40	İnterval ve subskapular tendon yırtığı	İyileşebilir	Erken dönemde gözlem	40 yaş üstü akut glenohumeral çıkık

Yırtıkların %95'inin sıkışma sendromundan kaynaklandığını ve 40 yaşın üzerinde görüldüğünü bildirmiştir. Neer ayrıca, yırtığın süresi, ek travmalar ve rotator manşet kaslarına olan doğrudan zorlayıcı kuvvetlere göre de alt sınıflar oluşturmuştur. İkinci grubu travmatik yırtıklar olarak adlandırmıştır.

Travmatik yırtıklar, tüm yırtıkların %5'inden daha az bir kısmını oluşturmaktadır ve hastalar 40 yaşın altındadır. Bunlar da; tek yarananma, tekrar eden mikrotravmalar ya da ciddi zorlamalar olarak alt gruplara ayrılmıştır. Üçüncü grup, rotator aralık yırtıklarıdır. Bunlar çok yönlü omuz instabilitesi veya çıkığı sonucunda oluşur; %5'ten az bir orana sahiptir; hastalar 40 yaşın altındadır. Dördüncü grup, 40 yaş üzeri akut glenohumeral çıkıklar sonrası gelişir ve %5'ten az bir oranda görülür. Neer, bu sınıflamayı rotator manşet yırtıklarının patoloji, prognoz ve tedavi algoritminde kullanmıştır. Daha sonraki kimi çalışmalar, sıkışma teorisinde yırtıkların dejeneratif ve travmatik şeklinde sınıflandırılmasını desteklememiştir.

2.6.3.4. Büyüklüğüne Göre Rotator Manşet Yırtıkları

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 2.4).

Tablo 2.4. Büyüklüğüne göre rotator manşet yırtıkları (82)

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

Bazı araştırmacılar, 2 cm'ye kadar olanları küçük, 4 cm'den fazla olanları büyük yırtık olarak tanımlamışlardır (76). 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 (13).

2.6.3.5. Oluş Zamanına Göre Rotator Manşet Yırtıkları

Akut yırtıkların; altı haftadan kısa süreli, subakut yırtıkların; altı hafta-altı ay arasında, kronik yırtıkların; altı ay-bir yıl arasında, eski yırtıkların; bir yıldan daha uzun süreli öyküsü vardır (Tablo 2.5).

Tablo 2.5. Oluş zamanına göre yırtıklar

	Geçen süre
Akut	6 haftadan az
Subakut	6 hafta-6 ay
Kronik	6 ay-1 yıl
Eski	1 yıldan fazla

2.6.3.6. Yırtığa Katılan Tendon Sayısına Göre

Matsen sınıflamasına göre: Matsen tüm kısmi yırtıkları, derinliğini dikkate almadan grade IA olarak nitelemiştir (79).

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 artropati.

2.6.3.7. Topografik ve Patolojik Sınıflama

Patte anatomik ve patolojik özelliklerine göre ayrıntılı bir sınıflama yapmıştır (80).

İlk olarak, sagittal planda yırtığın genişliğine göre:

Grup I: Bir santimetreden küçük, kısmi ya da total yırtık (yüzeyel kısmi, derin kısmi ve küçük tam kat yırtık alt grupları).

Grup II: Supraspinatus tendonunu tutan tam kat yırtık.

Grup III: Birden fazla tendonu tutan tam kat yırtık.

Grup IV: Osteoartritle birlikte masif yırtık.

Rotator manşet yırtıklarının sagittal plandaki topografisine göre yapılan sınıflamada (Şekil 2.14a), altı segment tanımlanmıştır.

Segment 1: Subskapularis.

Segment 2: Korakohumeral ligament.

Segment 3: Supraspinatus.

Segment 4: Supraspinatus ve infraspinatusun üst yarısı.

Segment 5: Supraspinatus ve infraspinatusun tamamı.

Segment 6: Supraspinatus, infraspinatus ve subskapularis.

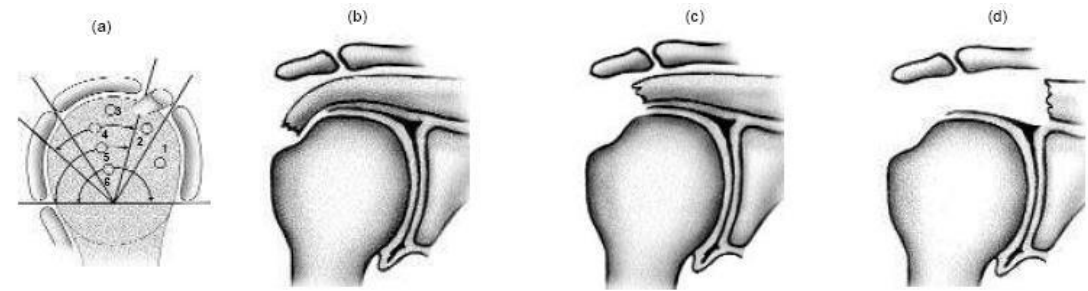
Biceps tendonu durumuna göre; Sağlam, Yırtık Disloke

Patte, rotator manşet yırtıklarının frontal plandaki topografisine göre yaptığı sınıflamada (Şekil 2.14b, c, d) üç evre tanımlamıştır.

Evre I: Proksimal tendon güdüğü, kemik insersiyonunun yanında.

Evre II: Proksimal tendon güdüğü, humerus başı seviyesinde.

Evre III: Proksimal tendon güdüğü, glenoid seviyesinde.



Şekil 2.14. Patte'nin (a) sagittal plandaki topografiye göre yaptığı sınıflama. (b, c, d) Frontal plandaki topografiye ve retraksiyon derecesine göre yaptığı sınıflama

Patte'nin biceps tendon uzun başının durumuna yönelik yaptığı değerlendirmede sağlam tendon, yırtık ve disloke olarak üç grup tanımlanmıştır. Patte'nin yaptığı bu ayrıntılı sınıflamaların amacı, prognoz ve tanı için hasta hakkında daha fazla bilgi edinilmesi ve araştırmaların daha sağlıklı yapılmasıdır.

Bütün sınıflamaları tek bir sistem içinde toplayarak yırtık tipi, büyüklüğü ve yeri üzerine bilgilerimizin yanına, yırtık süresi (hafta), yırtığın genişliği (cm), retraksiyon derecesi (cm) ve yırtığın humerus başı çapına oranını ekleyebiliriz (81). Büyük çaplı humerus başında 2 cm'lik yırtık, küçük çaplı humerus başından daha az morbiditeye yol açar. Bu ölçümler, farklı tedavi yöntemleri ve konservatif tedavinin farklı yırtıklardaki etkinliğinin daha nesnel olarak değerlendirilmesine yardımcı olabilir.

Rotator manşet yırtıkları değerlendirilirken kastaki dejenerasyonu ortaya koyan ve tedavi sonuçları ile yakından ilişkili olduğu bilinen yağlı infiltrasyonun

belirtilip ortaya konması önemlidir. Goutallier, rotator manşet yırtıklarında yağlı dejenerasyonu sınıflamıştır (82). (BT için tanımlanmış, daha sonra ve Fuchs tarafından MR için uyarlanmıştır) (Tablo 2.6).

Tablo 2.6. Goutallier sınıflaması

evre 0	yağlı infiltrasyon olmaması
evre 1	az miktarda yağlı infiltrasyon olması
evre 2	kastan daha az yağ miktarı
evre 3	kas kadar yağ olması
evre 4	kastan daha fazla yağ olması

2.7. TEDAVİ

Geçmiş günlerde rotator manşet tamirleri açık yöntemlerle yapılmaktaydı. Ancak günümüzde ameliyat sonrası analjezinin daha kolay sağlanması ve rehabilitasyonun daha kolay olması açısından artroskopik yardımlı cerrahi daha yaygın hale gelmiştir. Bugün artık, bu ameliyatlar artroskopik subakromiyal dekompresyon ile birlikte mini açık rotator manşet tamiri veya artroskopik rotator manşet tamiri şeklinde yapılmaktadır. Tamamen artroskopik rotator manşet tamiri son yıllarda gittikçe artan oranda kullanılmakta ve başarılı sonuçlar bildirilmektedir. Artroskopik tamir; küçük cilt insizyonu yapılması, glenohumeral eklemin muayene olasılığı, deltoidin yaralanmaması, daha az yumuşak doku travması ve dolayısıyla ameliyat sonrası daha az ağrı ve daha hızlı rehabilitasyon sağlanması açısından birçok avantaja sahiptir (83).

Tamamen artroskopik yapılan rotator manşet tamirinin, mini-açık veya açık tamire göre, ameliyat sonrası erken dönemde ağrının daha az olması, dolayısı ile daha az analjezik kullanılması ve omuz hareketlerinin daha kısa sürede kazanılması gibi avantajları vardır. Bununla birlikte, tam artroskopik rotator manşet tamirinin teknik zorlukları ve çeşitli kısıtlayıcı özellikleri de bulunmaktadır. Örneğin; atılan tendon düğümlerinin sağlamlığı daha düşüktür ve tekniği öğrenme eğrisi uzundur. Bu nedenle, tekniğin olumlu ve olumsuz yanları, hastaya özel koşullara ve elde edilen tecrübenin derecesine göre dengelenmelidir.

Rotator manşet yırtıkları, üst ekstremitede sakatlığa yol açan ve yaşam kalitesini etkileyen önemli bir patolojidir. Açık rotator manşet tamiri, ilk olarak 1911 yılında Codman tarafından yapılmıştır (84). Daha sonra, rotator manşet yırtıklarının cerrahi tedavisi gittikçe yaygınlaşmış ve çeşitli teknikler tanımlanmıştır. Bu tekniklerin sonuçları değişiklik göstermektedir; bazı yayınlarda yüksek oranlarda kötü sonuçlar bildirilmiştir (84, 85).

1972 yılında Neer, anterior akromiyoplasti ve rotator manşet tamiri yaptığı olguların sonuçlarını yayınlamış ve rotator manşetin cerrahi tedavisindeki temel ilkeleri ortaya koymuştur (10). Neer'ın belirttiği bu temel ilkeler; deltoidin orijininin korunması, anteroinferior osteofitin rezeksiyonunu yaparak yeterli bir subakromiyal dekompresyonun sağlanması, tendonun tüberkülüm majusa güvenilir bir şekilde tutturulması ve iyi bir rehabilitasyonun yapılması olarak sayılabilir.

2.7.1. Cerrahi Dışı Tedavi

Mc Laughlin ve ark., yaptıkları kadavra çalışmasında rotator cuff yırtıklarının %25 oranında asemptomatik olabileceğini görmüşlerdir (86). Bu nedenle cerrahi dışı uygulanan tedavilerin semptomatik yırtıkları olan hastaları asemptomatik hale getirmeyi amaçladığını bildirmişlerdir. Literatürde rotator cuff yırtıklarında cerrahi dışı tedavi seçeneklerinin başarısını %33'lerden %92'lere kadar farklı oranlarda bildiren seriler bulunmaktadır. Boker ve ark., 55 cuff yırtıklı hastada cerrahi uygulamadılar ve 7 yıllık takip sonrasında %75'inde ağrılarının azaldığını bildirmişlerdir. Ancak 6 ayın üzerinde semptom süresi olan hastaların ise ağrılarının azalmadığını rapor etmişlerdir. Batolozzi ve arkadaşları ise 136 cuff yırtıklı hastada cerrahi dışı tedavi uygulamışlar ve 2 yıl takip sonrasında hastaların %70'inde ağrılarında azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Başarıyı artıran prognostik faktörler olarak da, yırtığın büyüklüğünün 1 cm'den küçük olması gerektiğini ve semptom süresinin 1 yıldan az olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Bugün kabul gören genel görüş ise, rotator cuff yırtığı bulunan hastalarda cerrahi dışı tedavi modalitelerinin dramatik veya ilerleyici kas güçsüzlüğü gelişmemiş ağırlı hastalarda uygulanması yönündedir.

2.7.2. Cerrahi Tedavi

Rotator manşet yırtığı tek başına cerrahi endikasyon oluşturmamaktadır. Manşet yırtığı bulunan hastalarda cerrahi endikasyonlar ağrının olması, fonksiyonlarda progresif bir zayıflık gözlenmesi ve 2-3 aylık konservatif tedaviye cevap olmaması şeklinde özetlenmiştir. Genç ve aktif hastalarda ise, akut tam kat yırtıkların ilk 3 hafta içerisinde cerrahi tamirinin prognozu olumlu yönde etkilendiğini bildiren yayınlar vardır (61).

2.7.2.1. Subakromiyal İmpingment Cerrahisi (Rotator Manşet Sağlam)

Ağrının asıl nedeninin impingment olduğu düşünülün veya düşünülmesin, anterior akromiyonun belirginleşmiş olduğu hastalarda tendon yırtığına sebep olabileceği düşünülerek akromiyoplasti yapılması gerekmektedir. Açık veya artroskopik yapılabilir. Sach's ve ark., artroskopik dekompresyon yapılan hastalarla açık yapılan hastaları karşılaştırmışlar ve cerrahinin 3. ayında belirgin fark olmadığını bildirmişlerdir (61).

2.7.2.2. Parsiyel Kalınlıkta Yırtıklı Rotator Manşette Cerrahi

Literatürde parsiyel kalınlık rotator cuff yırtığı olan hastaların tedavisinde görüş birliği bulunmamaktadır. Konservatif tedaviden cerrahiye, yapılacak cerrahinin şekline kadar birçok görüş vardır. Artroskopik cerrahinin gelişmesiyle beraber, artroskopik dekompresyonla beraber artroskopik debridman daha güncel hale gelmiştir. Literatür incelendiğinde, 3 çeşit seçeneğin olduğu görülmektedir. Yalnız debridman, dekompresyonla kombine edilmiş debridman ve yaralanmış tendonu eksizyonunu takiben primer tendon tamiri bugün kabul gören cerrahi seçeneklerdir (61).

2.7.2.3. Tam Kat Yırtıklı Rotator Manşette Cerrahi

Birçok cerrahi yaklaşım belirtilmesine rağmen, bugün deltoid kasın split ayrıldığı anterosüperior yaklaşım en çok tercih edilen cerrahi şeklidir. Dekompresyon sonrasında tendonların yapışıklıklardan temizlenerek mobilizasyonu sağlanır ve debridmanı takiben tendon tamiri gerçekleştirilir. Mini

açık cerrahide ise lateral artroskopik portal 3 cm uzatılarak deltoid kası split ayrılır ve tendonlar tamir edilir (61).

2.7.2.4. Artroskopik Rotator Manşet Tamiri

Artroskopik subakromiyal dekompresyon ilk kez 1987 yılında Ellman tarafından uygulandı. (63) Rotator manşetin artroskopik yardımcı mini-açık yöntemle tamiri ise ilk olarak Levy ve arkadaşları tarafından tanımlanmış (64) ve ardından, Paulos ve Kody tarafından geliştirilmiştir. (65) Mini açık artroskopik rotator manşet tamiri iki farklı alt gruba ayrılabilir; birinci tipte, artroskopik subakromiyal dekompresyonunun ardından, lateral yaklaşımla deltoid longitudinal olarak ayrılır ve rotator manşet tamiri açık teknik kullanılarak yapılır. İkinci tipte ise, ameliyat genel olarak artroskopik olarak yapılır yani artroskopik olarak dekompresyon yapılır, yapışıklıklar temizlenir, tendon uçları debride edilir ve dikiş çapaları yerleştirilir. Ameliyatın sonunda deltoid mini-açık bir yaklaşımla longitudinal olarak ayrılır ve düğümler atılarak tendon kemiğe tespit edilir.

