TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

KAPAK ONARIM CERRAHİSİ AÇISINDAN İNSAN KADAVERİK MİTRAL KAPAK KOMPLEKS ANATOMİSİNİN KRİTİK ANALİZİ

Dr. Ali Fuat KARAÇUHA

KALP VE DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. A. Rüçhan AKAR

ANKARA

2023

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

KAPAK ONARIM CERRAHİSİ AÇISINDAN İNSAN KADAVERİK MİTRAL KAPAK KOMPLEKS ANATOMİSİNİN KRİTİK ANALİZİ

Dr. Ali Fuat KARAÇUHA

KALP VE DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. A. Rüçhan AKAR

ANKARA

2023

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı'na,

Tıpta Uzmanlık Tezi olarak hazırlayıp sunduğum "Kapak Onarım Cerrahisi Açısından İnsan Kadaverik Mitral Kapak Kompleks Anatomisinin Kritik Analizi" başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan araştırma tarafımca yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Bu tez çalışmasıyla ilgili tüm süreçler Ankara Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafından, 12.08.2022 tarihinde, 2022/328 numaralı kararla onaylanmıştır.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Ali Fuat KARAÇUHA

Tarih:

İmza:

ÖZGÜNLÜK RAPORU

KAPAK ONARIM CERRAHİSİ AÇISINDAN İNSAN KADAVERİK MİTRAL KAPAK KOMPLEKS ANATOMİSİNİN KRİTİK ANALİZİ

Yazar Ali Fuat Karaçuha

Gönderim Tarihi: 10-Mar-2023 01:40PM (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 2033810531
Dosya adı: TEZ_turnitin.docx (27.62M)
Kelime sayısı: 35863
Karakter sayısı: 233995

KAPAK ONARIM CERRAHİSİ AÇISINDAN İNSAN KADAVERİK MİTRAL KAPAK KOMPLEKS ANATOMİSİNİN KRİTİK ANALİZİ

ORİJİNALLİK RAPORU

%15	%14	%3	%1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

KABUL ONAY SAYFASI

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN	
Adı, Soyadı: Ali Fuat KARAÇUHA	**Sınav tarihi:** 22 / 03/ 2023
Anabilim/Bilim Dalı: Kalp ve Damar Cerrahisi ABD	
Tez Danışmanı: Prof. Dr. A. Rüçhan AKAR	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER		
Tezin Başlığı: Kapak Onarim Cerrahisi Açısından İnsan Kadaverik Mitral Kapak Kompleks Anatomisinin Kritik Analizi		
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

Jüri Başkanı
Prof. Dr. A. Rüçhan AKAR
Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Doç. Dr. Çağdaş BARAN
Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Doç. Dr. Ali İhsan HASDE
Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı

TEŞEKKÜR

Akademik hayatımın başlamasında yolumu açan, bilgi, beceri, deneyim ve desteğiyle beni aydınlatan, tez çalışmam boyunca bana sonsuz sabrı ve özverisiyle yardımcı olan deneyimlerinin yanısıra dostluğunu da paylaşan çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Ahmet Rüçhan AKAR'a sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Kalp damar cerrahisi ve hayatın birçok alanında tecrübe, bilgi ve becerileriyle kendilerinden çok şey öğrendiğim hocalarım başta Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Başkanımız, hocamız değil abimiz, Prof. Dr. Levent YAZICIOĞLU'na, güler yüzü, hoş görüsü ve babacan tavrıyla her zaman yanımda olan değerli hocam Prof.Dr. Sadık ERYILMAZ'a, değerli tecrübelerini aktarıp bana pediatrik kalp damar cerrahi bölümünü sevdiren değerli hocam Prof.Dr Zeynep EYİLETEN'e, bilgi ve deneyimlerinden çok şey ögrendiğim Prof Dr Mustafa ŞIRLAK'a ve Prof. Dr. Atilla ARAL'a, kliniğimizin ve bizlerin gelişiminde büyük katkısı olan Prof. Dr. M.Bahadır İNAN'a, asistanlık hayatımda bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim, huzur ve mutlulukla çalışmamı sağlayan ve eğitimimde olduğu kadar dostlukları ile her zaman yol gösterici olan ve her anlamda asistanlık hayatımı kolaylaştıran abilerim Doç.Dr. Evren ÖZÇINAR'a, Doç. Dr. Çağdaş BARAN'a, Doç. Dr. Ali İhsan HASDE'ye, Uzm. Dr. Cahit SARICAOĞLU'na ve kıymetli ablam Uzm. Dr. Nur DİKMEN'e en içten duygularımla teşekkür ederim.

Sadece mesleki anlamda değil insanlığı, dostluğu ve mütevazılığıyla her konuda çok şey öğrendiğim sevgili hocam Prof. Dr. Bülent KAYA'ya şükranlarımı sunuyorum.

Tez çalışmam süresinde desteklerinden dolayı Ankara Üniversitesi Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ayhan CÖMERT'e, Ankara Adli Tıp Kurumu Başkanlığında görevli tüm doktorlara başta Uzm. Dr. Gözde KARA, Uzm. Dr. Nevriye TEZER, Uzm. Dr. Altuğ BEŞİKÇİ ve Kurum Başkanı Prof. Dr. Sait ÖZSOY'a teşekkür ederim.

Asistanlığım boyunca abi, kardeş, arkadaş olarak birlikte çalışmaktan keyif duyduğum ve çok sevdiğim tüm asistan arkadaşlarıma, bu zorlu yolda sadece güvenilir bir iş arkadaşı değil aynı zamanda her anımda destek veren dostlar olduklarını gösteren Op. Dr. Haluk Çağlar KARAKAYA, Op. Dr. Ahmet KAYAN ve Dr.Yusuf ÇORBACIOĞLU'na, klinikte geçirdiğim süre boyunca her zaman bizlere yardımcı olmak için azami duyarlılık ve özveriyle çalışan ameliyathane hemşiresi ablalarım ve arkadaşlarıma, yoğun bakım ve serviste görevli hemşire arkadaşlarıma, teknisyenlerimize, memurlarımıza, hasta bakım, temizlik ve tüm hastane personelimize, değerli ablalarım Filiz DEDEOĞLU ve Reyhan GÜNGÖR CİBİR'e ve Serdar TOPAL'a en içten duygularımla teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan desteklerini eksik etmeyen hertürlü zorlukla başa çıkmamda yardımcı olan annem ve babam Selma-İrfan KARAÇUHA'ya, her zaman örnek aldığım sevgili ablam Nuray Merve KARABULUT ve eşi Hüseyin Fırat KARABULUT'a sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Bu uzun ve stresli süreçte zorlukların üstesinden gelmemi sağlayan, en stresli olduğum anda bile sabrını ve sevgisini eksik etmeyen, hayat arkadaşım, çok sevgili eşim Dr. Büşra ALPTEKİN KARAÇUHA'ya, onunla beraber benim de ailem olan Beyhan-Abdullah-Halil İbrahim ALPTEKİN'e ve evimize renk, dünyamıza ışık katan canım kızım Hazel Meva KARAÇUHA'ya sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Dr. Ali Fuat KARAÇUHA

Ankara 2023

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan i
Özgünlük Raporu ii
Kabul Onay Sayfası iii
Teşekkür iv
İçindekiler vi
Kısaltmalar x
Resimler xi
Tablolar xvi

1. ÖZET 1
2. ABSTRACT 8
3. GİRİŞ 15
4. GENEL BİLGİLER 16
4.1. Tarihçe 16
4.2. Mitral Kapak Anatomisi 32
4.2.1. Mitral Anulus 34
4.2.2. Lifletler 35
4.2.2.1. Anterior Liflet (Septal veya Aortik) 36
4.2.2.2. Posterior Liflet (Mural) 37
4.2.3. Komissürler 38
4.2.4. Korda Tendinealar 39
4.2.5. Papiller Kaslar 41
4.2.5. Sol Atriyum ve Ventrikül 43
4.3. Mitral Kapak Histolojisi 44
4.4. Mitral Kapak Fizyolojisi 44
4.5. Mitral Kapak Hastalıkları 45
4.5.1. Mitral Kapak Darlığı 46
4.5.1.1. Etyoloji 47
4.5.1.2. Patofizyoloji 47
4.5.1.3. Klinik Bulgular 50
4.5.1.4. Medikal Tedavi 51
4.5.1.4. Cerrahi Tedavi 52
4.5.1.5. Hasta Takibi 54

4.5.1.6. Fiziksel Aktivite ve Egzersiz 54
4.5.2. Mitral Kapak Yetmezliği 54
4.5.2.1. Etyoloji 54
4.5.2.2. Primer Mitral Yetmezlik 59
4.5.2.3. Primer Mitral Yetmezlikte Medikal Tedavi 61
4.5.2.4. Primer Mitral Yetmezlikte Cerrahi Tedavi 61
4.5.2.5. Primer Mitral Yetmezlikte Hasta Takibi 65
4.5.2.6. Sekonder Mitral Yetmezlik 66
4.5.2.7. Sekonder Mitral Yetmezlikte Medikal Tedavi 67
4.5.2.8. Sekonder Mitral Yetmezlikte Cerrahi Tedavi 67
4.5.2.9. Sekonder Mitral Yetmezlikte Hasta Takibi 72
4.5.2.10. Mitral Yetmezlik Carpentier Fonksiyonel Sınıflaması 73
4.5.3. Klinik Bulgular 77
4.5.4. Mitral Kapağın Ekokardiyografi ile Değerlendirilmesi 78
4.6. Mitral Kapak Onarımı 80
4.6.1. Mitral Kapak Onarımına Genel Bakış 80
4.6.1.1. Onarımın Önemi 80
4.6.1.2. Mitral Kapak Onarımında Cerrahi Başarının Tanımı 81
4.6.1.4. Operasyon Endikasyonları 84
4.6.1.5. Ne Zaman Onarım Ne Zaman Replasman 85
4.6.1.6. Preoperatif ve Peroperatif Değerlendirme 87
4.6.1.7. Onarımın Genel Prensipleri 87
4.6.1.8. Onarım Sırası 88
4.6.1.9. Dikiş Malzemesi ve Yerleşimi 88
4.6.1.10. Leaflet Kusurlarının Kapatılmasına İlişkin Genel İlkeler 88
4.6.1.11. Tek Liflet veya İki Liflet Onarımı 88
4.6.2. Anuloplasti: Süturler, Bantlar ve Ringler 89
4.6.2.1. Anuloplastinin Rolü ve Uygulanması 89
4.6.2.2. Sütur Anuloplasti 90
4.6.2.2.1. Komissürel Anuloplasti 90
4.6.2.2.2. Posterior Anuloplasti 91
4.6.2.3. Ring veya Band Anuloplasti 96
4.6.2.3.1. Anüler Destek Protezlerine Genel Bakış 96
4.6.2.3.2. Sert ve Yarı Sert Ringler 97
4.6.2.3.3. Esnek Ringler 98

4.6.2.3.4. Hangi Ring Ne Zaman Kullanılmalı? 100
4.6.2.4. Yerleştirme Tekniği 100
4.6.2.5. Boyut Ayarlama 101
4.6.2.5.1. Asimetrik Anuloplasti 101
4.6.3. Kommissurotomi 102
4.6.4. Anterior Leaflet Onarım Teknikleri 103
4.6.4.1. Trianguler Rezeksiyon 103
4.6.4.2. Leaflet Kısaltma 104
4.6.4.3. Serbest Kenarın Yeniden Düzenlenmesi 105
4.6.5. Posterior Leaflet Onarım Teknikleri 106
4.6.5.1. Posterior Leaflet Pilikasyonu 106
4.6.5.2. Quadrianguler Rezeksiyon 107
4.6.5.3. Trianguler Rezeksiyon 107
4.6.5.4. Sliding Liflet Plasti 108
4.6.5.5. Posterior Folding Plasti 110
4.6.5.6. Anuler Kalsifikasyonun Temizlenmesi 111
4.6.6. Komissural Onarım Teknikleri 113
4.6.6.1. Perikard ile Komissuroplasti 113
4.6.6.1. Sliding Liflet Plasti veya Parakomissural Sliding Plasti 114
4.6.6.1. Parakomissural Uçtan Uca Onarım (Komissuroplasti) 115
4.6.7. Diğer Teknikler 115
4.6.7.1. Liflet Debritmanı 115
4.6.7.2. Korda Uzatma 115
4.6.7.3. Korda Keserek Serbestleştirme 115
4.6.7.4. Posterior Papiller Kasın Yeniden Pozisyonlanması 116
4.6.7.5. Korda Kısaltma 118
4.6.7.6. Papiller Kasın Kısaltılması 119
4.6.7.7. Kordal Transpozisyon veya Transfer 120
4.6.7.8. Korda Replasmanı 121
4.6.7.9. Posterior Triküspit Leaflet Ototransplantı 125
4.6.7.10. Papiller Kas Tamiri 126
4.6.7.11. Kenardan Kenara veya Çift Orifis Tamiri 126
5. GEREÇ VE YÖNTEM 127
5.1. Çalışma Popülasyonu ve Çalışma Protokolü 127
5.2. İstatistiksel Analiz 144

6. BULGULAR **145**
7. TARTIŞMA **162**
8. SONUÇ **178**
9. KAYNAKLAR **183**

KISALTMALAR

AF : Atriyal Fibrilasyon
AHA : American Heart Association
ASD : Atriyal Septal Defekt
AVR : Aort Kapak Replasmanı
CRT : Kardiyak Resenkronizasyon Terapisi
DM : Diabetes Mellitus
EF : Ejeksiyon Fraksiyonu
HT : Hipertansiyon
IBM : International Business Machines Corporation
KABG : Koroner Arter Baypas Greftleme
KOAH : Kronik Obstruktif Akciğer Hastalığı
KPB : Kardiyopulmoner Baypas
LVAD : Left Ventricular Assist Devices
M.Ö. : Milattan Önce
MD : Mitral Darlığı
MVO : Mitral Kapak Onarımı
MVR : Mitral Kapak Replasmanı
MY : Mitral Yetmezliği
NYHA : New York Heart Association
PTFE : Politetrafloroetilen
PCI : Perkutan Koroner Girişim
SR : Sinüs Ritmi
SVDSÇ : Sol Ventrikül Diastol Sonu Çapı
SVO : Serebro Vasküler Olay
SVSSÇ : Sol Ventrikül Sistol Sonu Çap
TAVI : Transkatater Aort Kapak İmplantasyonu
TEER : Transkatater Uç-Uç Onarım
TD : Triküspit Darlığı
TKDCD : Türk Kalp ve Damar Cerrahisi Derneği
TY : Triküspid Yetmezliği

RESİMLER

Resim 4.1. Bir kadavranın diseksiyonu, 15. yüzyıl tablosu (21) 17
Resim 4.2. Leonardo da Vinci'ye ait insan kalbi eskizi (25) 20
Resim 4.3. Leonardo da Vinci'ye ait insan kalp kapakları, korda tendinea ve papiller kaslar eskizi (25) 21
Resim 4.4. Andreas Vesalius tarafından yazılmış olan De Humani Corporis Fabrica isimli eser (40) 22
Resim 4.5. Andreas Vesalius tarafından yazılmış olan De Humani Corporis Fabrica isimli eserden insan anatomisi tasviri (40) 23
Resim 4.6. Andreas Vesalius tarafından yazılmış olan De Humani Corporis Fabrica isimli eserden kardiyak anatomi tasviri (40) 23
Resim 4.7. Daniel Hale Williams, kalbinden bıçaklanan bir adamı başarıyla ameliyat eden ve literatüre bildiren ilk cerrah. 26
Resim 4.8. Ludwig Rehn, kalp yaralanmasını sütur ile tedavi eden tıp tarihindeki ilk cerrah 27
Resim 4.9. Elliot Carr Cutler, ilk kez mitral valvulotomi operasyonu gerçekleştiren cerrah 28
Resim 4.10. Alain Carpentier, mitral kapak patolojisinin dikkatli analizinin önemini belirleyerek, kapak tamirinin çeşitli tekniklerini ayrıntılı olarak açıklayarak ve özellikle anuloplasti halkalarının kullanımıyla erken ve geç takiplerinde iyi sonuçlar bildirerek bu alana öncülük eden Fransız cerrah 29
Resim 4.11. İlk Kalp Makinasının Şematik Çizimi 30
Resim 4.12. Mitral Aparatusu Oluşturan Fonksiyonel Üniteler (87) 33
Resim 4.13. Mitral anulusun eğer şeklindeki konfigürasyonu (87) 34
Resim 4.14. Mitral Kapak Anatomik Komşuluklar; Fibröz trigonlar, atrio-valvuler bileşke ve annulus yapısının ilişkisi (92) 35
Resim 4.15. Mitral Kapağın Segmental Analizi Amacıyla Lifletlerin Bölgesel Temsiliyeti (99) 36
Resim 4.16. Clear Zone, Rough Zone ve Bazal Zone Görüntüleri (90) 38
Resim 4.17. Mitral Kapak Liflet yapıları, koaptasyon zonları ve kordalar ile anulo-papiller devamlılığın şematik çizimi (92) 38
Resim 4.18. Mitral Kapak Korda Tendinea Tipleri (92) 40
Resim 4.19. Mitral Kapak Atriyal Görünüm ve Papiller Kaslar (92) 41

Resim 4.20. Morfolojilerine Göre Papiller Kasların Tiplendirmesi (92) 43
Resim 4.21. Mitral kapak patolojileri klinik görünüm ve morfolojik özellikleri (92) 46
Resim 4.22. Romatizmal mitral kapak darlığı balık ağzı deformitesi (120) 48
Resim 4.23. New York Kalp Cemiyeti'nin (NYHA) konjestif kalp yetersizliği sınıflaması (123) 50
Resim 4.24. Orta - Ciddi Mitral Darlığı Olan Hastaların Takip ve Tedavisinde Önerilen Algoritma (125) 53
Resim 4.25. Primer ve Sekonder Mitral Yetmezlik Etyoloji Sınıflandırması (130). 55
Resim 4.26. Şiddetli kronik PMY hastalarında tedavi algoritması (125). 63
Resim 4.27. Primer MY'de, ESC/EACTS (2017), ACC/AHA (2017) VE TKDCD (2020)'ye ait invazif girişim ve cerrahi endikasyonları (264). 64
Resim 4.28. Ciddi Kronik Sekonder Mitral Yetmezliği Hastalarında Tedavi Algoritması (92). KAH= koroner arter hastalığı; CABG= koroner arter baypass grefting; CRT= kardiyak resenkronizasyon terapisi; LVAD= left ventricular assist devices; PCI= perkutan koroner girişim; TAVI= transkatater aort kapak implantasyonu; TEER: transkatater uç-uç onarım. 69
Resim 4.29. Sekonder MY'de, ESC/EACTS (2017), ACC/AHA (2017) VE TKDCD (2020)'ye ait invazif girişim ve cerrahi endikasyonları (264) 70
Resim 4.30. Carpentier'in fonksiyonel mitral yetmezlik sınıflandırması (92) 73
Resim 4.31. Mitral Kapağın Segmental Analizi (99) 74
Resim 4.32. Carpentier'in fonksiyonel sınıflandırması Tip I (92) 75
Resim 4.33. Carpentier'in fonksiyonel sınıflandırması Tip II (92) 76
Resim 4.34. Carpentier'in fonksiyonel sınıflandırması Tip IIIa-b (92) 77
Resim 4.35. Başarılı Mitral Kapak Onarımının 3 Şartı 82
Resim 4.36. Mitral Kapağa Yaklaşım İnsizyonları 82
Resim 4.37. Komissurel Anuloplasti Tekniği (from Reed GE. Repair of mitral regurgitation. An 11-year experience. Am J Cardiol. 1973:31:494-496) 90
Resim 4.38. Kay Posterior Anuloplasti Tekniği. (233) 91
Resim 4.39. Gerbode Posterior Plasti Tekniği; a-şematik; cerrahi yaklaşım, b-AML, anterior mitral liflet; P, posterior mitral liflet (230) 92
Resim 4.40. Posterior perikardiyal strip ile güçlendirilmiş Gerbode plasti tekniği, AML, anterior mitral liflet (230) 92
Resim 4.41. Paneth-Burr Posterior Sutür Anuloplasti (235) 93
Resim 4.42. Doğrusal Segmental Anuloplasti Tekniği. Posterior mitral anulusun ilk segmenti 2/0 poliprolen sutür ile dönülüyor (238) 94

Resim 4.43. Doğrusal Segmental Anuloplasti Tekniği. 3 adet 2/0 poliprolen sutür turnikeden geçirilmiş (238) 94
Resim 4.44. Sutür Anuloplasti Tekniği (239) 95
Resim 4.45. Ventriküler Yaklaşımla Posterior Sutür Anuloplasti Tekniği (240) 96
Resim 4.46. Sert ve Yarı Sert Ringler 97
Resim 4.47. Seguin Yarı Sert Ringler (244) 98
Resim 4.48. P... TFE Sutür Boyunun Ayarlanabilmesi İçin Kılavuz Noktalara Sahip Bir Ring (355) 98
Resim 4.49. Tam ve Parsiyel Esnek Ringler (245) 99
Resim 4.50. Ayarlanabilir Esnek Ring (245) 99
Resim 4.51. Asimetrik Anuloplasti Tekniği (116) 102
Resim 4.52. Komissural Ayırma Tekniği. Lifletlere tespit sutürleri yerleştirilmesi sonrası komissur füzyon hattı boyunca dikkatli bir şekilde anulusu koruyarak ayrılır (131). 102
Resim 4.53. Füzyona Uğramış Kordaların Ayrılması Tekniği (131) 103
Resim 4.54. Anterior Trianguler Rezeksiyon Tekniği (257) 104
Resim 4.55. Barlow Hastalığında Anterior Trianguler Rezeksiyon ve Posterior Trianguler Rezeksiyon Tekniği (259) 104
Resim 4.56. Anterior Liflet Kısaltma Tekniği (260) 105
Resim 4.57. Serbest Kenar Remodelling Tekniği (263) 106
Resim 4.58. Posterior Liflet Plikasyonu (365) 106
Resim 4.59. Quadrianguler Rezeksiyon, Posterior Lifletten Dörtgen Şeklinde Doku Çıkarılması ve Kalan Kenarların Primer Sutür ile Yaklaştırılması (365) 107
Resim 4.60. Posterior Triangüler Rezeksiyon; Posterior Lifletten Üçgen Şeklinde Doku Çıkarılması ve Kalan Kenarların Primer Sutür ile Yaklaştırılması (365) 108
Resim 4.61. Sliding Liflet Tekniği (367) 109
Resim 4.62. Modifiye Sliding Liflet Onarımı ve Liflet Rotasyonu 110
Resim 4.63. Posterior Folding Plasti, Posterior liflette fazla ekzesif doku varlığında kullanılır (258) 110
Resim 4.64. Double-Breasted Mitral Kapak Onarımı (369) 111
Resim 4.65. Ventrikül ve Liflet Kalsifikasyon Sınıflaması; a) Anulusta Sınırlı Kalsifikasyon, b) Lifletlere Uzanan Anuler Kalsifikasyon, c) Anulustan Miyokarda Uzanan Kalsifikasyon, d) Anulo-Papiller Devamlılığı Kaplayan Kalsifikasyon (371) 111
Resim 4.66. Kalsifikasyon Debritmanı ve Primer Kapatma Tekniği (371) 112
Resim 4.67. Sliding Atriyum Tekniği (371) 112

Resim 4.68. Perikardiyal Yama ile Anuler Rekonstrüksiyon (372) 113
Resim 4.69. Perikard ile Komissuroplasti Tekniği 113
Resim 4.70. Sliding Liflet Plasti veya Parakomissural Sliding Plasti (374, 375) 114
Resim 4.71. Parakomissural Uçtan Uca Onarım Tekniği (376) 115
Resim 4.72. Korda Kesme (377) 116
Resim 4.73. Posterior Papiller Kasın Yeniden Pozisyonlanması (381) 116
Resim 4.74. Carpentier Tip IIIb'de Posterior Papiller Kasın Yeniden Pozisyonlanması (382) 117
Resim 4.75. Gore-Tex tüp ile Papiller Kas Askısı (383) 118
Resim 4.76. Kordal Kısaltma Tekniği (385) 119
Resim 4.77. Kordal Kısaltma Tekniği (384) 119
Resim 4.78. Papiller Kasın Kısaltılması (386) 120
Resim 4.79. Posterior Korda Transferi; a) Kordanın Kesilmesi, b) Rezeksiyon, c) Primer Sutür ile Liflet Kenarlarının Yaklaştırılması (385) 120
Resim 4.80. Liflet Kenarının Sekonder Kordaya Dikilmesi (82) 121
Resim 4.81. Sekonder Kordanın Liflet Kenarına Taşınması (384) 121
Resim 4.82. Gore-Tex kordaların yerleştirilmesi (393) 123
Resim 4.83. Artificial Korda Boyu Ayarlamak İçin Kullanılan Teknikler (395) 124
Resim 4.84. 4-0 ve 5-0 PTFE Sutür ile Korda Replasmanı (216, 396) 125
Resim 4.85. Uçtan Uca Onarım - Alfieri Tekniği; a) Liflet Serbest Kenarlarından Sutür Geçilmesi, b) Liflet Serbest Kenarlarının Yaklaştırılması, c) Sutür Atılırken Subvalvular Yapılardan Geçilmemeli (401) 126
Resim 5.1. Kadaverik Kalpte Mitral Anulusun Atriotomiden Görünümü 132
Resim 5.2. Mitral Anulus (87) 132
Resim 5.3. Com ve Tg Açıları (6) 133
Resim 5.4. Kadaverik Kalpte Sol Ventrikül Diseksiyonu Sonrası Mitral Kapak 135
Resim 5.5. Kadaverik Kalpte Tenting Mesafesi Ölçümü 136
Resim 5.6. Tenting Mesafesi ve Alanı (6) 136
Resim 5.7. Kadaverik Kalpte Papiller Kaslar ve Papiller Kaslar Arası Açı Ölçümü 138
Resim 5.8. Kadaverik Kalplerde Chordae Tendineae Uzunlukları ve Morfolojik Dağılımı 139
Resim 6.1. Cinsiyete göre BSA Dağılım Grafiği 146
Resim 6.2. Cinsiyete Göre Kalp Ağırlığı Grafiği 147
Resim 6.3. Mitral Anuler Çapın Cinsiyete göre Dağılımı Grafiği 150
Resim 6.4. Mitral Anuler Yüksekliğin Cinsiyete göre Dağılımı Grafiği 150

Resim 6.5. Cinsiyete göre Tenting Yüksekliği Dağılımı Grafiği 153
Resim 6.6. Cinsiyete göre Tenting Alanı Dağılımı Grafiği 153
Resim 6.7. Cinsiyete göre Toplam Korda Tendinea Sayıları Grafiği 156
Resim 6.8. Yaşa göre Aort Anulus Çapı Dağılımı Grafiği 157
Resim 6.9. Yaşa göre Sinüs Valsalva Çapı Dağılımı Grafiği 158
Resim 6.10. Yaşa göre Sinotübüler Bileşke Çapı Dağılımı Grafiği 158
Resim 6.11. Cinsiyete göre Aortiko-Mitral Bileşke Açısı Dağılımı Grafiği 159
Resim 6.12. Cinsiyete göre Aortiko-Mitral Bileşke Mesafesi Dağılımı Grafiği 159
Resim 6.13. Oval Atriyal Apendaj 160
Resim 6.14. Eliptik Atriyal Apendaj 160
Resim 6.15. Üçgen Atriyal Apendaj 160
Resim 6.16. Dörtgen Atriyal Apendaj 160
Resim 6.17. Mitral Anulus - Sirkumfleks Arter Mesafesi (Saat 9 Yönü) 161
Resim 6.18. Mitral Anulus - Sirkumfleks Arter Mesafesi (Saat 6 Yönü) 161
Resim 7.1. Mitral Anuloplasti Sonrası Sirkumfleks Arterde Oklüzyonun Koroner Anjiografideki Görünümü (360) 174

TABLOLAR

Tablo 4.1. Mitral Aparatusu Oluşturan Yapılar 33
Tablo 4.2. Mitral Kapak Kordalarının Dağılımı 40
Tablo 4.3. Morfolojilerine göre papiller kas tipleri (82) 42
Tablo 4.4. Ekokardiyografik Olarak Mitral Darlık Sınıflaması (125) 49
Tablo 4.5. Klinik olarak anlamlı mitral darlığında PMK ya da mitral kapak replasmanı endikasyonları (125) 52
Tablo 4.6. Mitral Kapak Hastalıkları Etiyolojisi 56
Tablo 4.7. 2D Ekokardiyografiye Göre Ciddi Mitral Yetersizliği Kriterleri 59
Tablo 4.9. Primer Mitral Yetersizliği Cerrahi Endikasyonlar 65
Tablo 4.10. Sekonder Mitral Yetersizliği Cerrahi Endikasyonlar 71
Tablo 4.11. Carpentier'in Fonksiyonel Mitral Yetmezlik Sınıflaması 73
Tablo 4.12. TEE'de Mitral Kapakçık Segmentleri 79
Tablo 4.13. Hafif Üzeri (> 1/4) Ve Ciddi (> 2/4) Mitral Yetersizliğin Tekrarlamama Oranları 85
Tablo 5.1. Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler 128
Tablo 6.1. Kadavraların Demografik Özellikleri 145
Tablo 6.2. Yaş Gruplarına Göre Ortalama Kalp Ağırlığı ve Kalp Boyutları 147
Tablo 6.3. Mitral Kapak Anuler Ölçümler 149
Tablo 6.4. Mitral Kapak Lifletleri ile İlgili Ölçümler 152
Tablo 6.5. Subvalvuler Aparat Ölçümleri 154
Tablo 6.6. Korda Tendinea Sayıları (En Az – En Çok) 155
Tablo 6.7. Korda Tendinea Ortalama Uzunlukları (mm) 156
Tablo 7.1. İnsan Kalp Boyutları 162
Tablo 7.2. İnsan Kalp Ağırlığı 163
Tablo 7.3. İnsan Mitral Kapak Boyutları 165
Tablo 7.4. İnsan Kompleks Mitral Kapak Ünitesinin Segmenter Analizleri 170
Tablo 7.5. Farklı Çalışmalarda Bakılan Mitral Kapağın Morfolojisinin Karşılaştırması 176

1. ÖZET

Giriş: Gelişmekte olan ülkelerde kalp kapak hastalıkları oldukça yaygındır. Açık kalp ameliyatları içerisinde sıklık olarak kalp kapak ameliyatları, koroner bypass cerrahisinden sonra ikinci sıradadır. Avrupa'da yapılan ve 25 ülkenin dahil edildiği Euro-Heart çalışmasına bakıldığında, en sık gözlenen kalp kapak patolojilerinde mitral kapak yetmezliği, aort darlığından sonra ikinci sırayı almaktadır (1). Mitral kapak cerrahisi, mümkünse işlevsiz kapağın onarılmasını veya onarılamayacak durumda ise yenisiyle değiştirilmesini amaçlar. Ancak en can alıcı nokta, kardiyak fonksiyonun korunması ve geri dönüşümsüz miyokardiyal hasar ve sol ventrikül dilatasyonunun önlenmesi için zamanında cerrahi girişim yapılmasıdır (2).

Mitral kapak, diyastol sırasında sol ventriküle (LV) hızlı kan akışına izin veren ve sistol sırasında kapanıp sol atriyumu sol ventrikülden ayırarak kalbin tek yönlü kan pompalamasına izin veren dinamik üç boyutlu kompleks bir sistemdir (3). Mitral kapağın fizyolojik işleyişi, karmaşık bileşenleri, biyomekanik özellikleri ve yapısal bütünlüğü olan karmaşık bir anatomik yapıya dayanmaktadır. Mitral kapak anatomik açıdan değerlendirildiğinde mitral kapak lifletleri ve komissürleri ile papiller kaslar ve korda tendinealardan oluşan subvalvüler aparat olmak üzere iki ana bileşenden oluşur (4,5). Ancak bu anatomik yapılar sol ventrikül ve sol atriyum ile "işlevsel bir bütünlük" içinde işlev görürler. Bu yapıların uyumsuz çalışması, morbidite ve mortalite ile ilişkili mitral kapak fonksiyon bozukluğuna yol açabilir (6). Bu nedenle mitral kapağın morfolojisini, daha spesifik olarak anulusu, lifletleri ve subvalvüler aparatta yer alan bileşenleri ve bu yapıların sol ventrikül ve sol atriyum ile ilişkisini belirlemek için gözden geçirmek gereklidir.

Mitral kapak onarımının kapak replasmanına göre avantajı, sol ventrikül fonksiyonunun korunması, endokardit, tromboembolizm ve antikoagülan kullanımına bağlı kanama riskinde önemli bir azalma ve yaşam beklentisinde genel olarak önemli bir artıştır (7-11).

Amaç: Bu çalışma, mitral kapak disfonksiyonlu cerrahi girişim uygulanan hastalarda uygulanacak girişimi optimize etmek için gerekli morfolojik verileri belgelemeyi ve cerrahi tedavi stratejilerine yardımcı olacak özgün cihaz tasarımları geliştirmeyi amaçlamaktadır. Daha ileri araştırma ürünleri hasta sonuçlarını etkileyebilir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya yüz yirmi kardiyak kadaverik analizi dahil edilmiştir. Diseksiyonlar Adli Tıp Kurumu Ankara Grup Başkanlığı Morg İhtisas Dairesi'nde yapılmıştır.

Çalışmada araştırılacak parametreler detaylı literatür taramasından sonra yapılan düzenli toplantılarda belirlenmiştir. Dr. Ali Fuat Karaçuha tüm verileri toplamış ve saklamıştır. Bulguları doğrulamak, benzer çalışmaların farklı popülasyonlarda tekrar üretilebilmesi ve ölçüm tekniklerinin kolay anlaşılmasını sağlamak için sistematik olarak fotoğraf kayıtları alınmıştır. Araştırma prospektif olarak gerçekleştirilmiştir.

Kadaverik analiz sırasında yaş, cinsiyet, boy, kilo, kalp ağırlığı, kalp boyutu, mitral kapak anulus, mitral kapak lifletler, subvalvular aparatus ve anatomik komşuluk yapıları değerlendirilmiştir. Ölçümler otopsi akışını ve kurum işleyişini bozmayacak şekilde yapılmıştır. Sonuçlar SPSS programı ile istatiksel olarak analiz edilmiştir.

Kompleksin bileşenlerini görüntülemek için sol atriyumdan kalbin apeksine uzanan hat boyunca ve kalbin apeksinden sol ventrikül çıkım yoluna uzunlamasına bir kesi yapılarak sol ventrikül boşluğu açılmıştır. Mitral kapak ve mitral aparatus katılan bütün elemanlar ile aort kapak ve aortiko-mitral devamlılık ve mitral kapak komşulukları cerrahi anatomisi ayrıntılı olarak incelenmiştir. Mitral kapak değerlendirmesinde araştırılan 31 adet parametre; uzunluk, mesafe, alan, derece, yükseklik ölçümlerinden oluşmaktadır ve aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 1.1. Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Morfolojik Parametreler
Intertrigonal Mesafe (IT: Sağ ve Sol Trigonlar Arası Mesafe)
Komissural Genişlik (Komissürler Hizasında Anuler Mesafe)
AL-PM (Anterolateral – Posteromedial) Mesafesi
AP Mesafesi(Anterior ve Posterior Anuler Orta Noktalar Arası Mesafe)
Mitral Anuler Çap
Mitral Anuler Yükseklik
Mitral Anuler Alan
NPA (Non-Planarity Angle, Anterior ve Posterior Anuler Orta Noktaların Comissür Hattındaki Açısı)
Tg Açısı (Sağ ve Sol Trigonlar ile Anulus Orta Nokta Arasındaki Açı)
Com Açısı (CW ile Anulus Orta Nokta Arasındaki Açı)
Anterior ve Posterior Liflet Boyları
Anterior ve Posterior Liflet Alanları
Posterior Scallop Uzunlukları
Komissür Yükseklikleri
Tenting Mesafesi
Tenting Alanı
Papiller Kas Uzunlukları
Papiller Kaslar Arası Mesafe
Papiller Kaslar Arası Açı
Korda Tendineae Uzunlukları ve Morfolojik Dağılımı
Aortiko-Mitral Bileşke Mesafesi
Aortiko-Mitral Bileşke Açısı
Aortik Anulus
Aort Sinüs Valsalva Genişliği
Sinotübüler Bileşke
Aortik Anulus ile Sinotübüler Bileşke Arası Yükseklik
Sol Atriyal Appendaj Morfolojisi
Mitral Anulus ile Circumfleks Koroner Arter Anatomik Mesafe İlişkisi
Mitral Anulus ile Koroner Sinüs İlişkisi
Sol Ventrikül Duvar Kalınlıkları (Septum ve Arka Duvar Kalınlıkları)

Bulgular: Çalışmamıza 2022 ile 2023 yılları arasında yapılan 120 kadaverik örnekte kardiyak analiz dahil edildi. Tüm örnekler 19 ila 82 yaşları arasındaki (ortalama 46,4 ± 15,6 standart sapma) olgulardan oluşmaktadır. 47 kadın(%39), 73 erkek(%61) örnek çalışılmıştır. Vücut ağırlıkları 43 ila 116 kg (70,6 ± 17,7 kg) arasında ve boyları 146 ila 189 cm (169,2 ± 8,1 cm) arasında değişmektedir. Vücut kitle indeksleri 14,2 ile 40,1 (24,8 ± 6,4), vücut yüzey alanları, Dubois Formülü 'ne göre, 1,4 ile 2,3 (1,8 ± 0,2) arasında idi. Kadınlarda kalp ağırlığı 216-385gr arasında değişirken erkeklerde 250-440 gr arasında bulundu. Ortalama kalp ağırlığı kadınlarda 278,4 ± 33,7 gr ölçülürken erkeklerde 356,1 ± 41,9 gr ölçüldü.