Artroskopik rotator manşet tamirinin temel ilkeleri (92):

1. Deltoidin orijininin korunması
2. Anteroinferior osteofitin rezeksiyonunu yaparak yeterli bir subakromiyal dekompresyonun sağlanması
3. Tendon ve kemik yüzeylerin debride edilmesi ile biyolojik iyileşmeye zemin hazırlanması, tendonun tüberkülüm majusa güvenilir bir şekilde tutturulması
4. İyi bir rehabilitasyonun yapılması

2.7.3. Anestezi

Bölgesel anestezi (interskalen blok) ve genel anestezi ayrı ayrı ya da birlikte uygulanabilir. İnterskalen blok anestezi; genel anestetik maddelerin daha az kullanılabilmesine olanak vermesi, ameliyat sonrası ağrı kontrolünün daha iyi yapılabilmesi ve en erken hareketlere başlanabilmesi açısından avantajlara sahiptir.

Artroskopi süresince kontrollü hipotansif anestezinin uygulanması önem taşır. Hipotansif anestezi, kanamanın kontrol edilebilmesini ve görüntünün daha temiz ve kaliteli olmasını sağlar. Ancak bu, özellikle kardiyovasküler veya serebrovasküler hastalığı olan kimselerde kontrendikedir.

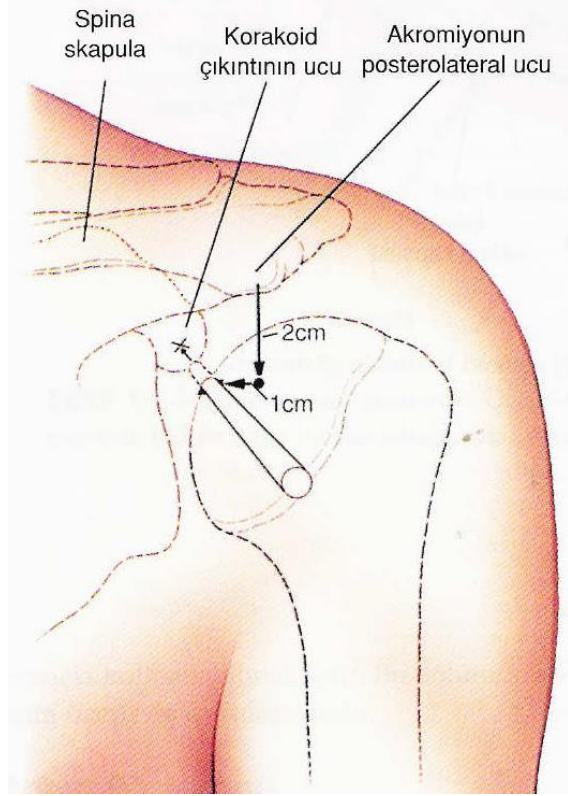
2.7.4. Pozisyon

Girişim şezlong veya lateral dekübit pozisyonunda yapılabilir. Şezlong pozisyonunun avantajları; hastayı hazırlamanın kolay olması, omuz anatomisine oryantasyonun daha kolay olması, açık cerrahiye kolay geçilebilmesi, girişim sırasında kolun serbest olarak hareket ettirilebilmesi lateral pozisyona göre sinirlerde nöropraksinin daha az olmasıdır. Bununla birlikte, lateral dekübit pozisyonu hasta hazırlanması zor ancak subakromiyal boşlukta çalışırken traksiyonun kolay olması yönünden avantajlıdır (93).

2.7.5. Artroskopik Portaller

Artroskopiye başlamadan önce tüm kemik yapılar palpe edilir ve kalemle işaretlenir. Bu yapıların sınırlarının belirginleştirilmesi önem taşır. Önemli işaret noktaları akromiyon anterior, lateral ve medial sınırları, distal klavikula, akromiyoklavikular eklem, skapula spinası ve korakoid çıkıntısıdır.

Posterior Portal: Omuz artroskopisi kompleks bir uygulama olduğu için, en uygun giriş yerlerinin açılması oldukça önemlidir. İlk bu giriş yerinin tercih edilmesinin nedeni glenohumeral eklemin tamamı ile izlenebilmesi ve diğer giriş yerlerin belirlenmesine yardımcı olmasıdır. Posterior giriş posterolateral akromiyal köşenin yaklaşık 2 cm inferior ve 1 -2 cm medialidir. Bu girişim yeri teres minör ve infraspinatus arasındaki yumuşak noktadan geçerek ilerlenmesini kolaylaştırır.



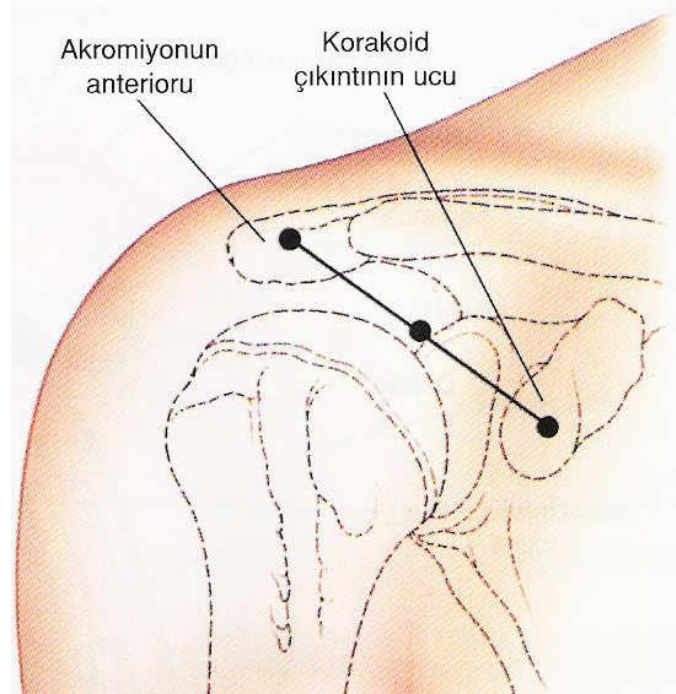
Şekil 2.15. Posterior portal

Bu giriş yerinin biraz yukarısını tercih eden cerrahlar vardır. Bunun tercih edilme nedeni subakromiyal alana sokulan artroskopun akromiyona paralel ve akromiyonun hemen altında olmasıdır. Daha yukarıdan giriş yapıldığı için rotator manşet ile artroskop arasında uzaklık fazladır ve bu sayede rotator manşet yukarıdan gözlenir ve yırtık daha iyi değerlendirilir. Bu giriş yerinin yerleşimi çok önemlidir. Çok medial ve inferiordan açılırsa sırası ile supraskapular ve aksiller sinirler hasarlanabilir.

Lateral Portal: Lateral giriş, akromiyonun lateral kenarının 2 cm inferiorundan ve ön kenarın 1 cm posteriorundan açılır. Akromiyoplasti veya rotator manşet tamiri için kullanılır. Eğer lateral giriş akromiyon kenarına göre 5 cm'den daha fazla distale açılırsa, aksiller sinirin yaralanma riski vardır. Lateral giriş, humerus başı ve akromiyon arasındaki uzaklığın ortasından kanülün subakromiyal alana girmesini sağlar. Lateral girişin yeri, artroskop subakromiyal alana sokulduktan sonra, bir spinal iğne ile belirlenmelidir. Spinal iğne rotator manşet

yırtığının anterior ve posterior kenarları arasındaki uzaklığın ortasında olacak şekilde sokulursa yırtığa yapılacak müdahale kolaylaşır.

Anterior Portal: Anterior giriş portalı posterior kapsül, glenohumeral bağların izlenmesi için ve yardımcı el aletlerinin kullanımı için yararlıdır. Yerleşim yeri akromiyonun anterior kenarının 2 cm inferioru ve 1 cm medialinde korakoid çıkıntı ve anterolateral akromiyon kenarının ortasıdır. Girişin korakoidin lateraline yerleştirilmesiyle olası muskulokutan sinir hasarı en aza indirilir. Anterior giriş içten dışa veya dıştan içe yöntemler kullanılarak açılabilir.

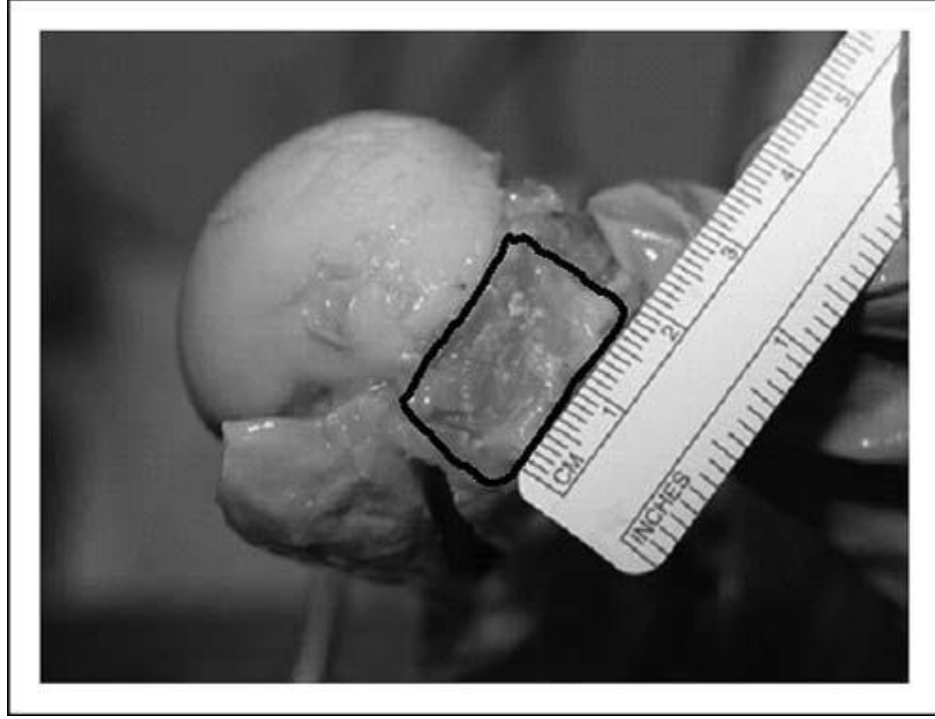


Şekil 2.16. Anterior portal

Yırtık olan rotator manşetin humerusa tekrar tespit edilmesi için zaman içerisinde farklı teknikler geliştirilmiştir. Tespit için transosseöz dikiş ya da dikiş çapaları kullanılır.

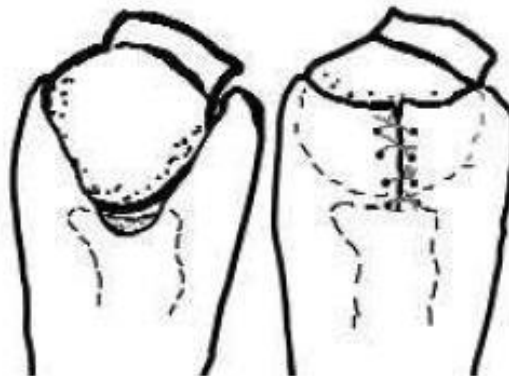
Tendon için humerus başının eklem yüzeyinden büyük tüberküle kadar olan bölgede spongioz yatak hazırlanır. Eğer anatomik tamir mümkünse, kemikte hazırlanan yer, 1 -2 cm büyüklüğünde, tüberkülüm majusun eklem yüzeyine komşu

olan kısmında olmalıdır. Tendonu çok germeden bir anatomik tamir mümkün değilse, tendon daha mediale tutturulur ve kemikteki yeri de buna göre hazırlanır.

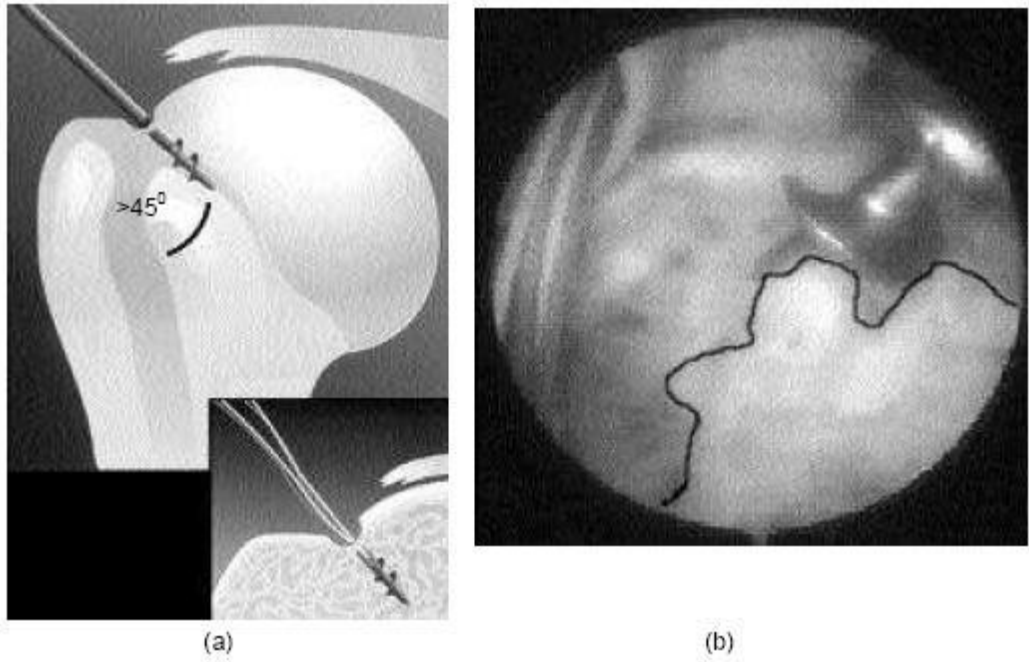


Şekil 2.17. Rotator manşet ayak izi

Ancak tendonun, anatomik yapışma yerinin en fazla 10 mm kadar medialine tutturulabileceği unutulmamalıdır. İlave bir medializasyon yapmadan tendonu kemiğe tutturmak mümkün değilse, anterior ve posterior kenarlar anatomik olarak tamir edilmeli ve yırtığın merkez kısmı tamir edilmeden bırakılmalıdır (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. Anterior ve posterior kenarların merkez kısmının tamir edilmesi



Şekil 2.19. (a) Dikiş ankoru kemiğe 45° açı ile yerleştirilmelidir (deadman angle).
(b) Ankurun gönderilmesinin artroskopik görüntüsü

Anchor yerleştirme tekniklerine bakıldığında 2 temel yöntem ele alınmıştır. Bunlardan ilki, single row tespit tekniğidir. Daha pratik, daha çabuk ve daha ucuz bir yöntemdir. Diğer bir yöntem olan double row tespit tekniği, single row ile karşılaştırıldığında daha kuvvetli, dayanıklı bir tamir sağlar, mikro hareketleri azaltır ve rotator manşetin kemiğe temas yüzeyini artırır. Yapılan birçok çalışmada rotator manşetin ayak izi 12 ila 16 mm arasında bulunmuştur (94,95,96). Bu nedenle çift sıra anchor kullanılması normal anatomiyi yakalamaya yardımcı olur. Ayrıca daha mediale de anchor konularak medialdeki kemiğin pull-out dayanıklılığının daha yüksek olması nedeniyle daha iyi tutunma sağlanır (97).

Meier'in yaptığı bir çalışmada rotator manşet yapışma yeri anatomisi tamir sonrası sıra ile transosseöz dikişler ile %71, çift sıra teknik ile %100 ve tek sıra teknik ile %46 oranında daha iyi sağlanır (98).

Yeni gelişen teknikler ile daha kuvvetli bir tespit sağlanmasına rağmen rotator manşette masif ve kontrakte yırtıklar, yıpranma ve hacim kaybı nedeniyle buna müsaade etmez (99,100). Double row suture bridge (transosseöz eşuvalanı)

tespit tekniği tarif edilmiş ve bu tekniğin standart double row yönteminin sağladığı kazanımları daha da arttırdığı izlenmiştir (101,102).

2.7.6. Ameliyat Sonrası Tedavi

Kol 30° abduksiyondayken, 4 - 6 hafta boyunca omuz kol askısı uygulanır. Ameliyat sonrası birinci günde faz 1 egzersizlerine başlanır. Altıncı haftada faz 2 ve 10 - 12. haftalarda faz 3 hareketlerine geçilir (Tablo 2.7, 2.8, 2.9) (71).

Tablo 2.7. Küçük (1 cm'den büyük) manşet tamiri sonrası rehabilitasyon protokolü

Faz 1. Koruma dönemi (0-4 hafta)	
Amaçlar: • Ağrının azaltılması • Kademeli olarak ROM'u artırmak • Omuz çevresi kaslarının gücünü artırmak Rehabilitasyon: 1. En az iki hafta omuz askısı 2. Sarkaç egzersizleri 3. Pasif ROM ve hafif derecede kapsüller germe egzersizleri: 1. hafta 4. Aktif asiste ROM egzersizleri: 2. haftadan itibaren - a- Omuz fleksiyonu: Karşı ekstremité-T bar veya omuz makarası ile omuz ekstansiyonu - b- IR + ER (rotasyon egzersizleri sıfır derecede abduksiyondan başlanarak açı 90 dereceye kadar gittikçe artırılır.) 5. Aktif ROM egzersizleri: 3. haftadan itibaren 6. İzometrik egzersizler: 3. haftadan itibaren 7. ROM yeterince artmıyorsa 3. haftadan itibaren germe egzersizlerine biraz daha agresif olarak devam edilmelidir. • Bu dönemde ağrı ve enflamasyonun kontrol altına alınması için fizik tedavi modaliteleri ve medikal tedavi uygulanabilir: • Soğuk kompres / kriyoterapi • Yüksek voltaj galvanik stimülasyon • TENS • Non-steroid anti-enflamatuar ilaçlar	
Faz 2. Ara dönem (4-10. hafta)	
Amaçlar: • Tam ve ağrısız ROM sağlamak • Güç ve kuvvetin artırılması • Hala ağrı varsa ağrının giderilmesi • Fonksiyonel aktivitelere geçiş Rehabilitasyon: 1. Dördüncü haftadan itibaren: Rotator manşet ve deltoid için izotonik egzersizler	(Thera-band, dumbell gibi direnç ve ağırlıklar kullanılarak) 2. Skapula kaslarını güçlendirici izometrik ve izotonik egzersizler 3. Faz 1 egzersizlerine devam: ROM için germe (pasif kısıtlılık mevcutsa), aktif ve izometrik egzersizler
Faz 3. İleri güçlendirme dönemi (10. haftadan sonra)	
1. Hasta sporcu ise 13. haftadan itibaren pliometrik, hız ve ajiliteye yönelik üst ekstremité egzersizleri	2. Hasta sporcu ise 21. haftadan itibaren ER ve IR için izokinetik test 3. 21. haftadan itibaren spesifik sportif aktiviteler

Tablo 2.8. Orta büyüklükte (1 – 5 cm arası) manşet tamiri sonrası rehabilitasyon protokolü

Faz 1. Koruma dönemi (0-6 hafta)	
Amaçlar:	• Ağrının ve enflamasyonun azaltılması • Kademeli olarak ROM'u artırmak • Omuz çevresindeki kasların gücünü artırmak
Rehabilitasyon:	- b- Omuz ekstansiyonu - c- IR + ER (rotasyon egzersizleri sıfır derecede abduksiyondan başlanarak, aç 40 dereceye kadar gittikçe artırılır): 30⁰
İlk 3 hafta;	3-6. Hafta
1. 4-6 hafta omuz askısı 2. Sarkaç egzersizleri 3. El için aktif sıkma egzersizleri 4. Dirsek için aktif ROM egzersizleri 5. Tolere edilebilen derecede pasif ROM:1. hafta 6. Aktif asiste ROM egzersizleri: 2. haftadan itibaren - a- Omuz fleksiyonu: Karşı ekstremite-T bar veya omuz makarası ile 100 dereceye kadar	7. Aktif asiste ROM egzersizleri: 3. haftadan itibaren Omuz fleksiyonu 145 dereceye kadar. IR+ER (60° abduksiyonda): Tolere edilebilen dereceye kadar 8. Aktif ROM egzersizleri: 3. haftadan itibaren 9. İzometrik egzersizler: 3. haftadan itibaren 10. ROM yeterince artmamışsa, 3. haftadan itibaren germe egzersizlerine biraz daha agresif olarak devam edilmeli
Faz 2. Ara dönem (7-12. hafta)	
Amaçlar:	Rehabilitasyon programı:
• Tam ve ağrısız ROM sağlamak (8-10. haftada) • Kas gücünün artırılması • Hala ağrı mevcut ise ağrının giderilmesi	1. Aktif asiste ROM egzersizleri: 7. haftadan itibaren Omuz fleksiyonu: tam ROM. IR+ER (90 derece abduksiyonda): Tolere edilebilen dereceye kadar 2. 4. haftadan itibaren: öncelikli olarak rotator manşet ve periskapüler kaslar için izotonik egzersizler (Thera-band, dumbell gibi direnç ve ağırlıklar kullanılarak) 3. Deltoid kasını güçlendirici izometrik ve izotonik egzersizler. 4. ROM için germe (pasif kısıtlılık hala devam ediyorsa)
Faz 3. İleri güçlendirme dönemi (13. haftadan sonra)	
1. Önceki egzersizlere devam	2. Hasta sporcu ise 21. haftadan itibaren pliometrik, hız ve ajiliteye yönelik üst ekstremite egzersizleri
Faz 4. Aktiviteye dönüş dönemi (24. haftadan sonra)	
1. Hasta sporcu ise 26. haftadan itibaren ER ve IR için izokinetik test.	2. 26. haftadan itibaren spesifik sportif aktiviteler

Tablo 2.9. 5 cm'den büyük veya masif rotator manşet yırtık tamiri sonrası rehabilitasyon protokolü

Faz 1. Koruma dönemi (0-8 hafta)	
Amaçlar: - Hasta eğitimi - Ağrının ve enflamasyonun azaltılması - Kademeli olarak ROM'u artırmak - Tamir edilen dokuların korunması Rehabilitasyon: İlk 4 hafta 6-8 hafta omuz askısı veya abduksiyon breysi (hekimin önerisine göre) - Sarkaç egzersizleri - El için aktif sıkma egzersizleri - Dirsek için aktif ROM egzersizleri - Tolere edilebilen derecede pasif ROM: 2. haftadan itibaren supin pozisyonda tolere edilebilen fleksiyon-skapüler planda elevasyon - Aktif asiste ROM egzersizleri: 3. haftadan itibaren - Omuz fleksiyonu: Karşı ekstremité-T bar veya omuz makarası ile tolere	
	edilebilen hareket açıklığında b- Omuz ekstansiyonu: IR+ER (rotasyon egzersizleri 0 derecede abduksiyondan başlanarak açı gittikçe 40 dereceye kadar artırılır): 30° 4-8. Hafta - Aktif asiste ROM egzersizleri: 4. haftadan itibaren - Omuz fleksiyonu 145 dereceye kadar - Omuz ekstansiyonu: IR+ER (45 derece abduksiyonda): Tolere edilebilen dereceye kadar - Submaksimal izometrik egzersizler: Internal ve eksternal rotatorlar ile abduktörler için - Aktif ROM egzersizleri: 6. haftadan itibaren 10. ROM yeterince artmıyorsa 4. haftadan itibaren germe egzersizlerine biraz daha agresif olarak devam edilmeli.
Faz 2. Ara dönem (8-14. hafta)	
Amaçlar: - Tam ve ağrısız ROM sağlamak (12. haftada). - Kas gücünün ve nöromusküler kontrolün yavaş yavaş artırılması - Hala ağrı varsa giderilmesi Rehabilitasyon: - Aktif asiste ROM egzersizleri: 8. haftadan itibaren - Omuz fleksiyonu: tam ROM	
	b- Omuz ekstansiyonu: IR+ER (90° abduksiyonda): Tolere edilebilen dereceye kadar 8. haftadan itibaren: Öncelikli olarak rotator manşet ve periskapüler kaslar için izotonik egzersizler (Thera-band, dumbell gibi direnç ve ağırlıklar kullanılarak) - Deltoid kasını güçlendirici izometrik ve izotonik egzersizler - ROM için germe (pasif kısıtlılık hala devam ediyorsa)
Faz 3. İleri güçlendirme dönemi (15. haftadan sonra)	
Amaçlar: - Tam ve ağrısız ROM'un korunması - Kas gücünün ve nöromusküler kontrolün artırılması - Kademeli olarak fonksiyonel aktivitelere geri dönüş	
	- Önceki egzersizlere devam (tolere edilebilen dirençte) - Fleksibilite egzersizleri
Faz 4. Aktiviteye dönüş dönemi (24. haftadan sonra)	
Hasta sporcu ise 24. haftadan itibaren pliometrik, hız ve ajiliteye yönelik üst ekstremité egzersizleri	
	- Hasta sporcu ise 28. haftadan itibaren ER ve IR için izokinetik test 30. haftadan itibaren özgül sportif aktiviteler

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Maddenin anti-adhezive özelliklerinin incelenebilmesi açısından yürütülecek hayvan deneyi için, Kobay Deney Hayvanları Laboratuvarı Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi'nin Yerel Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır.

Ankara Üniversitesi Biyoistatistik Anabilim Dalı tarafından yapılan güç analizi sonucunda çalışmaya dahil edilecek hayvan sayısı belirlenmiştir.

Deneyin bütün aşamaları Kobay Deney Hayvanları Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

3.1. ETİK İLKELER

1. Çalışmada kullanılacak deney hayvanlarına uygulanan her türlü invaziv ve cerrahi girişim anestezi altında yapılmıştır.
2. Deney sonlandırıldıktan sonra bütün hayvanlara ötenazi uygulanmıştır.
3. Her deney hayvanının sahip olduğu haklar çerçevesinde;
 - I. temininden, çalışma yapılacak süreye kadar olan bakımı
 - II. Steril cerrahi koşullarının hazırlanması
 - III. Etik ilkeler gözetilerek anestezi ve ötenazi prosedürlerinin uygulanması
 - IV. Cerrahi sonrası bakım ve ötenazi süresine kadar yaşatılması
 - V. Azami özen ve profesyonellik dahilinde,
Kobay Deney Hayvanları Laboratuvarı A.Ş tarafından yapılmıştır.
4. Bakım, beslenme ve ötenaziye kadar olan konforlu yaşam için uygulanan cerrahi girişim bütün hayvanlarda unilateral olarak sınırlandırılmıştır.

3.2. ÇALIŞMADA KULLANILAN HAYVAN MODELİ

50 adet orijinine uygunluğu kanıtlanmış 8 haftalık Wistar Albino cinsi rat kullanılmıştır (Resim 3.1).

Hayvan modeli seçilirken şu bilgiler dikkate alınmıştır: Soslowsky ve ark. geliştirdiği rat modeli, deney hayvan modelleri arasında insan anatomisine kemik yapı benzerliği ve baş üstüne uzanabilme benzerliği bakımından en yakın homoloji gösteren omuz eklemidir (87) (Resim 3.1). Rat modeli mekanizma, iyileşme, rejeneratif stratejiler ve akut tendon-kemik iyileşmesi alanında rotator manşetle ilgili birçok çalışmada kullanılmıştır (88). Ayrıca ratlarla yapılan çalışmalar fazla sayıda denek kullanılabilmesine izin vermektedir. Menstrüel sıklusa bağlı hormonal değişimlerin deneyi etkilememesi amacıyla erkek cinsi kullanılmıştır.



Kobay Deney Hayvanları Laboratuvarı Sanayi ve Ticaret A.Ş.
I.Q.S.B 21. Cd. 520. Sk. No:2/2 Yenimahalle ANKARA
Tel & Fax: 0 (312) 394 70 94
www.kobay.com.tr

CANLI HAYVAN ORJİN VE SAĞLIK SERTİFİKASI

Üretici Ülke:TÜRKİYE

Üretici Laboratuvar: KOBAY DENEY HAYVANLARI LABORATUVARI A.Ş.

TÜR, SOY: Rat –Wistar Albino

CİNSİYET: Erkek

MİKTAR: 50

YAŞ:8 Haftalık

Alıcı Adı ve Adresi: Aras.Gör.Dr. Erdem Çuhadar

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İbn-i Sina Hastanesi

Veteriner Hekim imzalı bu belge çalışmalarınızda kullanmak üzere almış olduğunuz laboratuvar hayvanlarının orijinlerine uygunluğunun sertifikasıdır.

Laboratuvar hayvanlarımızın sağlık kontrolleri laboratuvarlarımız Resmi Veteriner Hekimi tarafından yapılmaktadır.Uygulanan klinik muayenede enfeksiyöz hastalık belirtileri ve parazitolojik hastalıklarla ilgili bulgulara rastlanmamıştır.

Üretim Laboratuvarımızda bu sertifikanın verildiği tarihten 40 gün öncesi dahil herhangi bir ihbarı mecburi bulaşıcı hastalık vuku bulmadığı tarafımızdan taahhüt edilir.

Laboratuvar hayvanlarımıza; hayvanlarda ve insanlarda hastalık oluşturabilecek,sağlığa zarar verecek herhangi bir etkene karşı hiçbir aşılama ya da ilaç uygulaması yapılmamıştır.

Laboratuvar hayvanlarımızın anaçları SPF (Spesifik Patogen Free) olarak ithal edilmiş ve üretim sürecimiz de sahip oldukları özelliklerine uygun şekilde gerçekleşmiştir.

Laboratuvar hayvanlarımızın bakım ve besleme koşulları Resmi Veteriner Hekimimiz tarafından düzenli olarak kontrol edilmektedir.

Laboratuvar hayvanlarımızın sınıflandırılması FELASA bildirilerine uygun olarak yapılmaktadır.

Laboratuvar hayvanlarımız EC 1/2005 sayı 22.12.2004 tarihli uluslararası taşıma standartlarına uygun şekilde taşınarak size teslim edilmiştir.

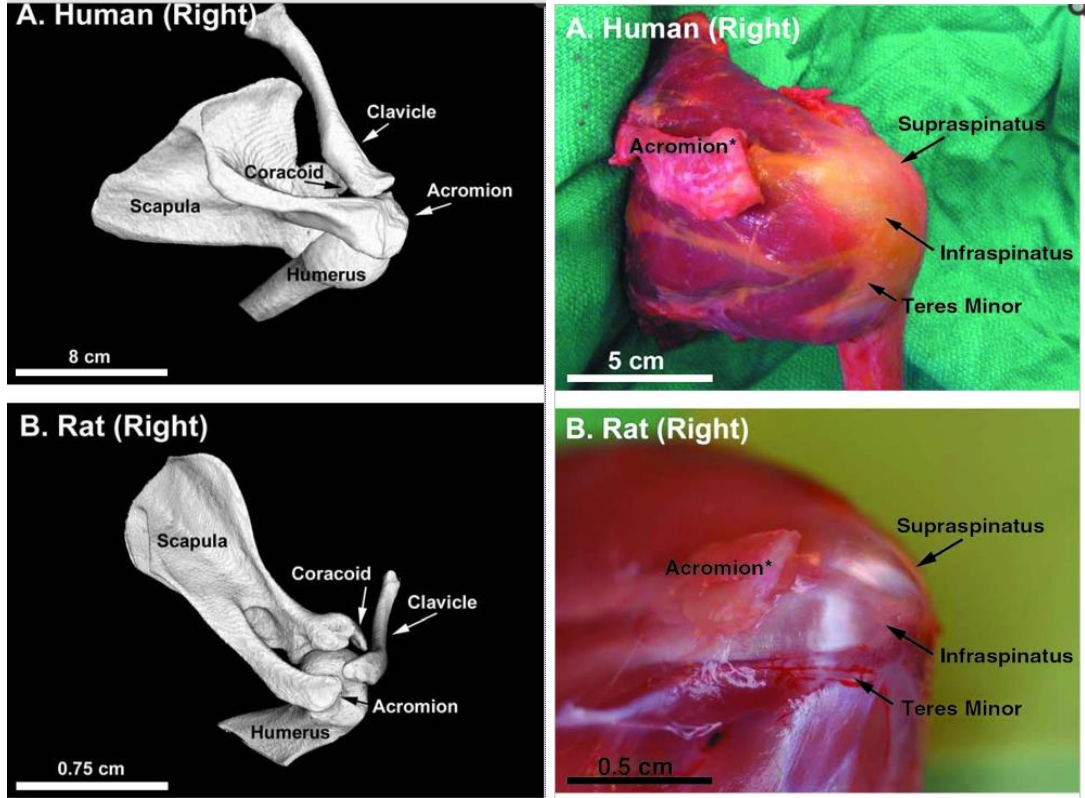
Bu sertifika verildiği günden itibaren 7 gün geçerlidir.