Mitral kapağın anuler çevresi 6,0 cm ile 12,4 cm aralığında, ortalama 8,8 ± 1,6 cm; kadınlarda 8,5 ± 1,3 cm, erkeklerde 9,0 ± 1,7 cm ölçüldü. Mitral kapak alanı 3,1 cm^2 ile 8,4 cm^2 arasında, ortalama 5,9 ± 1,2 cm^2; kadınlarda 5,5 ± 1,1 cm^2, erkeklerde 6,1 ± 1,2 cm^2 ölçüldü. Aortiko-mitral bileşke açısı kadınlarda 158 derece ile 169 derece arasında, erkeklerde 158 derece ile 170 derece arasında, ortalama 163,4 ± 3,4 derece ölçüldü. Aortiko-mitral bileşke mesafesi kadınlarda 3,4 mm ile 4,2 mm arasında, erkeklerde 3,1 mm ile 4,5 mm arasında; ortalama 3,9 ± 0,5 mm; kadınlarda 3,8 ± 0,3 mm, erkeklerde 4,1 ± 0,4 mm ölçüldü. Non-Planarity Angle (NPA) 120 derece ile 151 derece arasında, ortalama 135,7 ± 8,4 derece ölçülmüştür. Anuler eyer yapısını etkileyen tek faktör NPA değildir, APCWR, AHCWP, liflet açıları, tenting yüksekliği ve tenting alanı dahil olmak üzere genel koaptasyon üçgeni de mitral kapak geometrisi ve işlevinin değerlendirilmesinde önemli bir rol oynar. Çalışmamızda AHCWR kadınlarda 0,28 ± 0,04 bulunurken erkeklerde 0,28 ± 0,06 bulunmuştur. APCWR ise kadınlarda 0,94 ± 0,1 bulunurken, erkeklerde 0,95 ± 0,1 bulunmuştur. Tenting 8,3 mm ile 14,5 mm arasında, ortalama 11,4 ± 1,0 mm; kadınlarda 11,1 ± 0,4 mm, erkeklerde 11,5 ± 1,2 mm ölçüldü. Tenting alanı 114,2 mm^2 ile 266,0 mm^2 arasında, ortalama 166,8 ± 38,7 mm^2; kadınlarda 156,9 ± 30,8 mm^2, erkeklerde 173,2 ± 41,9 mm^2 olarak hesaplandı.

Mitral kapak lifletleri bir yelken gibi işlev görürken anulus ve kordalar lifletleri direk ve halatlar gibi destekler. Özellikle sağ ve sol strut kordalar, lateral ve medial papiller kasları anterior lifletin uçları ile birleştirir ve sol ventrikül basıncına karşı destekler. Posterior lifletin 3 skallopu (P1, P2 ve P3) hilal şeklindeki yelkenler gibidir ve küçük komissural skalloplar birlikte mitral anulus ile anterior liflet arasındaki boşlukları doldurur. Posterior lifletin en uzun ve en geniş segmenti P2/orta skalloptur. Anterior lifletin anulusta kapladığı çevresel uzunluğun posterior lifletin anulusta kapladığı çevresel uzunluğa oranı 3/5 olarak ölçülmüştür.

Anuloplasti halkalarının boyutlandırılması için referans noktaları olarak savunulan trigonlar, komissürler ve anulus parametreleri incelendiğinde inter-trigonal (IT) mesafe 14,4 mm ile 35,5 mm aralığında, ortalama 22,4 ± 4,1 mm; kadınlarda 22,0 ± 3,7 mm, erkeklerde

22,6 ± 4,4 mm ölçüldü. Komissürler hizasındaki anuler genişlik (CW) 18,6 mm ile 43,4 mm aralığında, ortalama 28,2 ± 4,8 mm; kadınlarda 27,3 ± 4,0 mm, erkeklerde 28,8 ± 5,2 mm ölçüldü. Anulus en geniş yerinde (AL-PM mesafesi) 19,5 mm ile 44,1 mm aralığında, ortalama 29,4 ± 4,8 mm; kadınlarda 28,7 ± 3,9 mm, erkeklerde 29,8 ± 5,2 mm ölçüldü. Anterior ve posterior anuler orta noktalar arası mesafe (AP) 17,9 mm ile 39,9 mm aralığında, ortalama 26,6 ± 6,2 mm; kadınlarda 25,5 ± 5,5 mm, erkeklerde 27,2 ± 6,5 mm ölçüldü. Anuler çap 6,0 cm ile 12,4 cm aralığında, ortalama 8,8 ± 1,6 cm; kadınlarda 8,5 ± 1,3 cm, erkeklerde 9,0 ± 1,7 cm ölçüldü. Anterior lifletin anulus çevresinde kapladığı alanın posterior lifletin anulus çevresinde kapladığı alana oranı ortalama 3/5 ölçüldü. Anuler yükseklik 4,9 mm ile 10,9 mm arasında, ortalama 7,7 ± 1,3 mm; kadınlarda 7,6 ± 1,0 mm, erkeklerde 7,9 ± 1,4 mm ölçüldü. Anuler alan ortalama 5,9 ± 1,2 cm^2; kadınlarda 5,5 ± 1,1 cm^2, erkeklerde 6,1 ± 1,2 cm^2 ölçüldü. Anterior ve posterior noktaların komissür hattındaki açısı (NPA / Non-Planarity Angle) 120 derece ile 151 derece arasında, ortalama 135,7 ± 8,4 derece; kadınlarda 136,0 ± 6,1 derece, erkeklerde 135,5 ± 9,6 derece ölçüldü. Trigonlar ile anuler orta nokta arasındaki açı (Tg) 88 derece ile 110 derece arasında, ortalama 96,2 ± 5,0 derece; kadınlarda 95,0 ± 3,7 derece, erkeklerde 95,6 ± 5,6 derece ölçüldü. CW ile anuler orta nokta arasındaki açı (Com) 130 derece ile 156 derece arasında, ortalama 139,3 ± 6,0 derece; kadınlarda 138,7 ± 5,1 derece, erkeklerde 139,6 ± 6,5 derece ölçüldü. Anterolateral komissür yüksekliği 2,7 mm ile 5,8 mm arasında, ortalama 3,9 ± 0,7 mm; kadınlarda 3,7 ± 0,5 mm, erkeklerde 4,0 ± 0,8 mm ölçüldü. Posteromedial komissür yüksekliği 2,6 mm ile 6,1 mm arasında, ortalama 3,8 ± 0,7 mm; kadınlarda 3,6 ± 0,4 mm, erkeklerde 3,9 ± 0,8 mm ölçüldü.

Anterolateral papiller kas uzunluğu 21,2 mm ile 42,8 mm arasında, ortalama 29,1 ± 4,3 mm; kadınlarda 29,0 ± 3,6 mm, erkeklerde 29,2 ± 4,7 mm ölçüldü. Posteromedial papiller kas uzunluğu 18,1 mm ile 44,1 mm arasında, ortalama 28,8 ± 4,9 mm; kadınlarda 29,2 ± 4,2 mm, erkeklerde 28,6 ± 5,3 mm ölçüldü. Papiller kas grubu içerisinde en uzun baş referans alınarak papiller kaslar arası mesafe 11,4 mm ile 21,5 mm arasında, ortalama 14,5 ± 2,2 mm; kadınlarda 14,5 ± 1,1 mm, erkeklerde 14,5 ± 2,7 mm ölçüldü. Papiller kaslar arası açı 16 derece ile 35 derece arasında, ortalama 22,8 ± 4,8 derece; kadınlarda 21,2 ± 3,6 derece, erkeklerde 23,8 ± 5,3 derece ölçüldü.

Her bir papiller kas, kafa başına ortalama 12 korda tendineaya sahipti. Ortalama korda tendinea sayısı 24,9 ± 3,7 olarak ölçülmüştür. Anterolateral papiller kastan çıkarak anterior liflete tutunan korda tendinea sayısı ortalama 4,9 ± 1,5 olarak görüldü ve uzunlukları ortalama 15,0 ± 5,4 mm ölçüldü. Anterolateral papiller kastan çıkarak P1 ve P2'ye tutunan ortalama korda tendinea sayısı sırasıyla 3,5 ± 0,6 ve 3,9 ± 1,1 olarak görüldü ve ortalama uzunlukları sırasıyla 11,7 ± 3,6 mm ve 15,7 ± 3,5 mm ölçüldü. Anterolateral papiller kastan çıkarak P3'e tutunan korda yoktu. Posteromedial papiller kastan çıkarak anterior liflete tutunan korda

tendinea sayısı ortalama 3,6 ± 0,6'tü ve ortalama uzunlukları 17,6 ± 4,3 mm ölçüldü. Posteromedial papiller kastan çıkarak P2 ve P3'e tutunan ortalama korda tendinea sayısı sırasıyla 3,9 ± 0,8 ve 3,0 ± 0,4 olarak görüldü ve ortalama uzunlukları sırasıyla 14,3 ± 4,2 mm ve 16,5 ± 4,6 mm olarak ölçüldü. Posteromedial papiller kastan çıkarak P1'e tutunan korda yoktu. Komissural korda tendinea sayısı ortalama 2,1 ± 0,3 olarak görüldü ve ortalama uzunlukları 17,8 ± 4,7 mm olarak ölçüldü. Analiz edilen kalplerin %32'sinde interpapiller korda tendinea görüldü ve ortalama boyları 9,0 ± 2,5 mm olarak ölçüldü. Tespit edilen en uzun korda 28,2 mm en kısa korda ise 5,4 mm idi.

Çalışmamızda da sol koroner dominant veya eş dominant anatomi yüzdeleri toplamı %29 bulunmuştur. Mitral anulus cerrahi eksplorasyon görüntüsü referans alınarak, 360 derece anulus, analog saat kadranına bölünerek saat 4, saat 6 ve saat 9 yönlerinde suture edilerek, anulus-sirkumfleks-koroner sinüs ilişkileri incelenmiştir. Yapılan analizlerde saat 9 yönünde anulus-sirkumfleks mesafesi 5 mm ile 13 mm arasında, ortalama 8,6 ± 2,0 mm, saat 6 yönünde 6 mm ile 19 mm arasında, ortalama 13,3 ± 1,0 mm ölçülmüştür. Koroner sinüsün saat 9, 6 ve 4 yönlerinde anulusa uzaklığı sırasıyla 7 mm ile 16 mm, 6 mm ile 19 mm ve 6 mm ile 20 mm aralığında ölçüldü. Ortalama uzaklığı sırasıyla (9-6-4) 10,7 ± 2,1 mm, 10,0 ± 2,3 mm ve 10,2 ± 2,3 mm ölçüldü.

Sonuç: Demografik değerler ile kalp boyutları arasında pozitif bir ilişki vardır. Mitral kapak yapısal bütünlüğü açısından anatomik bileşenler; cinsiyete, yaşa, boya, ağırlığa, BMI ve BSA'ya, kalp ağırlığına ve kalp boyutuna bağlı farklılaşmaktadır. Bu veriler ülkelere göre farklılıklar gösterebilir, bunun sebebi çalışılan örneklerin coğrafyasından veya ırkından kaynaklanıyor olabilir. Ortalama kalp ağırlığı erkeklerde kadınlardan daha yüksektir. Normal mitral kapağın çapının BSA ile logaritmik bir korelasyon gösterdiği gösterilmiştir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz verilere dayanarak, iyi bir kapak koaptasyonu için anterior-posterior anulus oranının 3/5'e geri getirilmesinin ve AHCWR ve APCWR oranlarının korunmasının temel olduğuna inanıyoruz. Papiller kasların olası varyasyonlarının yanı sıra normal anatominin tam olarak anlaşılması, birçok kardiyak anomalinin erken teşhisi için gereklidir ve çeşitli düzeltici kalp ameliyatlarında cerrahlara yardımcı olabilir. PTFE sutürlerin anulus seviyesinde çift loop ile düğümlenerek uzunluğunun ayarlanmasının, anulo-papiller devamlılığı en uygun şekilde gerçekleştireceğine inanıyoruz. Bununla birlikte, anatomik bulgularımızın, prosedürün uzunluğunu belirlemek için bir miktar rehberlik ve kural sunabileceğini düşünüyoruz.

Cerrahların ameliyattan önce hastanın anatomisi hakkında mümkün olduğunca fazla ayrıntı toplamasını, dikkatli ve titiz cerrahi teknikler kullanmasını ve insizyonu kapatmadan önce duvar hareketi anormalliklerini aramak için intraoperatif TEE kullanmasını öneririz.

Kalple ilgili standart verilere sahip olmak, antropologlar kadar cerrahlar için de yararlıdır. Bu çalışmanın bulguları, Türk popülasyonunda mitral kapak antropolojik değerlerinin standardizasyonunda değerli veriler sağlayabilir. Bu bilgiler, mitral kapağın cerrahi onarımında kardiyovasküler cerrahlar için yararlı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Mitral Kapak, Kadaverik Analiz, Morfoloji, Mitral Kapak Onarımı, Mitral Apparatus, Türk Popülasyonu, Anatomi

2. ABSTRACT

Introduction: Heart valve diseases are quite common in developing countries. Among open heart surgeries, heart valve surgeries are second in frequency after coronary bypass surgery. When we look at the Euro-Heart study, which was conducted in Europe and included 25 countries, mitral valve insufficiency is the second most common heart valve pathology after aortic stenosis (1). Mitral valve surgery aims to repair the dysfunctional valve if possible or to replace it if it is not repairable. However, the most crucial point is a timely surgical intervention to preserve cardiac function and avoid irreversible myocardial damage and left ventricular dilatation (2).

The mitral valve is a dynamic three-dimensional complex system that allows rapid blood flow to the left ventricle (LV) during diastole and closes during systole, separating the left atrium from the left ventricle, allowing the heart to pump blood unidirectionally (3). Mitral valve physiological functioning is based on a complex anatomical structure with complex components, biomechanical properties, and structural integrity. When the mitral valve is evaluated from an anatomical perspective, it consists of two main components: the mitral valve leaflets and commissures and the subvalvular apparatus consisting of papillary muscles and chordae tendineae (4,5). However, these anatomical structures function in a "functional unity" with the left ventricle and left atrium. Incompatible functioning of these structures may lead to mitral valve dysfunction associated with morbidity and mortality (6). Therefore, it is imperative to review the morphology of the mitral valve, more specifically, to identify the annulus, leaflets, and the components involved in the subvalvular apparatus and the interrelation of these structures with the LV and left atrium.

The advantage of mitral valve repair over valve replacement is the preservation of left ventricular function associated with a significant reduction in the risk of endocarditis, thromboembolism, and bleeding due to anticoagulant use, with an overall essential increase in life expectancy (7-11).

Aim: This study aims to document the morphological data required to optimize the intervention to be applied in patients with mitral valve dysfunction undergoing surgical intervention and to develop unique device designs to assist surgical treatment strategies. Further translational research products may affect patient outcomes.

Materials and Methods: Hundred and twenty cardiac cadaveric analyzes were included in the study. The dissections were made at the Morgue Specialization Department of

the Ankara Group Presidency of the Council of Forensic Medicine. The parameters to be investigated in the study were determined in regular meetings held after detailed literature reviews. Dr. Ali Fuat Karaçuha collected and stored all the data. Photographs were sistematically taken to confirm the findings, to reproduce similar studies in different populations, and to ensure easy understanding of measurement techniques. The research was conducted prospectively.

During the cadaveric analysis, age, gender, height, weight, heart weight, heart size, mitral valve annulus, mitral valve leaflets, subvalvular apparatus and anatomical neighborhood structures evaluated. The measurements were made in a way that would not disrupt the autopsy flow and the institution's functioning. The results were statistically analyzed with the SPSS program.

The surgical anatomy of the mitral valve and all the elements involved in the mitral apparatus, as well as the aortic valve and aortico-mitral continuity and mitral valve neighboring structures, were examined in detail. A longitudinal incision was made along the line extending from the left atrium to the apex of the heart and from the apex of the heart to the left ventricular outflow tract, and the left ventricular cavity was opened. Thirty one parameters investigated in mitral valve evaluation; consists of length, distance, area, degree, and height measurements and are summarized in the table below.

Table 2.1. Morphological Parameters Investigated in Mitral Valve Evaluation
Intertrigonal Distance (IT: Distance Between Right and Left Trigons)
Commissural Width (Annular Distance At Commissures)
AL-PM (Anterolateral – Posteromedial) Distance
AP Distance (Distance Between Anterior and Posterior Annular Midpoints)
Mitral Annular Diameter
Mitral Annular Height
Mitral Annular Area
NPA (Non-Planarity Angle, Angle of Anterior and Posterior Annular Midpoints on the Comissure Line)
Tg Angle (Anulus Between Right and Left Trigons and Annulus Midpoint)
Com Angle (The Angle Between CW and Annulus Midpoint)
Anterior and Posterior Fiber Lengths
Anterior and Posterior Fiberlet Areas
Posterior Scallop Lengths
Commissure Heights
Tenting Distance
Tenting Area
Papillary Muscle Lengths
Distance Between Papillary Muscles
Papillary Intermuscular Angle
Length and Morphological Distribution of Chorda Tendineae
Aortico-Mitral Junction Distance
Aortico-Mitral Junction Angle
Aortic Annulus
Aortic Sinus Valsalva Width
Sinotubular Junction
Height Between Aortic Annulus and Sinotubular Junction
Left Atrial Appendage Morphology
Anatomical Distance Relationship between Mitral Annulus and Circumflex Coronary Artery
Relationship between Mitral Annulus and Coronary Sinus
Left Ventricular Wall Thickness (Septum and Posterior Wall Thickness)

Results: Cardiac analysis of 120 cadaveric samples performed between 2022 and 2023 was included in our study. All samples consisted of subjects aged 19 to 82 years (mean 46.4 ± 15.6 standard deviations). 47 female (39%), and 73 male (61%) samples were studied. Their body weights range from 43 to 116 kg (70.6 ± 17.7 kg), and their height ranges from 146 to 189 cm (169.2 ± 8.1 cm). According to the Dubois Formula, body mass indexes were between 14.2 and 40.1 (24.8 ± 6.4), and body surface areas were between 1.4 and 2.3 (1.8 ± 0.2). Heart weight in women ranged between 216-385 grams and 250-440 grams in men. The mean heart weight was 278.4 ± 33.7 grams in women and 356.1 ± 41.9 grams in men.

The annular circumference of the mitral valve ranges from 6.0 cm to 12.4 cm, with a mean of 8.8 ± 1.6 cm. The annular circumference of the mitral valve was 8.5 ± 1.3 cm in women and 9.0 ± 1.7 cm in men. Overall the mitral valve area was between 3.1 cm^2 and 8.4 cm^2 with a mean of 5.9 ± 1.2 cm^2; The mitral valve area was 5.5 ± 1.1 cm^2 in women and 6.1 ± 1.2 cm^2 in men. The aortico-mitral junction angle was measured between 158 degrees and 169 degrees in women, and 158 degrees and 170 degrees in men, with an average of 163.4 ± 3.4 degrees. The aortico-mitral junction distance was measured between 3.4 mm and 4.2 mm in women, and 3.1 mm and 4.5 mm in men; with an average of 3.9 ± 0.5 mm. The aortico-mitral junction distance was measured as 3.8 ± 0.3 mm in women, and 4.1 ± 0.4 mm in men. The Non-Planarity Angle (NPA) was measured between 120 degrees and 151 degrees, with an average of 135.7 ± 8.4 degrees. NPA is not the only factor affecting annular saddle structure, the overall coaptation triangle, including APCWR, AHCWP, leaflet angles, tenting height, and tenting area, also plays an important role in evaluating mitral valve geometry and function. In our study, AHCWR was measured as 0.28 ± 0.04 in women, and 0.28 ± 0.06 in men. APCWR was measured as 0.94 ± 0.1 in women, and 0.95 ± 0.1 in men. Tenting high was measured between 8.3 mm and 14.5 mm, with an avarege of 11.4 ± 1.0 mm. Tenting high was measured as 11.1 ± 0.4 mm in women, and 11.5 ± 1.2 mm in men. Tenting area was measured between 114.2 mm^2 and 266.0 mm^2, with an avarege of 166.8 ± 38.7 mm^2. Tenting area was calculated as 156.9 ± 30.8 mm^2 in women, and 173.2 ± 41.9 mm^2 in men.

The mitral valve leaflets function like a sail, while the annulus and chordae support the leaflets like masts and ropes. In particular, the right and left strut chordae connect the lateral and medial papillary muscles with the ends of the anterior leaflet and support them against left ventricular pressure. The 3 scallops of the posterior leaflet (P1, P2, and P3) are like crescent sails, and the small commissural scallops together fill the spaces between the mitral annulus and the anterior leaflet. The longest and widest segment of the posterior leaflet is the P2/mid

scallop. The ratio of the circumferential length of the anterior leaflet in the annulus to the circumferential length of the posterior leaflet in the annulus was measured as 3/5.

When the trigons, commissures and annulus parameters, which are advocated as reference points for sizing annuloplasty rings, was examined, the inter-trigonal (IT) distance was measured between 14.4 mm and 35.5 mm, with an average of 22.4 ± 4.1 mm. Inter-trigonal (IT) distance was measured as 22.0 ± 3.7 mm in women, and 22.6 ± 4.4 mm in men. Annular width at the level of the commissures (CW) was measured between 18.6 mm to 43.4 mm, with an avarege of 28.2 ± 4.8 mm. CW was measured as 27.3 ± 4.0 mm in women, and 28.8 ± 5.2 mm in men. The widest part of the annulus (AL-PM distance) was measured between 19.5 mm and 44.1 mm, with an avarege 29.4 ± 4.8 mm. AL-PM distance was measured as 28.7 ± 3.9 mm in women, and 29.8 ± 5.2 mm in men. The distance between the anterior and posterior annular midpoints (AP) was measured between 17.9 mm to 39.9 mm, with an avarege of 26.6 ± 6.2 mm. AP distance was measured as 25.5 ± 5.5 mm in women, and 27.2 ± 6.5 mm in men. Annular diameter was measured between 6.0 cm to 12.4 cm, with an avarege of 8.8 ± 1.6 cm. Annular diameter was measured as 8.5 ± 1.3 cm in women and 9.0 ± 1.7 cm in men. The ratio of the area covered by the anterior leaflet around the annulus to the area covered by the posterior leaflet around the annulus was measured as 3/5. Annular height was measured between 4.9 mm and 10.9 mm, with an avarege of 7.7 ± 1.3 mm. Annular height was measured as 7.6 ± 1.0 mm in women, and 7.9 ± 1.4 mm in men. Annular area was measurad an avarege of 5.9 ± 1.2 cm^2; 5.5 ± 1.1 cm^2 in women, and 6.1 ± 1.2 cm^2 in men. The angle of the anterior and posterior points on the commissure line (NPA / Non-Planarity Angle) was between 120 degrees and 151 degrees, with an avarege of 135.7 ± 8.4 degrees. NPA was measured as 136.0 ± 6.1 degrees in women, and 135.5 ± 9.6 degrees in men. Angle between trigones and annular midpoint (Tg) was measured between 88 degrees and 110 degrees, with an avarege of 96.2 ± 5.0 degrees. Tg was measured as 95.0 ± 3.7 degrees in women, and 95.6 ± 5.6 degrees in men. The angle between the CW and the annular midpoint (Com) was measured between 130 degrees and 156 degrees, with an avarege of 139.3 ± 6.0 degrees. Com was measured as 138.7 ± 5.1 degrees in women, and 139.6 ± 6.5 degrees in men. Anterolateral commissure height was measured between 2.7 mm and 5.8 mm, with an avarege of 3.9 ± 0.7 mm. Anterolateral commissure height was measured as 3.7 ± 0.5 mm in women, and 4.0 ± 0.8 mm in men. Posteromedial commissure height was measured between 2.6 mm and 6.1 mm, with an avarege of 3.8 ± 0.7 mm. Posteromedial commissure height was measured as 3.6 ± 0.4 mm in women, and 3.9 ± 0.8 mm in men.

Anterolateral papillary muscle length was measured between 21.2 mm to 42.8 mm, with an avarage of 29.1 ± 4.3 mm. Anterolateral papillary muscle length was measured as 29.0 ± 3.6 mm in women, and 29.2 ± 4.7 mm in men. Posteromedial papillary muscle length was measured between 18.1 mm to 44.1 mm, with an avarege of 28.8 ± 4.9 mm. Posteromedial papillary muscle length was measured as 29.2 ± 4.2 mm in women, and 28.6 ± 5.3 mm in men. With reference to the longest head in the papillary muscle group, the distance between the papillary muscles was measured between 11.4 mm and 21.5 mm, with an average of 14.5 ± 2.2 mm. The distance between the papillary muscles was measured as 14.5 ± 1.1 mm in women, and 14.5 ± 2.7 mm in men. The papillary intermuscular angle was measured between 16 degrees to 35 degrees, with an average of 22.8 ± 4.8 degrees. The papillary intermuscular angle was measured as 21.2 ± 3.6 degrees in women, and 23.8 ± 5.3 degrees in men.

Each papillary muscle had an average of 12 chordae tendineas per head. The mean number of chordae tendineae was counted as 24.9 ± 3.7. The mean number of chordae tendineae protruding from the anterolateral papillary muscle and attaching to the anterior leaflet was counted as 4.9 ± 1.5, and their average length was measured as 15.0 ± 5.4 mm. The mean number of chordae tendineae protruding from the anterolateral papillary muscle and attached to P1 and P2 were counted as 3.5 ± 0.6 and 3.9 ± 1.1, respectively, and their mean lengths were measured as 11.7 ± 3.6 mm and 15.7 ± 3,5 mm respectively. There was no chordae extending from the anterolateral papillary muscle and attached to P3. The mean number of chordae tendineae protruding from the posteromedial papillary muscle and attaching to the anterior leaflet was counted as 3.6 ± 0.6, and their mean length was measured as 17.6 ± 4.3 mm. The mean number of chordae tendineae protruding from the posteromedial papillary muscle and attached to P2 and P3 were counted as 3.9 ± 0.8 and 3.0 ± 0.4, respectively, and their mean lengths were measured as 14.3 ± 4.2 mm and 16.5 ± 4.6 mm, respectively. There was no chordae protruding from the posteromedial papillary muscle and attached to P1. The mean number of commissural chordae tendineae was counted as 2.1 ± 0.3 and their mean length was measured as 17.8 ± 4.7 mm. Interpapillary chordae tendinea was seen in 32% of the hearts analyzed and their avarage length was measured as 9.0 ± 2.5 mm. The longest chord detected was measured as 28.2 mm and the shortest chord was 5.4 mm.

In our study, the total percentage of left coronary dominant or co-dominant anatomy was found to be 29%. Annulus-circumflex artery-coronary sinus relations were examined by dividing the 360-degree annulus into an analog clock dial and suturing at 4, 6, and 9 o'clock directions, with reference to the mitral annulus surgical exploration image. In the analyzes performed, the annulus-circumflex distance at 9 o'clock was measured between 5 mm and 13

mm, with avarage of 8.6 ± 2.0 mm. The annulus-circumflex distance at 6 o'clock was measured between 6 mm to 19 mm, with an avarage of 13.3 ± 1.0 mm. The distance of the coronary sinus from the annulus at the 9, 6 and 4 o'clock directions was measured between 7 mm and 16 mm, 6 mm and 19 mm, and 6 mm and 20 mm, respectively, with avarage of 10.7 ± 2.1 mm, 10.0 ± 2.3 mm, and 10.2 ± 2.3 mm, respectively.

Conclusion: There is a positive relationship between demographic values and heart sizes. Anatomical components in terms of mitral valve structural integrity; It differs depending on gender, age, height, weight, BMI and BSA, heart weight and heart size. These data may differ from country to country, this may be due to the geography or race of the studied samples. Average heart weight is higher in men than in women. It has been shown that the diameter of the normal mitral valve shows a logarithmic correlation with BSA.

Based on the data from our study, we believe that restoring the anterior-posterior annulus ratio to 3/5 and maintaining AHCWR and APCWR ratios are essential for good valve coaptation. A thorough understanding of normal anatomy as well as possible variations of the papillary muscles is essential for the early diagnosis of many cardiac anomalies and can assist surgeons in a variety of corrective heart surgeries. We believe that adjusting the length of PTFE sutures by knotting them with a double loop at the level of the annulus will optimally achieve anulo-papillary continuity. However, we think that our anatomical findings may offer some guidance and guidelines for determining the length of the procedure.

We recommend that surgeons gather as much detail as possible about the patient's anatomy prior to surgery, use careful and meticulous surgical techniques, and use intraoperative TEE to look for wall motion abnormalities before closing the incision.

Having standard data on the heart is helpful for surgeons as well as anthropologists. The findings of this study may provide valuable data in the standardization of mitral valve anthropological values in the Turkish population. This information may be useful to cardiovascular surgeons in surgical repair of the mitral valve.

Keywords: Mitral Valve, Cadaveric Analysis, Morphology, Mitral Valve Repair, Mitral Apparatus, Turkish Population, Anatomy

3. GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerde kalp kapak hastalıkları oldukça yaygındır. Açık kalp ameliyatları içerisinde sıklık olarak kalp kapak ameliyatları, koroner bypass cerrahisinden sonra ikinci sıradadır. Avrupa'da yapılan ve 25 ülkenin dahil edildiği Euro-Heart çalışmasına bakıldığında, en sık gözlenen kalp kapak patolojilerinde mitral kapak yetmezliği, aort darlığından sonra ikinci sırayı almaktadır (1). Mitral kapak cerrahisi, mümkünse işlevsiz kapağın onarılmasını veya onarılamayacak durumda ise yenisiyle değiştirilmesini amaçlar. Ancak en can alıcı nokta, kardiyak fonksiyonun korunması ve geri dönüşümsüz miyokardiyal hasar ve sol ventrikül dilatasyonunun önlenmesi için zamanında cerrahi girişim yapılmasıdır (2).

Mitral kapak, diyastol sırasında sol ventriküle (LV) hızlı kan akışına izin veren ve sistol sırasında kapanıp sol atriyumu sol ventrikülden ayırarak kalbin tek yönlü kan pompalamasına izin veren dinamik üç boyutlu kompleks bir sistemdir (3). Mitral kapağın fizyolojik işleyişi, karmaşık bileşenleri, biyomekanik özellikleri ve yapısal bütünlüğü olan karmaşık bir anatomik yapıya dayanmaktadır. Mitral kapak anatomik açıdan değerlendirildiğinde mitral kapak lifletleri ve komissürleri ile papiller kaslar ve korda tendinealardan oluşan subvalvüler aparat olmak üzere iki ana bileşenden oluşur (4,5). Ancak bu anatomik yapılar sol ventrikül ve sol atriyum ile "işlevsel bir bütünlük" içinde işlev görürler. Bu yapıların uyumsuz çalışması, morbidite ve mortalite ile ilişkili mitral kapak fonksiyon bozukluğuna yol açabilir (6). Bu nedenle mitral kapağın morfolojisini, daha spesifik olarak anulusu, lifletleri ve subvalvüler aparatta yer alan bileşenleri ve bu yapıların sol ventrikül ve sol atriyum ile ilişkisini belirlemek için gözden geçirmek gereklidir.

Mitral kapak onarımının kapak replasmanına göre avantajı, sol ventrikül fonksiyonunun korunması, endokardit, tromboembolizm ve antikoagülan kullanımına bağlı kanama riskinde önemli bir azalma ve yaşam beklentisinde genel olarak önemli bir artıştır (7-11).

Bu çalışma, mitral kapak disfonksiyonlu cerrahi girişim uygulanan hastalarda uygulanacak girişimi optimize etmek için gerekli morfolojik verileri belgelemeyi ve cerrahi tedavi stratejilerine yardımcı olacak özgün cihaz tasarımları geliştirmeyi amaçlamaktadır. Daha ileri araştırma ürünleri hasta sonuçlarını etkileyebilir.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Tarihçe

Anatomi tarihi, en eski Tıp tabletlerinin çivi yazısı olarak oluşturulduğu Mezopotamya'da yerleşmiş Sümerlere ölülerin mumyalanması işini hekimlere bırakan Eski Mısırlılara, Yunan tıbbının ilk örneklerinin metinleştrildiği Homeros'un İliada ve Odyssea'sına, ve çok sonraları İtalya'nın Padova Üniversitesi'nde yetişen modern anatomistler ve bilim adamları tarafından gerçekleştirilen karmaşık vücut analizlerine kadar uzanır.

İnsan organlarının ve parçalarının yazılı tanımları, son derece ayrıntılı cenaze törenleri nedeniyle bedene dikkatin gerekli olduğu eski Mısır papirüslerinde izlenebilir. Edwin Smith Cerrahi Papirüsü, Milattan önce (M.Ö.) 1600 yıllarında yazılmış olan, adını onu 1862'de satın alan Edwin Smith'ten alan eski bir Mısır tıbbi metnidir ve travma üzerine bilinen en eski cerrahi tezdir (12). Bu papürüsün yazarının "**İmhotep**" olduğu kabul edilmektedir. Sağlık tanrısı olarak kabul edilen İmhotep aslında sonradan tanrı mertebesine yükseltilen bir vezirdir. İmhotep'in diğer dillerdeki karşılıkları "Hürmüz", batı dillerinde "Hermes'tir". Bu inceleme, kalbin, damarlarının, karaciğerin, dalağın, böbreklerin, hipotalamusun, uterusun ve mesanenin tanındığını ve kan damarlarının kalpten çıktığının bilindiğini göstermektedir.

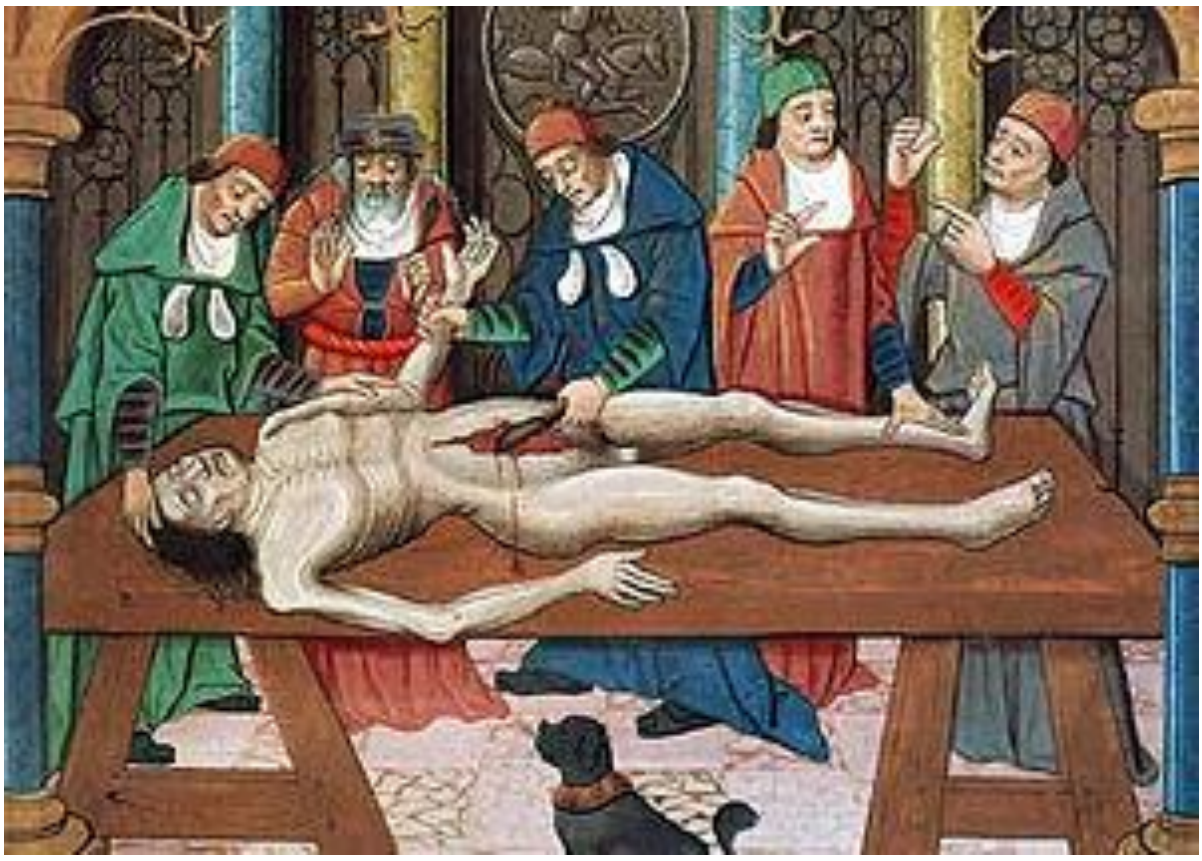
M.Ö. 1500 yıllarında yazılmış olan bir diğer kaynak Ebers Papirüsü'dür. 877 ilaç ve reçete içermekte ve "kalp üzerine de inceleme" içermektedir. Kalbin, vücudun her üyesi için bağlı damarlarla birlikte kan kaynağının merkezi olduğunu not eder (13). Ebers papirüsü, eski Yunan'da kurulan humorizm teorisinin öncüsü olarak kabul edilebilir ve eski Mısır, eski Yunanistan ve orta çağ tıbbı arasında tarihsel bir bağlantı sağlar (14).

İnsan vücudunun yapısı ve işlevine ilişkin teorik düşünceler, Antik Yunan dönemine kadar çok gelişmedi. Alcmaeon ve Empedokles gibi antik Yunan filozofları ve Hipokrat gibi antik Yunan doktorları yaşamın, hastalıkların ve vücudun farklı fonksiyonlarının nedenlerini araştırdılar. **Aristoteles**, biyolojik biçimlerin nedenlerini anlama programının bir parçası olarak hayvanların teşrihini savunmuş ve Hellenistik Çağ'da ilk kez Herophilos ve Erasistratus'un insan diseksiyonu ve diri kesiti çalışmalarında yer almıştır. Antik çağda anatomik bilgi, maymunlar, öküzler ve diğer hayvanları teşrih etmesiyle önemli keşifler yapan, MS 2. yüzyılda yaşamış olan Galen'in döneminde doruk noktasına ulaşmıştır (15). Anatomi, Galen'in tıp eğitiminin önemli bir parçasıydı ve hayatı boyunca önemli bir ilgi kaynağı olmuştur. Anatomik prosedür üzerine ve insan vücudunun bölümlerinin kullanımı üzerine olmak üzere iki büyük anatomik eser yazmıştır (16). Bu eserlerdeki bilgiler, 16.

yüzyılda Vesalius ve Harvey tarafından sorgulanana kadar sonraki 1300 yıl boyunca tüm tıp yazarları ve hekimleri için otorite temeli olmuştur (17,18).

Orta Çağ boyunca, insan anatomisi esas olarak kitaplar ve hayvan teşrihi yoluyla öğrenilmiştir (19). **Galen** gibi yazarlardan insan vücudu hakkındaki tüm bilgiler okunabilirken, onlarca yıl boyunca insan diseksiyonunun gereksiz olduğu düşünülmüştür (20). Anatomi çalışmasının gelişimi, Orta Çağ'da geleneksel tıp müfredatının bir parçası olan Galen'in çalışmalarında mevcut olan kavramlar üzerine kademeli olarak inşa edilmiştir (21).

Rönesans döneminde, klasik tıp metinlerinin yeniden gözden geçirilmesi ve anatomik diseksiyonlar, Galen'den bu yana bir kez daha moda olmuştur. Önemli anatomik çalışmalar Mondino de Luzzi, Berengario da Carpi, Jacques Dubois ve Leonardo da Vinci tarafından gerçekleştirilmiş ve Andreas Vesalius'un ufuk açıcı kitabı De Humani Corporis Fabrica - 1543 ile sonuçlanmıştır. Organların yapı ve görevlerinin anlaşılması o zamandan beri tıp pratiğinin ayrılmaz bir parçası ve bilimsel araştırmaların kaynağı olmuştur.



Resim 4.1. Bir kadavranın diseksiyonu, 15. yüzyıl tablosu (21)

Leonardo da Vinci (1452–1519), Andrea del Verrocchio tarafından anatomi eğitimi almıştır. 1489'da Leonardo, ideal insan formunu tasvir eden bir dizi anatomik çizime başlamıştır. Bu çalışma, yirmi yılı aşkın bir sürede aralıklı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu süre zarfında anatomik bilgisini sanat eserlerinde kullanmış ve parçalara ayırdığı insan ve diğer

omurgalıların iskelet yapılarının, kaslarının ve organlarının birçok eskizini yapmıştır (22, 23). Başlangıçta Aristotelesçi bir anatomi anlayışını benimseyen Da Vinci, daha sonra Galen'i incelemiş ve daha ampirik bir yaklaşım benimsemiştir, sonunda Galen'i tamamen terk etmiş ve tamamen kendi doğrudan gözlemine güvenmiştir (24). Hayatta kalan 750 çizimi, anatomide çığır açan çalışmaları temsil etmektedir. Leonardo'nun Defterlerinin hiçbiri yaşamı boyunca yayınlanmamıştır, birçoğu ölümünden sonra kaybolmuştur, bunun sonucunda anatomik keşifleri daha sonra bulunup ölümünden yüzyıllar sonra yayınlanana kadar bilinmiyordu.

Da Vinci, kalbi "Yüce Varlık tarafından icat edilmiş takdire şayan bir araç" olarak tanımlamıştır (25). Da Vinci, Harvey'in bir asırdan fazla bir süre sonra yapacağı gibi birleşik bir dolaşım sistemi tasavvur etmemiş olsa da, keşifleri Galenist perspektife olan inancı sarsmıştır. 1490'larda kalp ve dolaşımı araştırmaya başlamış ve çalışmaları Milano'da (1508-1513), yaptığı çizimler ve açıklamalarla doruğa ulaşmıştır (26, 27). İngiltere Kraliçesi'nin Kraliyet hazinesinde, kalp ve damar sistemiyle ilgili bir dizi da Vinci çizimi ve beraberindeki notlar bulunmaktadır (28). Leonardo da Vinci, kalbin her iki tarafında bir üst (atriyum) ve bir alt (ventrikül) olmak üzere dört odacık olduğuna ve üst ve alt odacıkların delikler ve kaslı zarlarla, yani yaprakçıklarla ayrıldığına inanıyordu (29). İlginç bir şekilde, bazı durumlarda sağ ve sol atriyum arasında bir geçidin varlığına dikkat çekmiştir; ancak, kanın ventriküller arasında geçebileceği gözenekli bir interventriküler septumun varlığını kanıtlayarak yanlışlıkla Aristoteles ve Galen'i takip etmiştir. Da Vinci resmi bilim niteliğinde görür: “Resim bilimi, cisimlerin yüzeylerindeki bütün renklerle ve bu cisimlerin biçimleriyle cismin nispi yakınlığı ve uzaklığıyla, uzaklık yavaş yavaş arttıkça gereken küçülme derecesiyle uğraşır. Bu bilim perspektifinin, yani görsel ışınlar bilimin anasıdır.” En önemli bulguları aşağıdaki gibidir;

1. Da Vinci'nin kalp döngüsü ve atriyum ve ventriküllerin asenkron kasılması ve genişlemesi hakkındaki fikirleri orijinaldir. Kulakçıkların işlevsel önemini fark eden (hem İbni Sina hem de Mondino onları tanımlamış olsa da) ve kalbin dört odası olduğunu beyan eden ilk araştırmacıdır. Kardiyak atriyum ve ventriküller arasında net bir işlevsel ayrım görmüştür: ventrikül kasıldığında, atriyum genişler ve bunun tersi de geçerlidir. Kardiyak atriyumun ventriküllerden daha gerilebilir ve uyumlu olduğunu kaydetmiştir. Ventriküllerin (diyastol, sistol ve sistol sonu) açılması, kasılması ve kapanmasından, ısı oluşumuyla sonuçlanan kalp hareketinin ardışık aşamaları olarak bahsetmiştir. İkincisi, hayati yaşam enerjisi (ya da canlılık için gerekli içsel ısı) orta çağ kavramını temsil etse de, da Vinci'nin bu kavrama mekanik

bir bakış açısı sağlamaya çalışmıştır. Bu nedenle da Vinci, kalbin kanı ısıttığı şeklindeki Yunan fikrini reddetmemiştir. Bunun yerine, mekanik görüşünü geleneksel inançla uzlaştırmaya çalışmıştır.

2. Kalbin bir kas olduğunu göstermiştir ve böylece onun yaşamsal ruhların kaynağı olduğu yönündeki Galenci görüşe meydan okumuştur; Liflerin farklı yönlerde ilerlediğini ve organa giren kan miktarıyla orantılı olarak esneyerek kendi kendilerine kasılabileceğini ve neredeyse Starling yasasını öngördüğünü göstermiştir (30). Kalbin kasılarak güç uyguladığını, dolayısıyla döngünün aktif kısmının diyastol değil sistol olduğunu göstermiştir. Tek başına bu, Galenizm'den radikal bir ayrılmadır.

3. Ayrıca, Galen'in öğrettiği gibi, kalbin akciğerlerden kendi içine hava çekmediğini de göstermiştir, böylece Galen'in pulmoner venin işlevi hakkındaki görüşüyle çelişmiştir (31).

4. Kapak kapanma mekanizmasında kandaki girdap akımlarının önemini ortaya çıkaran ilk araştırmacıdır (31). Açık kapağın üçgen bir deliğe sahip olduğunu bulmuştur ve debinin merkezinde akış hızının en yüksek olduğunu göstermiştir. Kapak şeklinin, aortada daha sonra Valsalva sinüsleri olarak adlandırılan ve kapağı kapanmaya zorlayan üç girdap akımı oluşturmakta olduğunu tanımlamıştır (31). Bu girdap akımları, ventriküler sistolden sonra aort kapağının kapanma mekanizması hakkında daha yeni fikirlere ilham veren çizimlerinde açıkça gösterilmiştir (32, 33).

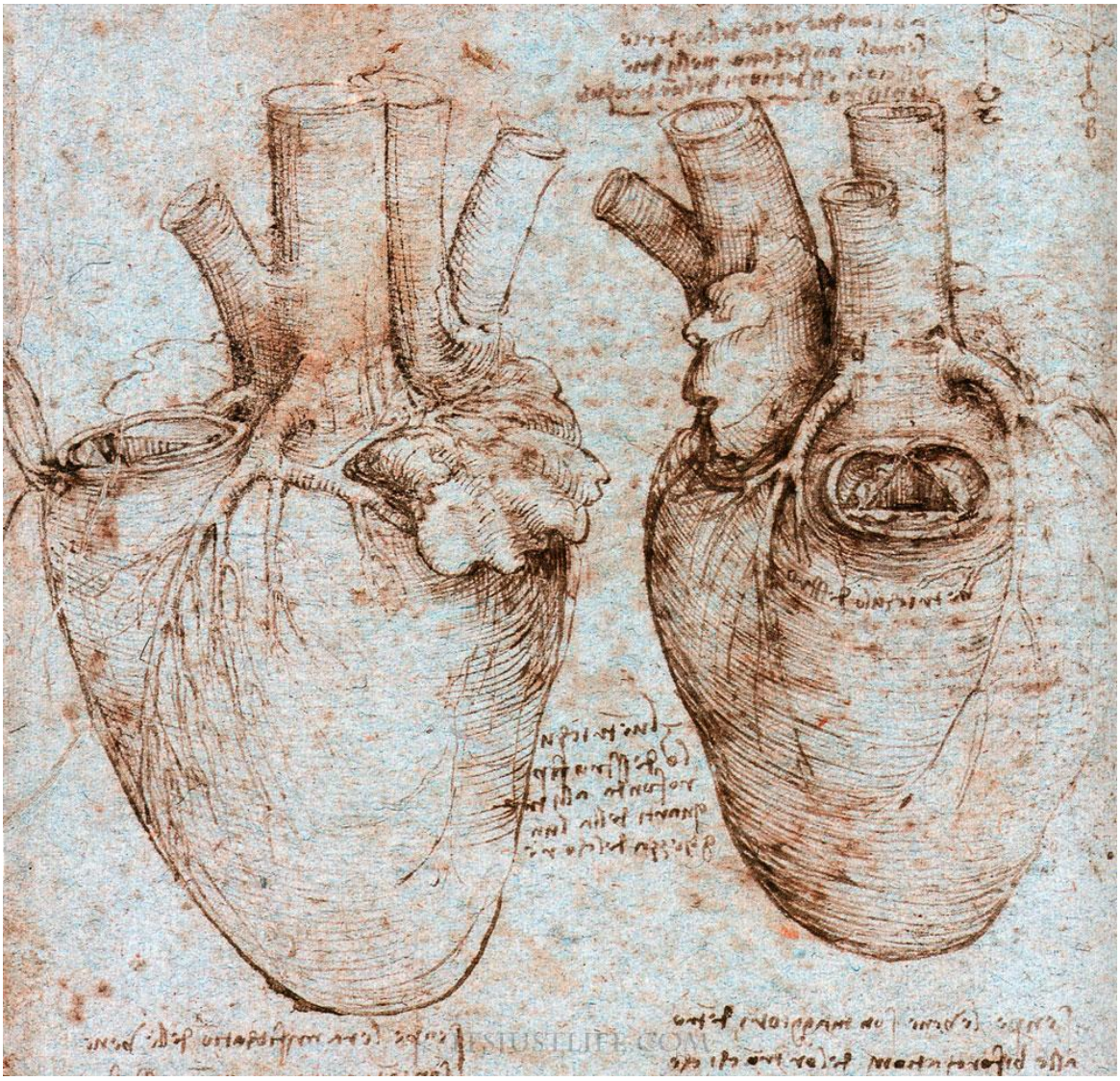
5. Da Vinci, bize koroner arterlerin bilinen en eski çizimlerini vermiştir, onları ayrıntılı olarak sağdan ve soldan kalp kasına kadar takip etmiş ve kalbi 'taçlandırdıklarını' göstermiştir (34).

6. Kan damarlarının daha birleşik bir görüşünü savunmuştur: "Tüm damarlar ve atardamarlar kalpten çıkar. Bunun nedeni, toplardamar ve atardamarlarda bulunan maksimum kalınlığın kalp ile yaptıkları bağlantı noktasında meydana gelmesidir. Gönülden uzaklaştıkça incelir ve daha küçük dallara ayrılır" (24). Daha sonra Harvey tarafından kabul edilen ve 150 yıl sonra Malpighi'nin mikroskobik çalışmaları tarafından doğrulanan kılcal damarları tanıdığına veya en azından tahmin ettiğine yaygın olarak inanılmaktadır (35).

7. Yaşlı ve genç bedenler üzerine yaptığı çalışmalar, yaşlılardaki ateroskleroz ve arter hastalıkları hakkında fikir vermiştir. "Damarlardan sürekli akan kan, bu damarları kalınlaştırıp nasırlaştırıyor, sonunda bunlar kapanıyor ve kanın geçişini engelliyor"

(36). Martins e Silva, notlarının bu bölümünde, da Vinci'nin pulsatil kan akışından söz etmiş olabileceğini düşünmektedir (36).

8. Notları arasında, O'Malley ve Saunder'a göre da Vinci'nin patent foramen ovale gözlemini yansıtan bir açıklama yer almaktadır: "Sol bölmeden sağ bölmeye uzanan bir delici kanal buldum; bu, kalplerin kulakçıklarında [atriya] meydana gelir" (29). Morfolojik bulguların potansiyel değişkenliğine gösterilen bu dikkat, da Vinci'nin zamanına özgüdür. İnsan anatomik varyasyonları kavramı, on altıncı ve on yedinci yüzyılların daha sonraki Avrupalı anatomistleri tarafından üzerinde ayrıntılı olarak durulmaya devam etmiştir.
9. Da Vinci, sağ ventrikülün trabecula septomarginalis veya moderatör bandını tanımlayan ilk kişidir. Bu intraventriküler kas trabekülleri Reil bandı olarak da bilinir, ancak Sudhoff "Leonardo bandı" terimini önermiştir (37).



Resim 4.2. Leonardo da Vinci'ye ait insan kalbi eskizi (25)

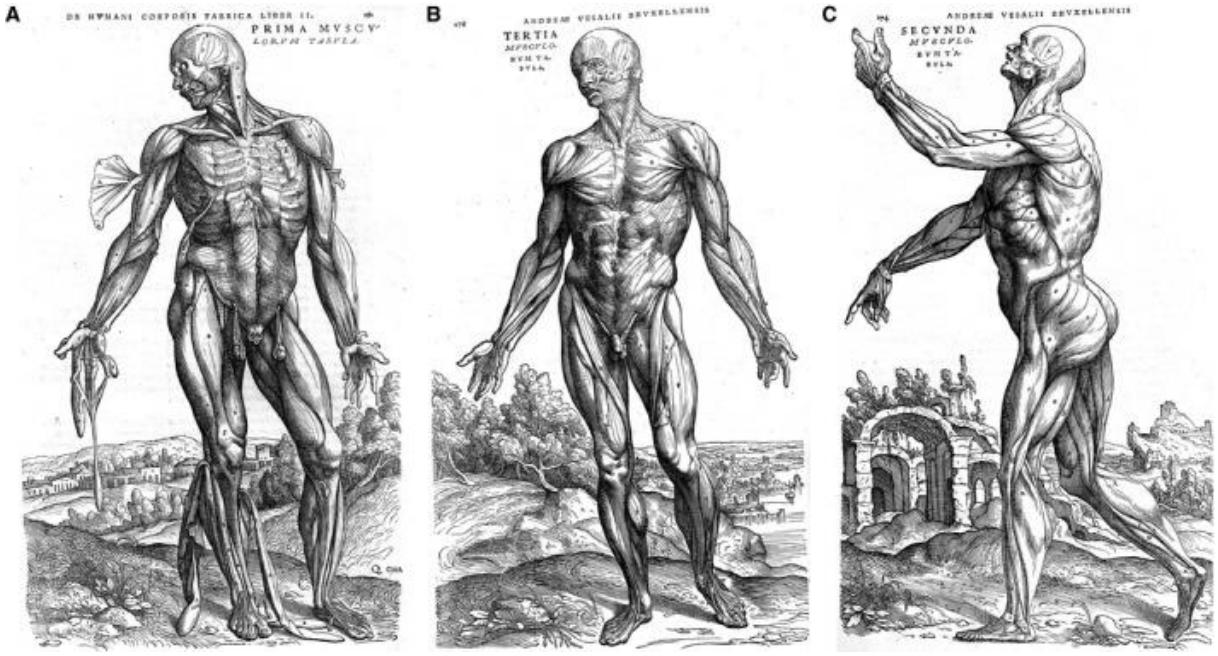


Resim 4.3. Leonardo da Vinci'ye ait insan kalp kapakları, korda tendinea ve papiller kaslar eskizi (25)

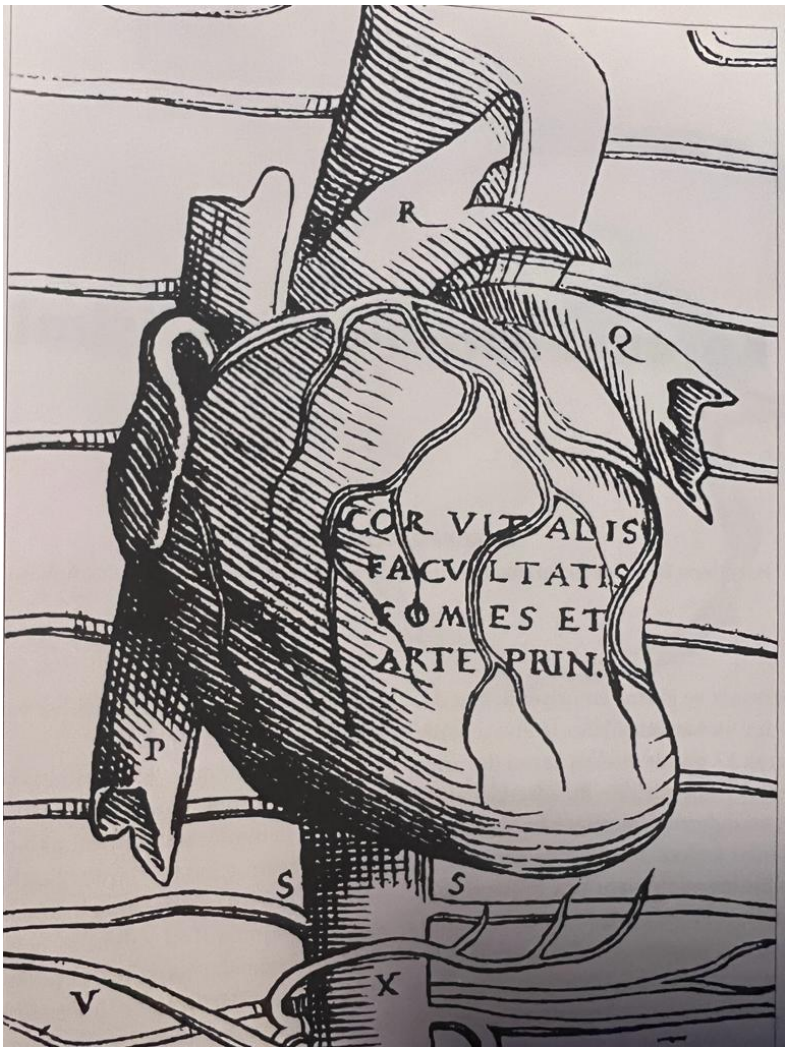
Günümüz Belçika'sında Hollandalı olarak doğup, İtalya'nın Padova Üniversitesinde eğitim görmüş olan **Andreas Vesalius**, insan anatomisine çok önemli katkılarda bulunmuştur. 1543'de "*De Humani Corporis Fabrica (İnsan Bedeninin Çalışması Üzerine)*" adlı eseri etkileyici keşiflerle doludur. Önceleri kilise tarafınca yasaklanmasına rağmen sonraları büyük takdir toplamıştır. Vesalius'un başarısı, anatomiyi anlamak uğruna dikkatli diseksiyon becerilerini kullanmasına bağlı olmuştur (38). Vesalius, Galen'in anatomik öğretilerine meydan okumuş ve bunların insan bedenleri yerine diğer memelilerin gözlemlerine dayandığını iddia etmiştir (39). Kitap, insan vücudunun anatomik bölümlerinin ayrıntılı açıklamalarını ve canlı çizimlerini içermektedir.



Resim 4.4. Andreas Vesalius tarafından yazılmış olan De Humani Corporis Fabrica isimli eser (40)



Resim 4.5. Andreas Vesalius tarafından yazılmış olan De Humani Corporis Fabrica isimli eserden insan anatomisi tasviri (40)



Resim 4.6. Andreas Vesalius tarafından yazılmış olan De Humani Corporis Fabrica isimli eserden kardiyak anatomi tasviri (40)

9. yüzyılın sonu ve 10. yüzyılın başında Arap Dünyası'nda tıbbın gelişimi ve rönesansı başlar. Ana temsilcileri Ali at-Taberi, Ahmed at-Taberi, Ar-Razi (Rhazes), Ali ibn al-Abbas al-Magusi (Haly), ibn al-Baitar, ibn al-Qasim al-Zahrawi (Abulcasis), **ibn Sina (Avicenna)**, ibn al-Haitam (Alhazen), ibn Abi al-Ala Zuhr (Avenzor), ibn Rüşd (Averroes) ve İbnü'n-Nafis olarak bilinmektedir. Arap tıbbının listelenen büyük doktorlarının her biri kendi yöntemleriyle tıp bilimine ve mesleğine miras bırakmış ve tıp tarihinde kalıcı izler bırakmıştır. Abdullah ibn Sina (Avicenna) bıraktığı tıbbi miras ile yukarıda listelenen kişiler arasında eşsiz kalmıştır. Ona yakın olan tek kişi, 13. yüzyılın ortalarında, İbni Sina ve tüm selefleri tarafından öne sürülen bazı teorileri çürütecek olan Alauddin İbnü'n-Nafis olabilir.

İbnü'n-Nafis (1210-1288), 13. yüzyılda tıp bilgisi ve biliminin ilerlemesine çok büyük katkıları olmuş bir hekimdir. Eğitimi itibari ile önde gelen bir göz doktoru olmasına rağmen, bugün en çok küçük dolaşım veya pulmoner dolaşımı keşfetmesiyle tanınmaktadır. Onun çalışmaları, MS 2. yüzyıldan beri var olan Galen'in kabul görmüş öğretileriyle çelişen ilk eserdir. Septum duvarının, daha önceki bilim adamlarının inandığı gibi, ne kaba ne de makroskopik olarak gözenekli olmadığı gözlemini ortaya koymuştur. Venöz dolaşımdan gelen kanın, "hava ile karıştırılması" için pulmoner arter ("venöz arter") yoluyla akciğerlere yönlendirilmesi ve pulmoner ven ("arteriyel ven") yoluyla kalbin sol tarafına geri boşaltılması gerektiğini savunmuştur (41). İbnü'n-Nafis, önde gelen ve istisnai bir hekim olmanın yanı sıra anatomi ve tıp alanındaki bilgi birikimine çok katkıda bulunmuştur.

Birçok araştırmacı, anatomik yapılara isimlerini vererek anatomik bilgi birikimini artırmaya devam etmiştir. Anatomi biliminin popülaritesinin artması çeşitli keşif ve bulgulara yol açmıştır. 16. ve 17. yüzyıllar dolaşım sisteminin anlaşılmasında önemli ilerlemelere tanık olmuştur, damarlardaki kapakçıkların amacı belirlenmiş, dolaşım sistemi boyunca kanın soldan sağa ventrikül akışı tanımlanmış ve hepatik damarlar tanımlanmıştır. Lenfatik sistem de bu dönemde ayrı bir sistem olarak kabul edilmiştir. 1628'de İngiliz bir hekim olan **William Harvey**, babasının ve kız kardeşinin vücutlarının diseksiyonlarında dolaşan kanı gözlemlemiştir. Teorisini açıkladığı bir inceleme olan De Moto Cordis et Sanguinis'i yayınlamıştır (42). Toskana ve Floransa'da **Marcello Malpighi** mikroskobik anatomiyi kurmuştur ve Nils Steensen lenf bezlerinin ve tükürük bezlerinin anatomisini incelemiştir. Malpighi'nin öğrencisi ve Bologna Üniversitesi'nde anatomi profesörü olan **Antonio Valsalva**, zamanın en büyük anatomistlerinden biridir ve birçok kişi tarafından kulak anatomisi ve fizyolojisinin kurucusu olarak bilinmektedir (43). 18. yüzyılda **Giovanni Batista Morgagni**, "*De Sedibus*" adlı kitabında patolojik anatomiyi kullanarak ölüm öncesi semptomları ölüm sonrası patolojik bulgularla ilişkilendirmiştir (44). 1816'da "Steteskop"un

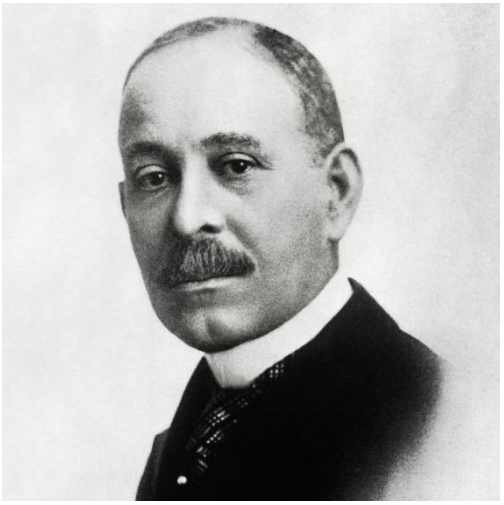
icadıyla RTH Laennec, tıp ve hastalığa semptomatik bir yaklaşımla anatomi ve fizyolojiye dayalı bir yaklaşım arasındaki boşluğu kapatmaya yardımcı olmuştur. 18. yüzyılın sonlarından 19. yüzyılın başlarına kadar Morgagni, Scott Matthew Baillie ve Xavier Bichat gibi profesyonellerin çalışmaları organların ayrıntılı anatomik muayenesinin, tıbbi teori ile tıbbi pratiği birleştirecek olan hastalık ve sağlığı anlamanın daha ampirik bir yoluna nasıl yol açabileceğini tam olarak göstermeye hizmet etmiştir. Hasta cesetleri açma ve sorunu belirlemek üzerine olan "patolojik anatomi" olarak adlandırılan bu çalışmalar, hastalıkları tedavi yöntemleri geliştirme bilgisini uygulayan "klinik patolojinin" yolunu açmıştır.

Son yüz yıldaki anatomik araştırmalar, vücudun organları ve yapıları hakkında eksiksiz bir anlayış oluşturmak için teknolojik gelişmelerden ve evrimsel ve moleküler biyoloji gibi bilimlerin artan anlayışından yararlanmıştır. Endokrinoloji gibi disiplinler, daha önce anatomistlerin açıklayamadığı bezlerin amacını açıklamış; MR makineleri ve BT tarayıcıları gibi tıbbi cihazlar araştırmacıların canlı ya da ölü organları benzeri görülmemiş ayrıntılarla incelemesine olanak sağlamıştır. İnsan anatomisinin makroskopik yönleri büyük ölçüde kataloglandığından, anatomideki ilerleme bugün anatomik özelliklerin gelişimi, evrimi ve işlevine odaklanmıştır.

Kardiyak cerrahi gibi büyük cerrahi operasyonlarının gelişimi, bilgi ve teknoloji eksikliği nedeniyle yüzyıllarca gecikmiştir. Eter ve kloroform gibi ajanların genel anestezi için kullanılabileceği on dokuzuncu yüzyılın ortalarına kadar keşfedilememiştir. Bu ajanlar büyük cerrahi operasyonları mümkün kılmış ve bilim insanlarını kalp yaralarının onarımı konusunda hayvan laboratuvarında çalışmalar yapmaya yöneltmiştir. İnsanlarda kalp yaraları için yapılan ilk basit ameliyatlar çok geçmeden tıp literatüründe yer almıştır.

10 Temmuz 1893'te Chicago'dan bir cerrah olan Dr. **Daniel Hale Williams** (Resim 4.7), bir kavga sırasında kalbinden bıçaklanan 24 yaşındaki bir adamı başarıyla ameliyat etmiştir. Bıçak yarası sternumun hafifçe solunda ve tam kalbin üzerindeydi. Başlangıçta yaranın yüzeysel olduğu düşünülmüştür, ancak hasta gece boyunca sürekli kanama, ağrı ve belirgin şok semptomları yaşamıştır. Williams, hastanın göğsünü açmış ve muhtemelen kan kaybına neden olan göğüs duvarının içinde yaralanan bir arter ve veni bağlamıştır. Sonra perikardda bir yırtık ve kalpte "yaklaşık bir inçin onda biri uzunluğunda bir delik" fark etmiştir (45). Sağ ventriküldeki yara kanamadığı için Williams kalp yaralanmasına dikiş atmamıştır. Ancak perikarddaki deliği dikişle kapatmıştır. Williams bu vakayı 4 yıl sonra bildirmiştir (45). Sıklıkla anılan bu ameliyat, muhtemelen kalbe bıçak darbesiyle belgelenmiş ilk başarılı ameliyattır. O zamanlar Williams'ın ameliyatı cesur ve cüretkâr olarak görülüyordu ve

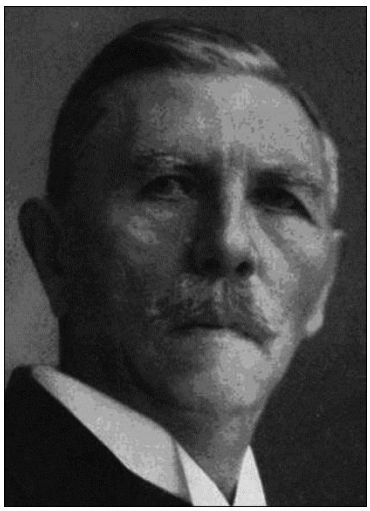
kalpteki yaraya aslında bir dikiş atmasa da tedavisi uygun görünmektedir. Bu koşullar altında, büyük olasılıkla hastanın hayatını kurtarmıştır.



Resim 4.7. Daniel Hale Williams, kalbinden bıçaklanan bir adamı başarıyla ameliyat eden ve literatüre bildiren ilk cerrah.

Williams'ın vakasından birkaç yıl sonra, birkaç başka cerrah kalp yaralanmalarında sütur denemiştir, ancak hastalar hayatta kalamamıştır. Almanya, Frankfurt'ta bir cerrah olan Dr. **Ludwig Rehn** (Resim 4.8), çoğu kişinin ilk başarılı kalp ameliyatı olarak kabul ettiği ameliyatı gerçekleştirmiştir (46). 7 Eylül 1896'da 22 yaşında bir adam kalbinden bıçaklanmış ve yere yığılmıştı. Polis onu solgun, soğuk terle kaplı ve aşırı nefes darlığı içinde bulmuştu. Nabzı düzensizdi ve giysileri kanla sırılsıklam olmuştu. 9 Eylül'de, hastanın durumu Dr. Rehn'in vaka notlarında gösterildiği gibi kötüleşiyordu: *"Nabız zayıflıyor, perküsyonda artan kalp donukluğu, solunum 76, gün içinde daha da kötüleşiyor, tanısal musluk koyu renkli kanı gösteriyor. Hasta can çekişiyor gibi görünüyor. Teşhis: artan hemotoraks. Sol dördüncü interkostal boşluktan göğüs boşluğuna girerek ameliyat etmeye karar verdim, plevral boşlukta yoğun kan vardı. Mammary arteri yaralanmamıştı. Perikarddaki bir delikten sürekli kanama vardı. Bu açıklığı büyüttüm. Kalp açığa çıktı. Eski kan ve pıhtıları boşalttım. Sağ ventrikülde 1,5 cm açıklıkta yaralanma vardı. Kanamayı parmak baskısı ile kontrol altına aldım. ... Kalp yaralanmasına dikiş atmaya karar verdim. İnce bağırsak iğnesi ve ipek dikiş kullandım. Dikiş diyastolde bağlandı. Üçüncü sütur ile kanama belirgin şekilde azaldı, tüm kanamalar kontrol altına alındı. Nabız düzeldi. Plevral boşluk irrige edildi. Plevra ve perikard iyodoform gazlı bezle drene edildi. İnsizyon yaklaştırıldı, kalp atış hızı ve solunum hızı azaldı ve ameliyat sonrası nabız düzeldi. ... Bugün hasta iyileşiyor. Çok iyi görünüyor. Kalp hareketi düzenli hale geldi. Fiziksel olarak çok çalışmasına izin vermedim. Bu, şüphesiz kardiyak sütur onarımının uygulanabilirliğini kanıtlar! Umarım bu, kalp cerrahisi ile ilgili daha fazla araştırmaya yol açacaktır. Bu birçok hayat kurtarabilir."* Rehn ilk onarımından on

yıl sonra, o zamanlar için oldukça büyük bir başarı olan, yalnızca %60'lık ölüm oranıyla 124 vakalık bir seri yayınlamıştı (47).



Resim 4.8. Ludwig Rehn, kalp yaralanmasını sütur ile tedavi eden tıp tarihindeki ilk cerrah

Stenotik bir kapağı tedavi etmeye yönelik ilk klinik girişim, 13 Temmuz 1912'de Theodore Tuffier tarafından gerçekleştirilmişti (48). Tuffier, stenotik aort kapağına ulaşmak için parmağını kullanmıştı. İddiaya göre invajinasyona uğramış aort duvarını stenotik kapaktan iterek kapağı genişletmeyi başarmıştı. Hasta iyileşmişti, ancak neyin başarıldığı konusunda şüpheci olunmalıdır.

Elliott Cutler (Resim 4.9), laboratuvarda mitral valvulotomi prosedürü üzerinde 2 yıl çalışmıştı. İlk hastasına 20 Mayıs 1923'te bir tenatomi bıçağı kullanarak başarılı bir valvulotomi uygulamıştı (49). Ne yazık ki Cutler'in hastalarının çoğu, Cutler valvulotomu ile çok fazla regürjitasyon yarattığı için ölmüştü ve Cutler kısa süre sonra ameliyattan vazgeçmişti. **Henry Souttar**, 1925'te tek bir başarılı transatriyal parmak komissurotomi gerçekleştirmişti, ancak başka hasta almamıştı (50). İlk başarılı kapalı mitral komissürotomi ise Harken Brock ve Charles Bailey tarafından yapılmıştır. **Charles Bailey**, 1949 tarihli "Mitral Stenozun Cerrahi Tedavisi" başlıklı makalesinde, dördü ölen ve yalnızca biri uzun bir yaşam süren beş hastasını şu şekilde anlatmıştır; *"1929'dan sonra [mitral stenoz üzerine] hiçbir cerrahi girişim 1945'e kadar yapılmadı. Dr. Dwight Harken, Dr. Horace Smithy ve yazar yakın zamanda mitral stenozu iyileştirmek için cerrahi girişimlerde bulundu. Mitral kapak cerrahisi ile ilgili klinik deneyimimiz bugüne kadar beş vaka oldu."* (51,52). Bailey'nin başarısından birkaç gün sonra, 16 Haziran'da Boston'da Dr. **Dwight Harken**, mitral darlığı olan bir hastaya valvulotomiyi başarıyla gerçekleştirmiştir (53).



Resim 4.9. Elliot Carr Cutler, ilk kez mitral valvulotomi operasyonu gerçekleştiren cerrah

Bilim insanları erken dönemde, o zamanlar son derece yaygın olan romatizmal kalp hastalığının yarattığı mitral darlığa odaklanmıştı. Prolapsusa bağlı gelişen mitral yetersizliğin cerrahi tedavisi ilk olarak 1950'lerde tanımlanmıştır, (54-56) ancak sınırlı bir başarı elde edilmiştir. Sonraki yıllarda, **Alain Carpentier** (Resim 4.10), **Dwight McGoon** ve **Carlos Duran** gibi cerrahi liderlerin mitral kapak rekonstrüksiyonuna yönelik vizyoner fikirlerinin uygulanması ve mükemmel sonuçların rapor edilmesiyle bu metodlar ön plana çıkmış ve yerleşmeye başlamıştır. Çığır açan diğer birçok fikir gibi, bu cerrahların yöntemleri ilk başlarda dirençle karşılansa da uzun vadeli sonuçları görüldükçe yavaş yavaş kabul görmüştür. Mitral yetersizliğin onarılarak, zayıflamış sol ventriküle daha fazla zarar vermesinin önüne geçilebileceği fark edilmiştir (57). Bu, kalp kapak hastalıklarının tedavisinin gelişim sürecinde ortaya koyulan en önemli eşik taşlarından biri olmuştur. Papiller kas-mitral anulus etkileşiminin sol ventrikül işlevlerine önemli katkısı olduğu artık kesin olarak kanıtlanmıştır (58). Bu katkıların bir sonucu olarak, teknik olarak mümkünse, mitral kapak tamiri artık hemen hemen tüm mitral kapak patolojileri için tercih edilen prosedür olarak kabul edilmektedir. Mitral kapağın yetersizliğinin olduğu hemen hemen her klinik durumda mitral kapak onarımı her zaman ilk önce düşünülmektedir.