- Üretim Numarası : 051015-41-WA
- Müşteri Numarası : AU07
- Veriliş Tarihi : 06.12.2015

Yasin ŞENEL
Veteriner Hekim
Dip.No:1111010018



Resim 3.1. Canlı Hayvan Orijin ve Sağlık Sertifikası



Resim 3.2. İnsan ve Rat omuz eklemine görüntüsü

3.3. ÇALIŞMA PLANI VE ÇALIŞMA GRUPLARININ BELİRLENMESİ

Poligliserol Sebasat maddesinin daha önce de belirtilen özellikleri dikkate alınmıştır. Invivo hücre kültürlerinde ve rat peritonunda yapılan çalışmada 8 (sekiz) hafta gibi bir sürede tamamen degrade olduğu gösterilmiştir (1). Ancak omuz bölgesinde daha önce yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada yapılacak hayvan deneyinde de; deneyin erken safhalarındaki belirli bir haftada bu maddenin omuz ekleminde değişmeden bulunduğu ve henüz anti-adhezive ya da adhezyon bariyeri oluşturma özelliklerini tam olarak göstermediği, implantasyon sonrası süre ilerledikçe etkinlik göstermeye başlayacağı ve belirli bir haftada tamamen degrade olacağı öngörülmüştür.

Bu nedenle 50 adet deney hayvanı 25'i deney grubu, 25'i kontrol grubu olmak üzere 2 gruba ayrılmış, bu iki grup kendi aralarında üçer alt gruba ayrılmıştır (n=3, n=10, n=12).

Hem deney hem kontrol grubunun ilk subgrupları (n=3, n=3) sayı olarak az tutulmuş ve maddenin omuz eklemine implantasyonundan 3 (üç) hafta gibi erken bir süre sonra kavram ispatı (proof of concept) kapsamında ötenazi yapılarak omuzlar incelenmiştir.

İkinci subgruplar (n=10, n=10) 6.haftada ötenazi yapılmış ve implantasyon sonrası deneyin ilerleyen aşamalarında kontrol grubundaki yapışıklık ve deney grubunda oluşmaya başlayan değişikliklerin değerlendirilmesi mümkün olmuştur.

Nihayetinde üçüncü subgruplar da (n=12, n=12) implantasyon sonrası 9. haftada ötenaziye uğratılmış ve omuzları incelenmiştir. Deney grubunda maddenin tamamen degrade olup olmadığı ve yapışıklık engelleyici özellik gösterip göstermediği, kontrol grubunda ise yapışıklığın ne derece gerçekleştiği değerlendirilmiştir.

Böylece maddenin implante edilmesinden sonraki 3, 6 ve 9. haftalarda deney ve kontrol grupları kademeli olarak ötenaziye uğratılmış ve alınan nekropsi materyallerinin makroskopik ve mikroskopik incelemesi imkanına ulaşılmıştır.

Grupların ve subgrupların oluşturulması ve haftalara göre ötenazi uygulanacak hayvanların seçilmesi işlemi randomize edilmiştir.

3.4. UYGULANAN ANESTEZİ

Çalışmamızdaki bütün deney hayvanlarına genel anestezi uygulanmıştır. Uygulama biçimi uyluktan intramuskuler yolla olup, sık kullanılan bir kombinasyon olan Ketamin Hidroklorür (100 mg/kg) (Alfamine – Egevet, Türkiye) ve Ksilazin 5-10 mg/kg (Alfazin – Egevet, Türkiye) kombinasyonu tercih edilmiştir.

Ketamin zayıf bir anestezik ve analjezik olup disosiyatif anesteziye neden olur. Maksimum etkiye 10 dk içinde ulaşır ve etki 30-40 dk boyunca sürer. Tek başına kullanıldığında oluşabilecek kas rijiditesini engellemek için bir sedatif olan Ksilazin ile kombine edilmektedir (89).

Anestezi uygulamasından sonra her 4-5 dk'da bir cilt ya da parmak kıstırma yanıtları ile anestezi derinliği kontrol edilmiştir.

Hiçbir denekte, uygulanan genel anesteziye bağlı komplikasyon gözlenmemiştir.

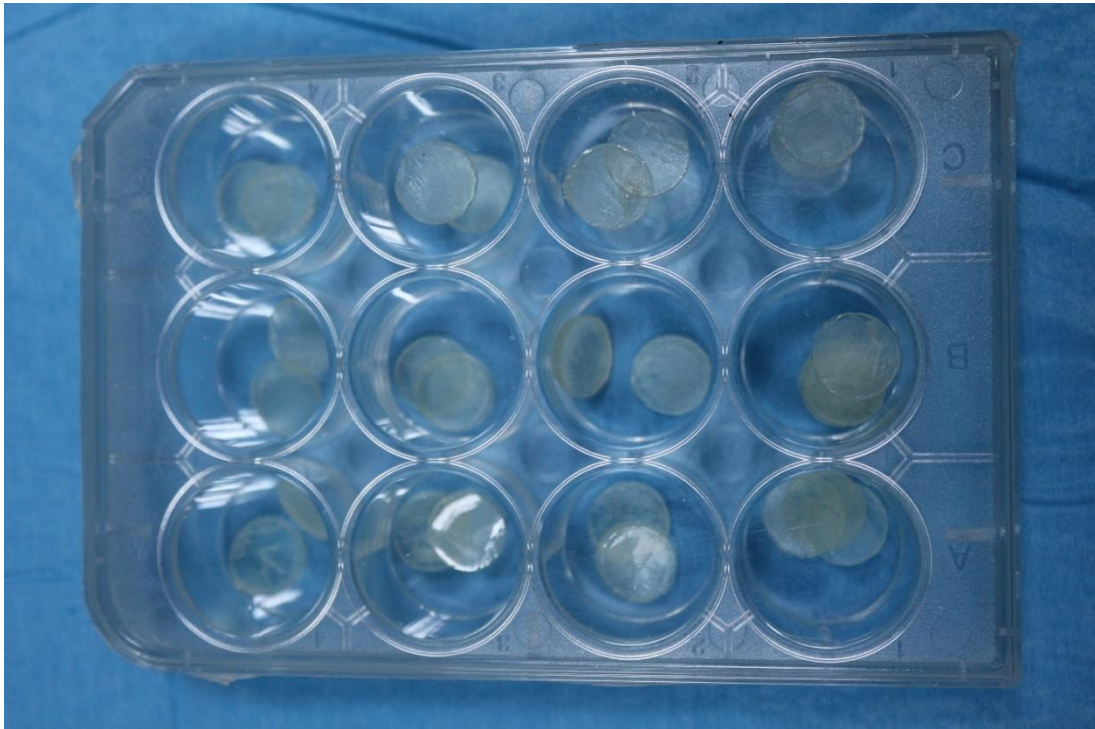
3.5. CERRAHİ TEKNİK

Çalışmamızdaki deney ve kontrol grubuna ait bütün cerrahi işlemler haftalarına uygun olarak tek bir cerrah tarafından aynı günde yapılmıştır.

Bütün cerrahi işlemler sırasında x2.5 büyütme loop kullanılmıştır.

Ratların tümü unilateral olarak ve sol omuzdan opere edilmiştir.

Kullanılan Polyglycerole Sebacate elastomerlerinin sterilizasyon işlemi yüzey özelliği bozulmayacak şekilde 10 dk boyunca %70 etanol solüsyonunda bekletilerek yapılmıştır. Takiben steril PBS solüsyonuyla yıkanarak steril petri kaplarına yerleştirilmiştir (Resim 3.3).



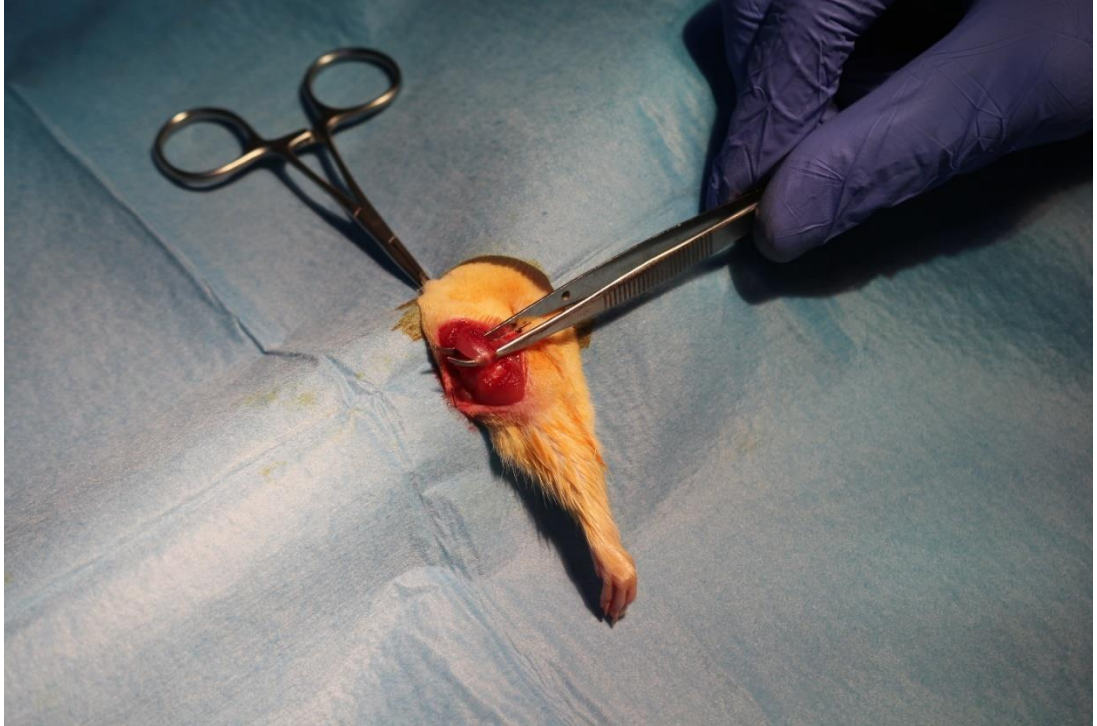
Resim 3.3. Sterilize edilmiş poligliserol sebasat elastomerleri

Ratlara anestezi uygulamasını takiben cerrahi saha uygun şekilde tıraş edilmiş ve povidon iyotla boyanarak drapelerle izole edilmiştir.

Omuz kraniolateralinden 2 cm'lik insizyon yapılmıştır. Akromiotrapez kasın lateral ve posterior lifleri insersiyosundan kaldırılarak supraspinatus kası ortaya konmuştur. Daha sonra kas supraspinatus fossadan izole edilerek subakromiyal aralığa geçmeden hemen önce muskulotendinöz bileşkesine yakın bir yerden bistüri ile tam kat kesilerek yırtık oluşturulmuştur. Yırtık kontrol grubundaki ratlarda 5-0 prolene ile tekli U dikişi atılarak tespit edilmiş ve sonrasında akromiotrapez kasın posterior ve lateral lifleri tamir hattının üzerini örtecek şekilde 2 adet 5-0 prolene suture ile tespit edilmiştir. Deney grubundaki ratlarda ise tamir hattı üzerine gelecek şekilde 10 mm çapında dairesel olarak hazırlanmış Poligliserol Sebasat maddesi implante edilmiştir. Sonrasında akromiotrapez kas lifleri tamir hattının ve elastomerin üzerini örtecek şekilde 2 adet 5-0 prolene suture ile tespit edilmiştir. (Resim 3.4-3.8).

Her iki grupta da cilt 5-0 ipek ile suture edilmiştir.

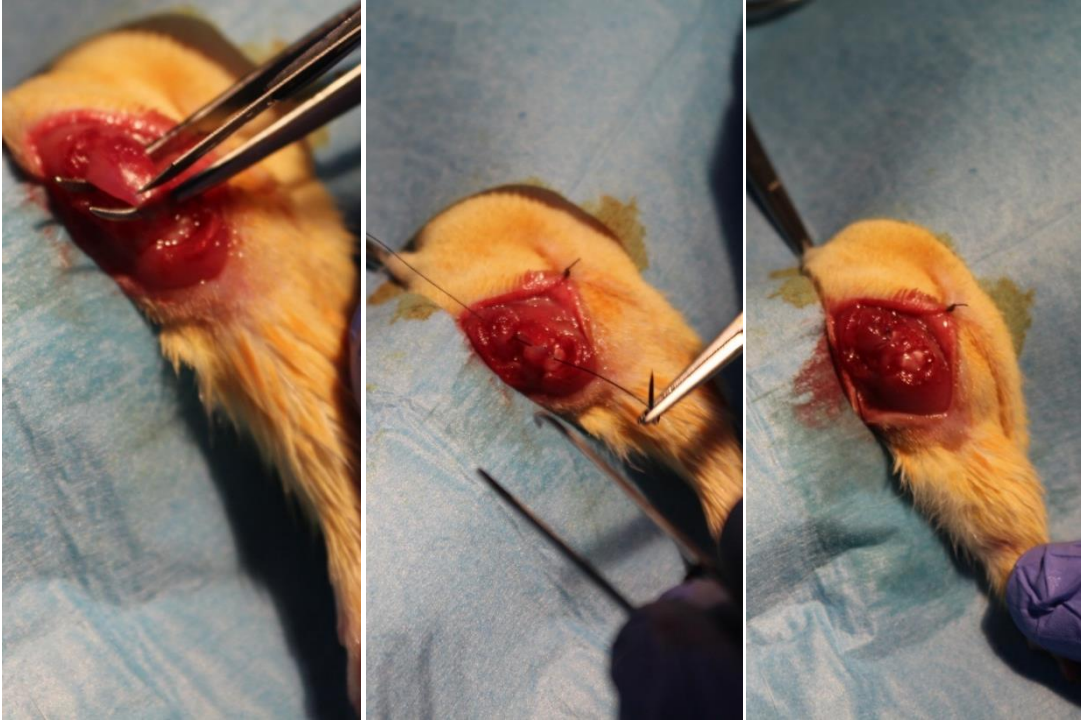
Cilt üzerine Terramycin ve dezenfektan içeren yara spreyi sıkılmıştır.