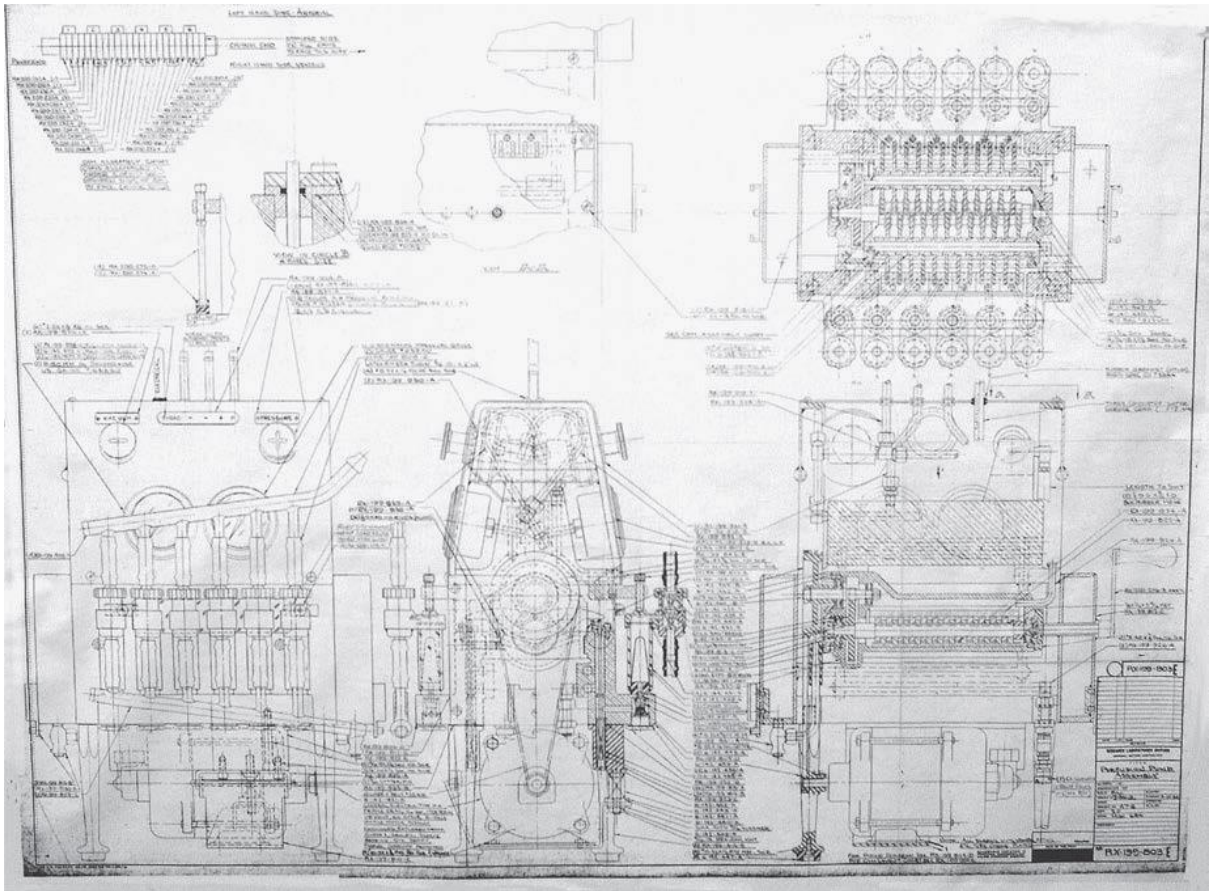
Resim 4.10. Alain Carpentier, mitral kapak patolojisinin dikkatli analizinin önemini belirleyerek, kapak tamirinin çeşitli tekniklerini ayrıntılı olarak açıklayarak ve özellikle anuloplasti halkalarının kullanımıyla erken ve geç takiplerinde iyi sonuçlar bildirerek bu alana öncülük eden Fransız cerrah

Kalp-akciğer makinesinin gelişimi, intrakardiyak patolojilerin onarımını mümkün kılmıştır. Kalbi by-pass etmek için, dolaşım fizyolojisi hakkında temel bir anlayışa, kanın pıhtılaşmasını önleme yöntemine, kanı pompalayacak bir mekanizmaya ve son olarak da kanı havalandırma yöntemine ihtiyaç vardır. Kalp-akciğer makinesinin temel gereksinimlerinden biri pıhtılaşma önleyicidir. Heparin, 1915 yılında Johns Hopkins'te fizyolog olan Dr. William Howell'in laboratuvarında çalışan tıp öğrencisi **Jay McLean** tarafından keşfedilmiştir (59).

John Gibbon, kalp-akciğer makinesinin geliştirilmesindeki başarıya herkesten daha fazla katkıda bulunmuştur. Gibbon'ın kalp-akciğer makinesi üzerindeki çalışması Massachusetts General Hospital, Pennsylvania Üniversitesi ve Thomas Jefferson Üniversitesi'ndeki laboratuvarlarda 20 yılı aşkın bir süre almıştır. 1937'de Gibbon, yapay bir kalp ve akciğerin doğal kalp ve akciğerlerin işlevini sürdürebileceğine dair ilk başarılı denemesini yayınlamıştır. Ne yazık ki, total pulmoner arter oklüzyonu ve by-passtan sonra sadece üç hayvan yeterli kardiyo-respiratuar fonksiyona kavuşmuştur ve onlar da birkaç saat sonra ölmüşler (60). Gibbon'ın çalışması 2. Dünya Savaşı nedeniyle kesintiye uğramıştır; daha sonra Philadelphia'daki Thomas Jefferson Tıp Koleji'ndeki işine yeniden başlamıştır.

Forest Dodrill ve arkadaşları General Motors ile birlikte geliştirdikleri mekanik kan pompasını 41 yaşındaki bir erkek üzerinde kullanmıştır (61) (Resim 4.11). 50 dakika süreyle sol ventrikül yerine makine kullanılırken, mitral kapağı onarmak için cerrahi işlem

uygulanmıştır; hastanın kendi akciğerleri kanı oksijenlendirmek için kullanılmıştır. Bir insanda klinik olarak ilk başarılı tam sol taraflı kalp bypass'ı olan bu vaka, 3 Temmuz 1952'de gerçekleştirilmiştir. Dodrill ve meslektaşları hayvanlarda tam kalp baypası için oksijenatörlü pompalarını kullanmış olsalar da, ilk klinik vakaları için sol taraflı kalp baypassının en pratik yöntem olduğunu hissetmişlerdir (62). 21 Ekim 1952'de Dodrill ve meslektaşları, doğuştan pulmoner stenozu olan 16 yaşındaki bir erkek çocuğa doğrudan görüş altında pulmoner valvüloplasti yapmak için makinelerini kullanmışlar, bu vaka, ilk başarılı sağ taraflı kalp bypassıdır (63). Temmuz 1952 ile Aralık 1954 arasında Dodrill, makinesini kullanarak kalp ve torasik aort üzerinde yaklaşık 13 klinik ameliyat gerçekleştirmiştir ve beş vaka hayatta kalmıştır (64). Hayvan laboratuvarında oksijenatörlü olarak kullanılan bu makineyi, 1955'in başlarına kadar klinik olarak oksijenatörlü kullanmaya başlamamışlardır.



Resim 4.11. İlk Kalp Makinasının Şematik Çizimi

Hipotermi, kalbi durdurup açılmasını sağlayan bir başka yöntemdir (63). **John Lewis**, 2 Eylül 1952'de 5 yaşında bir kızdaki atriyal septal defekti (ASD) hipotermik bir teknik kullanarak kapatmıştır (63).

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra John Gibbon araştırmasına devam etmiştir. Sonunda International Business Machines (IBM) Corporation'ın yönetim kurulu başkanı Thomas Watson ile tanışmıştır. Watson, Gibbon'ın araştırmasından büyülenmiştir ve yardım sözü

vermiştir. Kısa bir süre sonra, altı IBM mühendisi gelmiş ve Gibbon'ın önceki makinesine benzeyen, dönen bir dikey silindir oksijenatör ve değiştirilmiş bir DeBakey döner pompa içeren bir makine yapmıştır. 6 Mayıs 1953'te Gibbon-IBM kalp-akciğer makinesi ile ASD'ye bağlı KKY'li 18 yaşında bir kız hasta başarıyla opere edilmiştir. Hasta iyileşmiş ve birkaç ay sonra defektin kardiyak kateterizasyonla kapatıldığı doğrulanmıştır (65).

Doğrudan görüş altında kardiyak kapak onarımı veya replasmanı kalp-akciğer makinesinin geliştirilmesini beklemiştir. İlk başarılı aort kapak replasmanı (AVR) Dr. **Dwight Harken** ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir (66). Kafesli bilyeli kapak kullanılmıştır. Harken'in 1960 raporunda açıklanan tekniklerin çoğu, bugün AVR için kullanılanlara benzerdir.

Aynı yıl, Starr ve Edwards mitral kapağı kendi tasarımları olan bir kafesli bilyeli kapak kullanarak başarılı bir şekilde değiştirmişlerdir (67). 1967'de yaklaşık 2000 Starr-Edwards kapağı implante edilmiştir. Kafesli bilyeli kapak protezi, diğer tüm mekanik protezlerin karşılaştırılacağı bir standart haline gelmiştir. Aynı dönemde, Japon cerrah Juro Wada tarafından eğik diskli kapak geliştirilmiştir. Bu kapak, bilyeli kapaklardan daha iyi sonuçlar elde etse de doku dejenerasyonunun fazla olduğu gösterilmiştir.

1964'te Starr ve meslektaşları, çoklu kapak replasmanı yapılan 13 hasta bildirmişlerdir (68). Bir hastanın aort, mitral ve triküspit kapakları 21 Şubat 1963'te değiştirilmiştir. Cartwright ve meslektaşları, 1 Kasım 1961'de ilk hem aortik hem de mitral kapakları kendi geliştirdikleri küresel kapaklı protezlerle başarılı bir şekilde değiştirdiğini bildirmişlerdir (69). Mayo Clinic'ten Knott-Craig ve arkadaşları, karsinoid tutulumu olan bir hastada dört kalp kapağını da başarıyla değiştirmişlerdir (70).

Kapak protezlerini üretmek için kullanılmış olan diğer otojen malzemeler arasında perikard, fasya lata ve dura mater bulunmaktadır. 1960'larda Binet ve meslektaşları doku kapakçıklarını geliştirmeye ve test etmeye başlamışlardır (71). 1964'te İngiltere'de Duran ve Gunning, ksenogreft domuz aort kapağı kullanarak bir hastanın aort kapağını değiştirmişlerdi. Formaldehitle sabitlenmiş ksenogreftlerle ilk sonuçlar iyiydi, ancak birkaç yıl içinde bu kapaklar doku dejenerasyonu ve kalsifikasyon nedeniyle bozulmaya başlamışlardı (71,72). Carpentier ve meslektaşları, domuz kapaklarını glutaraldehit ile sabitleyerek ksenogreft kapaklarına olan ilgiyi yeniden canlandırmışlardı. Carpentier ayrıca bir biyoprotez üretmek için kapakçıklarını bir stent üzerine monte etmiştir. Carpentier-Edwards domuz kapakçıkları ve Hancock ve Angell-Shiley biyoprotezleri popüler hale gelmiştir ve çok sayıda hastaya implante edilmiştir (73,74). 1970 yılında ikinci jenerasyon kabul edilen Björk-Shiley eğik diskli kapaklar üretilmiştir (75). 1971 yılında bu kapaklarda karbon prolit kullanılmaya

başlanmıştır ve bunun kan elemanlarına zarar vermediği tromboemboli ve yıpranmanın daha az olduğu görülmüştür. 1977'de üçüncü jenerasyon kabul edilen biliflet kapaklar kullanıma girmiştir.

Kardiyopulmoner by-passın gelişmesiyle birlikte kapakçıklara doğrudan görüş altında yaklaşılabilmiştir ve ilk kez mitral yetmezlik patolojisi onarım teknikleriyle tedavi edilebilmiştir. Mitral kapak subvalvuler apparatusunun işlevinin sadece kapak fonksiyonları ile sınırlı kalmadığı, sol ventrikül fonksiyonlarını da etkilediği ilk kez 1956 yılında, Rushmet'in bildirdiği deneysel çalışmalar ile gösterilmiştir (76,77). 1962 yılında Liellehei, Levy ve Barnabeu ilk kez mitral kapağın posterior lifletini, kordalarını ve papiller kasları koruyarak kapak replasmanını gerçekleştirmişlerdir. Mitral apparatusun tamamen korunduğu ilk mitral kapak replasmanı ise Okita ve arkadaşları tarafından bildirilmiştir (78). Mitral anuloplasti teknikleri Wooler ve meslektaşları, Reed ve meslektaşları, ve Kay ve arkadaşları tarafından tarif edilmiştir (79-81). İleriye doğru bir sonraki adım, Carpentier ve Duran tarafından anuloplasti halkalarının geliştirilmesidir. 1970'lerde, birkaç grup kapak onarımına dâhil olmuştur. Teknikler yavaş yavaş geliştirilmiştir, klinik olarak test edilmiş ve yıllar boyunca sonuçlar takip edilmiştir. Carpentier, kapak patolojisinin dikkatli analizinin önemini belirleyerek, kapak tamirinin çeşitli tekniklerini ayrıntılı olarak açıklayarak ve özellikle anuloplasti halkalarının kullanımıyla erken ve geç takiplerinde iyi sonuçlar bildirerek bu alana öncülük etmiştir (82). Mitral kapak cerrahisi ve onarım teknikleri, bu zorlu süreçlerin ardından gelişen teknolojiyle doğru orantılı olarak, günümüzde popülerliği artarak yaygınlaşmaya devam etmektedir.

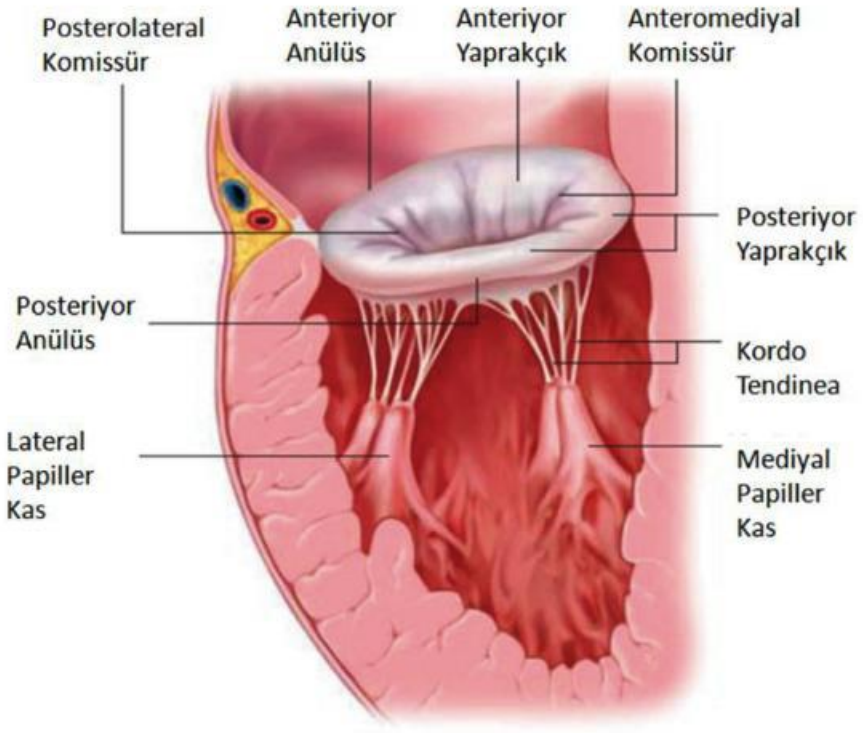
4.2. Mitral Kapak Anatomisi

Tarihsel olarak, mitral kapağın lifletler, kordalar ve papiller kaslardan oluştuğu anlatılır. Mitral kapak, sol atriyum ile sol ventrikülün müsküler ve fibröz dokularının karışımıyla oluşmuş, sol atriyum ile sol ventrikülü birbirinden ayıran biliflet yapıda bir kapaktır. Bununla birlikte mitral kapak yapısal ve işlevsel olarak sol ventrikülün bir parçasıdır ve atriyum ve kalbin fibröz iskeleti ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle fibröz iskelet ve ventriküler ve atriyal kastaki değişiklikler, kapak işlevine katkıda bulunur ve onu etkiler. Mitral kapak fizyolojik işleyişi, bileşenlerinin biyomekanik özelliklerine ve yapısal bütünlüğüne dayanan karmaşık bir anatomik yapıdır. Mitral kapak iki ana bileşenden oluşur: 1- Mitral lifletler ve komissürler ve 2- Papiller kaslar ve korda tendinealardan oluşan subvalvüler apparatus (4,5). İki lifletin tabanı; anulus fibrosus denen fibromuskuler halkaya otururken, serbest kenarları korda tendinealar ile ventrikül miyokardının uzantısı olan papiller kaslara yapışır.

Sol ventrikül diyastolü sırasında kanın sol atriyumdan sol ventriküle rahatça akışını sağlayan, sol ventrikül sistolü sırasında ventrikülden atriyuma regürjitasyonu önleyen tek yönlü kalp pompası işlevi gören dinamik yapıların tümüne mitral aparatus denir. Mitral aparatus şu yapılardan oluşmaktadır (Tablo 4.1, Resim 4.12)

Tablo 4.1. Mitral Aparatusu Oluşturan Yapılar

1. Sol Atriyum Duvarı
2. Mitral Anulus
3. Anterior ve Posterior Lifletler
4. Korda Tendinea
5. Papiller Kaslar
6. Papiller Kasların Köken Aldığı Sol Ventrikül Duvarı

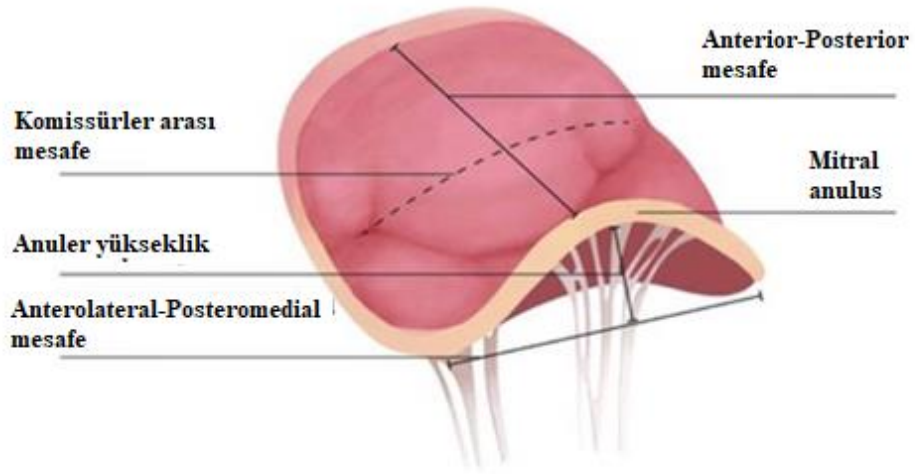


Resim 4.12. Mitral Aparatusu Oluşturan Fonksiyonel Üniteler (87)

Bu yapıların uyumsuz çalışması, morbidite ve mortalite ile ilişkili mitral kapak fonksiyon bozukluğuna yol açabilir (6).

4.2.1. Mitral Anulus

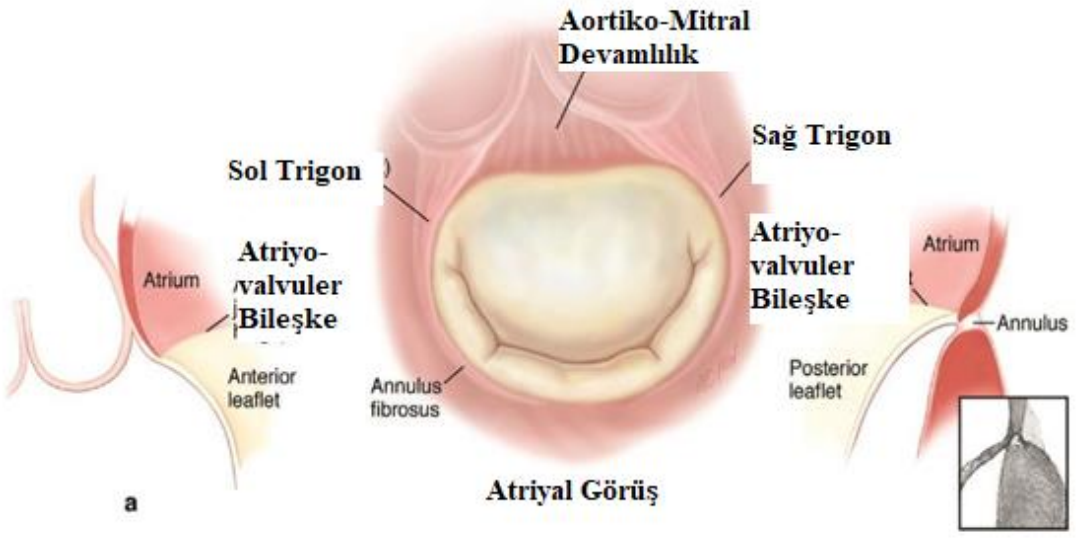
Dört kalp kapağından mitral kapak, ayırt edilebilir bir anulusa sahip olan tek kapaktır. Mitral anulus; eğer şeklinde, eliptik ve kalbin fibröz iskeletinin mitral kapakçıkları çevrelediği yapıdır (83). Anulus çevre uzunluğu 8-10 cm kadardır. Anulus yatay kesit alanı 5,0 cm^2 ile 11,4 cm^2 arasındadır (ortalama 7,6 cm^2) (84). Anulus alanı ventrikül diyastolü sırasında yaklaşık 7 cm^2 ile en geniş halindedir. Normal sistolik fazda, anulusun boyutu %20 ila %40 oranında küçülmektedir. İşlevsel olarak mitral anulus iki boyutlu değil aslında bir eyer şeklinde üç boyutludur. Eyer şekli tarafından uygulanan eğrilik, leafletler üzerindeki mekanik gerilimi azaltır. Anulus sistolde eliptik, diyastolde ise sirküler şekil alarak bu esnekliği sayesinde diyastolde orifis alanını genişletir, sistolde ise lifletlerin koaptasyonunu arttırır (85,86). Mitral anulus diyastolde sol atriyum içine doğru, sistolde ise sol ventrikül apeksine doğru hareket eder. Bu hareket atriyal kontraksiyona bağımlıdır, atriyal fibrilasyon geliştiğinde bu hareket gerçekleşmemektedir.



Resim 4.13. Mitral anulusun eğer şeklindeki konfigürasyonu (87)

Mitral kapak için en sağlam destek bölgesi aortik ve mitral kapaklar arasındaki fibröz süreklilik bölgesidir ve bunun kapsamı sağ ve sol fibröz trigonlarla çizilir. Kalbin fibröz iskeletini oluşturan sağ ve sol fibröz trigonlar, mitral anulusun bir bölümünü oluşturur (88). Santral fibröz cisimcik olarak da bilinen sağ fibröz trigon, atrioventriküler septum ile mitral, trikuspit kapaklar ve aortik kökün kesişiminde yer almaktadır. Sol fibröz trigon, mitral kapak ve aort kapağın sol koroner lifletinin posterior birleşim noktasıdır. İki fibröz trigon aort kapak ve mitral kapağın anterior lifleti arasında birleşir ve aortiko-mitral fibröz devamlılığı meydana getirir (89)(Resim 4.14).

Anteriorda, anulus yapısal olarak kalbin fibröz iskeletine bağlanmaktadır. Buna bağlı olarak anulusun anterior kısmının esneme ve genişleme yeteneği kısıtlanmaktadır. Buna karşın posterior anulus sert bir çevre yapıyla ilişkide olmadığından esnekliği daha fazladır. Sonuç olarak, mitral yetmezliklerinde dilatasyon sadece posterior anulusda sınırlı kalmaktadır (90). Bu nedenle mitral kapak onarımı operasyonları bu asimetrik anuler genişleme ilkesine göz önünde bulundurularak gerçekleştirilir. Mitral kapak anuloplasti uygulamalarında posterior lifletin çevresinin küçültülmesiyle mitral kapak alanı daraltılmaktadır. Parsiyel posterior ring anuloplasti cerrahisinin esası budur (91).



Resim 4.14. Mitral Kapak Anatomik Komşuluklar; Fibröz trigonlar, atrio-valvuler bileşke ve annulus yapısının ilişkisi (92)

4.2.2. Lifletler

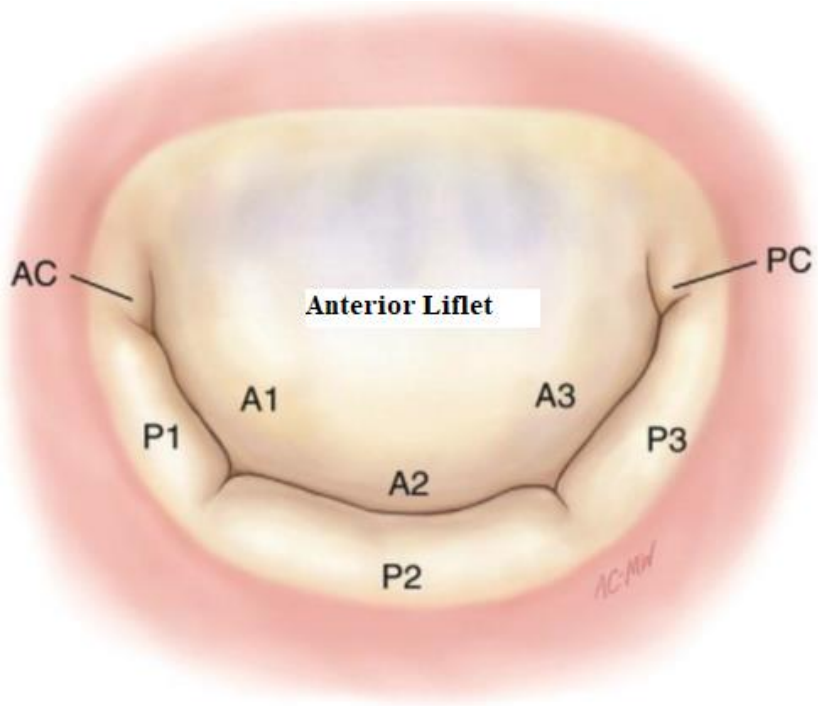
Leafletler, atriyum ve ventrikül arasındaki bölünmeyi oluşturan kapak bileşenidir. Mitral kapak anterior liflet ve posterior liflet olmak üzere iki parçadan oluşmaktadır. Anterior liflet aort kapakların, posterior liflet ise sol atrium posterior duvar endokardının devamı niteliğindedir (93,94). Normal fonksiyonel mitral kapak alanı 4-6 cm2 aralığındadır. Lifletler kollajen doku ile desteklenmiş endotelyal yapılardır, nöromusküler bileşenleri yoktur. Atriyal, spongiyöz ve fibröz olmak üzere 3 katlı histolojik yapıları mevcuttur (95).

Mitral kapakta, anterior liflet posterior lifletden daha geniş yüzey alanına sahiptir fakat mitral anulus çevresinde daha az bir alan kaplamaktadır. Posterior liflet daha dar bir yüzey alanına sahip olmasına rağmen mitral anulus çevresinde daha geniş bir alan kaplamaktadır (96). Anterior liflet posterior lifletin 2-3 katı büyüklüktedir. Anterior lifletin anulusta kapladığı alan posterior lifletin anulusta kapladığı alanın yaklaşık yarısı kadardır. Posterior liflet tüm anulusun 2/3'ünü kaplamaktadır. Mitral lifletler, homojen yapılar değildirler. Her

iki liflet, dairesel olarak radial olandan daha az gerilir. Posterior liflet daha fazla kordal yapısı olduğu için anterior liflete göre her iki yönde de daha fazla gerilebilir.

Mitral kapak koaptasyonu karmaşık bir süreçtir, ventrikül sistolünde basıncın artmasıyla birlikte kapakların uçları birbirinin üzerine gelecek şekilde koaptasyon gerçekleşir. Bu bölgeye 'koaptasyon hattı' denmektedir. Sistol sırasında lifletler koapte olur ve koaptasyon hattı posterior anulusa paralel hale gelir. Bu koaptasyon hattı yaklaşık olarak anterior atrio-valvuler bileşkeden 15 mm, posterior anulusdan 5-6 mm uzaklıktadır. Anterior ve posterior lifletlerin toplam yüzey alanı mitral kapak alanının yaklaşık 2,5 katıdır, böylelikle tam bir koaptasyon olması sağlanır (97).

Carpentier sınıflamasına göre anterior liflet, ön (A1) orta (A2) arka (A3) olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır. Posterior liflet ise dış (P1) orta (P2) iç (P3) olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır (98). Anterior ve posterior lifletlerin anulus üzerindeki kesişim noktaları anterolateral ve posterolateral komissürlerdir.



Resim 4.15. Mitral Kapağın Segmental Analizi Amacıyla Lifletlerin Bölgesel Temsiliyeti (99)

4.2.2.1. Anterior Liflet (Septal veya Aortik)

Anterior liflet semisirküler yapıdadır. Mitral orifiste, musküler ve ventriküler septumun posteromedial kısmından sol ventrikül anterolateral duvarına doğru diagonal şekilde seyretmektedir. Posterior liflete göre daha geniş, daha düz yüzeyli, daha hareketlidir. Kaba olarak üçgene benzer, anulusa yakın kısmı ince ve şeffaftır. Serbest kenara yaklaştıkça kalınlaşarak opak bir hal alır. Ortalama yüksekliği 1,8-2 cm, anuler çevre uzunluğu 3 cm,

liflet alanı da 4,3 cm^2'dir. Anulus çevresinin 1/3'ünü kaplamasına rağmen, kapak alanının 2/3'ünü oluşturur (100). Serbest yüzü düz bir yapıya sahiptir. Her iki yanından kapanma bölgesi olan pürüzlü (rough) alan, ortada ise pürüzsüz düz (clear) alan vardır. Bu bölgeye kordalar yapışmaz. Anterior mitral liflet, aort kapağın sol koroner ve non-koroner lifletleri ve bu iki liflet arasındaki kommisürü de içeren alan ile sınır oluşturarak kalbin fibröz iskeletiyle devamlılık göstermektedir. Bu aortiko-mitral devamlılığın her iki yandaki sınırlarını sağ ve sol fibröz trigonlar oluşturur. Fibröz trigonlar lateralde, bağ dokudan zengin sol filum koronariumu oluşturmaktadır (84).

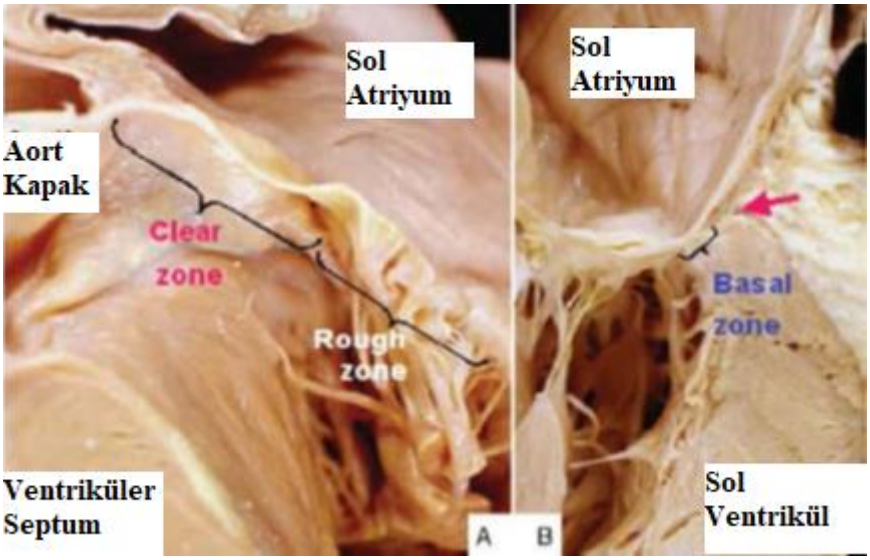
4.2.2.2. Posterior Liflet (Mural)

Anterior liflete göre daha dar yapıdadır. Yüksekliği 1,1-1,2 cm, anüler uzunluğu ortalama 5,2 cm, alanı da ortalama 1,7 cm^2'dir. Anulus çevresinin 2/3'ünü oluşturur. Yüzeyi anterior liflete göre daha pürüzlü ve girintili çıkıntılıdır. Normal popülasyonun yaklaşık % 90-95'inde 'scallop' olarak adlandırılan 3 segment vardır (93,94). Bu segmentler, posterior lifletin serbest kenarında kleft olarak adlandırılan iki adet çentiği arasında olup postero-medial, orta ve antero-lateral olarak isimlendirilir. Ortadaki segment en büyüğüdür. Posterior liflette anterior lifletin benzer kısımlarına tekabül eden pürüzlü (rough) ve pürüzsüz (clear) bölgeler vardır. Ayrıca anulusa yakın olan ve bazal kesim olarak adlandırılan kısmına sol ventrikül trabeküllerinden direk olarak kordalar yapışır (101). Kleft bölgelerine yelpaze şeklindeki (fan shaped) kordalar yapışarak bu bölgeleri daha belirgin hale getirirler.

Mitral lifletlerin yüzeyi, kordaların yapışma yerlerine ve kapağın normal hareketi sırasındaki koaptasyon alanlarına göre üç bölgeye ayrılır. Pürtüklü bölge (rough zone) her iki mitral kapakçığın karşılıklı dayanma çizgisindedir. Bu bölge sistol sırasında mitral kapakçıkların temas ettikleri yüzeylerdir. Bu iki komşu, kapağın normal kapanması ve yeterliliği için birbirlerine yaslanırlar. Pürtüksüz bölge (clear zone) olarak adlandırılan ikinci kısım ise sistol sırasında sol atriyumu dolduran kanla doğrudan temas halinde olup pürtüklü (rough) bölgenin devamında bulunur. Ventrikül kontraksiyonu sırasında atriyum içine doğru kabaran bölge işte bu kısımdır. Pürtüksüz bölge ile anulus arasında yer alan bazal zone, kaynağını doğrudan sol ventrikülün iç yüzeyinden alan bazal kordaların (tersiyer kordalar) yapışma bölgesini oluşturmaktadır. Bazal zone yalnızca posterior kapakçıkta bulunur (102).(Resim 4.16).

Posterior kapakçığın cerrahi açıdan önemli komşulukları ise; sol taraftan altta sirkumfleks koroner artere, sağ alt tarafta ise koroner sinüse komşudur. Normal popülasyonun % 45'inde AV nod arteri posterior kapakçığın sağ tarafına yakın seyreder (90,101).

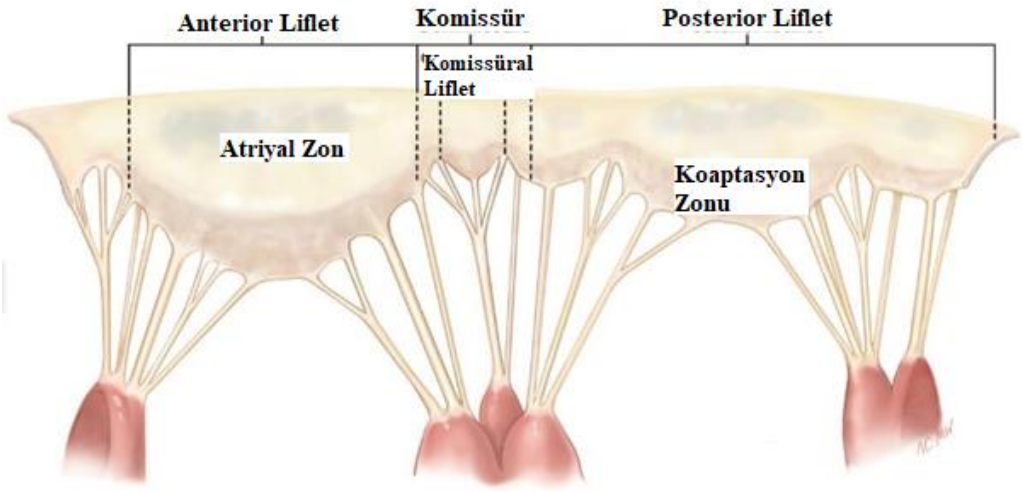
Sirkumfleks arterin dominant olduğu durumlarda, posterior kapakçığın tabanı tümüyle sirkumfleks artere yakın komşuluk gösterebilmektedir (103).



Resim 4.16. Clear Zone, Rough Zone ve Bazal Zone Görüntüleri (90)

4.2.3. Komissürler

Anterolateral ve posteromedial komissürler, kapağı anterior ve posterior olarak ikiye ayırır. Anterolateral ve posteromedial papiller adalelerden köken alarak komissürlerin serbest kenarlarına ve her iki liflete birden yapışan kordalar da vardır. Bunlara komissürel korda denilir. Komissürel kordaların yapıştığı yerler komissürün yerini kesin olarak gösterir. Komissürel kordaların boyları çok nadiren uzadığından ötürü, mitral kapak onarımlarında lifletlerin uygun kapanıp kapanmadığını anlamak için bir referans noktası olarak kullanılabilirler.



Resim 4.17. Mitral Kapak Liflet yapıları, koaptasyon zonları ve kordalar ile anulo-papiller devamlılığın şematik çizimi (92)

4.2.4. Korda Tendinealar

Korda tendinealar, papiller kasların fonksiyonel uzantıları olarak leaflet prolapsusunu önleyerek kapak yetkinliğini sürdürme ve çapraz ventriküler destek sağlayarak ventriküler geometriyi sürdürme ikili işlevini yerine getirir. Korda tendinealar, fibröz konnektif dokudan oluşan, dayanıklı, mitral kapak lifletlerini papiller kaslara veya sol ventrikül serbest duvarına köprü şeklinde bağlayan tendon oluşumlardır (Resim 4.17). Korda tendineaların orijinleri ve tutundukları bölgeler değişiklik gösterebilir (104). Papiller kaslarla birlikte subvalvular aparatı oluştururlar (105). Çok az sayıda bazı kordalar direk olarak sol ventrikül trabeküllerinden çıkıp özellikle posterior kapakçığın bazal kısmına yapışabilir (97).

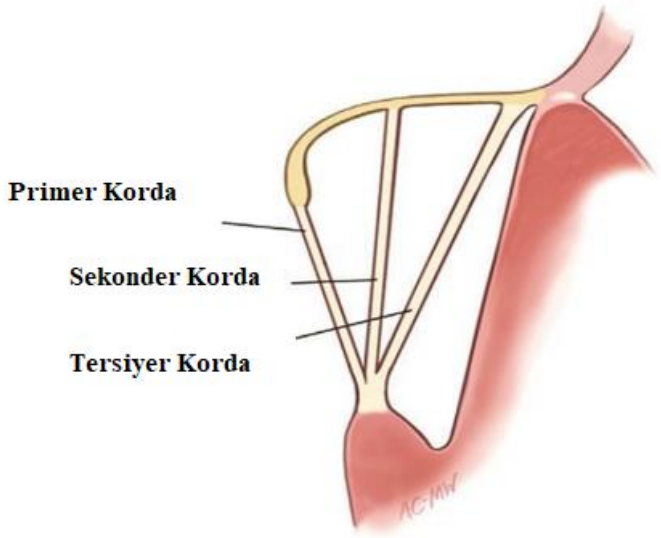
Korda tendinealar ventrikül sistolü sırasında mitral kapakta gerginlik oluşturarak lifletlerin atriyuma prolapsusunu ve dolayısıyla kanın atriyuma regürjitasyonunu önler (106). Kordalar, posterior liflette serbest kenarla lifletin bazal kısmı arasında herhangi bir yere yapışırken anterior liflette daha çok serbest kenar ve rough zona yapışır (107). Papiller adeleden tek bir orijinden çıkan bir korda tendinea şemsiye tarzında 5-7 adet küçük kordaya ayrılarak, her bir lifletin komissural kısmına yapışır. Anterolateral papiller adeleye tutunan kordaların ortalama uzunluğu 1,2-1,4 cm iken posteromedial papiller adeleye tutunan kordaların uzunluğu ortalama 1,4-1,7 cm'dir.

Anterior lifletin ilgili yarısına her bir papiller adeleden 3 çeşit korda (paramedial, santral ve parakommisural) oblik tarzda tutunur. Bunlardan santral korda, en kalınıdır, papiller adelenin tepesinden çıkarak lifletin rough zonunun ventrikül yüzüne, sıklıkla serbest kenardan uzağa tutunur. Anterior lifleti destekleyen esas korda santral kordadır. Posterior lifletin ventriküler yüzüne ise kordalar paralel şekilde tutunur. Bazal korda; posterior lifletin santralinde anulusa yakın şekilde tutunur. Kleft korda; papiller adeleden çıkıp posterior liflet scalloplarının santral ve lateral kısmına tutunur.

Normal mitral kapakta ortalama 25 adet primer korda bulunur. Bunlardan 9'u anterior liflete, 14'ü posterior liflete ve 2'si de komissürlere tutunur (Tablo 4.2). Romatizmal veya iskemik olmayan mitral kapak prolapsuslarının % 90'ında korda tendineaların düzensiz veya eksik yerleşimlerinin olduğu bildirilmiştir (108).

Tablo 4.2. Mitral Kapak Kordalarının Dağılımı
1.Anterior liflet: 9 adet
A. 2'si ana korda
B. 7'si paramedian ve parakommisural korda
2. Posterior liflet: 14 adet
A. 2'si kleft korda
B. 2'si bazal korda
C. 10'u rough zona tutunan korda
3. Komissural korda: 2 adet

Posterior liflete tutunan kordalar anterior liflete tutunan kordalardan genellikle daha ince ve kısadır. Korda transferi yapılırken bu durumu dikkate almak gerekmektedir (83). Temel olarak primer, sekonder ve tersiyer olmak üzere 3 ana gruba ayrılırlar (Resim 4.18):



Resim 4.18. Mitral Kapak Korda Tendinea Tipleri (92)

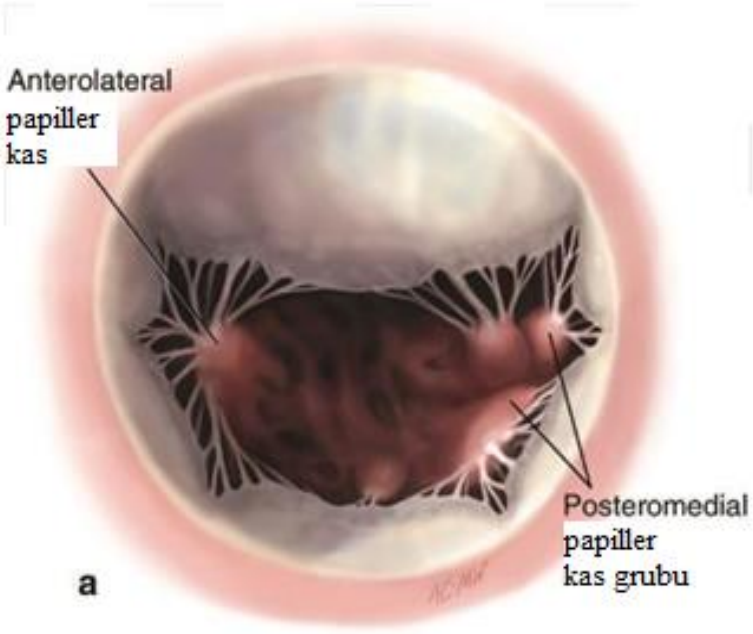
1. Primer Korda: Primer kordalar papiller kaslardan orijin alarak kalın bir bant olarak lifletlerin serbest kenarına tutunurlar (109). Kapağın kapanması esnasında lifletlerin temas yüzeylerinin karşılıklı olarak gelmelerini ve lifletlerin prolabe olmadan optimal koaptasyonunu sağlamaktadırlar (110). Zarar görmeleri durumunda kapak koaptasyonunda

ciddi sorunlar oluşur. Leafletlerin kapanmalarını sağladıkları için “apozisyonel korda” adı da verilmektedir (111).

2. Sekonder Korda: Sekonder kordalar papiller kasların uç noktalarından çıkarak lifletlerin ventrikül yüzeyine tutunmaktadırlar. Bu kordalardan anterior liflete tutunan iki tanesi diğerlerinden daha kalın ve gergindir. Bu kordalara önceki yıllarda “ana (main) korda” ve “stay korda” gibi adlar verilse son yıllarda “Strut korda” adı verilmektedir (105). Strut kordalar, liflet koaptasyonundan ziyade sol ventrikülün sistol esnasında koni şeklini alarak performansını artırmasına yardımcı olurlar (109,110). Liflet koaptasyonunda primer olarak sorumlu olmadığı için “non-apozisyonel korda” adı da verilir.

3. Tersiyer Korda: Tersiyer kordalar sadece posterior liflette görülür. Ventrikül duvarından veya trabeculae karnealardan orijin alarak posterior lifletin anulusa yakın yerine tutunmaktadır (109).

Ayrıca komissural korda adı verilen, anterolateral ve posteromedial papiller adalelerden orijin alıp komissürlerin serbest kenarına ve her iki liflete birden yapışan kordalar da vardır (94).



Resim 4.19. Mitral Kapak Atriyal Görünüm ve Papiller Kaslar (92)

4.2.5. Papiller Kaslar

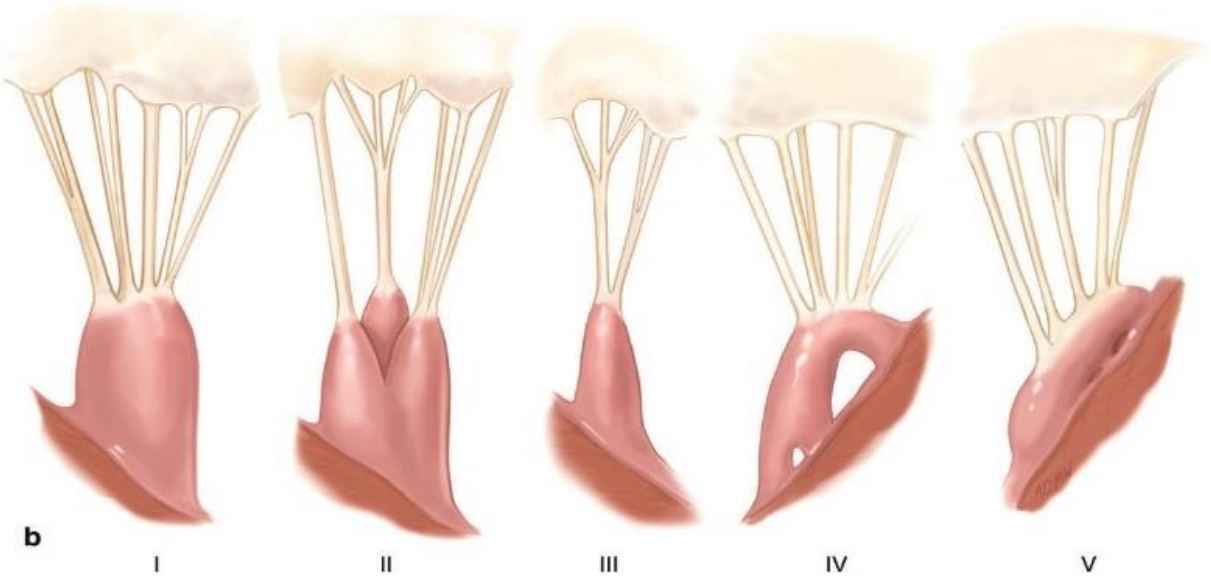
Sol ventrikülde anterolateral ve posteromedial olmak üzere her ikisi de ventrikül serbest duvarının 1/3 apikal kısmından köken alan 2 adet papiller kas bulunur (Resim 4.19). Atriyal taraftan bakıldığında anterolateral solda, posteromedial sağdadır. Tabanını değişik sayıda müsküler trabekülalar oluşturur. Anterolateral papiller kas, septum ve ventrikülün posterior

duvarı arasında konumlanmıştır. Posteromedial papiller kas, ventrikülün lateral duvarında konumlanmıştır. Papiller kaslar her iki liflete de korda gönderirken kendileri de musküler ve tendinöz kordalarla (yalancı korda) sol ventrikül serbest duvarına tutunur. Sistolik kontraksiyon sırasında miyokard ile uyumlu çalışarak mitral lifletleri korda tendinealar aracılığıyla sol ventrikül boşluğuna doğru çekerek kapanmalarını sağlar ve sol atriyuma prolabe olmasını önler. Diyastolde ise gevşeyerek mitral lifletlerin açılmasına ve kanın sol atriyumdan sol ventriküle geçişine yardımcı olur (77).

Papiller kaslar sol ventrikül duvarının uzantılarıdır ve nörovasküler komponentlerini ventrikülden alırlar. His demetinin sol bandının anterior ve posterior dallarıyla, sempatik ve parasempatik (vagal) sinirlerle innerve olur. Anterolateral papiller kas; sol ön inen koroner arterin başta 2. septal olmak üzere birçok dalı ve sirkumfleks arterden beslenirken, posterolateral papiller kas, arka inen arterin (PDA) septal dallarıyla ve popülasyonun %8'inde sirkumfleks arterin terminal dalıyla beslenir. Posteromedial papiller kas, bazen sadece sirkumfleks arterden direk çıkan bir dalla da beslenebilir. Papiller kası besleyen arter, subendokardiyal ve santral yerleşimli olup, papiller kasın perifer kısmı ayrıca ventrikül içerisindeki kandan difüzyonla da beslenir. Anterolateral kas çift, posteromedial kas tek koroner arterden beslendiği için posteromedial kas rüptürü daha sık görülür (112). Morfolojilerine göre papiller kaslar beş tipe ayrılmıştır (Tablo 4.3, Resim 4.20, 82).

Tablo 4.3. Morfolojilerine göre papiller kas tipleri (82)

I.	Büyük ve geniş tek bir baş ile birçok kordanın çıktığı
II.	Büyük ve geniş multiple başlı birçok kordanın çıktığı
III.	Küçük ve birkaç kordanın çıktığı
IV.	Yay şeklinde üzerinden birkaç kordanın çıktığı veya myokarda trabekülasyon ile kemer şeklini alan
V.	Ventrikül duvarına yapışmış ve genellikle birçok kordalı



Resim 4.20. Morfolojilerine Göre Papiller Kasların Tiplendirmesi (92)

4.2.5. Sol Atriyum ve Ventrikül

Mitral aparatın oluşumuna katılan son iki yapı, sol atriyum ve sol ventriküldür. Atriyum diyastolü sırasında akciğerde oksijenize olmuş kan sağ ve sol pulmoner venler aracılığıyla sol atriyuma gelir ve ventrikül diyastolünde mitral lifletlerin açılmasıyla sol ventriküle geçer. Sol ventrikül üç kısımdan oluşur:

1. Giriş
2. Apikal trabeküller
3. Konus çıkım bölgesi

Giriş bölgesi mitral kapak lifletlerinin kordaları ile sınırlıdır. Sol ventrikülün serbest duvarlarının tümü ve apeks ikinci kısma yani apikal trabeküllere dâhildir. Septumun çıkışa uzanan kısmı trabeküler yapıda değil düzdür. Çıkım bölgesi aortun semilunar kapaklarının altında mitral kapağın anterior lifleti ve kordaları ile septumun üst kısmı arasındadır. Böylelikle giriş ve çıkış kısmı mitral kapağın anterior lifleti ve kordaları tarafından ayrılmış olmaktadır. Çıkım bölgesinde aortun sağ koroner lifleti ve non koroner lifleti ile içerisinde kalp iletim sistemi bulunan septumun membranöz kısmı bulunur. Ayrıca bu bölgede aortiko-mitral fibröz bir perde bulunmaktadır. Bu bölgede ise mitral ve aortik anuler halka bulunmamaktadır.

Papiller kaslar, sol ventrikül duvarının uzantısı olup, nörovasküler komponentlerini de ventrikülden alırlar. Sol ventrikül kavitesi, tabanını mitral ve aortik orifislerin oluşturduğu, elipsoid bir yapıya sahiptir. Septum, anterolateral ve posterolateral olmak üzere, başlıca 3

duvarı bulunur. Mitral ve aortik orifisler, birbirleriyle 90°-100° açı yapacak şekilde konumlanmışlardır ve mitral kapak anterior lifletiyle birbirlerinden ayrılırlar.

Sol ventrikül posterior duvarı ve papiller kaslar, mitral lifletlerin sıkı sıkıya kapanması ve koaptasyonun yeterliliğinde önemli bir rol oynar. Papiller kaslar ventrikül duvarına paralel seyir gösterip, kordalar aracılığıyla mitral lifletlerin serbest kenarlarına tutunmuşlardır. İzovolumetrik kontraksiyon süresince, mitral lifletler birbirleriyle uyumlu olarak aşağıya doğru çekilirler. Ventrikül dilatasyonu sırasında papiller kasların hizası ve gerginliğinin bozulması sonucu mitral kapak açılır.

Sirkumfleks koroner arterin; atrioventriküler olukta posterior mitral anulusla yakın ilişkisi, mitral kapak cerrahisi açısından önemlidir. Öte yandan, anterior anulusun da iletim sistemiyle komşuluğuna dikkat edilmesi gerekir. Anulusun, mitral kapak anterior lifletinin bulunduğu kısmı, kalbin fibröz iskeletinin bir bölümünü oluşturur. Bu nedenle anterior anulusun hareketi oldukça kısıtlıdır. Öte yandan, posterior anulus, fibröz dokudan ibaret olmasına rağmen, sol atriyal ve ventriküler miyokardla çevrili olması nedeniyle anulus hareketinin esasını oluşturur.

Sonuç olarak mitral kapak anatomisi; kapak anulusu, lifletler, kordalar ve papiller kaslardan oluşan, sol atrium ve sol ventrikül boşluklarını birbirinden ayıran ancak fonksiyonel olarak sol atrium ve sol ventrikülü de içine alan kompleks bir yapıya sahiptir (113). Lifletlerin serbest kenarları korda tendinealarla papiller kaslara, lifletlerin diğer kenarları ise anulus fibriozise bağlıdır (114). Mitral kapak aparatusu birbirinden farklı yapıların oluşturduğu fonksiyonel bir birim olarak belirtilmiştir.

4.3. Mitral Kapak Histolojisi

Mitral lifletler histolojik olarak 3 tabakadan oluşur (84):

1. Fibröz tabaka: Korda tendinea ile devamlılık gösteren solid, kollejenöz yapıdaki tabakadır.

2. Spongiöz tabaka: Lifletlerin atriyal tarafındaki yüzeyinde bulunan proteoglikan, elastin ve konnektif doku hücrelerinden zengin tabakadır.

3. Fibroelastik tabaka: Liflet yapısında çoğunlukla bulunan ince fibroelastik tabakadır.

4.4. Mitral Kapak Fizyolojisi

Mitral kapağın çalışması tüm mitral aparatus fonksiyonel ünitelerinin katıldığı aktif bir süreçtir. Ventrikül relaksasyon periyodunun erken döneminde, ventrikül geometrisindeki değişiklikler sonucu lifletlerin serbest kenarlarının ayrılmasıyla mitral kapak açılır. Mitral

kapak lifletleri hızlı ventriküler doluş fazından hemen sonra kapanmaya başlarlar. Kapağın kapanmasında; papiller kasların kasılması önemli rol oynar. Korda tendinealar papiller kasların işlevini direk olarak kapaklara yansıtarak etkili olurlar (115).

Fonksiyonel bir mitral kapağın düzgün çalışabilmesi için aşağıdaki anatomik özelliklerin bir arada bulunması gerekmektedir;

1- Mitral kapak alanı, kanın rahatça sol atriumdan sol ventriküle geçişine izin verecek yeterlilikte olmalıdır.

2- Anterior ve posterior lifletin toplam alanı mitral orifisin sistol sonu alanından fazla olmalıdır.

3- Kalp siklusunun her evresinde, lifletlerin birbirine bakan serbest kenarları ventrikül kavitesi içinde birbirleri ile aynı düzlem üzerinde olmalıdır.

4- Korda tendinealar lifletlerin birbirleri ile uyumlu çalışmasını sürdürmesine olanak sağlayacak derecede yeterli uzunlukta olmalıdır.

5- Korda tendinealar kalp siklusunun her evresinde aynı gerilim kuvveti altında olmalıdır. Bu noktada papiller kasların kontraktilitesi de önem arz etmektedir.

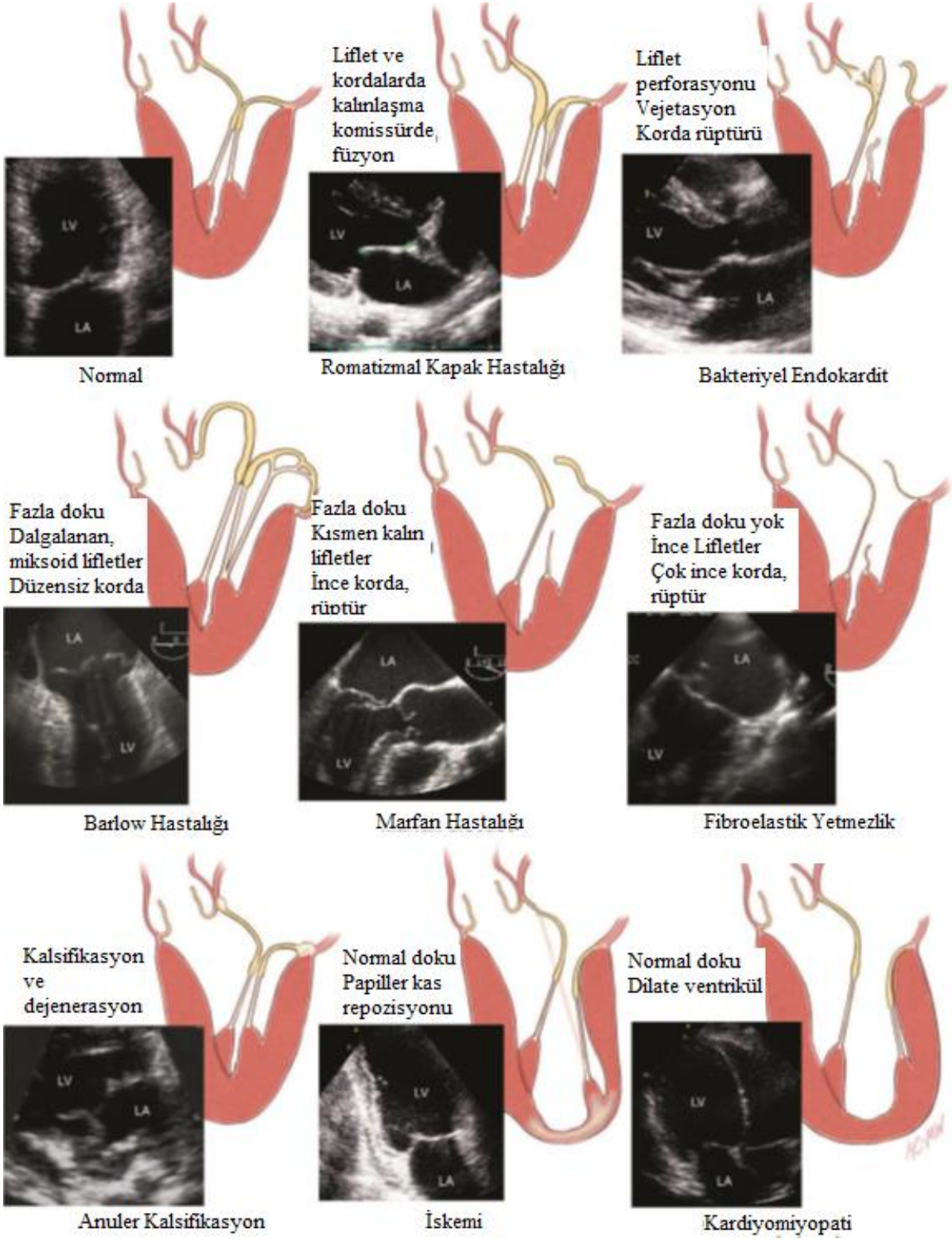
6- Mitral anulus dinamik bir yapıda olmalıdır. Şöyle ki; anulusun çevresinin 2/3 kısmı atriyal ve ventriküler kas kitlesine oturmuştur. Diyastolde genişler, atriyal ve ventriküler sistolde küçülür.

7- Her bir lifletin doku bütünlükleri tam olmalıdır.

4.5. Mitral Kapak Hastalıkları

Mitral kapak hastalıkları, kalp kapak hastalıkları arasında en yaygın görülen patolojilerden birisidir. Kapak yapısının fonksiyonel ünitelerinden herhangi birinin çeşitli nedenlerle bozulması ve özellikle akut eklem romatizması sonucu klinikte mitral darlığı, yetmezliği veya kombine darlık ve yetmezliği meydana gelebilir.

Mitral kapak hastalıklarının cerrahi planlamasında en önemli nokta hastalığın hangi döneminde cerrahi uygulanacağı konusudur. Erken dönemde yapılan cerrahi girişim hastayı gereksiz cerrahi travmaya maruz bırakır ve olası cerrahi komplikasyonlara açık hale getirir. Geç dönemde uygulanan cerrahi girişim ise morbidite ve mortalite riskini artıracağından sol ventrikül fonksiyonları bozulmadan cerrahi tedavi kararı verilmelidir.



Resim 4.21. Mitral kapak patolojileri klinik görünüm ve morfolojik özellikleri (92)

4.5.1. Mitral Kapak Darlığı

Mitral lifletlerin kalınlaşması ve hareket kısıtlılığı sonucu kapağın ventrikül diyastolünde tam olarak açılamaması ve sol atriyumdan sol ventriküle olan kan akışının

kısıtlanmasıdır (116). Mitral darlığının en sık nedeni romatizmal kalp hastalığı olarak bilinmektedir. Ancak mitral darlığının başlıca nedeni olan romatizmal ateş endüstrileşmiş ülkelerde büyük ölçüde azalmıştır (117). Dejeneratif mitral kapak hastalığı artık esas olarak yaşlı hastalarda görülmektedir (97).

4.5.1.1. Etyoloji

1. Romatizmal Kalp Hastalığı
2. Mitral Anüler Kalsifikasyon
3. Neoplazm (Sol Atriyal Miksoma)
4. Konjenital (Paraşüt Deformitesi)
5. Aktif Enfektif Endokardit
6. Karsinoid Sendrom
7. Sol Atriyal Trombüs
8. Sistemik Lupus Eritamatozis, Romatoid Artrit
9. Metabolik Hastalıklar (Hunter-Hurley Sendromu, Amiloidoz, Whipple)

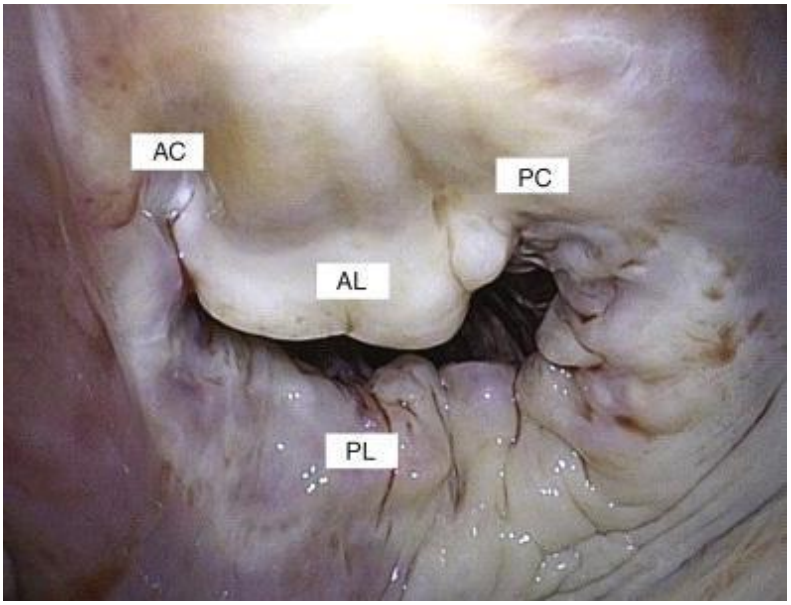
Romatizmal kalp hastalığında en sık mitral kapak tutulur. Mitral ve aort kapakların birlikte tutulumu daha nadirdir. Akut romatizmal ateşin erken dönemde görülen en sık komplikasyonu mitral yetmezliktir. Mitral darlık ise yıllar sonra geç dönem komplikasyonu olarak ortaya çıkar. Vakaların %40'ında mitral darlık ve mitral yetmezlik bir arada görülür (118).

4.5.1.2. Patofizyoloji

Erişkin bir insanda normal mitral kapak alanı (MKA) 4-6 cm^2 arasında olup kapak alanı 2-2,5 cm^2'nin altına düşene kadar hemodinamik değişiklikler görülmemektedir. MKA 1 cm^2'nin altına düştüğünde New York Heart Assosiation (NYHA) klas III-IV semptomlar gelişir. Mitral darlıkta en önemli fizyopatolojik değişiklik, normal sınırı 10-12 mmHg olan sol atrium basıncında kronik artıştır. Mitral darlık semptomlarının birçoğu sol atriyal basınçtaki bu kronik artışın sonucudur. Ayrıca sol atriyal basınçtaki artış pulmoner damar direncinde yükselme, sol atriyal hipertrofi, atriyal fibrilasyon, atriyumda trombüs gelişimi ve sistemik embolizm gibi kademeli patolojik değişikliklere neden olur.

Romatizmal valvülitde gelişen patolojik değişikler 3 aşamada görülür:

1. Tek başına komissür füzyonu,
2. Komissür füzyonuna ek olarak kordalarda subvalvüler kısalma,
3. Kapağın tümünün ve subvalvüler aparatın kalsifikasyonuna ve skar doku oluşumuna bağlı olarak fiksasyon, olarak görülür (119).



Resim 4.22. Romatizmal mitral kapak darlığı balık ağzı deformitesi (120)

Mitral kapakta gelişen inflamasyonun streptokokal antijenler ile kapak dokusu arasındaki çapraz reaksiyon sonucu başladığı düşünülmektedir. Kapak tutulumu ile akut fazda lifletler şişer. Lifletlerin serbest kenarlarında verrü olarak adlandırılan bir milimetre çaplarında inci tanesine benzer çıkıntılar oluşur. Uzun dönemde ise lifletler kalınlaşır, komissural bölgelerden birbirlerine yapışır, hareketleri kısıtlanır ve tipik "balık ağzı" görünümü oluşur (Resim 4.22). Kordalar benzer şekilde kalınlaşır, kısalır, birbirlerine yapışırlar. Zamanla kapak yapılarında distrofik kalsifikasyon meydana gelerek kapak hareketleri iyice kısıtlanır, fibrotikleşir ve bir süre sonra kapak fonksiyonunu yerine getiremez hale gelir. Mitral darlığı kalsifikasyonun şiddeti ile doğru orantılı olarak mitral kapakta diyastol sonu basınç gradientine sebep olur (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Ekokardiyografik Olarak Mitral Darlık Sınıflaması (125)

	Hafif MD	Orta MD	Ciddi MD
Ortalama Gradient	<5 mmHg	5-10 mmHg	>10 mmHg
Pulmoner Arter Basıncı	<30 mmHg	30-50 mmHg	>50 mmHg
Kapak Alanı	>1,5 cm^2	1,0-1,5 cm^2	<1,0 cm^2

Genel olarak mitral darlıkta sol ventrikül fonksiyonları korunmasına rağmen, darlığın şiddeti arttıkça ön yük azalır ve buna bağlı olarak kalp debisi düşer. Sol ventrikül diyastol sonu basıncı sıklıkla normal olmakla beraber, izole mitral darlığına bağlı olarak sol ventriküle kan akışı azalan hastalarda sol ventrikül diyastol sonu volüm normal veya azalmış bulunurken, diyastol sonu basınçları tipik olarak azalmış bulunur. Atım hacmi ve pik dolum hızı da azalmıştır. Sol ventrikül pompa fonksiyonundan ziyade, azalmış ön yüke bağlı olarak kardiyak debi azalır. Hastaların çoğunda sol ventrikül kütlesi normal veya normale yakın değerlerdedir (121).

Hastaların % 25-50'sinde eşlik eden patolojilere bağlı olarak sol ventrikül sistolik fonksiyonunda azalma görülür. (Ör: Mitral Yetmezlik, Aort Kapak Hastalığı, İskemik Kalp Hastalığı, Romatizmal Miyokardit veya Pankardit, Miyokardiyal Fibrozis vb.) (84). Bu hastalarda sol ventrikül sistol sonu volümleri (ESV) ve diyastol sonu volümleri (EDV) normal veya genişlemiş olarak bulunur.

Pulmoner vasküler rezistansı yüksek olan ciddi kronik mitral darlıklı hastalarda pulmoner arter sistolik basıncı (PASB) istirahatte artar ve egzersiz ile sistemik basınca yaklaşır. PASB 60 mmHg'nın üstüne çıktığında sağ ventrikül ön yükünde ciddi artışa neden olarak sağ ventrikül fonksiyonlarının bozulmasına, sağ ventrikül ve sağ atriyum basınçlarının artmasına sebep olur. Bu da sağ kalp yetmezliği, triküspit yetmezliği ve pulmoner kapak yetmezliğine neden olur (84). Ortalama sol atriyum basıncı 30 mmHg'nın üstüne çıktığında pulmoner hastalık gelişir. Yüksek sol atriyum basıncının pasif transmisyonu, pulmoner venöz hipertansiyon, pulmoner arterioler konstriksiyon ve pulmoner vasküler değişikliklerin neticesinde pulmoner hipertansiyon gelişir.

4.5.1.3. Klinik Bulgular

Mitral darlık semptomları primer olarak pulmoner konjesyon sonucu gelişir. İlk gelişen semptomlar efor dispnesi, halsizlik ve yorgunluktur. Sol atriyal basınç artışı ve pulmoner konjesyon derecesine bağlı olarak öksürük, hemoptizi, ortopne, paroksismal nokturnal dispne, sağ kalp yetmezliği bulguları ve pulmoner ödem hastalığın ileri dönemlerinde görülen diğer semptomlardır. Pulmoner hipertansiyon sonucu gelişen sağ kalp yetmezliğine bağlı olarak hepatomegali, gode bırakan periferik ödem, juguler venöz dolgunluk, asit gibi bulgular da ortaya çıkabilir. Ses kısıklığı gelişmesi dev sol atriyum varlığını gösterir.

Hastaların % 30-50'sinde atriyal fibrilasyon eşlik eder. Atriyal fibrilasyon varlığında sistemik emboli ilk bulgu olabilir. Hafif mitral stenozu bulunan hastalarda semptomlar ağır egzersiz ile ortaya çıkar. Kapak alanı 2 cm^2'nin altına düştüğünde daha az eforla semptomlar gelişir, kapak alanı 1 cm^2'nin altında iken semptomlar istirahat halinde bile belirgindir.

Hastalar semptomlarının başlamasını takiben 5-10 yılda NYHA Class II düzeyinden Class IV düzeyine geçmektedirler (Resim 4.23) (122).

Sınıf I	**Günlük olağan fiziksel aktivitelerinde kısıtlanma olmayan kalp hastaları**
Sınıf II	Fiziksel aktivitelerinde hafif kısıtlanma olan kalp hastaları (örn. yol yürümekle nefes darlığı olması)
Sınıf III	Fiziksel aktivitede belirgin kısıtlanma olması, ev içinde yürümek gibi çok hafif aktivitelerle bile semptomların ortaya çıkması
Sınıf IV	İstirahatte bile nefes darlığı olması

Resim 4.23. New York Kalp Cemiyeti'nin (NYHA) konjestif kalp yetersizliği sınıflaması (123)

Mitral darlığın karakteristik oskültasyon bulgusu şiddetli birinci kalp sesi(S1), mitral açılma sesi(klik) ve apikal diyastolik rulmandır. Üfürümün kaybolması düşük debiyi işaret eder. Mitral açılma sesi kapağın mobil olduğunu ve rekonstrüksiyondan fayda görebileceğini gösterirken, duyulmaması kalsifik ve rijit kapak lehinedir ve hastalığın ilerlediğini gösterir.

EKG çoğu hastada normaldir, sol atriyal dilatasyona bağlı p-mitrale ve pulmoner hipertansiyon gelişen olgularda sağ aks deviasyonu görülebilir. Akciğer filminde sol atriyum büyümesine bağlı olarak sağ atriyum gölgesinin arkasında çift kontur görülebilir.

Ekokardiyografi, mitral darlığın teşhisinde ve ciddiyetinin değerlendirilmesi için ideal tanı yöntemidir. Planimetri ile ölçülen kapak alanı, mitral darlığın şiddetinin ölçümü için referans değerdir. Ortalama transvalvüler gradient ve pulmoner basınçlar, darlığın ciddiyeti hakkında bilgi verir ve prognostik bir değere sahiptir (124).

Stres testi, asemptomatik, semptomları belirsiz veya semptomları MD'nin şiddetiyle uyuşmayan hastalarda uygulanabilir. Egzersiz ekokardiyografi, mitral gradient ve pulmoner arter basıncındaki değişiklikleri değerlendirerek ek objektif bilgi sağlayabilir.

4.5.1.4. Medikal Tedavi

Tedavi şekli ve zamanlamasına hastanın klinik özelliklerine, kapak anatomisine ve klinisyenin tecrübesine göre karar verilmelidir. Asemptomatik ve sinüs ritmindeki hafif mitral darlığı olan hastalarda romatizmal ateş profilaksisi yapılabilir, emboli öyküsü veya sol atriyumda bir trombüs varsa, antikoagülan kullanılması gereklidir (öneri sınıfı I, kanıt düzeyi C). Orta derece mitral darlığı olan hastalar aşırı fiziksel aktiviteden kaçınılmalıdır. Orta-ciddi romatizmal mitral darlığı olan hastalarda aşağıda belirtilen durumlardan en az bir tanesinin bulunması durumunda vitamin-K antagonisti ile INR 2,5 civarında olacak şekilde antikoagülasyon önerilir: 1) atriyal fibrilasyon, 2) geçirilmiş embolik olay, 3) sol atrial trombüs varlığı. Semptomlar yüksek kalp hızlarında oluşuyorsa beta bloker ve kalsiyum kanal blokerleri kullanılabilir. Pulmoner konjesyon mevcutsa tuz kısıtlaması ve aralıklı diüretik verilmesi gerekebilir. Sağ ve sol ventrikül disfonksiyonu olmadıkça sinüs ritmindeki mitral darlıklı hastaya digital tedavisi verilmesine gerek yoktur.