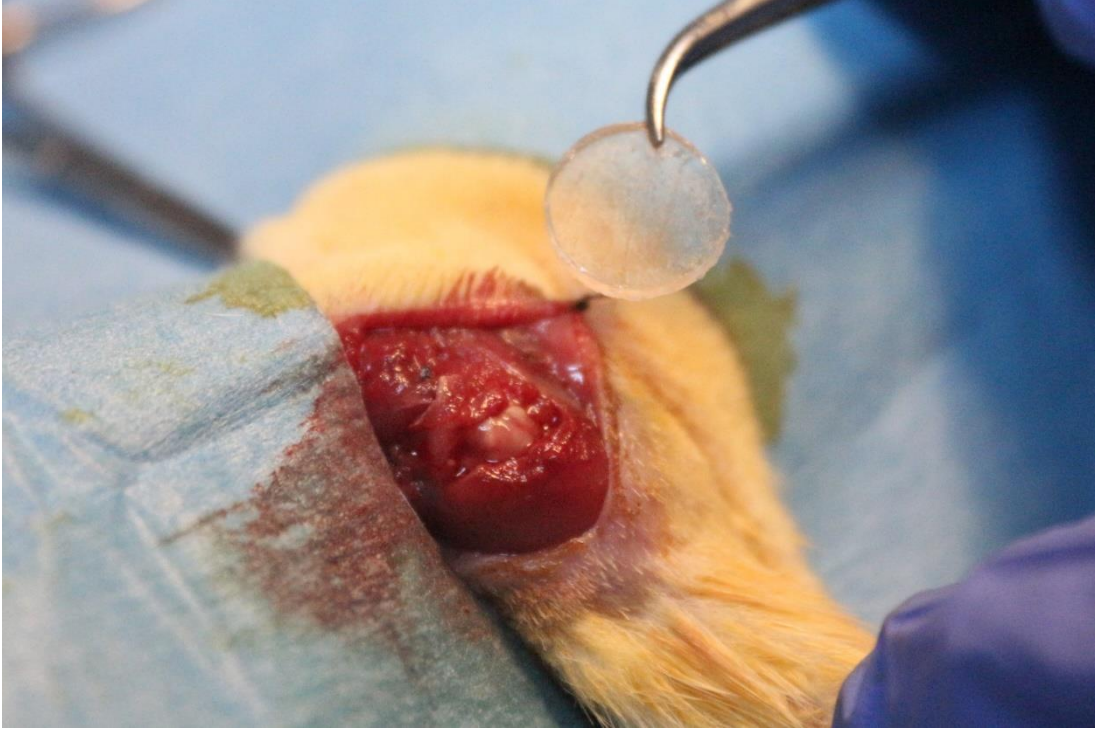
Resim 3.4. Supraspinatus kası akromionun hemen üzerinde izole edildikten sonraki görüntü



Resim 3.5. Supraspinatusun kasının muskulotendinöz bileşkesi



Resim 3.6. Muskulotendinöz bileşkede oluşturulan tam kat yırtık ve tamir görüntüsü



Resim 3.7. Poligliseryl Sebasatın deney grubu hayvanlarda tamir sahası üzerine yerleştirilmesi



Resim 3.8. Poligliseryl Sebasat implante edildikten sonraki görünüm.
(Akromiotrapez kas flebi 2 adet suturele kapatıldı)

3.6. CERRAHİ SONRASI BAKIM

Hayvanlar sakrifikasyon işlemi yapılmıncaya kadar tekli kafeslerde herhangi bir materyal ile tespit edilmeden tutulmuşlardır.

3.7. SAKRİFİKASYON İŞLEMİ VE NEKROPSİ ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

3, 6 ve 9. haftalarda sakrifikasyon işlemi lethal doz anestezi sonrası yapılmıştır. İnsizyon aynı şekilde açılarak 2 adet sütür alınmış akromiyotrapez kas kaldırılmıştır. Bu aşamadan sonra kontrol grubunda; muskulotendinöz bölgedeki sütür materyalinin kas planlarına yapışması, deney grubunda ise; tamir hattının üzerine konan Poligliserol Sebasat maddesinin tamir hattına ve altındaki dokuya yapışması makroskobik olarak Garrard ve ark. tarif ettiği skarlama sistemiyle (90) değerlendirilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Makroskobik yapışıklık skarlama (Garrard et al. And Joels et al.)

Type of adhesions	Score
No adhesions	1
Filmy adhesions, easily broken manually	2
Dense adhesions, requiring blunt dissection to separate viscera from mesh	3
Very dense adhesions, viscera matted to mesh surface, requiring sharp dissection to separate viscera from mesh	4

Daha sonra skapulotorasik dezartikülasyon yapılmış ve opere edilen saha aynı taraf üst ekstremitenin tamamıyla beraber alınıp nekropsi örnekleri patolojik incelemeye tabi tutulmuştur. Örneklerin tamamı Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı tarafından incelenmiştir. Alınan doku örnekleri %10'luk formalinde 24 saat süre ile tespit edilmiş ve sonrasında dereceli alkollerden, ksilolden geçirilerek parafine bloklanmıştır. Bloklardan alınan 5 mm'lik kesitler Hematoksilen ve Eozin (H&E) boyası ve Masson'un trikrom boyası ile boyanmıştır. Hazırlanan preparatlardan tamir dokusu üzerinde kontrol grubunda; adhezyon sonucu meydana gelen bağ dokusu kalınlığı, deney grubunda ise; Poligliserol Sebasat etrafında oluşan kapsül kalınlıkları değerlendirilmek üzere kameralı ışık mikroskopunda (Olympus BX51-DP71) Cellsens CS-ST-V1.8 (Standart) yazılımı

kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Ölçüm işlemlerinde, her bir sıçandan alınan kas dokuları arasında oluşan bağ dokusunda 5 farklı mikroskop sahası dikkate alınmıştır.

3.8. POLİGLİSEROL SEBASAT ELASTOMERİ VE ÖZELLİKLERİ

Biodegradabl (bioçözünür) elastomerlerin biomedikal alandaki çalışmalarda önemli bir yeri olup, yumuşak dokular için doku mühendisliğinden, ilaç yapımına kadar geniş bir uygulama alanı mevcuttur ve günümüzde mekanik özellikleriyle nondegradabl ürünlerin yerini almaktadır (91, 92).

Bu elastomerlerin en önemli özelliği; yumuşak dokunun tamirinde biomaterial olarak kullanıldığından implantasyon sonrası vücuttan çıkartılmasının gerekmemesidir.

Poli-elastomerler (polyol-sebacate), özellikle poligliserol Sebasat (POLİGLİSEROL SEBASAT) yakın bir zamanda sentezlenmiş ve biomedikal alan en çok olmak üzere her yıl çok fazla yayının konusu olmuştur. Sebasik asit ve gliserolün her ikisi de insan vücudunda sitotoksik etki göstermeden metabolik aktivitelere girebilmektedir (69).

POLİGLİSEROL SEBASAT elastomerleri polikondansasyonla, bir katalizöre ihtiyaç duyulmadan gliserolün hidroksil gruplarından ve sebasik asitin karboksilik asit gruplarından sentezlenebilmektedir (93, 94).

Gliserol ve sebasik asit içeren benzer polimerik materyaller biomateryal uygulamalarında kullanılmış olup biouyumluluk ve bioçözünürlük oranları belirtilmiştir. POLİGLİSEROL SEBASAT elastomerleri de istenen fonksiyona uygun olarak farklı parametreler kullanılıp farklı şekillerde sentezlenebilmektedir. Geçtiğimiz 10 yılda POLİGLİSEROL SEBASAT uygulamaları; kıkırdak, kalp kası, sinir, timpanik membran ve kan damarları gibi birçok dokunun yumuşak doku mühendisliğinde kullanılmıştır (95-99).

4. BULGULAR

4.1. MAKROSKOBİK BULGULAR

Üçüncü haftada (kavram ispatı amacıyla) kontrol ve deney grubundan eşit sayıda olmak üzere altı (n=3,n=3), altıncı haftada 20 (n=10,n=10) ve dokuzuncu haftada 24 (n=12,n=12) rat sakrifiye edildi.

Deneyin üçüncü haftasındaki sakrifikasyonda; hem kontrol hem deney grubunda ödemli ve inflame dokular izlendi. Supraspinatus kasının vaskülarizasyonunda artış her iki grupta da mevcuttu. Deney grubunda, POLİGLİSEROL SEBASAT maddesi beklendiği üzere henüz degradasyona uğramamıştı. Kontrol ve deney grubundaki tüm ratlarda makroskopik olarak değişik derecelerde yapışma izlendi (Tablo 4.1) (Resim 4.1, 4.2).

Tablo 4.1. Üçüncü haftada makroskopik adhezyon skorları

	Kontrol (n=3)			Deney (n=3)		
	K1	K2	K3	D1	D2	D3
Makroskopik yapışıklık düzeyi	3	2	3	2	2	2



Resim 4.1. Üçüncü haftada kontrol ve deney grubunun tekrar açılma sonrası görüntüsü

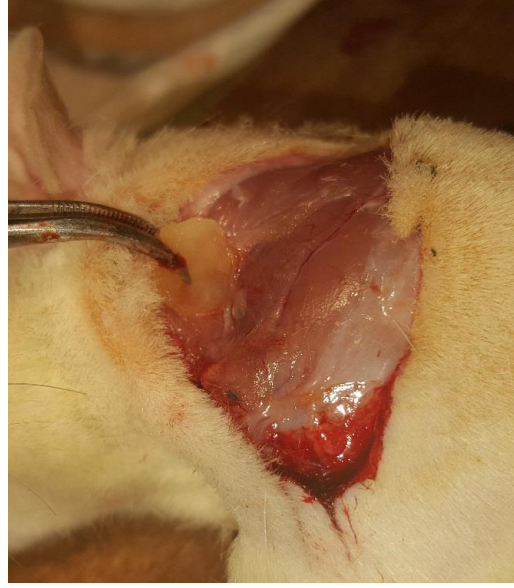


Resim 4.2. Üçüncü haftada kontrol ve deney grubunda makroskopik yapışıklık ve inflame dokuların görünümü

Altıncı haftada kontrol ve deney grubundan 10'ar adet rat sakrifiye edildi. Lethal doz anestezi sonrası aynı insizyon kullanılarak makroskopik inceleme yapıldı. Kontrol grubundaki hayvanların 1 tanesi hariç hepsinde akromiyotrapez kas ile supraspinatus üzerindeki tamir hattının ancak keskin disseksiyonla açılacak kadar yapışmış olduğu görüldü. (Garrand tip 4) Bir hayvanda ise, künt disseksiyonla doku planlarına girilebilecek seviyede yapışıklık mevcuttu. (Garrand tip 3) Deney grubunda ise, POLİGLİSEROL SEBASAT maddesinin üzerindeki clavitrapez kasa ve altındaki tamir hattına olan yapışıklığı değerlendirildi. Tip 1'den tip 4'e kadar değişik derecelerde yapışma izlendi (Tablo 4.2) (Resim 4.3, 4.4).

Tablo 4.2. Altıncı hafta makroskopik yapışma oranları

Makroskopik yapışma düzeyi	Kontrol grubu (n=10)	Deney grubu (n=10)
Tip1	0	0
Tip 2	0	3
Tip 3	1	6
Tip 4	9	1



Resim 4.3. Altıncı haftada üzerine konduğu suture hattına minimal yapışma göstermiş POLİGLİSEROL SEBASAT maddesi



Resim 4.4. Tamir hattıyla tamamen yapışma gösteren kas dokusunu içeren kontrol grubu (keskin disseksiyon sonrası)

Dokuzuncu haftada deney ve kontrol grubundan 12 adet hayvanda yapılan sakrifikasyon işleminde:

Kontrol grubundaki bütün hayvanlarda akromiotrapez kasın, altındaki supraspinatus kası ve tamir hattı ile tamamen yapışmış olduğu görüldü. Deney

grubunda ise, önceki çalışmalarda ortalama sekiz haftada degrade olduğu belirtilen poligliserol sebasat maddesinin dokuda halen bulunduğu, ancak çok küçülmüş ve büyük bir kısmının erimiş olduğu görüldü. Makroskobik düzeyde değerlendirilebilecek yapışıklık minimaldi (Tablo 4.3) (Resim 4.5).

Tablo 4.3. Dokuzuncu haftadaki makroskobik yapışma düzeyleri

Makroskobik yapışma düzeyi	Kontrol grubu (n=12)	Deney grubu (n=12)
		POLİGLİSEROL SEBASAT altında
Tip1	0	7
Tip 2	0	4
Tip 3	0	1
Tip 4	12	0



Resim 4.5. Dokuzuncu haftada kontrol grubunda tam yapışma mevcuttu (sol). Deney grubunda ise erimekte olan maddenin altında adhezyon saptanmadı.

Makroskobik olarak elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirmesinde; skorlama sistemine göre yapışıklık olan gözlemlenen durumun;

1. Kontrol grubunda, haftalara göre bakıldığında, 3. ve 6. haftalarda artış trendinde olduğu ve bu artışın anlamlı olduğu saptandı.
2. Kontrol grubunda, 6. ve 9. haftalarda anlamlı olarak değişmediği saptandı.

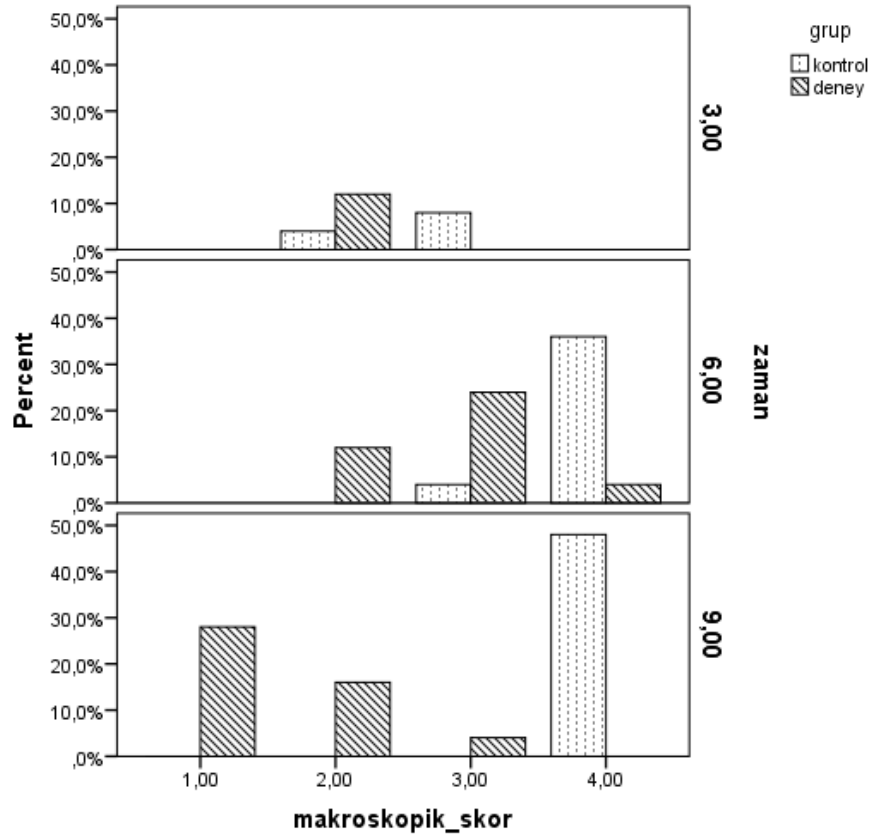
3. Deney grubunda ise, 6. haftadan 9. haftaya gelindiğinde yapışıklık olarak gözlenen durumda anlamlı azalma olduğu saptandı ($p<0.05$).
4. Deney ve kontrol grubu Kruskal Vallis analizi ile kıyaslandığında, 3. haftada makroskobik olarak fark olmamasına rağmen ($p>0.05$) 6 ve 9. haftalarda fark saptandı ($p<0.05$). Kontrol grubunda, yapışıklık skorları daha yüksekti.