Semptomatik mitral darlıklı hastaların % 30-40'ında atriyal fibrilasyon gelişir. Akut atriyal fibrilasyon ciddi hemodinamik sorunlara yol açabilir. Yaşlı hastalarda daha sıktır ve sıklıkla kötü prognozun belirleyicisidir. Yüksek ventriküler yanıtlı atriyal fibrilasyon dijital, beta bloker ve kalsiyum kanal bloker ile düzelmiyorsa hemodinamik stabiliteyi sağlamak amacıyla elektriksel kardiyoversiyon yapılmalıdır. Elektif elektriksel kardiyoversiyon yapılacaksa işlemden 3 hafta önce oral antikoagülasyon sağlanmalı transözafageyal ekokardiyografi ile sol atriyal trombüs olmadığı saptandıktan sonra heparin ile antikoagülasyon yapılarak işlem uygulanmalıdır. Sol atriyum belirgin genişse tekrarlama olasılığı sıktır. Tekrarlayan paroksismal atriyal fibrilasyon tedavisinde yeni atakları önlemek amacıyla amiodoron kullanılabilir. Sistemik emboli riskini azaltmak için oral antikoagülan, International Normalized Ratio (INR) değeri 2-3 arası tutulacak şekilde vitamin K antagonisti kullanılmalıdır. Sadece sol atrium çapının 55 mm'den geniş olması MD'de antikoagülasyon gerektirmez. Aynı şekilde sadece TEE'de spontan ekokardiyografik kontrast görülmesi de

MD'de antikoagülasyonu gerektirmez. Antikoagülan gerektiren MD olan hastalarda warfarin ve heparin kullanılır, diğer oral antikoagülan ajanlar kullanılmaz.

4.5.1.4. Cerrahi Tedavi

Semptomatik mitral darlığı hastalarında kapak alanı 1,5 cm^2'den küçük hastalarda operasyon planlanır. Semptomatik kapak yapısı valvuloplasti veya tamire uygun olmayan orta ciddi mitral darlığı olan hastalarda mitral kapak replasmanı tercih edilir. Kapağa müdahale kararı, hasta NYHA klas III'e erişmeden önce verilmelidir.

Tablo 4.5. Klinik olarak anlamlı mitral darlığında PMK ya da mitral kapak replasmanı endikasyonları (125)

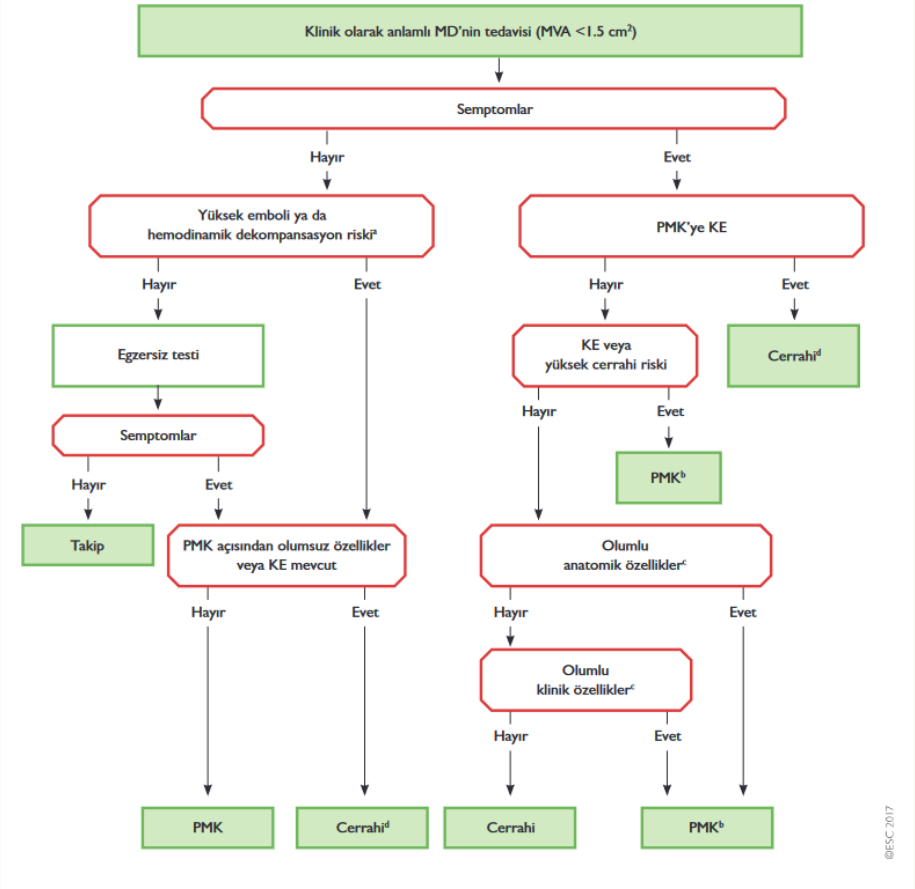
Öneriler	**Sınıf**	**Düzey**
Olumsuz özellikler taşımayan semptomatik hastalarda PMK gereklidir.	I	B
PMK, kontraendikasyonu olan veya cerrahi riski yüksek hastalarda gereklidir.	I	C
PMK'ya uygun olmayan semptomatik hastalarda mitral kapak ameliyatı gereklidir.	I	C
Anatominin olumsuz klinik özelliklerin olmadığı semptomatik hastalarda PMK düşünülmelidir.	IIa	C
Aşağıdaki kriterlere sahip olumsuz klinik ve anatomik özellikleri olmayan asemptomatik hastalarda öncelikli PMK planlanmalıdır:		
- Yüksek tromboemboli riski olan hastalar	IIa	C
- Yüksek derecede hemodinamik dekompansasyon riski olan hastalar		

1990'lı yıllarda fibrotik ve stenotik mitral kapaklarda balon dilatasyon tekniği yaygın şekilde kullanılmıştır. Günümüzde bu teknik daha çok semptomatik, non kalsifiye, fibrotik mitral darlığı olan hastalarda tercih edilmektedir. Perkutan mitral balon kommissurotomi (PMK), cerrahiye göre daha düşük morbidite ve mortalite oranına sahiptir. PMK'nın üstünlüğü hastanın ertesi gün işine dönebilme şansı ve torakotomi ya da sternotomiye ihtiyaç duyulmamasıdır. Mitral kapak alanı >1.5cm^2 olan hastalar, sol atriyal trombüsü olan hastalar,

hafif dereceden fazla mitral yetmezliği olan hastalar, ciddi veya bikomussural kalsifikasyonu olan hastalar, komissural füzyonu olmayan hastalar, eşlik eden ciddi aort veya triküspit hastalığı olan hastalar ve bypass cerrahisi planlanan hastalarda PMK kontrendikedir.

Yine açık mitral kommissurotomi ve valvuloplasti işlemleri bazı hasta gruplarında başarılı sonuçlar verse de diğer birçok çalışmada mekanik kapak kullanılarak yapılan mitral kapak replasmanı sonrasında daha iyi uzun dönem sonuçlar bildirilmiştir. Bugün kronik mitral darlığı olan çoğu hastada kapaktaki distrofik değişiklikler, kordalarda belirgin kalınlaşma ve kısalma, subvalvuler alanda obliterasyon, papiller adalelerde aglütinasyon, anuler ve kapak dokusunda kalsifikasyondan dolayı kapak replasmanı yapılmaktadır (126).

Orta – ciddi mitral darlığı olan hastaların takip ve tedavisi 2021 ESC/EACTS Kapak Hastalıkları Kılavuzu'na göre aşağıdaki gibidir (Resim 4.24).



Klinik olarak anlamlı mitral darlığın yönetimi. KE = kontrendikasyon; MD = mitral darlığı; PMK = perkütan mitral kommissürotomi.
[a]Yüksek tromboembolik risk: sistemik emboli öyküsü, sol atriyumda yoğun spontan kontrast, yeni başlayan atrial fibrilasyon. Yüksek riskli hemodinamik dekompansasyon: Sistolik pulmoner basınç, istirahatte 50 mm Hg' fazla, kalp dışı ameliyat için büyük ihtiyaç, gebelik arzusu.
[b]Cerrahi komissurotomi, deneyimli cerrahi ekipler tarafından veya PMK'ye kontrendikasyon olan hastalarda düşünülebilir.
[c]Bölüm 7.2'deki klinik olarak anlamlı mitral darlıktaki PMK ve mitral kapak cerrahisi endikasyonları için tabloya bakınız.
[d]Düşük egzersiz seviyelerinde semptomlar ortaya çıkarsa ve operatif risk düşükse cerrahi önerilir.

Resim 4.24. Orta - Ciddi Mitral Darlığı Olan Hastaların Takip ve Tedavisinde Önerilen Algoritma (125)

4.5.1.5. Hasta Takibi

MD olan asemptomatik hastalarda düzenli takip ile hastalığın ilerlemesi ve müdahale zamanı kontrolü önerilir. Yıllık olarak anamnez ve fizik muayene, hastalığın ciddiyetine uygun da transtorasik ekokardiyografi (TTE) yapılmalıdır. Takip için mitral kapak alanı, 1,5 cm^2 den genişse 2-3 yılda bir, 1,5 cm^2 altındaysa yılda bir ekokardiyografi tavsiye edilir. Mitral kapağın daralma hızı yılda ortalama 0.1 cm^2 civarında olduğundan asemptomatik, stabil durumda olup hafif darlığa sahip hastalarda kontroller uzun zaman aralıkları ile yapılır. Eşzamanlı mitral kapak yetmezliği olan veya diğer kapaklarda lezyonu olan hastalarda daha sık takip gerekebilir.

Takip sıklığı mitral kapak müdahale zamanlamasının optimizasyonu için önemlidir. Mitral kapak müdahale zamanı iki nedenle önemlidir. 1) Hastalık çok yavaş ilerlediğinden, müdahale çok erken yapıldığında kısa dönem fayda sağlamadan hastayı müdahalenin riskleri ile karşı karşıya bırakmış olur. 2) Müdahale geç yapıldığında geri dönüşümsüz pulmoner hipertansiyon veya sağ kalp yetmezliği ihtimali doğar.

4.5.1.6. Fiziksel Aktivite ve Egzersiz

Ciddi MD olan hastaların büyük bir kısmı egzersiz ile semptomatik hale geldiğinden durağan bir yaşam tarzına yönelirler. Kardiyovasküler sağlığı devam ettirme adına hastalar düşük seviye egzersiz programına yönlendirilmelidir. MD bağlı ani ölümün çok nadir olduğu hastalara söylenmeli ve egzersizden korkunun önüne geçilmelidir. 1) Hafif MD, maksimum pulmoner arter sistolik basıncı 50 mmHg'nın altında olan sinüs ritmindeki hastalar her türlü yarışmalı sporu gerçekleştirebilir. 2) Orta MD, maksimum pulmoner arter sistolik basıncı 50 mmHg'nın altında olan sinüs veya AF ritmindeki hastalar hafif-orta statik ve hafif-orta dinamik yarışmalı sporları gerçekleştirebilir. 3) Ciddi MD, maksimum pulmoner arter sistolik basıncı 50 mmHg'nın üstünde olan sinüs veya AF ritmindeki hastaların yarışmalı sporları gerçekleştirmesi sakıncalıdır (264).

4.5.2. Mitral Kapak Yetmezliği

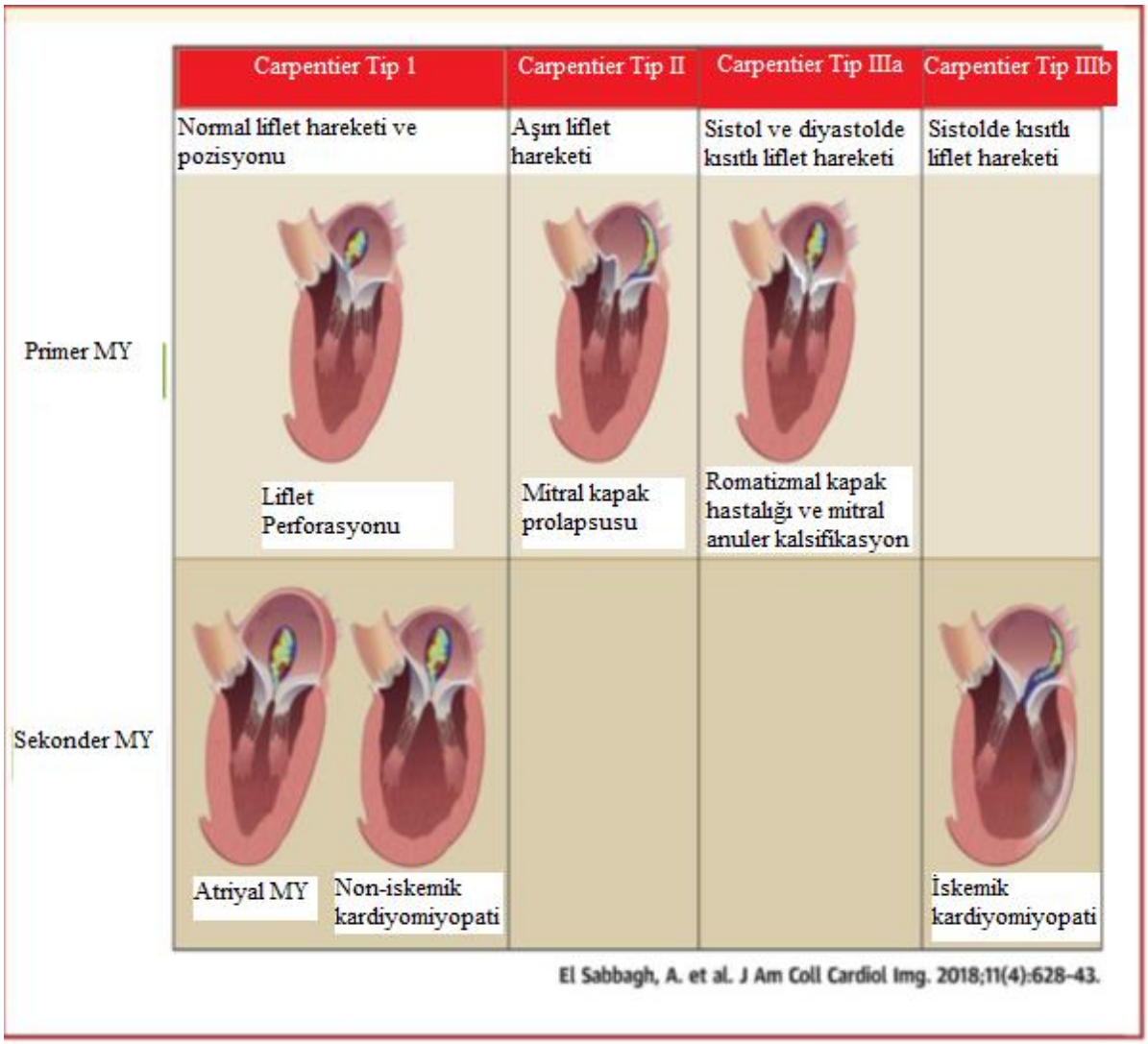
4.5.2.1. Etyoloji

Mitral yetmezlik lifletlerin ventrikül sistolü sırasında tam kapanamaması sonucu ventriküldeki kanın bir kısmının sol atriyuma geri kaçması ile oluşan klinik bir patolojidir.

Mitral yetmezlik Avrupa'da cerrahisi gerektiren prosedürler arasında aort darlığından sonra ikinci en sık kapak hastalığıdır (1). Epidemiyolojik veriler orta ve ciddi mitral kapak yetmezliğinin Amerika'daki en sık kapak hastalığı olduğunu göstermiştir (127). Ülkemizde

yeterli profilaksi yapılmamasından dolayı romatizmal kalp hastalıklarına bağlı mitral yetmezliği yine ilk sırayı almaktadır. Etiyolojik olarak baktığımızda %30 oranında dejeneratif, %24 oranında romatizmal, %30 oranında iskemik, %3 konjenital, %1 infektif ve %11 oranında diğer nedenlerden kaynaklıdır (128).

Kapak cerrahisinin başarılı sonuçlarından dolayı tedavi yeniden tanımlanmıştır. Mitral yetmezlik mekanizmalarına göre birincil ve ikincil mitral yetmezlik olarak iki gruba ayrılır (Resim 4.25)(129). Her iki mekanizmanın da bir arada olduğu nadir durumlarda genellikle bu mekanizmalardan biri baskın hale gelmekte ve tedaviye rehberlik etmektedir.



Resim 4.25. Primer ve Sekonder Mitral Yetmezlik Etyoloji Sınıflandırması (130).

Çok sayıda hastalık mitral kapağı etkileyebilir (Tablo 4.6). Bazı hastalıklar mitral kapağın kendisini doğrudan etkilerken, diğerleri öncelikle miyokardiyumu etkiler. Mitral kapak; romatizmal kapak hastalığı, dejeneratif kapak hastalığı, bakteriyel endokardit ve diğer nadir hastalıklarda ilk hedeftir.

Tablo 4.6. Mitral Kapak Hastalıkları Etiyolojisi
Primer Mitral Kapak Hastalık Etiyolojisi
1. Konjenital Malformasyonlar 2. İnflamatuar Hastalıklar (Romatizmal, Lupus Eritamatozis) 3. Dejeneratif Hastalıklar (Barlow, Marfan vb.) 4. Bakteriyel Endokardit 5. Valvüler veya Anüler Kalsifikasyon 6. Travma 7. Valvüler Tümörler
Sekonder Mitral Kapak Hastalık Etiyolojisi
1. İskemik Kardiyomyopati 2. Dilate Kardiyomyopati 3. Hipertrofik Obstruktif Kardiyomyopati 4. Myokardiyal Sarkoidozis 5. Endomyokardiyal Fibrozis 6. Myokardiyal Tümör

Fibroelastik eksiklik çoğunlukla kısa bir kapak disfonksiyonu öyküsü olan yaşlılarda görülür. Leafletler şeffaftır ve sarkan segment dışında fazla doku yoktur. Kordalar ince, kırılgan ve uzundur. Anulus genişler ve sıklıkla kalsiyum ile infiltre olur (213).

Mitral kapağın miksomatöz hastalığı genellikle yaşamın erken dönemlerinde ortaya çıkar. Lifletlerde kalınlaşma, ekstra dokularla beraber dilate ve kalsifik anulus görülür (213). Korda uzamış ve incelmiş olabilir Sıklıkla fokal prolapsusa katkıda bulunan izole rüptürler mevcuttur. Klasik olarak en yaygın anormallik, korda rüptürü ile ilişkili posterior merkezi skallopun (P2) fokal genişlemesidir. Mills ve arkadaşları tek liflet prolapsusu ile iki liflet prolapsusu karşılaştırıldığında, tek liflet prolapsusu olan hastaların daha genç olduğunu ve daha yüksek oranda flail liflet insidansına sahip olduğunu bulmuştur (214). Biliflet prolapsusu

olan hastalarda hipertansif olma olasılığı daha düşüktü ve mekanik olarak daha güçlü kordalara sahipti, ancak liflet kuvveti tek liflet prolapsusu olan hastalara benzerdi.

Mitral kapağın Marfan sendromu, fazla doku, kalınlaşmış yaprakçıklar ve genişlemiş bir anulus ile karakterizedir (213).

Mitral kapağın romatizmal hastalığı yetersizlikten çok stenoz ile sonuçlanır. Bununla birlikte stenozla birlikte veya stenoz olmadan regürjitasyon meydana gelebilir. Lifletler kalınlaşır, sertleşir ve kireçlenebilir. Anuler kalsifikasyon da yaygındır. Diğer hastalık süreçlerinin aksine kordalar kalınlaşır ve kısalır ve birbirine kaynaşır. Kordal rüptür nadirdir. Önceden kısaltılmış kordalar leafletleri papiller kas uçlarına doğru çekerek ventrikül gevşemesi sırasında ventriküler genişlemeyi kısıtlar.

Mitral kapak prolapsusu (MKP) popülasyonda % 2-6 oranında görülür (119).MKP'li hastalarının % 10'unda ciddi mitral yetmezliği gelişir (98). Mitral kapak dejenerasyonundan posterior liflet daha çok etkilenir. Anterior liflet etkilendiğinde ise posteromedial yarısı daha fazla tutulur. Korda rüptürü posterior leaflette daha sık olur. Posteromedial papiller kas hastaların % 90'ında dominant sağ koroner arter (RCA) tarafından beslenir ve tek koroner artere bağımlıdır. Anterolateral papiller kas ise hem sol ön inen arter (LAD) hem de sirkumfleks (Cx) arter tarafından beslenir.

İskemik mitral yetmezliğinde lifletler normal olmasına rağmen koroner arter hastalığından kaynaklanan ventrikül disfonksiyonuna bağlı olarak yetmezlik gelişir. İskemik mitral yetmezliği papiller kas elongasyonu ya da papiller kas fonksiyonunu etkileyecek derecede sol ventrikül fonksiyon bozukluğuna neden olur.

İskemik mitral yetmezliğinde, operatif mortalite ve morbidite daha yüksek, beklenen yaşam süresi ve sağ kalım diğer etiyolojilerden (romatizmal veya dejeneratif) kaynaklanan mitral yetmezlik hastalarına oranla daha düşük seyretmektedir (132). Bu hasta grubunda sıklıkla mitral kapakçıkların normal olduğu, papiller kas geometrisinin bozulması ile papiller kas tepe noktalarının yer değiştirmesi ve mitral kapağa kordal bağlanma noktalarının yer değiştirmesi ile oluşan kapakçıklarda kısıtlanmış hareket (Carpentier Tip III-b) ve sol ventrikül genişlemesine sekonder posterior anuler dilatasyon (Carpentier Tip-I) gözlenmektedir. Koroner baypas cerrahisi ile eşzamanlı yapılan redüktif anuloplastideki amaç, mitral anuler boyutu antero-posterior aksta küçültmek, kapakçık koaptasyonunu arttırmak ve daha fazla anuler dilatasyonu önlemektir. İskemik mitral yetmezliklerinde öncelikli olarak rijit ring kullanılarak gerçekleştirilen restriktif anuloplasti ile mitral kapak onarımı (MVO) yaklaşımı tercih edilmektedir (115).

Miyokard enfarktüsünden sonraki akut durumda yetersizliğin ana nedeni tethering'dir. İlişkili anuler dilatasyon yoktur. Bu nedenle akut durumda onarım zordur ve sıklıkla değiştirilmesi gerekir. Peri-enfarktüs döneminde regürjitasyon sıklıkla spontan olarak veya revaskülarizasyon ile düzelir. Mümkünse kapak değişimini önlemek için operasyonda bir gecikme önerilebilir.

Küçük bir hasta alt grubu enfarkte papiller kasın kısmen veya tamamen yırtılmasına sekonder mitral yetersizliği geliştirir. Papiller kasın birden fazla başı olduğundan yırtılma tek başı, birden çok başı veya tüm kası kapsayabilir. Semptomların düzeyi rüptürden önceki regürjitasyon derecesi, rüptür ile regürjitasyon derecesindeki değişiklik ve ilişkili enfarktüsün boyutu ile ilişkili olacaktır. Tam rüptür genellikle çok zayıf bir şekilde tolere edilir ve acil olarak ele alınmalıdır. Geniş nekrozlu tam rüptür en iyi kordal koruyucu kapak replasmanı ile tedavi edilebilir (215). Posterior papiller kas rüptürü, anterior kas rüptüründen beş kat daha sık görülür (216). Bu, papiller kasın kan beslemesine dayanır. Ön papiller kasın beslenmesi ikili kaynaklardan gelir. Posterior papiller kasın beslenmesi tek bir kaynaktan sağlanır.

Mitral yetmezliğin derecesinin belirlenmesi için birçok parametrenin birlikte kullanıldığı bir algoritmaya göre karar verilir. Şiddetli SMY'yi tanımlayan ekokardiyografik kriterler, PMY'de kullanılanlardan farklı değildir ve bütünleştirici bir yaklaşım kullanılmalıdır. 2D ekokardiyografiye göre ciddi mitral yetersizliği kriterleri Tablo 4.7’de özetlenmiştir (125).

Tablo 4.7. 2D Ekokardiyografiye Göre Ciddi Mitral Yetersizliği Kriterleri			
		Primer Mitral Yetmezlik	**Sekonder Mitral Yetmezlik**
Niteleyici	**Mitral Kapak Morfolojisi**	Flail liflet, rüptüre papiller kas, ciddi retraksiyon, büyük perforasyon	Normal liflet fakat koaptasyon zayıf
	Jet Akımı	Büyük santral jet akım (>50% sol atriyumdan) veya çeşitli boylarda egzantirik jet akım	
	Akım Karakteristiği	Sistol boyunca büyük	
	Jet Akımı Devamlı Dalga Doppleri	Holosistolik / Yoğun / Triangular	
Yarı Niceliksel	**Vena Contracta Genişliği (mm)**	≥7 (biplanda ≥8 mm)	
	Pulmoner Ven Akımı	Sistolik ters akım	
	Mitral İnflow	E dalgası dominant (>1,2 m/s)	
	TVI Mitral / TVI Aortik	>1.4	
Niceliksel	**EROA (2D PISA, mm^2)**	≥40 mm2	≥40 mm^2 (eliptik regürjitan orifis alanı varsa ≥30 mm^2)
	Regürjitan Volüm (mL/atım)	≥60 mL	≥60 mL (düşük akım koşullarında ≥45 mL)
	Regürjitan Fraksiyonu (%)	≥50%	
Yapısal	**Sol Ventrikül**	Dilate (ESD ≥40mm)	Dilate
	Sol Atriyum	Dilate (Genişlik ≥55mm veya volüm ≥60 mL/m^2)	Dilate

4.5.2.2. Primer Mitral Yetmezlik

Primer mitral yetmezlik, intrensek lezyonların mitral kapak apparatusunun bir ya da daha fazla parçasını etkilediği tüm etiyolojileri kapsar. Romatizmal ateş insidansının azalması ve endüstrileşmiş ülkelerde yaşam süresinin uzaması, etiyolojik dağılımı giderek değiştirmiş

ve dejeneratif hastalıklar (Fibroelastik Yetmezlik ve Barlow Sendromu) batılı ülkelerde görülen en sık MY tipi haline gelmiştir (133-136).

Akut MY'de, ön yükte oluşan ani volüm yüküne ve ventriküldeki hacim artışına uyum sağlayacak zaman olmamasından ötürü sol ventrikül dolum basınçları ani olarak artar. Bu pulmoner hipertansiyona ve akciğer ödemine yol açar. İnfektif endokardit, korda rüptürü ve miyokard enfarktüsüne bağlı papiller kas rüptürü akut MY sebepleri arasındadır.

Kronik MY ise üç aşamaya ayrılır (265). 1) Erken kompansatuar evre (asemptomatik), 2) ilerleyen sol ventrikül remodeling evresi ve 3) dekompanse ileri derecede semptomatik olan son evre. Kronik MY'de, sol atriyal genişleme ve atriyal fibrilasyona (AF) sıklıkla gözlenir (266). Hastanın ileri yaşta olması, semptomatik olması, zayıf egzersiz kapasitesi, yeni başlayan AF varlığı, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyon düşüklüğü (LV EF% <60), pulmoner hipertansiyon (PHT) gelişmiş olması ve sol atriyum sistolik hacim indeksi> 60 mL/m2 olması kötü prognoz ile ilişkilendirilmiştir (150, 267, 268). Mitral kapak prolapsusu olan hastaların küçük bir grubunda, mitral yetersizliğinin derecesinden bağımsız olarak, sıklıkla aritmilerle ilişkili ani kardiyak ölüm riskinin artmış olduğu görülmüştür (269). Ciddi MY semptomları olan hastaların %90'ı 10 yıl içerisinde cerrahi tamir yapılmaz ise ölüm ile sonuçlanır. Ciddi MY hastaları yüksek morbidite oranlarına sahiptir; 10 yıllık takiplerinde atriyal fibrilasyon gelişme oranı %30, kalp yetmezliği insidansı %36-63 arasındadır (148, 270).

Ekokardiyografi, PMY'yi derecelendirmek için ilk tercih edilen görüntüleme tekniğidir (Tablo 4.8). Mitral yetersizliğin niteleyici, yarı niceleyici ve niceleyici ölçümlerini (sol ventrikül ve sol atriyum ölçümlerinin yanı sıra) içeren bütünleştirici bir yaklaşım önerilir (137, 138). Rutin olarak ölçülen effective regurgitant orifice area (EROA), tüm nedenlere bağlı mortalite ile güçlü bir şekilde ilişkilidir. EROA 20 mm^2 üzerinde mortalite artmaya başlar ve 40 mm^2'nin üzerinde sürekli olarak artar (139). Mitral yetersizliğine yol açan spesifik lezyonun değerlendirilmesinin prognostik etkileri vardır ve cerrahi veya transkateter kapak onarımının fizibilitesini belirlemek için esastır (82, 135, 140, 141, 142). Bu durum dikkate alındığında, cerrahi müdahale sadece kalp kapak merkezlerinde ve cerrahi risk düşükse düşünülmelidir. Egzersiz ekokardiyografide 60 mmHg'dan fazla sistolik pulmoner arter basıncında artış olması da risk sınıflandırması için önerilmektedir (143). Mitral yetersizliği derecelendirmek için kullanılan çeşitli ekokardiyografik parametreler tutarsız olduğunda, kardiyak MR, yetersizlik hacmini ölçmek için alternatif olarak kullanılabilir ve sol ventrikül ile sol atriyum hacimlerini ölçmek için altın standarttır (144). Sonuç olarak, bugüne kadar toplanan elimizdeki veriler, kardiyak MR'da görülen miyokardiyal fibrozisin, PMY'de

sık olduğunu ve ani kardiyak ölüm ve ventriküler aritmilerle ilişkili olduğunu göstermektedir (145).

Sağ kalp kataterizasyonu, hastayı ameliyata yönlendirmek için tek kriter ekokardiyografi ile teşhis edilen pulmoner hipertansiyon olduğunda tanıyı doğrulamak için olarak kullanılır (125).

Tablo 4.8. Mitral Kapak Yetersizliğinin Ciddiyetinin Değerlendirilmesinde Ekokardiyografik Olarak Kantitatif Hesaplamalar

Mitral Yetersizlik Derecesi	**Hafif**	**Orta**		**Ciddi**
Vena Kontrakta (cm)	<0,3	0,3-0,69		≥0,7
Regürjitan Volüm (RV) (ml/atım)	<30	30-44	45-49	≥60
Regürjitan Fraksiyon (RF) (%)	<30	30-39	40-49	≥50
Efektif Regürjitan Orifis Alanı EROA (cm^2)	<0,20	0,20-0,29	0,30-0,39	≥0,40

4.5.2.3. Primer Mitral Yetmezlikte Medikal Tedavi

Akut mitral yetersizliğinde, doluş basınçlarını düşürmek için nitratlar ve diüretikler kullanılır. Sodyum nitroprussid ön yükü ve yetersizlik fraksiyonunu azaltır. Hipotansiyon ve hemodinamik instabilite varlığında inotropik ajanlar ve aort içi balon pompası faydalıdır.

Normal sol ventrikül sistolik fonksiyonları olan kronik primer mitral yetmezliğinde (PMY), vazodilatörlerin ve anjiotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibitörlerinin profilaktik kullanımını destekleyen hiçbir kanıt yoktur. Aşikâr kalp yetmezliği olan hastalarda, mevcut kalp yetmezliği kılavuzlarına göre tıbbi tedavi uygulanır (146). Kronik mitral yetmezlikte konjestif kalp yetmezliği bulgularının düzeltilmesinde diüretikler ve oral vazodilatatörler genellikle yeterlidir. Perferik vasküler basıncı düşürerek, sol atriuma gelen regürjitan volümü azaltır ve kardiak outputu düşürür (266). Hızlı ventrikül geçişli atriyal fibrilasyonu olan hastalarda ventrikül hızını yavaşlatmak gerekir. Kronik MY de beta blokerler ve spironalakton (veya eplerenone) kullanılır (125).

4.5.2.4. Primer Mitral Yetmezlikte Cerrahi Tedavi

ESC/EACTS kılavuzları, mitral kapak onarımının(MVO), sonuçların başarılı ve kalıcı olması beklendiğinde tercih edilen teknik (çok güçlü öneri) olması gerektiğini belirtmektedir (125). ACC/AHA kılavuzları, MVO'nın (çok güçlü öneri), patoloji posterior skallop ile sınırlı olduğunda, başarılı ve dayanıklı bir onarım gerçekleştirilebileceğini, ön skallop veya her iki skallopu içerdiğinde ise mitral kapağın değiştirilmesi tavsiye edilir (126).

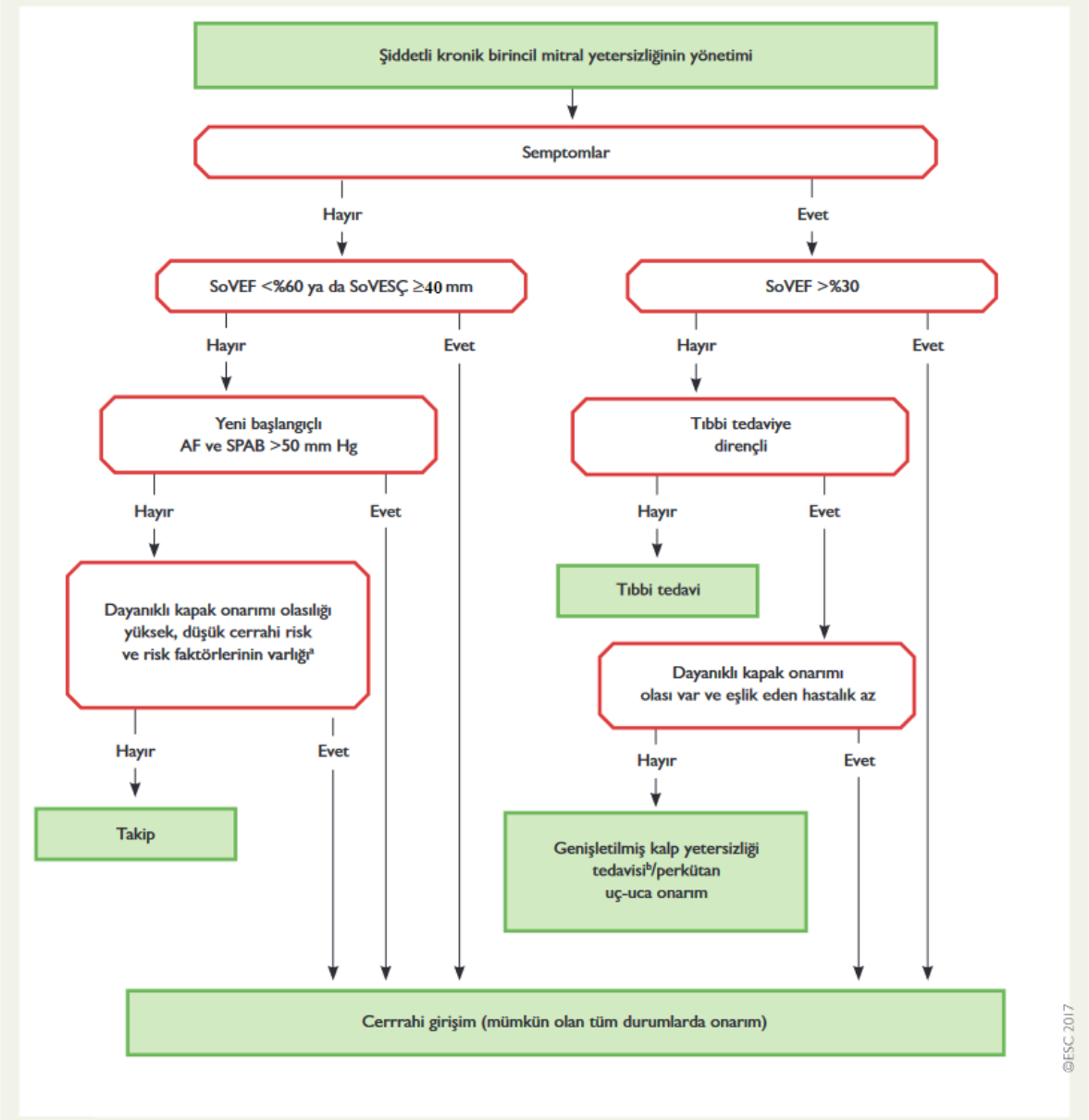
Sol ventrikül disfonksiyonu, atriyal fibrilasyon ve pulmoner hipertansiyon gelişimi olmadan olan ciddi mitral yetersizliği %1 mortalitenin altında, %95'in üzerinde başarıyla mitral onarım yapılan merkezlerde güçlü öneri ile (AHA/ ACC 2017, ESC/EACTS 2021) kapak onarımı önerilir (125, 126). Orta ileri MY veya ileri MY'si olan semptomatik hastaya cerrahi önerilir (onarım veya replasman). Asemptomatik orta ileri MY veya ileri MY'si olan, EF % < 60 ve sol ventriküler end sistolik çapı ≥0,40 cm2 olan hastaya yine cerrahi önerilir (onarım veya replasman). Orta ileri MY veya ileri MY'si olan semptomatik hastanın cerrahi risk skorlaması yüksek ise ve transkateter mitral kapak tamirine uygun ise transkateter mitral kapak onarımı önerilir (273). Bir hasta için MVO veya replasman tercihi kapağın yapısı, patoloji ve cerrahin tecrübesine göre karar verilmelidir. Ameliyat sırasında kapak görüldükten sonraki mitral kapak replasman kararı, kapaktaki patolojinin büyüklüğüne ve cerrahın kişisel tecrübesine dayanır. Tüm dejeneratif mitral kapak hastalarında onarım seçeneği mutlaka ilk tercih olarak düşünülmelidir. Ancak onarımın uygun olmadığı hastalarda replasmana gidilmelidir. Tecrübeli merkezlerce, MVO yapılan hastalarda kapakla ilgili komplikasyonların oranı, kapağa bağlı mortalite görülme oranı, tromboembolizm, rekürren kapak yetmezliği, reoperasyon insidansı mitral replasmanına göre daha düşüktür. Antikoagülasyon gerektirmemesi ve düşük maliyet diğer avantajları arasında sayılabilir (274, 275).

Akut şiddetli mitral yetersizliği olan hastalarda acil cerrahi endikasyonu vardır. Altta yatan hastalık olarak papiller kas yırtılması durumunda genellikle kapak replasmanı gerekir.

Şiddetli kronik PMY'de cerrahi endikasyonlar Resim 4.26'da gösterilmektedir (125). Semptomatik şiddetli PMY'si ve kabul edilebilir cerrahi riski olan hastalarda Kalp Ekibi kararına göre cerrahi önerilir. LVEF <%60, LVESD >40 mm, LA hacmi >60 mL/m^2 veya çap >55 mm, sistolik pulmoner arter basıncı (SPAP) >50 mmHg ve AF varlığı daha kötü sonuçlarla ilişkilendirilmiştir ve semptomatik duruma bakılmaksızın müdahale için tetikleyici olarak kabul edilirler (147-154). Bu kriterlerin yokluğunda, şiddetli PMY'si olan asemptomatik hastalarda yakın takip güvenli bir stratejidir ve ideal olarak bir Kalp Cerrahisi Kliniğinde gerçekleştirilmelidir (155).

Cerrahi müdahale düşünüldüğünde, mitral kapak replasmanına kıyasla daha iyi sağ kalım ile ilişkili olduğu için mitral kapak onarımı, Kalp Ekibi değerlendirmesine göre sonuçların kalıcı olması beklendiğinde ilk tercih edilen cerrahi müdahaledir (156, 157). Segmental kapak prolapsusuna bağlı dejeneratif mitral yetersizliği onarılabilir. Tekrarlama ve yeniden ameliyat gereksinim riski düşüktür. Romatizmal lezyonların, geniş kapak prolapsusunun, yaygın liflet kalsifikasyonunun veya geniş anüler kalsifikasyonun neden olduğu mitral yetersizliğin onarımı daha zordur. Onarım cerrahisine uygun olan hastalar,

yüksek başarılı tamir oranları, düşük operatif morbidite ve mortalite sonuçlarına sahip deneyimli kalp kapak cerrahisi merkezlerinde opere edilmelidir (158). Onarım mümkün olmadığında, subvalvüler aparat korunarak mitral kapak replasmanı tercih edilir. Şiddetli PMY'de cerrahi için kontrendikasyonları veya yüksek operatif riski olan hastalarda transkateter mitral kapak implantasyonu (örn.TEER) güvenli bir alternatiftir (159-162).



Şiddetli kronik birincil mitral yetersizliğinin yönetimi. AF = atriyal fibrilasyon; VYA = vücut yüzey alanı; KRT = kardiyak resenkronizasyon tedavisi; SoA = sol atriyum; SoVEF = sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu; SoVSSÇ = sol ventrikülün sistol sonu çapı; SPAB = sistolik pulmoner arter basıncı.
[A]Düşük riskli kalıcı kapak onarımı olasılığı yüksek olduğunda SoVSSÇ ≥40 mm ve aşağıdakilerden biri mevcut olan hastalarda kapak onarımı düşünülmelidir (IIa C): flail yaprakçık ya da sinüs ritminde SoA hacmi ≥60 mL/m²
[b]Genişletilmiş kalp yetersizliği yönetimi şunları içerir: KRT; ventrikül destek cihazlar; kalp koruyucu cihazlar; kalp transplantasyonu.

Resim 4.26. Şiddetli kronik PMY hastalarında tedavi algoritması (125).

Primer MY'de, ESC/EACTS (2017), ACC/AHA (2017) VE TKDCD (2020)'ye ait invazif girişim ve cerrahi endikasyonları Resim 4.27'de gösterilmiştir (264).

Kurum	Öneriler	Öneri Sınıfı	Kanıt düzeyi
	Mitral kapak onarım tekniklerinin ulusal perspektifte yaygın ve etkin olarak uygulanabilmesi için her türlü eğitim programlarının devam ettirilmesi TKDCD'nin öncelikli alanlarındandır.	I	C
	Mitral kapak onarımlarında cerrahi deneyim, klinik sonuçları etkileyebilmektedir.	I	C
ESC/EACTS	Dayanıklı ve klinik sonuçların kalıcı olacağı düşünülüyorsa mitral kapak onarımı tercih edilmelidir.	I	C
ESC/EACTS AHA/ACC	Semptomatik, kronik, ciddi primer mitral yetmezliği olan hastalarda, LVEF >%30 ise mitral kapak cerrahisi endikedir.	I	B
ESC/EACTS AHA/ACC	Asemptomatik, kronik, ciddi primer mitral yetmezliği olan hastalarda, sol ventrikül disfonksiyonu varsa (LVEF %30- %60% ve/veya sol ventrikül sistol-sonu çapı ≥40 mm) mitral kapak cerrahisi endikedir.	I	B
AHA/ACC	Posterior liflete sınırlı, kronik, ciddi, primer mitral yetmezliğinde mitral kapak onarımı, mitral kapak replasmanına tercih edilmelidir.	I	B
AHA/ACC	Anterior liflet veya biliflet kaynaklı kronik, ciddi, primer mitral yetmezliğinde onarımın kalıcı ve dayanıklı olacağı düşünülüyorsa mitral kapak onarımı, mitral kapak replasmanına tercih edilmelidir.	I	B
ESC/EACTS	Sol ventrikül fonksiyonu korunmuş olan (LVEF >%60 ve LVESD <45mm) ve mitral yetmezliğe ve pulmoner hipertansiyona (istirahatte PAB ≥50mmHg) sekonder atriyal fibrilasyonu olan hastalarda cerrahi düşünülmelidir.	IIa	B
AHA/ACC	Sol ventrikül fonksiyonu korunmuş olan (LVEF >60% ve LVESD <40mm) asemptomatik kronik ciddi primer MY'li hastalarda; mortalite oranının %1 in altında, rezidüel kaçak olmaksızın onarım başarı oranının >95% olduğu durumlarda Kalp Kapağı Merkezlerinde mitral kapak onarımı yapılması mantıklıdır.	IIa	B
ESC/EACTS	Sol ventrikül fonksiyonları korunmuş (LVEF >60%) ve LVESD 40-44mm olan asemptomatik hastalarda kalıcı mitral kapak onarımı mümkünse, cerrahi risk nispeten düşükse, deneyimli merkezlerde hastada aşağıdakilerden en az biri mevcutsa cerrahi düşünülmelidir. - Flail kapak veya - Sinüs ritmi olmasına rağmen sol atrial dilatasyonun olması (volume index ≥60 mL/m^2	IIa	C
ESC/EACTS	Mitral kapak onarımı, ciddi sol ventrikül disfonksiyonu olan (LVEF <30% ve/veya LVESD >55mm) medikal tedaviye dirençli semptomatik hastalarda, komorbidite düşükse ve onarım şansı yüksekse tercih edilmelidir.	IIa	C
AHA/ACC	Mitral kapak onarımı, ciddi sol ventrikül disfonksiyonu olan (LVEF <30% ve/veya LVESD >55mm) medikal tedaviye dirençli semptomatik hastalarda, komorbidite düşükse ve onarım şansı yüksekse düşünülmelidir.	IIa	B
AHA/ACC	Başka bir nedenle açık kalp cerrahisi yapılacak kronik orta derecede primer mitral yetmezliği olan hastalarda mitral kapak onarımı düşünülmelidir.	IIa	C
ESC/EACTS	Mitral kapak replasmanı, ciddi sol ventrikül disfonksiyonu olan (LVEF<30% ve/veya LVESD >55mm) medikal tedaviye dirençli semptomatik hastalarda, komorbidite ve onarım şansı düşükse tercih edilebilir.	IIb	C
ESC/EACTS	Perkütan uç-uca (edge-to-edge) onarım, ciddi mitral kapak yetmezliği olan ve yüksek risk nedeniyle inoperabl olarak değerlendirilmiş, kriterleri karşılayan semptomatik hastalarda düşünülebilir.	IIb	C
AHA/ACC	Ciddi mitral kapak yetmezliği olan ve yüksek risk nedeniyle inoperabl olarak değerlendirilmiş, kriterleri karşılayan semptomatik hastalarda perkütan uç-uca onarım tercih edilebilir.	IIb	B
AHA/ACC	Transkateter mitral kapak onarımı, optimal medikal tedaviye rağmen ciddi semptomatik (NYHA III-IV), kronik ciddi primer mitral yetmezliği olan komorbiditesi yüksek hastalarda, onarım için uygun anatomi mevcut ve yaşam beklentisi yeterli ise uygulanabilir.	IIb	B
AHA/ACC	Posterior lifletin yarısı ile sınırlı izole primer mitral yetersizliği olan hastalarda mitral kapak replasmanı kapak onarımı denenip başarısız olmadıkça yapılmamalıdır.	III	B

Resim 4.27. Primer MY'de, ESC/EACTS (2017), ACC/AHA (2017) VE TKDCD (2020)'ye ait invazif girişim ve cerrahi endikasyonları (264).

Kronik ciddi primer mitral yetersizliğinde müdahale endikasyonlarına ilişkin 2021 ESC/EACTS Kalp Kapak Hastalıkları Kılavuzu'ndaki öneriler Tablo 4.9'da özetlenmiştir (125).

Tablo 4.9. Primer Mitral Yetersizliği Cerrahi Endikasyonlar

Öneri	**Sınıf**	**Düzey**
Sonuçların dayanıklı olması beklendiğinde, mitral kapak onarımı tercih edilen teknik olmalıdır	I	B
Ameliyat olabilecek ve yüksek risk taşımayan semptomatik hastalarda cerrahi önerilir.	I	B
Sol ventrikül disfonksiyonu (SVSSÇ >40 mm ve/veya EF <%60) olan asemptomatik hastalarda cerrahi önerilir.	I	B
Korunmuş LV fonksiyonu (SVSSÇ <40 mm ve EF >%60) ve mitral yetersizlik veya pulmoner hipertansiyona (istirahatte PAB >50 mmHg) sekonder AF olan asemptomatik hastalarda cerrahi düşünülmelidir.	IIa	B
LVEF >%60, LVESD <40 mm ve anlamlı sol atriyum dilatasyonu (hacim indeksi >60 mL/m2 veya çap >55 mm) olan düşük riskli asemptomatik hastalarda cerrahi onarım, Kalp Kapağı Merkezinde yapıldığında düşünülmelidir ve kalıcı bir onarım olasıdır.	IIa	B
TEER, ekokardiyografik uygunluk kriterlerini karşılayan, Kalp Ekibi tarafından ameliyat edilemez olarak değerlendirilen veya yüksek cerrahi risk altında bulunan ve prosedürün kendisi için yararsız olmadığı semptomatik hastalarda düşünülebilir.	IIb	B

4.5.2.5. Primer Mitral Yetmezlikte Hasta Takibi

Primer MY nedenlerinden mitral kapak prolapsusu (MVP), ciddi MY ile birlikte görüldüğünde cerrahi olarak tedavi edilmezse yıllık mortalite oranları %6-7'dir (271). Hastada hafif MVP var ancak yetmezlik yok veya minimal (vena kontrakta <0,3) ise 3-5 yılda bir takip; MVP ciddi, hafif orta MY (vena kontrakta <0,7) ise 1-2 yılda bir takip; asemptomatik ciddi MY (vena kontrakta ≥0,7) 6-12 ayda bir EKO ile takip gerektirir (266).

ESC/EACTS 2021 kılavuzuna göre; asemptomatik, sol ventrikül fonksiyonları korunmuş ciddi MY hastaları ekokardiyografi ile 6 ayda bir takip; yine asemptomatik, sol ventrikül fonksiyonları korunmuş orta MY hastaları 1-2 yılda bir EKO ile takip önerilir (125).

Günümüzde mitral kapak replasmanı sonrasında hastane mortalitesi % 5 ila % 9 arasındadır. Mitral kapak replasmanı sonrasında hastaların %90'ında fonksiyonel olarak New York Kalp Birliği Sınıflaması (NYHA)' da sınıf 2'ye yükselir. Çok küçük bir grupta ise ameliyat öncesi düşük sol ventrikül fonksiyonuna veya ek başka patolojilere bağlı olarak NYHA sınıf 3-4'te kalırlar. Mitral kapak replasmanı sonrasında geç dönem ölüm nedenleri, kronik miyokardial disfonksiyon, tromboemboli, inme, endokardit, antikoagülan bağımlı kanama ve koroner arter hastalığıdır. Mitral kapak replasmanı sonrasında ortalama yaşam süresi 10 yılda %50-60 arasındadır (272).

4.5.2.6. Sekonder Mitral Yetmezlik

Sekonder mitral yetmezliği (SMY), kapağın değil, ventrikül miyokardının bir hastalığıdır. İşlevsel mitral yetmezlik olarak da adlandırılan ikincil MY'de kapak lifletleri ve kordalar yapısal olarak normaldir ve MY, apparatusun geometrisinin bozulması sonucu, kapak üzerinde kapanma ve birleşme kuvvetlerinde dengesizlik sonucu oluşur (163, 164). Genellikle dilate veya iskemik kardiyomiyopatilerde görülür. Kronik atriyal fibrilasyon ve sol atriyum genişlemesi olan hastalarda anuler genişleme de altta yatan bir mekanizma olabilir (atriyal fonksiyonel mitral yetersizliği) (165).

SMY'de EROA ve regürjitan hacmi ölçülürken, şiddetli SMY'yi tanımlamak için daha düşük eşiklerin uygulanabileceği kabul edilmelidir. Kalp yetmezliği hastalarında, toplam LV atım hacmi daha düşüktür ve bu, daha düşük tahmini yetersizlik hacmine (<60 mL/atım) yol açabilir. Bu koşullarda yetersizlik fraksiyonunun hesaplanması daha düşük yetersizlik hacimlerini açıklayabilir ve prognostik etkiler gösterir (166). Ek olarak, SMY'nin özelliği olan regürjitan orifisin hilal şekli vena kontrata genişliğinin ve EROA'nın hafife alınmasına yol açabilir. 2D proximal isovelocity surface area (PISA)'ya göre EROA >30 mm^2, muhtemelen şiddetli SMY'ye karşılık gelir. Buna karşılık, EROA >20 mm^2'nin şiddetli SMY'yi tanımlayıp tanımlamadığı tartışmalıdır. Kalp yetmezliği hastalarında, hafif mitral yetersizliği bile kötü prognoz ile ilişkilidir ve orta derecede SMY'nin cerrahi veya transkateter tedavisinin hasta sonuçlarını iyileştirmediğini gösteren kanıtlar, şiddetli SMY tanımındaki değişikliği desteklemektedir. (167-169). Kardiyak MR ile değerlendirilen miyokardiyal skarın boyutu gibi diğer faktörler, kötü prognoz ile ilişkilendirilmiştir (170). 3D ekokardiyografi, kardiyak MR ve egzersiz ekokardiyografinin kullanımı, 2D ekokardiyografi sonuçsuz kaldığında şiddetli mitral yetersizliği olan hastaların belirlenmesine yardımcı olabilir (137,138).

Sekonder MY dinamik bir durum olduğu için değerlendirilmesinde stres testi önemli bir rol oynayabilir. Egzersiz sırasında MY miktarı ekokardiyografik olarak ölçülebilir, kapağın dinamik özellikleri iyi değerlendirilebilir ve prognostik önem taşır. Miyokard perfüzyon sintigrafisi, revaskülarizasyon adayı olan iskemik sekonder mitral yetersizliği olan hastalarda yararlı olabilir.

4.5.2.7. Sekonder Mitral Yetmezlikte Medikal Tedavi

Kalp yetmezliğinin yönetimine yönelik kılavuzlara uygun optimal tıbbi tedavi, sekonder mitral yetmezlikli (SMY) tüm hastaların yönetiminde ilk ve temel adım olmalıdır (146). Tedavi ACEI ve ARB'nin (sakubitril/valsartan), sodyum-glikoz yardımcı taşıyıcı 2 inhibitörleri ve/veya ivabradin ile değiştirilmesini içermelidir (146,171). Kardiyak resenkronizasyon tedavisi (KRT) Kardiyak re-senkronizasyon tedavisi seçilmiş olgularda kısmi yarar sağlayabilmektedir. Uygun kalp yetmezliği olgularında bir dereceye kadar başarılı sonuçlar verebilen KRT sekonder/ kronik SMY'deki yeri halen tartışmalı olup hastaların yarısından azında ciddi mitral kaçağını azaltabilmektedir. Konvansiyonel kalp yetmezliği tedavisinin optimizasyonundan sonra semptomlar devam ederse, LV sistolik fonksiyonunda daha fazla bozulma veya kardiyak remodelling meydana gelmeden önce mitral kapak müdahalesi seçenekleri derhal değerlendirilmelidir.

4.5.2.8. Sekonder Mitral Yetmezlikte Cerrahi Tedavi

Kronik SMY, bozulmuş prognoz ile ilişkilidir ve girişimsel yönetimi karmaşıktır (167,182). Multidisipliner bir Kalp Ekibi tarafından karar verilmelidir. Bir kalp yetmezliği uzmanı da dâhil olmak üzere Kalp Ekibi, kılavuza yönelik tıbbi tedaviyi (GDMT) optimize etmeli ve elektrofizyolojik, transkateter ve cerrahi müdahalelerin endikasyonlarını, önceliklerini ve uygulama sırasını dikkate almalıdır.

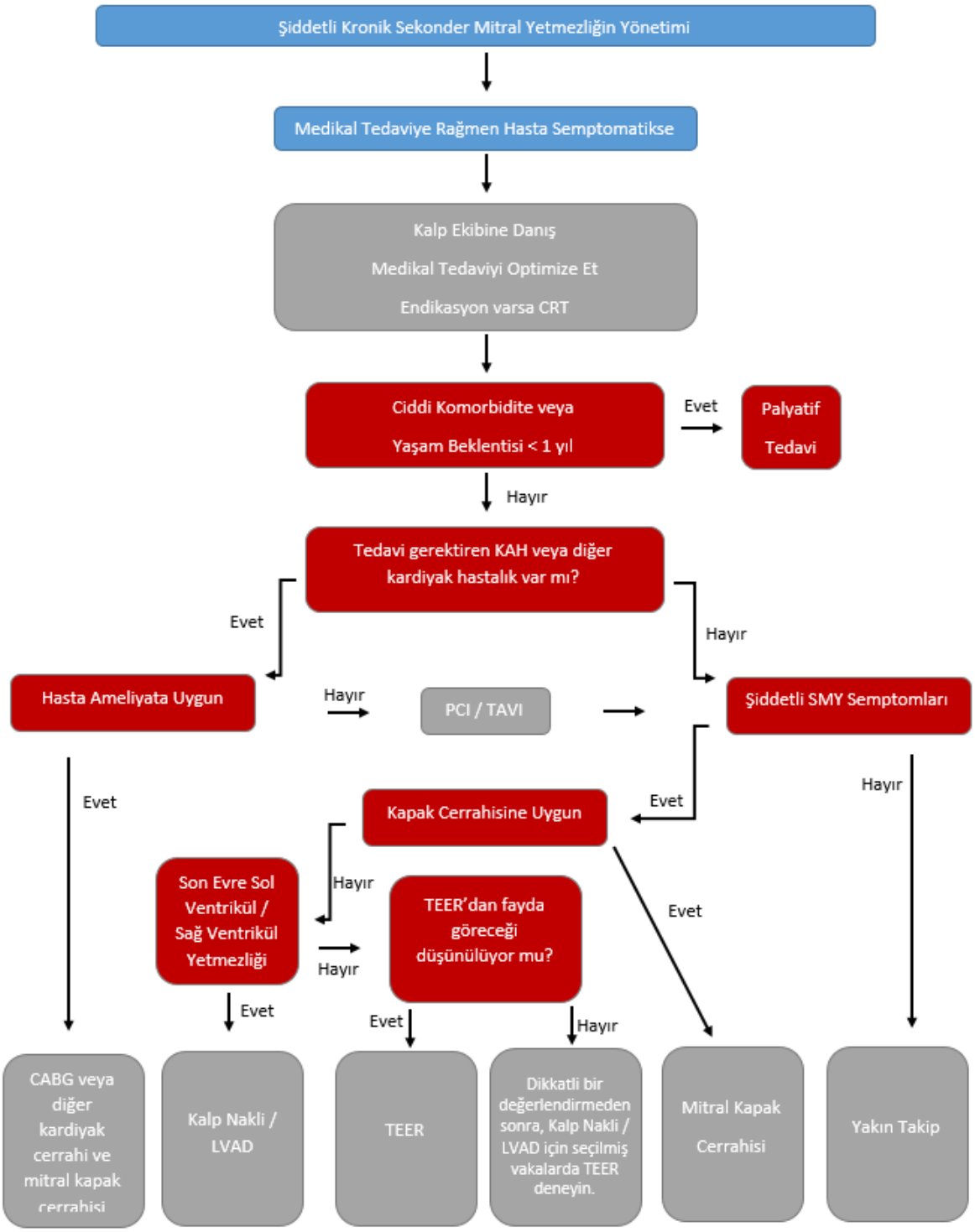
Cerrahi müdahaleyi destekleyen kanıtlar sınırlı kalmaktadır. CABG veya başka bir kardiyak cerrahi geçiren ciddi SMY'li hastalarda mitral kapak cerrahisi önerilir (173, 174). Cerrahi yaklaşım her hastaya göre ayarlanmalıdır (146, 175). İlerlemiş sol ventrikül remodelling olmayan seçilmiş hastalarda, normalden küçük bir tam rijit halka ile mitral kapak onarımı kapak yeterliliğini eski haline getirir, semptomları iyileştirir ve yeniden sol ventrikül remodelling ile sonuçlanır (175). Ekokardiyografik olarak onarım başarısızlığı öngörülen hastalarda ek valvüler/subvalvüler teknikler veya kordal koruyucu kapak replasmanı düşünülebilir (176). Kapak replasmanı mitral yetersizliğin tekrarını önler, ancak bu daha iyi sol ventrikül remodelling veya hayatta kalma anlamına gelmez (177). SMY'de izole mitral kapak cerrahisi endikasyonları, ciddi prosedür riski, yüksek oranda tekrarlayan mitral

yetersizliği ve özellikle kanıtlanmış sağ kalım faydasının olmaması nedeniyle kısıtlayıcıdır (177-179).

Atriyal fonksiyonel mitral yetersizliği olan hastalarda, EF genellikle normaldir, sol ventrikül dilatasyonu daha az belirgindir ve mitral anüler dilatasyon, mitral yetersizliğin ana mekanizmasını temsil eder. Bu alt grup, genellikle AF'nin ablasyonuna ilave olarak yapılan ring anuloplasti ile daha etkili bir şekilde tedavi edilebilir, ancak kanıtlar hala sınırlıdır (165).

MitraClip sistemli TEER, SMY için minimal invaziv bir tedavi seçeneğidir. İki randomize kontrollü çalışmada (COAPT ve MITRA-FR), semptomatik kalp yetmezliği ve tıbbi tedaviye rağmen devam eden şiddetli SMY'si olan ve Kalp Ekibi tarafından cerrahi için uygun olmadığı değerlendirilen hastalarda güvenliliği ve etkililiği değerlendirilmiştir (169, 180, 181). Sonuçlar, prosedürün güvenli olduğunu ve SMY'yi 3 yıla kadar etkili bir şekilde azalttığını göstermektedir (182). TEER dışındaki transkateter mitral kapak onarım sistemleri ve ayrıca transkateter mitral kapak değiştirme cihazları şu anda yoğun araştırma konusudur ancak klinik veriler hala sınırlıdır.

Koroner arter bypass cerrahisi planlanan hastalarda orta derecede iskemik SMY'nin yönetimi tartışma konusu olmaya devam etmektedir (168, 174). Miyokardiyal canlılık varsa ve komorbidite düşükse, mitral kapak müdahalesinin düşünülmesi daha olasıdır. Egzersizle indüklenen dispne ve mitral yetersizlik şiddetinde ve PAB'da büyük bir artış, kombine cerrahiyi desteklemektedir.



Resim 4.28. Ciddi Kronik Sekonder Mitral Yetmezliği Hastalarında Tedavi Algoritması (92). KAH= koroner arter hastalığı; CABG= koroner arter baypass grefting; CRT= kardiyak resenkronizasyon terapisi; LVAD= left ventricular assist devices; PCI= perkutan koroner girişim; TAVI= transkatater aort kapak implantasyonu; TEER: transkatater uç-uç onarım.

Sekonder MY'de, ESC/EACTS (2017), ACC/AHA (2017) VE TKDCD (2020)'ye ait invazif girişim ve cerrahi endikasyonları Resim 4.29'da gösterilmiştir (264).

Kurum	Öneriler	Öneri Sınıfı	Kanıt Düzeyi
ESC/EACTS	KABG planlanan ve LVEF >%30 olan hastalarda ciddi, semptomatik sekonder mitral yetersizliği varsa cerrahi endikedir.	I	C
AHA/ACC	KABG planlanan ve LVEF >%30 olan hastalarda ciddi, semptomatik sekonder mitral yetersizliği varsa cerrahi endikedir.	I	B
ESC/EACTS	Revaskülarizasyon seçeneği ve miyokardiyal canlılığı mevcut olan ve LVEF <%30 hastalarda ciddi, semptomatik sekonder mitral yetersizliği varsa cerrahi düşünülmelidir.	IIa	C
AHA/ACC	Revaskülarizasyon seçeneği ve miyokardiyal canlılığı mevcut olan ve LVEF <%30 hastalarda ciddi, semptomatik sekonder mitral yetersizliği varsa cerrahi düşünülmelidir.	IIb	C
ESC/EACTS	Revaskülarizasyon endikasyonu olmaksızın, optimal tıbbi tedaviye rağmen (belirtilmişse KRT dahil) semptomatik, ciddi, sekonder mitral yetersizliği varlığında ve LVEF >%30 ise ise cerrahi düşünülünebilir.	IIb	C
ESC/EACTS	Revaskülarizasyona uygun olmayan, maksimal medikal tedaviye (belirtilmişse KRT dahil) rağmen semptomatik, LVEF <%30 olan ciddi, sekonder mitral yetmezliği olan hastalarda, Kalp Ekibi hastayı değerlendirir. Perkütan edge-to-edge prosedürü, kapak cerrahisi, sol ventrikül ventrikül destek cihazı veya kalp nakli adaylığı hastanın bireysel özelliklerine göre değerlendirilir.	IIb	C
AHA/ACC	Kronik, orta, sekonder mitral yetersizliği (aşama B) olan hastalarda KABG ile beraber mitral kapak onarımının faydası kesin değildir.	IIb	B

Resim 4.29. Sekonder MY'de, ESC/EACTS (2017), ACC/AHA (2017) VE TKDCD (2020)'ye ait invazif girişim ve cerrahi endikasyonları (264)

Kronik ciddi sekonder mitral yetersizliğinde müdahale endikasyonlarına ilişkin 2021 ESC/EACTS Kalp Kapak Hastalıkları Kılavuzu'ndaki öneriler Tablo 4.10'da özetlenmiştir (125).

Tablo 4.10. Sekonder Mitral Yetersizliği Cerrahi Endikasyonlar		
Öneriler	**Sınıf**	**Düzey**
Kapak cerrahisi/müdahalesi, yalnızca kılavuza uygun medikal tedaviye rağmen semptomatik kalan ciddi SMY'li hastalarda önerilir (endike ise CRT dâhil) ve müdahaleye işbirlikçi Kalp Ekibi tarafından karar verilmesi gerekir	I	B
Eşzamanlı koroner arter veya diğer kardiyak tedavi gerektiren hastalığı olan hastalar		
CABG veya diğer kalp cerrahisi geçiren hastalarda kapak cerrahisi önerilir.	I	B
Kalp Ekibi tarafından bireysel özelliklerine göre ameliyat için uygun olmadığına karar verilen semptomatik hastalarda perkutan koroner girişim (PKG) ve/veya TAVI ve ardından muhtemelen TEER (şiddetli SMY'nin devam etmesi durumunda) düşünülmelidir.	IIa	C
Eşzamanlı koroner arter veya diğer kardiyak tedavi gerektiren hastalığı olmayan hastalar		
TEER seçilmiş semptomatik hastalarda, cerrahi için uygun olmayan ve tedaviye yanıt verme şansının arttığını düşündüren kriterleri karşılayan hastalarda düşünülmelidir.	IIa	B
Kalp Ekibi tarafından cerrahiye uygun olduğuna karar verilen semptomatik hastalarda kapak cerrahisi düşünülebilir.	IIb	C
Kalp Ekibi, ameliyat için uygun olmayan ve TEER'a yanıt verme şansının arttığını gösteren kriterleri karşılamayan yüksek riskli semptomatik hastalarda, ventriküler destek cihazı veya kalp nakli için dikkatli bir değerlendirmeden sonra, seçilmiş vakalarda bir TEER prosedürünü veya uygulanabilirse başka bir transkateter kapak tedavisini değerlendirebilir.	IIb	C

Ameliyat sırasında kapak görüldükten sonraki mitral kapak replasmanı kararı, kapaktaki patolojinin büyüklüğüne ve cerrahın kişisel tecrübesine dayanır. Prolapsus generalize ve başarılı tamir şansının az olduğu lokal bulgular yoksa mitral kapak tamir endikasyonu vardır. Yetmezliğin romatizmal kaynaklı olduğu, anulus boyunca kalsifikasyonun olduğu, kapak ve kapak altı dokularda belirgin patoloji olduğu durumlarda ise başarılı tamir şansı düşüktür ve replasman yapılır. İskemik mitral yetmezliklerde kısalmış ve skarlaşmış papiller adale kaynaklı restriktif kapak hareketi, akut papiller adale infarktı, lifletlerde geniş kalsifikasyonun da bulunduğu korda rüptürü başarılı tamiri önler.

Endokarditte kapak ve subvalvuler mekanizmalardaki destrüksiyon ve anuler apse formasyonundan dolayı kapak replasmanı genellikle gerekir. Septik durumlarda prostetik kapaktan kaçınmak ve tamir yapmak daha fazla arzu edilen strateji olsa da, destrusiyonun büyüklüğü genellikle buna engel olur. Bu yüzden enfektif dokunun dikkatli debritmanı ve anulus rekonstrüksiyonu sonrasında replasman gerekir (183).

4.5.2.9. Sekonder Mitral Yetmezlikte Hasta Takibi

Perkutan kenar-kenara (edge-to-edge) onarım, kronik SMY tedavisinde düşük riskli bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır; ancak etkinliği cerrahi seçeneklere göre düşüktür. Optimal medikal tedaviye sağ kalım açısından bir üstünlük sağlayıp sağlamadığı henüz gösterilememiştir (125, 146).

Kuzey Amerika kaynaklı bir randomize karşılaştırmada, mitral onarım ve replasman yapılan iki seride sırasıyla ameliyat mortalitesi %1,7 ye karşı %4, 1-yıllık mortalite %14,3 e karşın %17,6 ve 2 yıllık mortalite %19 a karşın %23,2 (p=0,39) olarak benzer bulunmuştur (177, 276). Ancak onarım yapılan grupta tekrarlayan MY nedeniyle yeniden işlem yapılma oranı belirgin derecede daha fazla bulunmuştur.

Henüz daha uzun takip sonuçları yayınlanmamıştır. Randomizasyon ve başka karşılaştırma sorunları olan çalışmalarda, uzun dönemde replasmanın sağ kalım üzerindeki daha olumlu etkileri vurgulanmaktadır (277).

Sonuç olarak, iskemik mitral yetmezliği bir bütün olarak ele alınması gereken, tanı konmasında ve değerlendirilmesinde çeşitli güçlüklerin olduğu, tedavisinde yapılacak müdahalenin mortaliteye olumlu katkısının ise bazı durumlarda şüpheli olduğu geniş kapsamlı bir klinik tablo olduğu akıldan çıkarılmamalıdır.

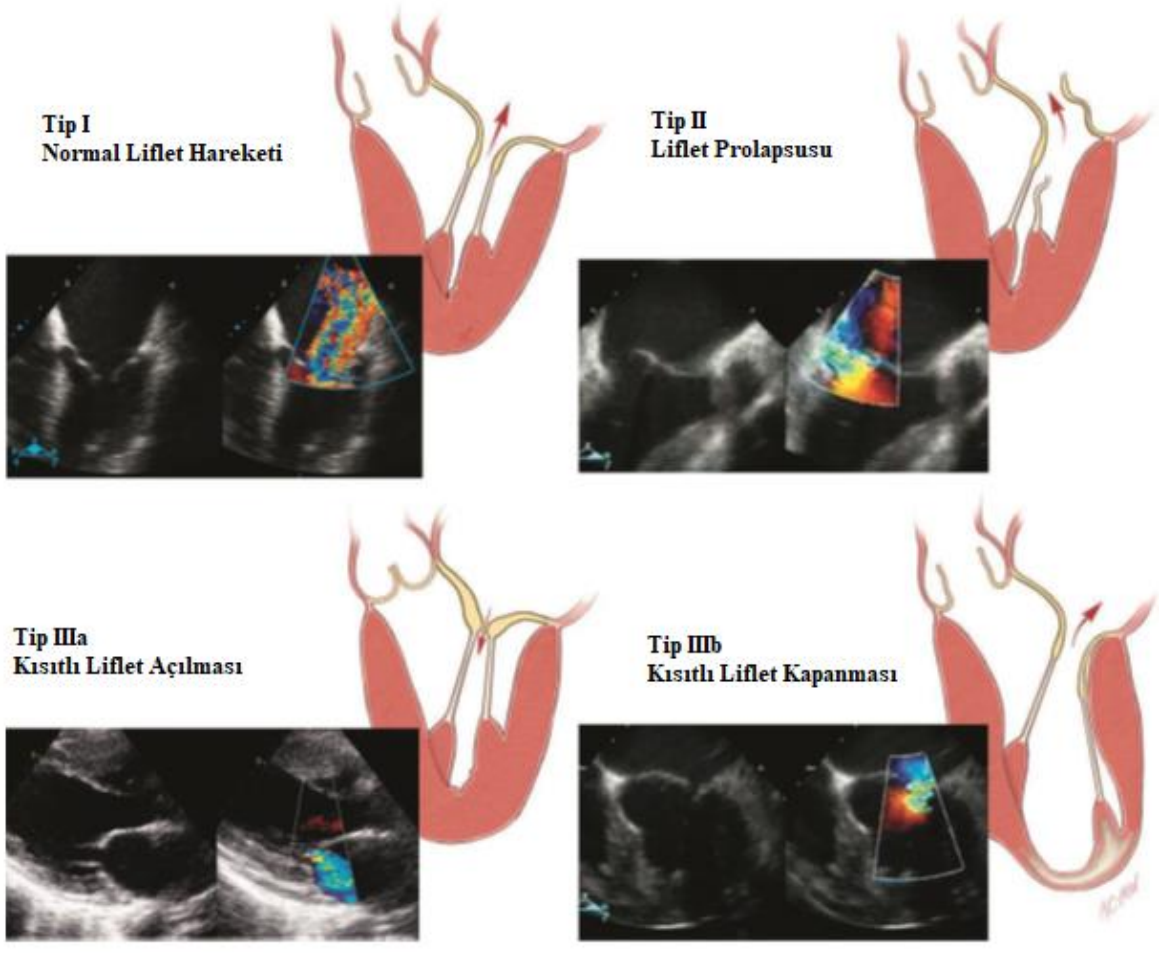
4.5.2.10. Mitral Yetmezlik Carpentier Fonksiyonel Sınıflaması

Carpentier tarafından MY fonksiyonel olarak tanımlanarak sınıflandırılmıştır (Tablo 4.11) (92).