Tablo 4.4. Haftalara göre kontrol ve deney grubunda makroskobik yapışıklık skorlaması

grup	zaman	N	Mean Rank
kontrol	3,00	3	2,33
	6,00	10	13,80
	9,00	12	15,00
	Total	25	
deney	3,00	3	12,50
	6,00	10	18,85
	9,00	12	8,25
	Total	25	

grup	makroskobik_skor
kontrol	Chi-Square 17,988
	df 2
	Asymp. Sig. ,000
deney	Chi-Square 12,681
	df 2
	Asymp. Sig. ,002

zaman	makroskopik_skor
3,00	Mann-Whitney U 1,500
	Wilcoxon W 7,500
	Z -1,581
	Asymp. Sig. (2-tailed) ,114
	Exact Sig. (100) ,200 ^b
6,00	Mann-Whitney U 8,500
	Wilcoxon W 63,500
	Z -3,442
	Asymp. Sig. (2-tailed) ,001
	Exact Sig. 2*(1-tailed Sig.) ,001 ^b
9,00	Mann-Whitney U ,000
	Wilcoxon W 78,000
	Z -4,517
	Asymp. Sig. (2-tailed) ,000
	Exact Sig. 2*(1-tailed Sig.) ,000 ^b

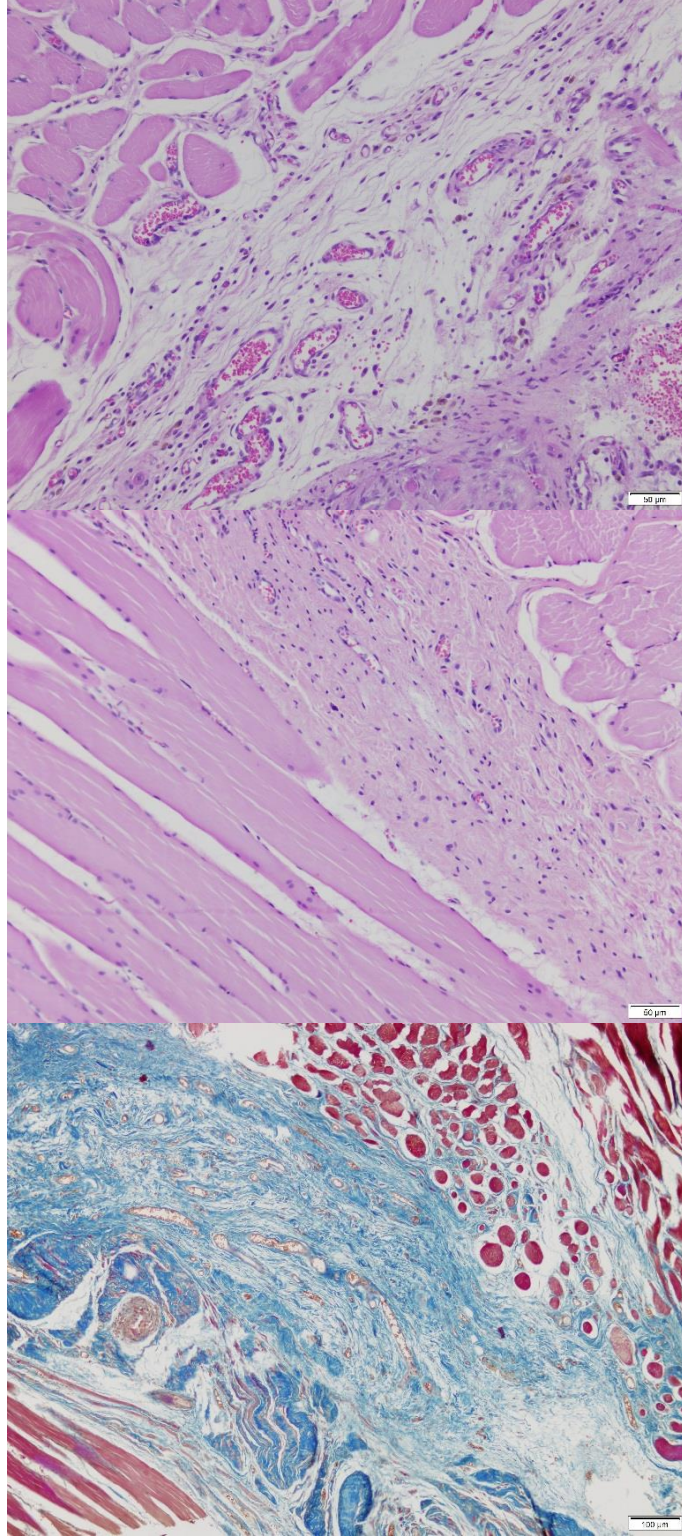


Şekil 4.1. Haftalara göre deney ve kontrol grubu makroskopik skorların yüzdesel dağılımı.

4.2. MİKROSKOBİK BULGULAR

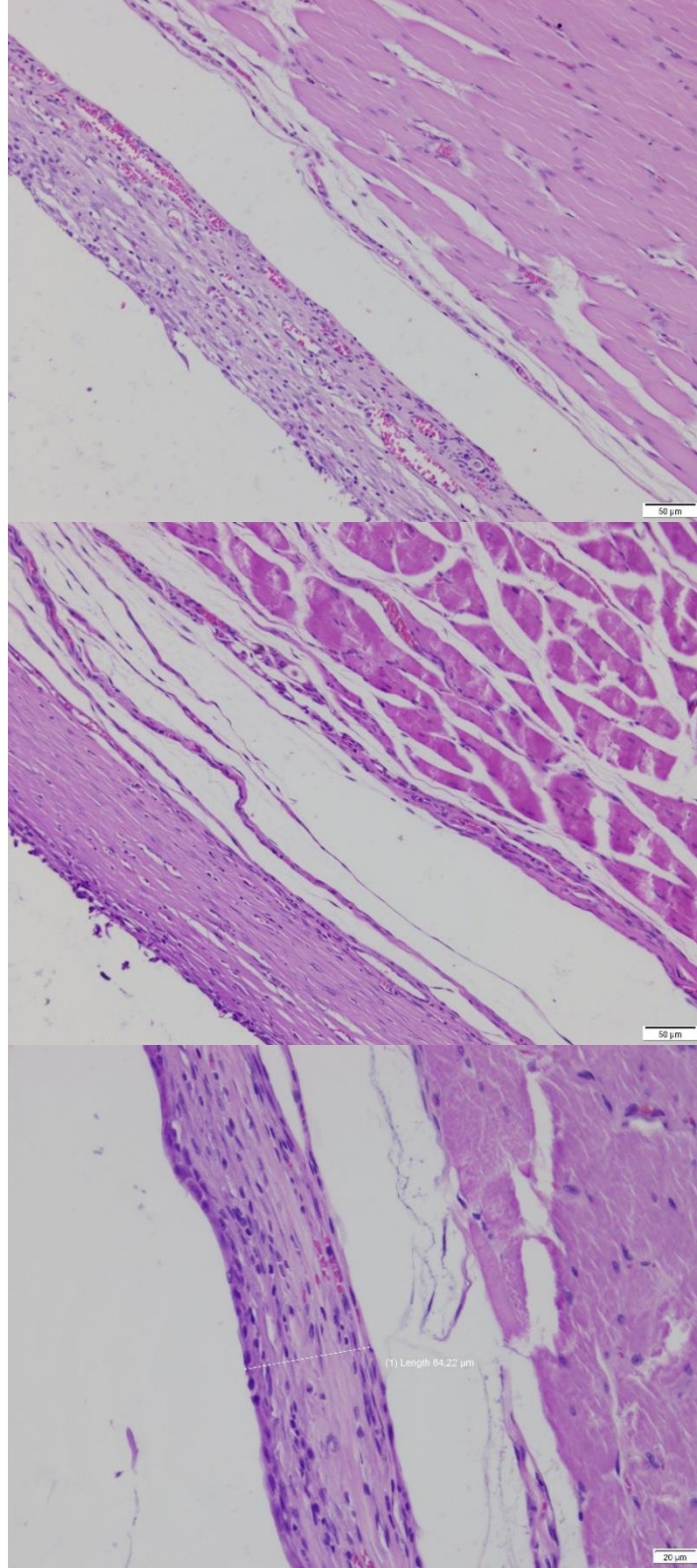
Örnekler 5 µm'lik kesitler Hematoksilen ve Eozin (H&E) boyası ve Masson'un trikrom boyası ile boyanmıştır. **Kontrol grubunda; adhezyon formasyonu saptanmış, deney grubunda; hiçbir hayvanda adhezyon saptanmamıştır. Bunun yerine, POLİGLİSEROL SEBASAT'ın çevresinde kapsül formasyonu oluşarak adhezyonu engellediği izlenmiştir** (Resim 4.6, 4.7).

Hazırlanan preparatlardan tamir dokusu üzerinde, kontrol grubunda; adhezyon sonucu meydana gelen bağ dokusu kalınlığı, deney grubunda ise; Poligliserol Sebasat etrafında oluşan kapsül kalınlıkları 5 farklı mikroskop sahası dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu ölçümlerin ortalamaları alınarak kontrol grubu ve deney grubu kendi içerisinde istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuştur.



Resim 4.6. Kontrol grubunda sırasıyla, 3. 6. ve 9. haftalarda alınan örneklerin mikroskopik görüntüsü

3 ve 6. haftalardaki inflame doku H&E boyasıyla (1 ve 2. Resimler), 9. haftada belirginleşen fibrozis Masson'un Trikrom boyası ile boyanmıştır. (3.resim)



Resim 4.7. Deney grubunda, 3. 6. ve 9. haftalarda oluşan kapsül formasyonunun mikroskopik görüntüsü ve 9. haftada kapsül kalınlığı ölçümü

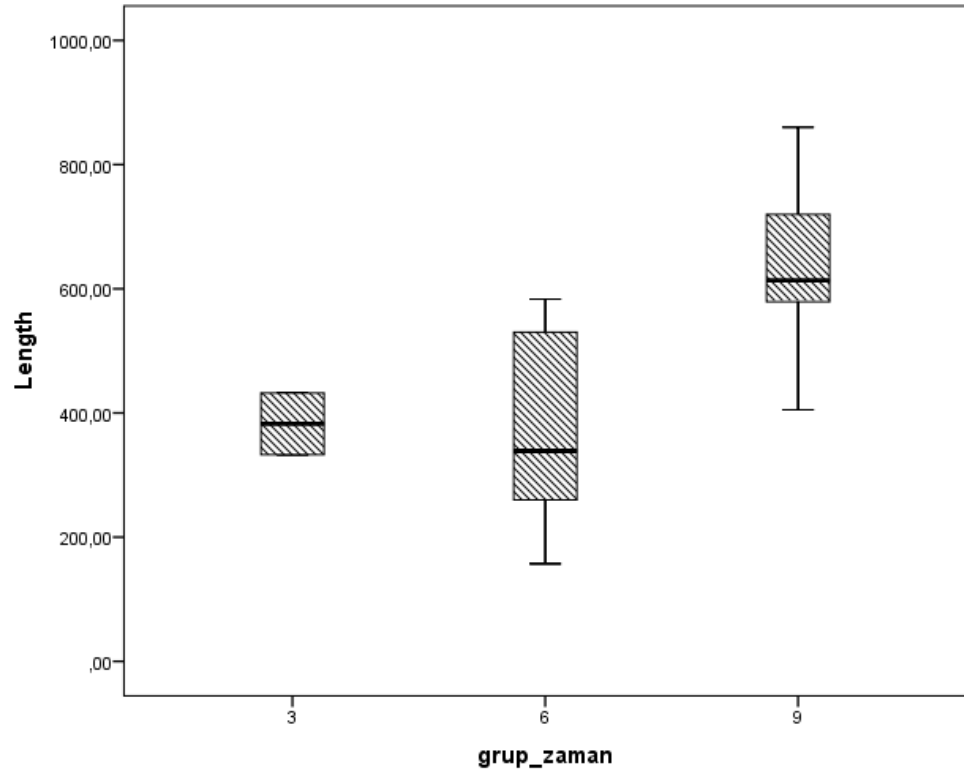
Hiç yapışıklık oluşmadığı görülmektedir.

Kontrol grubunda 3. haftadaki inflamasyonun çok belirgin olduğu bir rat mikroskopik değerlendirmeye tabi tutulmamış, saptanan bağ dokusu kalınlığı ortalamaları mikrometre (μm) cinsinden not edilerek One-Sample T Test ile değerlendirilmiştir. Maddenin implante edilmediği durumda, %95 güven aralığında 3. haftada 249 μm ile 1014 μm arasında, 6. haftada 269 μm ile 484 μm arasında, 9. haftada ise 549 μm ile 719 μm arasında yapışma olacağı saptanmıştır. Ayrıca 6. ve 9. haftalar arasında bağ dokusu kalınlığında anlamlı artış görülmüştür ($p<005$).

Tablo 4.5. Kontrol grubunda haftalara göre yapışıklık

grup_zaman	Test Value = 0				
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference
					Lower
3 Length	7,695	1	,082	382,56163	-249,1663
6 Length	7,921	9	,000	376,58633	269,0425
9 Length	16,682	10	,000	634,58791	549,8274

grup_zaman	Test Value = 0	
	95%Confidence Interval of the Difference	
	Upper	
3 Length	1014,2895	
6 Length	484,1301	
9 Length	719,3484	



Şekil 4.2. Kontrol grubunda haftalara göre yapışıklık (mikrometre cinsinden)

Tablo 4.6. Kontrol grubunda Kruskal Vallis analizi ile bağ dokusu kalınlıklarının haftalara göre değişimi ve farkın anlamlılığı

grup_zaman	Mean	N	Std. Deviation	Median	Minimum	Maximum
3	382,5616	2	70,31196	382,5616	332,84	432,28
6	376,5863	10	150,33586	338,8027	157,19	583,16
9	634,5879	11	126,16751	613,5856	405,24	860,15
Total	500,4980	23	184,22740	530,2583	157,19	860,15

zamangrup	N	Mean Rank
3	3	10,67
6	10	7,20
9	10	17,20
Total	23	

	Length
Chi-Square	11,003
df	2
Asymp. Sig.	,004

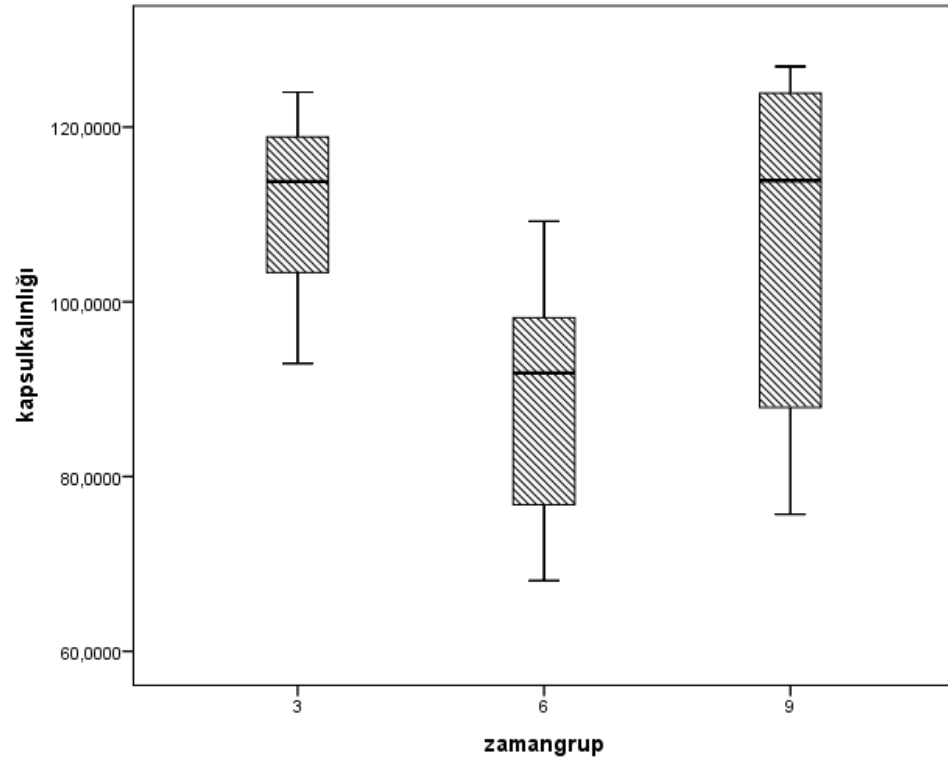
Deney grubunda ise; kapsül kalınlığının haftalara göre değişimi Kruskal Vallis analizi kullanılarak değerlendirilmiş, istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.7. Kapsül kalınlığının haftalara göre değişimi

grup_zaman	Mean	N	Std. Deviation	Median	Minimum	Maximum
3	108,467527	2	21,9616993	108,467527	92,9383	123,9968
6	91,569998	7	17,7874839	96,371186	68,0766	113,7636
9	106,909918	7	20,2145450	113,887244	75,6727	126,9402
Total	100,393404	16	19,6724101	98,182890	68,0766	126,9402

zamangrup	N	Mean Rank
3	3	11,67
6	7	6,14
9	7	10,71
Total	17	

	kapsulkalınlığı
Chi-Square	3,884
df	2
Asymp. Sig.	,143



Şekil 4.3. Kapsül kalınlığının haftalara göre değişimi (mikrometre cinsinden)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Postoperatif yapışıklık ve buna bağlı ağrılı omuz; rotator cuff cerrahisi sonrası hastanın rehabilitasyon sürecine direkt etki eden, yaşam kalitesini bozan ve fonksiyonelliği olumsuz etkileyen klinik bir durumdur. Önceden belirtildiği gibi, cerrahinin tipi ne olursa olsun belli oranlarda artrofibrozisin gelişmesi kaçınılmazdır. Rotator manşet yırtığı, labrum tamiri, kapsulografi, omuz artroplastisi ve proksimal humerus kırığı tedavisinin etyolojisinde rol oynadığı ortaya konmuş ve diyabetes mellitus ve keloid hikayesi olması gibi bir takım predispozan faktörler bulunmuş olmasına karşın gelişen fibrozisin hangi hastada ne kadar klinik semptom vereceği hala net olarak bilinmemektedir. Tedavide rehabilitasyon, anestezi altında manüplasyon, bu tedavilere cevap vermeyen olgularda açık veya artroskopik gevşetme gerekmektedir (101).

Nicholson ve Duckworth, mini-açık rotator manşet tamiri yaptıkları 54 hastanın %11'inde oluşan omuz sertliğini tedavi edebilmek için artroskopik serbestleştirme yapmışlardır (102).

Yapılan bu çalışma; poligliserol sebasat gibi biyoçözünür bir elastomerin rotator manşet muskulotendinöz bileşkesindeki adhezyonu engelleyiciliğini test etmeyi amaçlamıştır. Kullanılan madde ve anatomik bölge özelliği bakımından literatürde benzer bir çalışma bulunmamaktadır.

Kalem ve ark.; 1971 yılında Hunter 'ın geliştirdiği, dakron ile güçlendirilmiş silikon tendon protezleri kullanılarak iki basamaklı fleksör tendon tamiri yapılmasına yönelik teknikten (103) yola çıkarak polisiloksan (silikon), sodyumhyaluronat karboksimetilselülöz (SH-CMC, Seprafilm ®) ve expanded polytetraflouroethylene (e-PTFE, Dualmesh®) materyallerini tavşan rotator manşeti üzerinde mukayeseli olarak test etmişler ve bu maddelerin supraspinatus tamiri sonrası subakromiyal fibrozisi engellemek açısından kontrol grubuna herhangi bir üstünlüğü olmadığını göstermişlerdir (100).

Rotator cuff cerrahisi sonrası fibrozisi engellemek amacıyla güvenilir, etkili, inert ve yapışmaz bir biyomateryalin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

Poligliserol Sebasat biyouyumlu ve biyo  z  n  r bir elastomer olup; önceden de belirtildiği gibi laparoskopik cerrahi sonrası karındaki yapışıklığı önlemede etkinliği hayvan deneyleriyle kanıtlanmıştır (1). Çalışmamızda da rotator manşet cerrahisi sonrasında muskulotendinöz bileşkede ki tamir hattı üzerinde antiadhezive etki göstereceği öngörülmüştür. Ayrıca peritoneal yapışıklıklar üzerinde test edildiği çalışmada rat peritonu üzerinde sekiz hafta gibi bir sürede tamamen degrade olduğu gösterilmiştir (1). Çalışmamızda da tamir hattı üzerine implantasyon sonrası 3. 6. ve 9. haftalarda olan makroskobik ve mikroskobik yapışma seviyeleri değerlendirilmiş, implantasyon yapılmayıp sadece tamir yapılan kontrol grubuyla kıyaslanmıştır.

Çalışma sadece yumuşak doku üzerinde yapılmış, supraspinatus muskulotendinöz bileşkesinden tam kat yırtık oluşturulup tamir edilmiştir.

İmmobilizasyonun da artrofibrozis gelişiminde rolü olduğu bilinmesine rağmen, deney hayvanlarına immobilizasyon uygulanmamıştır. Bunda; kafes içerisinde hareket kabiliyetinde azalma olmasını engellemek amaçlanmıştır. Ayrıca maddenin implante edildiği potansiyel boşluk çok köşk olup, dokuya herhangi bir tespit gerektirmemekte, dolayısıyla immobilizasyon ihtiyacı yaratacak kadar hareket etmemektedir.

Çalışmamızda POLİGLİSEROL SEBASAT maddesinin özellikleri ve omuz ekleminde rotator cuff üzerindeki davranışı ile ilgili yararlı bilgiler edinilmiştir.

Birincisi; materyalin uygulama kolaylığıdır. Elastomer yapısında olmasından dolayı ve 1.1 mm kalınlık sabit olacak şekilde istenilen büyüklükte   retilbilmesinden dolayı implantasyonu kolaylıkla yapılmıştır.

İkincisi; deneyin ilerleyen haftalarındaki sakrifikasyonlarında sürekli k    len ve erimekte olan bir POLİGLİSEROL SEBASAT ile karşılaşılmasına rağmen, 9. haftada halen erimenin gerçekleşmemiş olmasıdır.   nceki çalışmalarda periton üzerinde 8 haftada tamamen erimenin gerçekleşmesi, karın bölgesinin sulu bir ortam olması ve materyalin hidrofilik ortamda daha iyi   z  nmesine bağlı olabilir.

    nc   olarak; başlangıçta 3. haftada daha belirgin olan, sonrasında giderek azalan bir doku   demi, hipervask  larizasyon ve inflamatuvar reaksiyon oluşturmasıdır. Biyouyumluluğu invitro çalışmalarla kanıtlanmasına rağmen vücut

tarafından implantasyon sonrası ilk dönemlerde yabancı cisim reaksiyonu geliştirilmesi kaçınılmaz gibi gözükmetedir.

Makroskobik yapışma düzeyi değerlendirilirken bir takım sınırlamalar mevcuttur. Çalışmamızda Garrard ve arkadaşlarının laparoskopik cerrahi sonrası kullandığı makroskobik yapışıklık skorlama sistemi kullanılmıştır (90). Kontrol grubunda; deneyin son haftasına gelindiğinde ancak keskin disseksiyonla ayrılabilir kadar çok miktarda yapışıklık saptanmıştır. Bazı hayvanlarda tamir hattındaki sütürün bulunması bile mümkün olmamıştır. Dolayısıyla skorlama sistemine göre tip 4 olarak değerlendirilmiş ve mikroskobik bulgularla uyum göstermiştir. Ancak deney grubunda makroskobik yapışıklığın değerlendirilmesinde zorluklar ortaya çıkmıştır. POLİGLİSEROL SEBASAT'ın altında mikroskobik olarak gösterilen kapsül oluşumunu, makroskobik olarak adhezyondan ayırmak çoğu zaman mümkün olmamıştır. Dolayısıyla makroskobik ve mikroskobik yapışma düzeyleri arasında her zaman korrelasyon ortaya çıkmamıştır.

Sonuçları özetlemek gerekirse:

- 1- Deneyin 3. haftasında kavram ispatı amacıyla küçük gruplarla yapılan sakrifikasyon işleminde; kontrol grubunda inflamasyon olduğu, deney grubunda ise maddenin henüz erimediği ve hipervasküler inflame bir ortam içerisinde kalarak alttaki tamir hattına yapışmaya engel olduğu görülmüştür.
- 2- 6. haftada daha geniş bir seride yapılan sakrifikasyonda; kontrol grubunda belirli derecelerde fibrozisin geliştiği, deney grubunda ise POLİGLİSEROL SEBASAT'ın küçülerek erimeye ve çevre dokuya adapte olmaya başladığı, ayrıca adhezyon oluşumuna bariyer olarak alttaki tamir hattıyla arasında bir kapsül oluşturduğu ve adhezyonu anlamlı olarak engellediği gözlenmiştir.
- 3- 9.haftada kontrol grubunda makroskobik ve mikroskobik olarak tam yapışma gözlendi. Deney grubunda ise, maddenin halen tam olarak çözünmemiş olduğu, ancak adhezyonu anlamlı olarak engellediği gözlenmiştir.
- 4- Kontrol grubunda, cerrahi sonrası 3. haftada yapışıklık izlenmiş ve bu yapışıklık giderek artmıştır.

5- POLİGLİSEROL SEBASAT maddesinin çevresinde bir kapsül oluşturarak adhezyonu engellediği ve bu kapsül formasyonunun kalınlığında deneyin son aşamasına kadar anlamlı bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir. POLİGLİSEROL SEBASAT'ın halen omuz ekleminde cerrahi sonrası implante edildiğinde kaçınıcı haftada tam olarak eriyeceği bilinmemektedir. Kapsül formasyonunda POLİGLİSEROL SEBASAT maddesi tam olarak eridikten sonra ne gibi değişiklikler olacağını bu çalışmanın sonuçlarına göre öngörmek mümkün değildir.

Bu çalışmada; Poligliserol Sebasat maddesinin, rotator cuff cerrahisi sonrası omuz ekleminde yapışıklığı önlemede etkin olduğu bulunmuştur.

Artrofibrozis oluşumunu tamamıyla engelleyerek, cerrahinin travmatik etkisini geriye döndürecek, inert ve vücutta kısa sürede çözünecek bir materyal henüz icat edilmemiş olmasına rağmen POLİGLİSEROL SEBASAT maddesi bu özelliklere en yakın materyal olma yolunda umut vaat etmektedir.

Çalışmamızın; bu materyal ile gelecekte yapılacak çalışmalara kaynaklık etmesini ve literatüre katkı sağlamasını ümit etmekteyiz.

ÖZET

POLİGLİSEROL SEBASAT ELASTOMERİNİN SUPRASPİNATUS YIRTIĞI OLUŞTURULAN HAYVAN MODELİNDE POSTOPERATİF YAPIŞIKLIĞI ENGELLEMEDEKİ ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Omuz eklemi yaralanmalarının birçoğunda görülen ortak patoloji, rotator manşette hasarlanmadır. Rotator manşet yırtıklarının tedavisinde konservatif ve cerrahi tedavi yöntemleri uygulanmaktadır. Omuz cerrahisi sonrası artrofibrozis tedavi sonuçlarını etkileyen, hareket açıklıklarında kısıtlama yaratan ve ek tedaviye gereksinim duyulabilecek bir problemdir.

Rat modeli; omuz eklem patolojilerini araştırmada insana yüksek homoloji göstermesi nedeniyle deneysel çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Cerrahi sonrası, yapışıklığı engellemek için birçok madde deneysel olarak kullanılmıştır. Poligliserol Sebasat elastomeri bunlardan biridir. Ancak rotator cuff cerrahisi sonrası omuz ekleminde kullanılmasına ilişkin bir çalışma literatürde yoktur.

Çalışmamızda; Poligliserol Sebasat maddesinin supraspinatus yırtığı oluşturulan ratlarda tamir sahasının üzerine uygulanması sonrası postoperatif antiadhezive özelliği makroskobik ve mikroskobik olarak değerlendirilmiştir. Maddenin implante edildiği deney grubu, tekrarlayan sakrifikasyonlarla kontrol grubuyla kıyaslanmış ve Poligliserol Sebasat'ın altında kapsül oluşturduğu ve adhezyon bariyeri gibi fonksiyon görerek anlamlı oranda yapışıklığı engellediği ortaya konmuştur.

Sonuç olarak; Poligliserol Sebasat elastomerinin; postoperatif yapışıklığı engellemeye yardımcı olarak, rotator cuff cerrahisi sonrası ağrılı omuz eklemi oluşumunu engellemede ve omuz rehabilitasyonuna katkıda bulunmada faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: rotator cuff, artrofibrozis, poligliserol sebasat, adhezyon

SUMMARY

THE EFFICIENCY OF POLYGLYCEROLE SEBACATE ELASTOMER IN PREVENTION OF POSTOPERATIVE ADHESIONS IN SUPRASPINATUS TEAR ANIMAL MODEL

Common pathology in most of the shoulder girdle injuries is rotator cuff injuries. Both conservative and surgical treatments are used in rotator cuff tears. Following shoulder surgery, arthrofibrosis is a problem affecting treatment results, creating limited range of motion and requiring additional treatment modalities.

Rat model, with a shoulder joint highly homologue to humans, is widely used in experimental studies involving rotator cuff and shoulder joint

There is a wide range of materials experimented to prevent postoperative adhesions. Polyglycerole Sebacate is one of them. However; a study with this material being used in the shoulder joint following rotator cuff surgery doesn't exist in the literature.

In our study, the antiadhesive characteristic of Polyglycerole Sebacate elastomer was evaluated both macroscopically and microscopically after having been implanted on rotator cuff repair site in rat models with torn supraspinatus. Study group with the implanted material was compared with the control group after consecutive sacrifices. Polyglycerole Sebacate forming a capsule underneath and acting as an adhesion barrier, thus preventing the tissue adhesion was seen.

As a result; we conclude that Polyglycerole Sebacate elastomer helps prevent postoperative adhesion, pain following rotator cuff surgery and could be beneficial for the rehabilitation process.

Keywords: rotator cuff, artrofibrosis, polyglycerole sebacate, adhesion

KAYNAKLAR

1. Pryor, H.I., 2nd, et al., *Poly(glycerol sebacate) films prevent postoperative adhesions and allow laparoscopic placement*. Surgery, 2009. **146**(3): p. 490-7.
2. Ross, D., et al., *Rehabilitation following arthroscopic rotator cuff repair: a review of current literature*. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2014. **22**(1): p. 1-9.
3. Tauro, J.C., *Stiffness and rotator cuff tears: incidence, arthroscopic findings, and treatment results*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2006. **22**(6): p. 581-586.
4. Flurin, P., et al., *(Arthroscopic repair of full-thickness cuff tears: a multicentric retrospective study of 576 cases with anatomical assessment)*. Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur, 2005. **91**(S8): p. 31-42.
5. Severud, E.L., et al., *All-arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair: a long-term retrospective outcome comparison*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2003. **19**(3): p. 234-238.
6. Warner, J.J. and P.E. Greis, *Instructional Course Lectures, The American Academy of Orthopaedic Surgeons-The Treatment of Stiffness of the Shoulder after Repair of the Rotator Cuff**. J Bone Joint Surg Am, 1997. **79**(8): p. 1260-9.
7. Moseley, H.F., *Shoulder lesions*. 1969: Churchill Livingstone.
8. Matsen, F., et al., *Rotator cuff*. The shoulder, 1998. **2**: p. 755-839.
9. McLaughlin, H.L., *THE CLASSIC: Lesions of the Musculotendinous Cuff of the Shoulder: The Exposure and Treatment of Tears With Retraction*. Clinical orthopaedics and related research, 1994. **304**: p. 3-9.
10. NEER, C.S., *Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder*. The Journal of Bone & Joint Surgery, 1972. **54**(1): p. 41-50.

11. Neer, C.S., *Impingement lesions*. Clinical orthopaedics and related research, 1983. **173**: p. 70-77.
12. Neer, C. and T. Marberry, *On the disadvantages of radical acromionectomy*. The Journal of Bone & Joint Surgery, 1981. **63**(3): p. 416-419.
13. Ellman, H., S.P. Kay, and M. Wirth, *Arthroscopic treatment of full-thickness rotator cuff tears: 2-to 7-year follow-up study*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 1993. **9**(2): p. 195-200.
14. Stephens, S.R., et al., *Arthroscopic acromioplasty: a 6-to 10-year follow-up*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 1998. **14**(4): p. 382-388.
15. France, E.P., et al., *Biomechanical evaluation of rotator cuff fixation methods*. The American journal of sports medicine, 1989. **17**(2): p. 176-181.
16. Sward, L., et al., *The strength of surgical repairs of the rotator cuff. A biomechanical study on cadavers*. Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume, 1992. **74**(4): p. 585-588.
17. Gerber, C., et al., *Mechanical strength of repairs of the rotator cuff*. Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume, 1994. **76**(3): p. 371-380.
18. Craft, D.V., et al., *Fixation strength of rotator cuff repair swith suture anchors and the transosseous suture technique*. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 1996. **5**(1): p. 32-40.
19. Reed, S.C., N. Glossop, and D.J. Ogilvie-Harris, *Full-Thickness Rotator Cuff Tears A Biomechanical Comparison of Suture Versus Bone Anchor Techniques*. The American journal of sports medicine, 1996. **24**(1): p. 46-48.
20. Hecker, A.T., et al., *Pull-out strength of suture anchors for rotator cuff and Bankart lesion repairs*. The American journal of sports medicine, 1993. **21**(6): p. 874-879.
21. Akman, Ş., et al., *Subakromial sıkışma (impingement) sendromunda konservatif tedavi metodu ve sonuçlarımız*. Acta Orthop Traumatol Turc, 1993. **27**: p. 239-42.

22. Akpınar, S., Demirhan M. *Artroskopik subakromial dekompresyon*. Acta Orthop Traumatol Turc, 1996. **30**: p. 490-493.
23. Demirhan, M., et al., *Subakromial sıkışma sendromları ve cerrahi tedavisi*. Acta Orthop Traumatol Turc, 1996. **30**: p. 11-17.
24. Soslowsky, L.J., et al., *Biomechanics of the rotator cuff*. Orthopedic Clinics of North America, 1997. **28**(1): p. 17-30.
25. Itoi, E., et al., *Tensile properties of the supraspinatus tendon*. Journal of Orthopaedic Research, 1995. **13**(4): p. 578-584.
26. Rickert, M., H. Georgousis, and U. Witzel, *The native tensile strength of the supraspinatus tendon. A biomechanical study*. Der Unfallchirurg, 1998. **101**(4): p. 265-270.
27. Lee, S.-B., et al., *The bursal and articular sides of the supraspinatus tendon have a different compressive stiffness*. Clinical Biomechanics, 2000. **15**(4): p. 241-247.
28. Sharkey, N.A. and R.A. Marder, *The rotator cuff opposes superior translation of the humeral head*. The American journal of sports medicine, 1995. **23**(3): p. 270-275.
29. Thompson, W.O., et al., *A biomechanical analysis of rotator cuff deficiency in a cadaveric model*. The American journal of sports medicine, 1996. **24**(3): p. 286-292.
30. Blasier, R.B., et al., *Posterior Glenohumeral Subluxation: Active and Passive Stabilization in a Biomechanical Model**. J Bone Joint Surg Am, 1997. **79**(3): p. 433-40.
31. Malicky, D.M., et al., *Anterior glenohumeral stabilization factors: progressive effects in a biomechanical model*. Journal of orthopaedic research, 1996. **14**(2): p. 282-288.
32. Soslowsky, L.J., D.M. Malicky, and R.B. Blasier, *Active and passive factors in inferior glenohumeral stabilization: a biomechanical model*. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 1997. **6**(4): p. 371-379.

33. Lee, S.-B., et al., *Dynamic glenohumeral stability provided by the rotator cuff muscles in the mid-range and end-range of motion*. J Bone Joint Surg Am, 2000. **82**(6): p. 849-849.
34. Wiley, A., *Superior Humeral Dislocation: A Complication Following Decompression and Debridement for Rotator Cuff Tears*. Clinical orthopaedics and related research, 1991. **263**: p. 135-141.
35. Bigliani, L., *The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears*. Orthop. Trans., 1986. **10**: p. 228.
36. FUKUDA, H., K. HAMADA, and K. YAMANAKA, *Pathology and pathogenesis of bursal-side rotator cuff tears viewed from en bloc histologic sections*. Clinical orthopaedics and related research, 1990. **254**: p. 75-80.
37. Lohr, J. and H. Uhthoff, *The microvascular pattern of the supraspinatus tendon*. Clinical orthopaedics and related research, 1990. **254**: p. 35-38.
38. Moseley, H.F. and I. Goldie, *The arterial pattern of the rotator cuff of the shoulder*. Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume, 1963. **45**(4): p. 780-789.
39. Rathbun, J.B. and I. Macnab, *The microvascular pattern of the rotator cuff*. Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume, 1970. **52**(3): p. 540-553.
40. Morrison, D. and L. Bigliani, *The clinical significance of variations in acromial morphology*. Orthop Trans, 1987. **11**(234): p. 732-737.
41. Yazici, M., C. Kopuz, and B. Gülman, *Morphologic variants of acromion in neonatal cadavers*. Journal of pediatric Orthopaedics, 1995. **15**(5): p. 644-647.
42. Putz, R. and A. Reichelt, *(Structural findings of the coraco-acromial ligament in rotator cuff rupture, tendinosis calcarea and supraspinatus syndrome)*. Zeitschrift fur Orthopadie und ihre Grenzgebiete, 1989. **128**(1): p. 46-50.
43. Riley, G., et al., *Glycosaminoglycans of human rotator cuff tendons: changes with age and in chronic rotator cuff tendinitis*. Annals of the rheumatic diseases, 1994. **53**(6): p. 367-376.

44. Yamaguchi, K., et al., *The demographic and morphological features of rotator cuff disease*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(8): p. 1699-1704.
45. Galatz, L., et al., *Nicotine delays tendon-to-bone healing in a rat shoulder model*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(9): p. 2027-2034.
46. Luo, Z.-P., et al., *Mechanical environment associated with rotator cuff tears*. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 1998. **7**(6): p. 616-620.
47. Rockwood Jr, C.A., et al., *The shoulder*. 2009: Elsevier Health Sciences.
48. Uhthoff, H.K. and K. Sarkar, *Surgical repair of rotator cuff ruptures. The importance of the subacromial bursa*. Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume, 1991. **73**(3): p. 399-401.
49. Ozaki, J., et al., *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): p. 1224-1230.
50. Brewer, B.J., *Aging of the rotator cuff*. The American journal of sports medicine, 1979. **7**(2): p. 102-110.
51. Yamanaka, K. and T. Matsumoto, *The Joint Side Tear of the Rotator Cuff: A Followup Study by Arthrography*. Clinical orthopaedics and related research, 1994. **304**: p. 68-73.
52. Tempelhof, S., S. Rupp, and R. Seil, *Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders*. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 1999. **8**(4): p. 296-299.
53. Hashimoto, T., K. Nobuhara, and T. Hamada, *Pathologic evidence of degeneration as a primary cause of rotator cuff tear*. Clinical orthopaedics and related research, 2003. **415**: p. 111-120.
54. Codman, E., *Rupture of the supraspinatus—1834 to 1934*. The Journal of Bone & Joint Surgery, 1937. **19**(3): p. 643-652.
55. Sigtholm, G., et al., *Pressure recording in the subacromial bursa*. Journal of orthopaedic research, 1988. **6**(1): p. 123-128.

56. Brooks, C., W. Revell, and F. Heatley, *A quantitative histological study of the vascularity of the rotator cuff tendon*. Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume, 1992. **74**(1): p. 151-153.
57. Swiontkowski, M., et al., *Intraoperative assessment of rotator cuff vascularity using laser Doppler flowmetry*. Surgery of the shoulder, 1990. **1**: p. 208-12.
58. Jobe, F.W. and C.M. JOBE, *Painful athletic injuries of the shoulder*. Clinical orthopaedics and related research, 1983. **173**: p. 117-124.
59. Gerber, C. and R.J. Krushell, *Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases*. Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume, 1991. **73**(3): p. 389-394.
60. Gerber, C., F. Terrier, and R. Ganz, *The role of the coracoid process in the chronic impingement syndrome*. Bone & Joint Journal, 1985. **67**(5): p. 703-708.
61. Hawkins, R. and J. Kennedy, *Impingement syndrome in athletes*. The American journal of sports medicine, 1980. **8**(3): p. 151-158.
62. Simon, W., *Soft tissue disorders of the shoulder. Frozen shoulder, calcific tendinitis, and bicipital tendinitis*. The Orthopedic Clinics of North America, 1975. **6**(2): p. 521-539.
63. Bigliani, L.U., et al., *Operative repair of massive rotator cuff tears: long-term results*. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 1992. **1**(3): p. 120-130.
64. Crass, J.R., et al., *Ultrasonography of the rotator cuff: surgical correlation*. Journal of clinical ultrasound, 1984. **12**(8): p. 487-491.
65. Middleton, W., et al., *Ultrasonography of the rotator cuff: technique and normal anatomy*. Journal of Ultrasound in Medicine, 1984. **3**(12): p. 549-551.
66. Demirhan, M., M. Cakmak, and S. Sahinkaya, *Ultrasonography of the shoulder*. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica, 1989. **23**(3): p. 111-117.
67. Teefey, S.A., et al., *Ultrasonography of the rotator cuff*. J Bone Joint Surg Am, 2000. **82**(4): p. 498-498.

68. Zehetgruber, H., T. Lang, and C. Wurnig, *Distinction between supraspinatus, infraspinatus and subscapularis tendon tears with ultrasound in 332 surgically confirmed cases*. Ultrasound in medicine & biology, 2002. **28**(6): p. 711-717.
69. Barrett, D.G. and M.N. Yousaf, *Design and applications of biodegradable polyester tissue scaffolds based on endogenous monomers found in human metabolism*. Molecules, 2009. **14**(10): p. 4022-4050.
70. Adler, R.S. and S. Fealy, *Ultrasound of rotator cuff tears: Current status*. Techniques in Shoulder & Elbow Surgery, 2003. **4**(3): p. 121-132.
71. Rutten, M.J., et al., *Detection of rotator cuff tears: the value of MRI following ultrasound*. European radiology, 2010. **20**(2): p. 450-457.
72. Gokalp, G., A. Dusak, and Z. Yazici, *Efficacy of ultrasonography-guided shoulder MR arthrography using a posterior approach*. Skeletal radiology, 2010. **39**(6): p. 575-579.
73. Seibold, C.J., et al., *Rotator Cuff: Evaluation with US and MR Imaging 1*. Radiographics, 1999. **19**(3): p. 685-705.
74. Codman, E., *The shoulder Thomas Todd*. Boston, pp32-64, 1934.
75. Fukuda, H., et al., *Partial-thickness tears of the rotator cuff*. International orthopaedics, 1996. **20**(4): p. 257-265.
76. Ellman, H., G. Hanker, and M. Bayer, *Repair of the rotator cuff. End-result study of factors influencing reconstruction*. J Bone Joint Surg Am, 1986. **68**(8): p. 1136-1144.
77. WOLFGANG, G.L., *Surgical repair of tears of the rotator cuff of the shoulder*. The Journal of Bone & Joint Surgery, 1974. **56**(1): p. 14-26.
78. Neer, C., II. *Cuff tears, biceps lesions and tmpingement*. Neer CS II. ed. Shoulder recoilstruction. Philadelphia: Saunders, 1990. **4**.
79. Harryman, D.n., et al., *Repairs of the rotator cuff. Correlation of functional results with integrity of the cuff*. The Journal of Bone & Joint Surgery, 1991. **73**(7): p. 982-989.

80. PATTE, D., *Classification of rotator cuff lesions*. Clinical orthopaedics and related research, 1990. **254**: p. 81-86.
81. Ciepiela, M. and W. Burkhead Jr, *Classification of rotator cuff tears*. Rotator Cuff Disorders, 1996: p. 100-102.
82. Goutallier, D., et al., *Fatty Muscle Degeneration in Cuff Ruptures: Pre-and Postoperative Evaluation by CT Scan*. Clinical orthopaedics and related research, 1994. **304**: p. 78-83.
83. Fouse, M. and W.M. Nottage, *All-arthroscopic rotator cuff repair*. Sports medicine and arthroscopy review, 2007. **15**(4): p. 208-215.
84. Codman, E.A., *Complete rupture of the supraspinatus tendon; Operative treatment with report of two successful cases*. The Boston Medical and Surgical Journal, 1911. **164**(20): p. 708-710.
85. BOSWORTH, D.M., *An analysis of twenty-eight consecutive cases of incapacitating shoulder lesions, radically explored and repaired*. The Journal of Bone & Joint Surgery, 1940. **22**(2): p. 369-392.
86. Iannotti, J.P. and G.R. Williams, *Disorders of the shoulder: diagnosis & management*. Vol. 1. 2007: Lippincott Williams & Wilkins.
87. Soslowsky, L.J., et al., *Development and use of an animal model for investigations on rotator cuff disease*. Journal of shoulder and elbow surgery, 1996. **5**(5): p. 383-392.
88. Derwin, K.A., et al., *Preclinical models for translating regenerative medicine therapies for rotator cuff repair*. Tissue Engineering Part B: Reviews, 2009. **16**(1): p. 21-30.
89. Waynforth, H.B. and P.A. Flecknell, *Experimental and surgical technique in the rat*. Vol. 127. 1980: Academic press London.
90. Garrard, C., et al., *Adhesion formation is reduced after laparoscopic surgery*. Surgical endoscopy, 1999. **13**(1): p. 10-13.
91. Bruggeman, J.P., et al., *Biodegradable poly (polyol sebacate) polymers*. Biomaterials, 2008. **29**(36): p. 4726-4735.

92. Liu, Q., et al., *Synthesis, preparation, in vitro degradation, and application of novel degradable bioelastomers—A review*. Progress in Polymer Science, 2012. **37**(5): p. 715-765.
93. Wang, Y., et al., *A tough biodegradable elastomer*. Nature biotechnology, 2002. **20**(6): p. 602-606.
94. Liu, Q., et al., *Preparation and characterization of a thermoplastic poly (glycerol sebacate) elastomer by two-step method*. Journal of applied polymer science, 2007. **103**(3): p. 1412-1419.
95. Jeong, C.G. and S.J. Hollister, *A comparison of the influence of material on in vitro cartilage tissue engineering with PCL, POLYGLICEROL SEBASAT, and POC 3D scaffold architecture seeded with chondrocytes*. Biomaterials, 2010. **31**(15): p. 4304-4312.
96. Chen, Q.-Z., et al., *An elastomeric patch derived from poly (glycerol sebacate) for delivery of embryonic stem cells to the heart*. Biomaterials, 2010. **31**(14): p. 3885-3893.
97. Sundback, C.A., et al., *Biocompatibility analysis of poly (glycerol sebacate) as a nerve guide material*. Biomaterials, 2005. **26**(27): p. 5454-5464.
98. Wieland, A.M., et al., *Poly (glycerol sebacate)-engineered plugs to repair chronic tympanic membrane perforations in a chinchilla model*. Otolaryngology--Head and Neck Surgery, 2010. **143**(1): p. 127-133.
99. Motlagh, D., et al., *Hemocompatibility evaluation of poly (glycerol-sebacate) in vitro for vascular tissue engineering*. Biomaterials, 2006. **27**(24): p. 4315-4324.
100. Kalem, M., et al., *ROLE OF ANTI-ADHESIVE BARRIERS FOLLOWING ROTATOR CUFF REPAIR SURGERY: An Experimental Study*. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica, 2015.
101. Vezeridis, P.S., et al., *Postarthroscopic arthrofibrosis of the shoulder*. Sports medicine and arthroscopy review, 2010. **18**(3): p. 198-206.

102. Nicholson, G. and M. Duckworth. *Mini-open rotator cuff repair for supraspinatus tears*. in *Read at the Second Biennial Shoulder and Elbow Meeting*. 2000.
103. HUNTER, J.M. and R.E. SALISBURY, *Flexor-tendon reconstruction in severely damaged hands*. J Bone Joint Surg Am, 1971. 53(5): p. 829-858.