Tablo 4.11. Carpentier'in Fonksiyonel Mitral Yetmezlik Sınıflaması

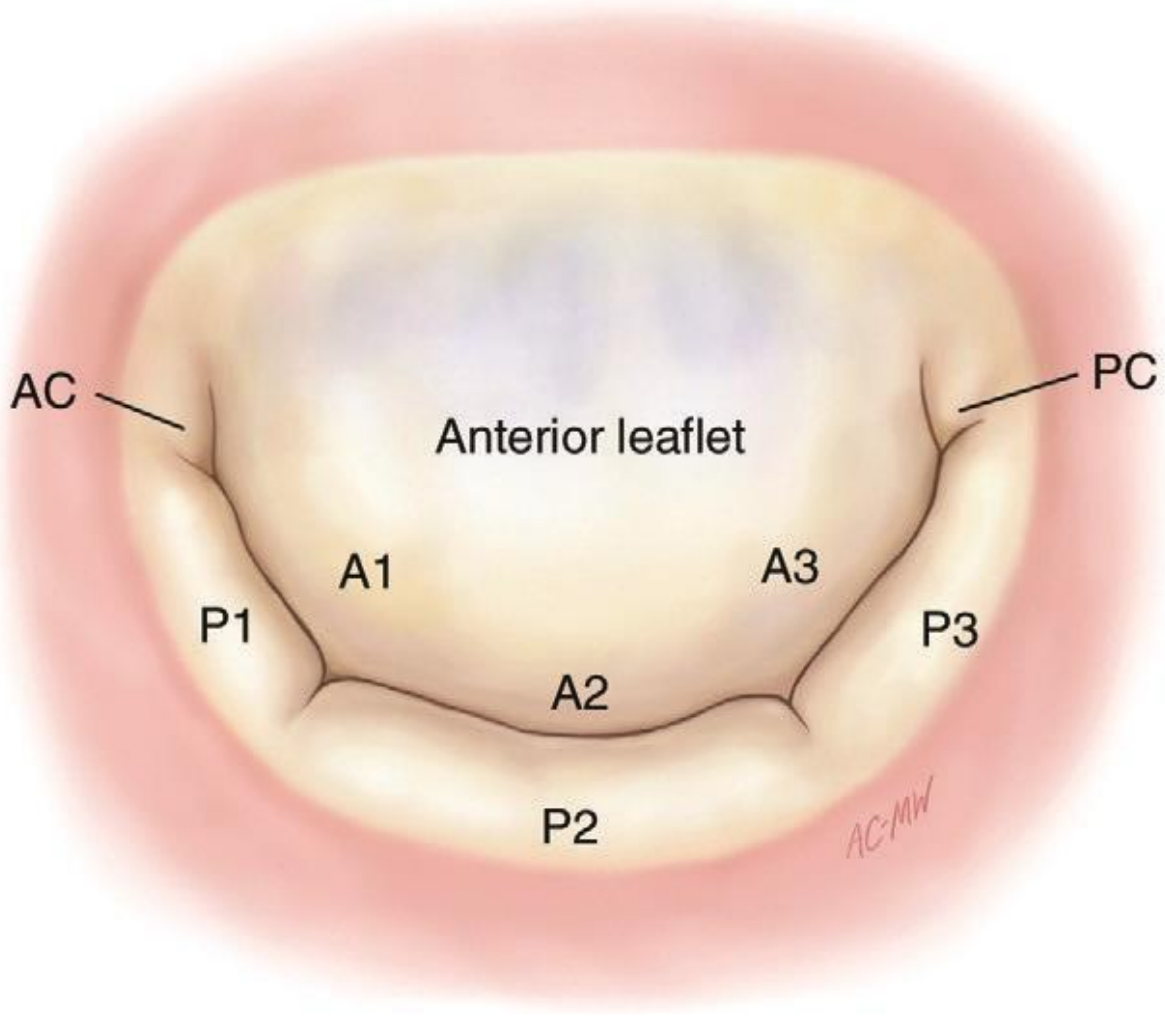
Tip 1	Normal liflet hareketi (anüler dilatasyon, liflet perforasyonu veya kleft)
Tip 2	Artmış liflet hareketi (dejeneratif mitral prolapsus, korda rüptürü)
Tip 3a	Sınırlı liflet hareketi(romatizmal hastalık - lifletlerde sistolik veya diyastolik kısıtlılık)
Tip 3b	Sınırlı liflet hareketi(iskemik veya dilate kardiyomyopati (sistolik kısıtlılık)

Mitral kapak yetmezliğinde fonksiyon bozukluğu, liflet hareketine göre dört fonksiyonel tipte ortaya çıkabilir: normal liflet hareketi (tip I), aşırı liflet hareketi (tip II) veya diyastol (IIIa) veya sistol (IIIb) sırasında kısıtlı liflet hareketi (tip III) (Resim 4.30).



Resim 4.30. Carpentier'in fonksiyonel mitral yetmezlik sınıflandırması (92)

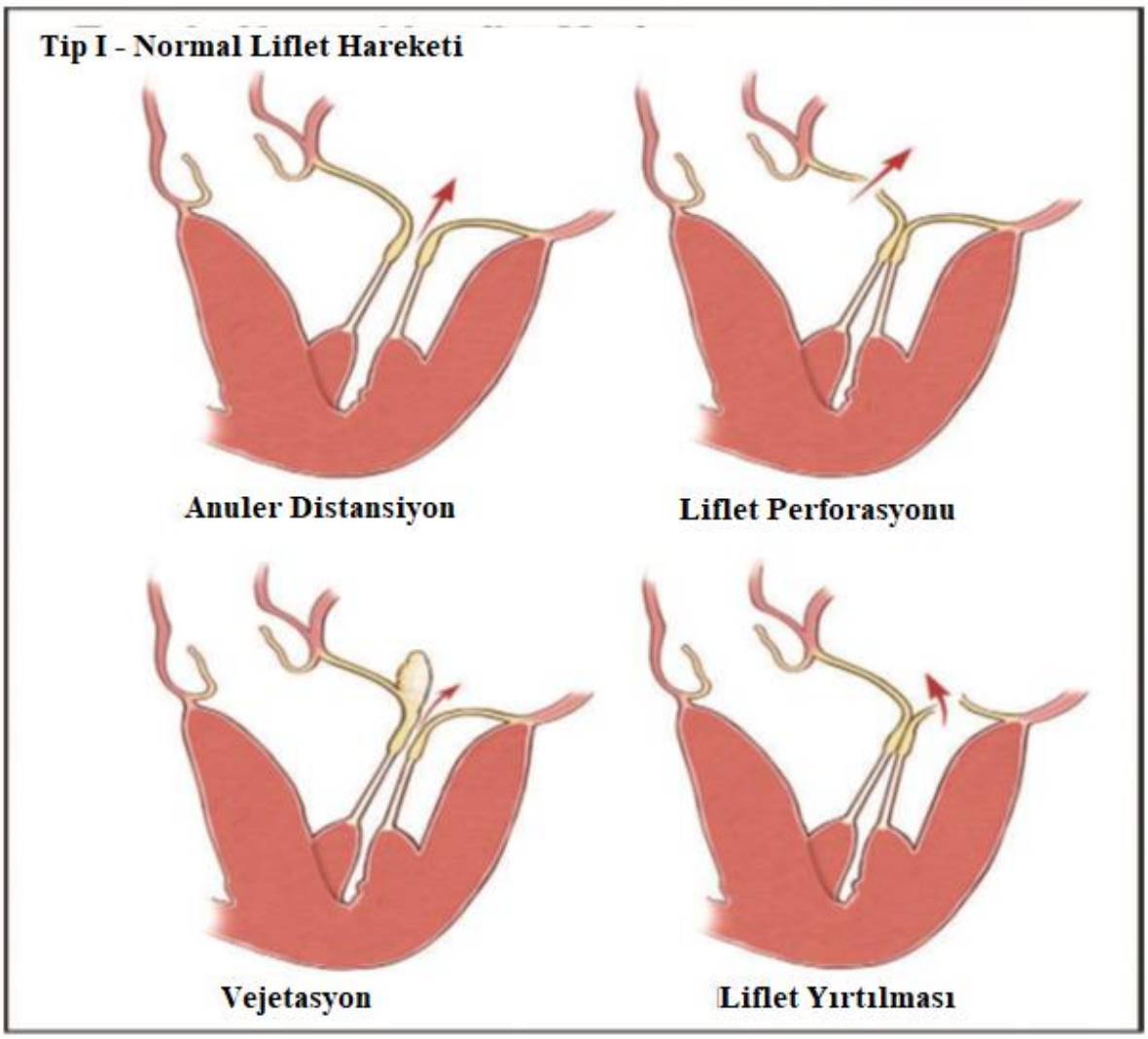
Kapak hastalığının fonksiyonel sınıflandırması liflettekı disfonksiyone bölgenin segmental analiz ile lokalize edilmesiyle gerçekleşmektedir. Kapak, referans olarak posterior leaflet skallopları kullanılarak altı segmente ayrılmıştır. Posterior yaprakçığın anterior skallopu P1, karşısındaki segment A1'dir. Posterior yaprakçığın orta skallopu P2 ve karşısındaki anterior segment A2, posterior kısmı P3, karşısındaki segment A3 olarak adlandırılır.



Resim 4.31. Mitral Kapağın Segmental Analizi (99)

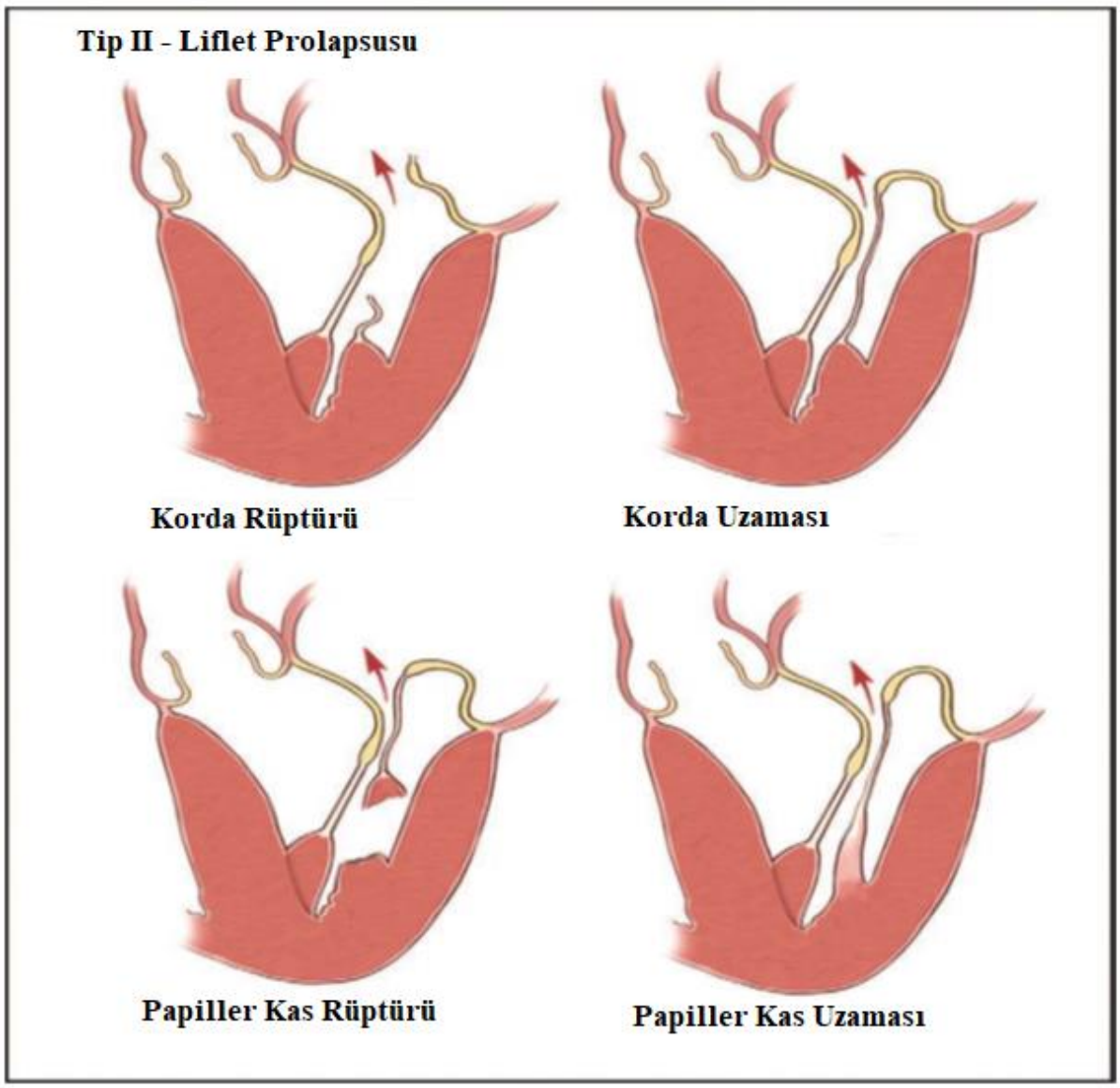
Carpentier'in fonksiyonel mitral yetmezlik sınıflaması;

Tip I: Normal liflet hareketi ile mitral kapak yetersizliği. Tip I mitral yetersizliğinde, sistol ve diyastol sırasında lifletlerin seyri normaldir ve lifletlerin serbest kenarları anulus düzleminin 5 ile 10mm altında iyi bir şekilde konumlanmıştır. Regürjitasyon, lifletler arasında koaptasyon eksikliğinden veya anuler dilatasyondan veya bir lifletin perforasyonu, rüptürü veya lifletler üzerinde yerleşik bir vejetasyondan kaynaklanmaktadır (Resim 4.32).



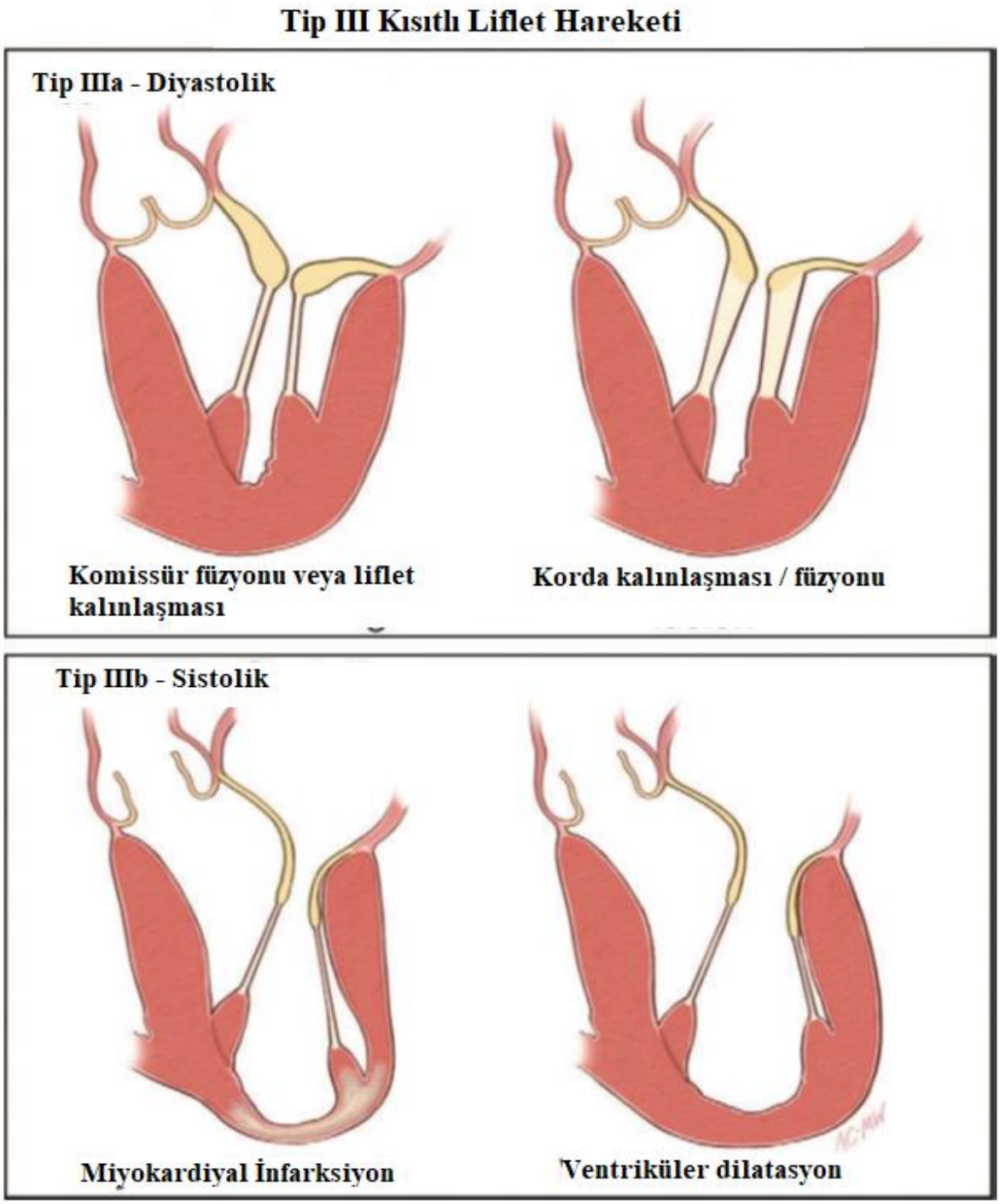
Resim 4.32. Carpentier'in fonksiyonel sınıflandırması Tip I (92)

Tip II: Aşırı liflet hareketi ile mitral kapak yetersizliği: "liflet prolapsusu". Tipik olarak liflet prolapsusu, bir lifletin serbest kenarının sistol sırasında mitral kapak anulus düzleminden yukarı çıkıntı yaparak kapak fonksiyonunu bozmasıdır (184). Ortaya çıkan liflet koaptasyon kusuru, prolapsus olmayan liflet üzerinde eğik olarak uzanan regürjitan bir jet üretir. Prolapsus, korda rüptürü veya elongasyonu, papiller kas rüptürü veya elongasyonundan kaynaklanabilir (Resim 4.33).



Resim 4.33. Carpentier'in fonksiyonel sınıflandırması Tip II (92)

Tip III: Kısıtlı liflet hareketi. Tip III mitral yetersizliğinde (Resim 4.34), lifletin hareketi esas olarak diyastol (tip IIIa) sırasında veya sistol (tip IIIb) sırasında sınırlıdır (185). Tip IIIa tipik olarak romatizmal kapak hastalığında görülür. Kapak hareketi çoğunlukla diyastol sırasında, fakat aynı zamanda, komissür füzyonu, korda kalınlaşması ve korda füzyonunun bir sonucu olarak sistol sırasında da bir dereceye kadar sınırlıdır. Tip IIIb mitral yetersizliği, iskemik kardiyomiyopatide görüldüğü gibi lokalize ventriküler duvar diskinezisinden veya son evre kardiyomiyopatide görüldüğü gibi ventrikülün global dilatasyonundan kaynaklanan papiller kas repozisyonunun neden olduğu bir liflet hareket kusurunun sonucudur.



Resim 4.34. Carpentier'in fonksiyonel sınıflandırması Tip IIIa-b (92)

4.5.3. Klinik Bulgular

Kronik mitral yetmezliğinde geç döneme kadar hastalarda herhangi bir şikayet gelişmez. İlk gelişen semptomlar egzersiz intoleransı ve efor dispnesidir. Hastalık ilerleyip pulmoner konjesyon gelişmeye başlayınca paroksismal nokturnal dispne, ortopne, yorgunluk, göğüs ağrısı, çarpıntı gelişir. Geç dönemde sağ kalp yetmezliğine bağlı semptomlar gelişmektedir.

Fizik muayenede apikal yerleşimli sistolik üfürüm ve non-ejeksiyonel sistolik klik duyulur. Üfürüm aksillaya doğru yayılım gösterir. Tanı ekokardiyografi ile konur. İleri mitral yetmezliği olan ve kardiyomegali gelişmiş olan hastalarda, tanıdan şüphe edildiği durumlarda kardiyak kataterizasyon yapılarak kesin tanı konabilir.

4.5.4. Mitral Kapağın Ekokardiyografi ile Değerlendirilmesi

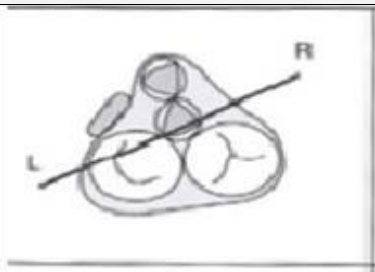
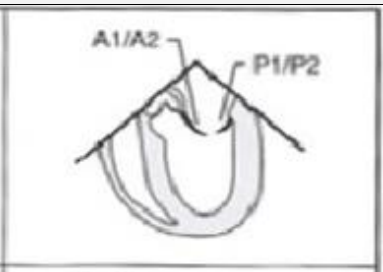
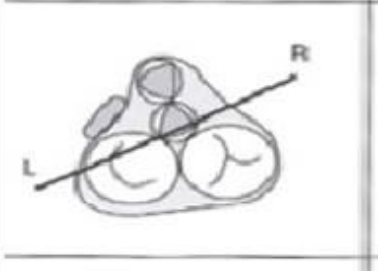
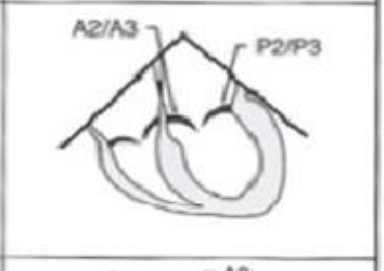
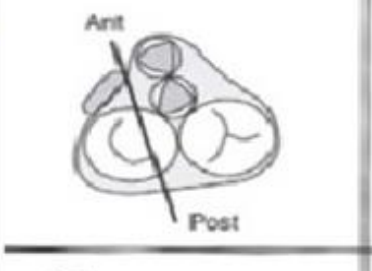
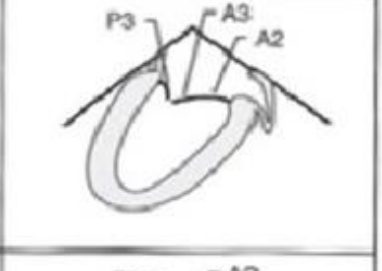
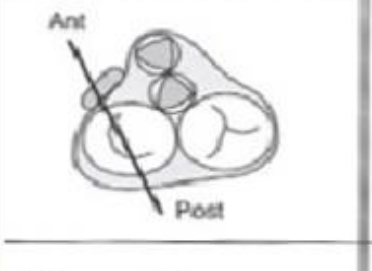
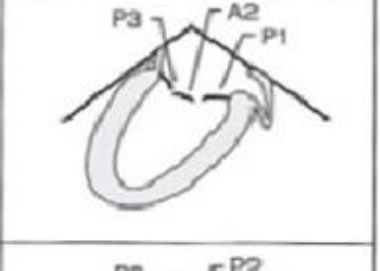
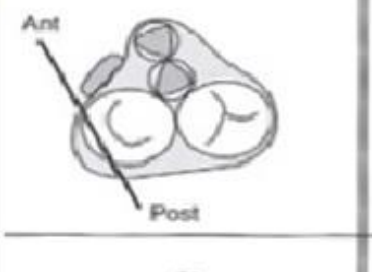
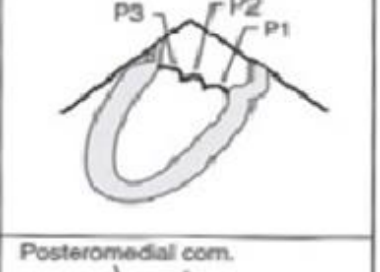
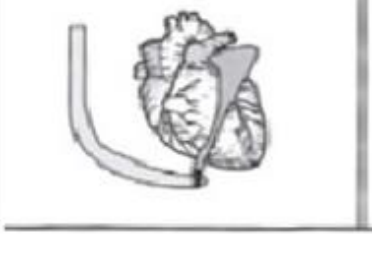
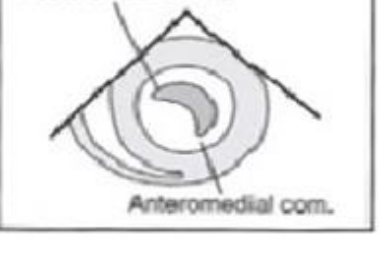
Ekokardiyografi, özellikle transözafageyal ekokardiyografi (TEE), mitral yetersizliğin doğasının ve derecesinin değerlendirilmesi ve miktarının belirlenmesi için tercih edilen yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Mitral kapağın tam olarak değerlendirilmesi, yapı ve fonksiyon detaylarının kolayca gözlemlenmesiyle mümkündür. Bu değerlendirmenin sonuçları cerrah ve sevk eden hekim için yol gösterici olacaktır. Değerlendirme noktaları, yetersizliğin derecesini içerir: onarım olasılığını gösteren kapak anormalliği, ventriküler işlev bozukluğunun derecesi, pulmoner basınç ve diğer kapakların durumu değerlendirilebilir.

Değerlendirme için genellikle iyi bir transtorasik ekokardiyogram (TTE) yeterlidir. Ancak kalan sorular transözafageyal ekokardiyogram (TEE) ile açıklığa kavuşturulmalıdır. Transözefagial yaklaşım ile mitral kapağın anatomisi, yetersizlik derecesi ve sol ventrikül fonksiyonları etkin bir şekilde değerlendirilebilir. TEE ile onarım için uygun hastaların seçimi ile birlikte onarım yapılırken operasyon sırasında ve sonrasında etkinlik değerlendirmesi yapılabilir. Amerika Ekokardiyografi Derneğinin kılavuzlarına göre mitral kapak onarımı sırasında TEE uygulanması 1.derece kanıt düzeyine sahip bir endikasyondur (186). Operasyon sırasında kapak hareketlerinin normal, aşırı hareketli ya da kısıtlı olarak belirlenmesi ile MY nedenini açık olarak ortaya koyabilmektedir (187). Cerrahi tanı ile karşılaştırıldığında TEE, mitral yetersizliğinin nedeninin ve oluşum şeklinin belirlenmesinde prolabe veya "flail" segmentler için %99, rüptüre korda için %88 tanısal doğruluk oranına sahiptir (187).

Transözefagial ekokardiyografi (TEE) sırasında mitral kapağın değerlendirilmesi için mitral kapak yapılarının anatomik yerleşimlerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. TEE, mitral kapağın intraoperatif değerlendirilmesi için benzersiz bir şekilde yararlıdır. Ameliyat başlamadan önce ve onarımın tamamlanmasından sonra son bir değerlendirme için kullanılmalıdır. Kapağın farklı açılardan çoklu görünümleri, mitral kapağın sistematik olarak değerlendirilmesini sağlar. Tablo 4.12'de gösterildiği gibi her bir segment için farklı düzeylerde ve açılarda değerlendirme yapmak gerekmektedir. Bu sayede kapak onarımı için gerekli olan bilgiler elde edilebilir. Posterior lifletin P2 segmentinin prolapsusu dejeneratif nedenlerin %60'ını oluşturmaktadır ve transtorasik ekokardiyografi (TTE) ile ayrımını

yapmak güçtür (188)1 P1, A1 ve A3 segmentlerinin prolapsusu ise nadirdir (189). Ayrıca TEE'de jet alanı TTE'ye göre daha geniş görülebilmektedir (190).

Tablo 4.12. TEE'de Mitral Kapakçık Segmentleri

5 Boşluk 0 derece Patolojinin anterior veya posterior liflete lokalizasyonu belirlenebilir. Yalnızca bu açıdan tüm scallopların görülmesi zordur, ancak genellikle kapağın anterior kısımlarını gösterir.		
4 Boşluk 0 derece Patolojinin anterior veya posterior liflete lokalizasyonu belirlenebilir. Yalnızca bu açıdan tüm scallopların görülmesi zordur, ancak genellikle kapağın anterior kısımlarını gösterir.		
2 Boşluk Anterior 80-100 derece Uzun segment anterior liflet (A2/A3) ve posterior lifletin kısa bir bölümünü (P3) gösterir. Anterior lifletin P3 scallobu ile koapte olan kısmının A3 segmenti olduğunu unutmayın.		
2 Boşluk Orta 80-100 derece Üç scallop ve iki koaptasyon noktası görülüyor: P3, P1 ve diyastol sırasında kaybolan değişken miktarda A2.		
2 Boşluk Posterior 80-100 derece Koaptasyon noktası görülmez. Düzlem yalnızca posterior lifleti görür. Genellikle P1 ve P3 ile çoğunlukla P2'yi gösterir.		
Kısa Eksen 0-20 derece Bu görünüm, regurjitasyon yerini lokalize etmek için en çok renkli doppler ile kullanışlıdır. Ancak nadiren patolojinin doğasını gösterir.		

İntraoperatif olarak, kapağın yetkinliğini tam olarak değerlendirmek için kan basıncının yapay olarak yükseltilmesi gerekir. Bu, sistolik kan basıncını 150 mmHg'ye çıkarmak için fenilefrin infüzyonu ile yapılabilir. Onarım sonrasındaki TEE incelemesinde de mitral kapak yapısı ve varsa MY derecesi dikkatle değerlendirilmelidir. Peroperatif/postoperatif yapılan TEE incelemesinde mitral yetersizliği, maksimal yetersizlik jet alanının doğrudan planimetrik ölçümüne dayalı olarak, yok (0 cm^2), önemsiz (<2 cm^2), hafif (2-4 cm^2), orta (4-8 cm^2) ve ciddi olarak (>8 cm^2) sınıflanabilir (158). Hafif MY varlığına rağmen prolabe segmentler izleniyorsa müdahale edilmesi gereken bir durumdur. Hafif MY varlığına rağmen kapak yapıları normal çalışıyorsa sorun oluşturmaz (192). Ancak orta (2. derece) dereceden fazla yetersizlik akımı varlığı uzun dönem beklentileri olumsuz yönde etkilemektedir (192). Bu derecede santral yetersizlik varlığı anuloplasti halkasının daha fazla daraltılmasını gerektirebilir.

Sonuç olarak ekokardiyografik yöntemlerin özellikle TEE'nin mitral kapak onarımı için uygun hastaların belirlenmesi, onarım işlemi sırasında kılavuz olması ve olası komplikasyonların tespitinde çok önemli bir yeri bulunmaktadır. Üç boyutlu ekokardiyografi geliştikçe, dinamik kapak patolojisini gösteren resimler, onarım prosedürlerinin planlanmasında yardımcı olacaktır.

4.6. Mitral Kapak Onarımı

4.6.1. Mitral Kapak Onarımına Genel Bakış

4.6.1.1. Onarımın Önemi

Güvenilir ve giderek daha dayanıklı hale gelen mekanik biyoprotezlerin mevcudiyeti varken neden mitral onarımına devam edelim? Daha uzun sürebilen, düşük ama kesin erken başarısızlık insidansına sahip olan ve kapağı başarılı bir düzeltme için biçimlendiren bir dizi tekniğin kullanılmasını gerektiren bir prosedürün gerekçesi nedir?

Kapak değişimi daha basittir ve daha tutarlı bir şekilde güvenilirdir. Mitral onarımda sürekli olarak iyi sonuçlar elde etmek için uygulama ve deneyim gerekir. Bununla birlikte, altmış yılı aşkın süredir devam eden iyileştirmelerle yapılan mitral kapak onarımının, daha standartlaştırılmış kanıtlanmış yaklaşımlara uygun hale geldi ve daha düşük tromboembolizm, enfeksiyon ve hemorajik komplikasyon insidansı ile mitral kapak replasmanıyla karşılaştırılabilir dayanıklılığa sahip olduğu kanıtlandı.

4.6.1.2. Mitral Kapak Onarımında Cerrahi Başarının Tanımı

Mitral kapak tamirinde peri-operatif başarının tanımı kaçak kalmamış, yeterli uzunlukta (> 4 mm) koaptasyon içeren bir mitral kapaktır. Deneyimli kliniklerde dejeneratif nedenlere bağlı mitral yetmezliğinde başarılı tamir oranları%80-90'dır.

Başarısız onarım, genellikle yetmezliğe neden olan, gereksiz dokunun bırakılması, gereğinden fazla kapakçık dokusu eksizyonu, kordal rüptür rekürrensi, mitral darlığı veya sistolik öne devinim gibi nedenlerle gelişebilmektedir (96). Sistolik öne devinim komplikasyonun önüne geçmek amacıyla, gerekli hastalarda triangüler/kuadriangüler rezeksiyona sliding plasti tekniğinin ilave edilmesi sıklıkla çözüm oluşturmaktadır (115).

Mitral kapaktaki tamir işleminin ardından öncelikle sol ventriküle yapılan soğuk serum enjeksiyonu ile kaçak olup olmadığı kontrol edilmelidir. Dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli nokta bu aşamada çıkan aort üzerinde bulunan kardiyopleji - vent kanülünün havaya açılması ile sol ventrikülden gelecek hava kabarcıklarının koroner arterlere gitmesinin önlenmesidir. Tamir aşamasında cerraha yardımcı olan sol atrium ekartörlerinin bu aşamada gevşetilmesi son derece önemlidir. Ekartörlerin aşırı gerilmesi lifletlerde distorsiyona neden olarak rezidüel kaçak kaldığı izlenimini yaratabilir. İki liflet arasında görülen koaptasyon hattının simetrik olması iyi işarettir. Lifletlerin dinamik olarak görev yapıp yapmadıkları cross klempin kaldırılmasının ardından transözafageyal ekokardiyografi ile kontrol edilir.

Bu amaçla gereğinde sistolik tansiyonu 100 mmHg ve üzerine çıkaracak şekilde inotropik - adrenerjik ilaçlar verilmelidir. Orta derecede (2 + ve üzerinde) kaçak olan olgularda öncelikle rezidüel kaçağa neden olan mekanizmalar iyice anlaşılmalı, daha sonra tekrar cross klemp konularak bu kaçağın giderilmesine çalışılmalıdır.

Genelde bu dönemde kalbin hiperdinamik olması nedeniyle transvalvular basınçlar yüksek ölçülebilir. Ancak bu değerler romatizmal hastalık olmayan kapaklarda genellikle operasyon sonrası dönemde geriler.



Normal mitral liflet hareketlerini korumak veya geri kazandırmak

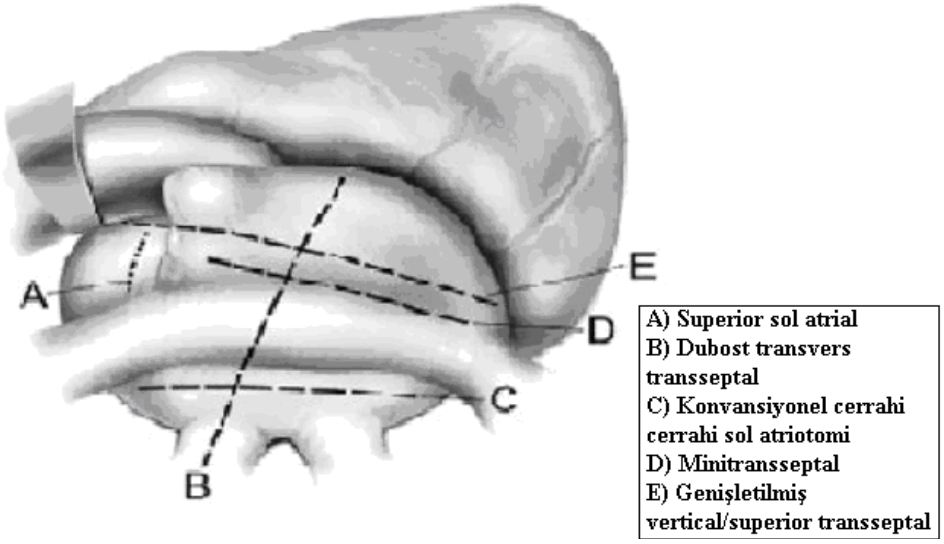
Her iki lifletin mümkün olan en geniş alanda koaptasyonunu sağlamak

Mitral anulusun fizyo-anatomik şeklinin yeniden elde edilmesi ve korunması

Resim 4.35. Başarılı Mitral Kapak Onarımının 3 Şartı

4.6.1.3. Mitral Kapak Cerrahi Tekniği

Hem iyi bir rekonstrüksiyon hem gerektiğinde onarım yapabilme ihtimalinden dolayı mitral kapağın çok iyi bir şekilde açığa çıkartılması şarttır. Sol atriyumun hemen atriyal septum komşuluğundan yapılan insizyonla çok iyi bir şekilde kapağa ulaşma imkânı vardır ve genellikle kapakla ilgili yapılacak tüm müdahalelere imkân tanır. Bazı cerrahların tercih ettikleri diğer insizyonlar: Superior left atrial, Dubost transverse transseptal, Minitransseptal, Genişletilmiş vertical/superior transseptal (Resim 4.36).



Resim 4.36. Mitral Kapağa Yaklaşım İnsizyonları

Mitral kapak onarımlarını tam sternotomi ve klasik yöntemlerle yapmak mümkün olduğu gibi daha küçük kesilerle de yapmak olanaklıdır. Sağ parasternal, sağ minitorakotomi, parsiyel alt ve parsiyel üst sternotomilerle klasik yöntemlerle elde edilenlere benzer cerrahi görüntüleme elde etmek mümkündür.

Üst parsiyel sternotomilerde ve bazı torakotomilerde santral aortik kanülasyon yapmak olasıdır. Diğerlerinde femoral kanülasyon tercih edilir. Bazı kesilerde venöz kanüllerden hiç olmazsa birini kesi hattından koymak olanaklıdır. Internal juguler venden ve femoral venden sağ atriyuma ilerletilen kanüllerle venöz drenaj yapılabilir. Bunlara vakum uygulanarak daha iyi bir venöz dönüş sağlanabilir. Minimal invaziv cerrahi için geliştirilmiş birçok özgün malzeme vardır. Bunlardan her cerrah kendisine uygun olanını seçerek arteriyel ve venöz kanülasyon, aortik klempaj ve kardiyopleji için uygun bir yol seçebilir. Bu operasyonlar video assistans ile torakoskopik ya da robot asistansı ile de yapmak olasıdır. Bu işle uğraşacak ekiplerin bu konuda mutlaka özel bir eğitim almaları gereklidir (193, 194).

Günümüzde perkutan mitral onarımları iki şekilde yapılmaktadır. Kenar kenara onarım (yaprakçıkların birbirine bir klip ile tutturarak) ve anuloplasti. Bu iki tekniğin kombine edilmesiyle oldukça iyi sonuçlar alındığı bildirilmektedir (195). Perkutan kenar kenara (edge to edge) onarım bir klip uygulayıcı alet ya da kateter bazlı bir emme - dikişleme (suction - suture) sistemi ile yapılmaktadır (196). Perkutan anuloplasti ise koroner sinüsün posterior mitral anulusu ile olan yakın ilişkisinden yararlanılarak buradan yerleştirilen çeşitli kateterlerle yapılmaktadır (197). Son zamanlarda transventriküler girişimle zımba teli tarzında tutturulan bazı cihazlarla da anulus daraltılabilmektedir. 2004 yılında 14 hasta üzerinde yapılan EVEREST 1 çalışmasında en önemli komplikasyon olarak bir hastada lifletten klipin bir bacağının atması bildirilmiştir ve bu hastada da operasyonla hem kapağı onarmak hem de klipi sorunsuz almak mümkün olmuştur (198). Perkutan mitral onarımların az miktarda olan sayısı için uzun dönem sonuçlarından söz etmek henüz olanaksızdır. Ancak ilerisi için umut verici olduğu söylenebilir.

Erken ve geç dönem sorunlar onarım işleminin başarı şansını düşürebilir. Hastaların %38'inde çıkış yolu obstrüksiyonu, %23'ünde süturlerin ayrılması ve %38'inde yetersiz onarım ikinci kez pompaya girilmesinden sorumludur (199). Omran ve arkadaşlarına göre anulus çapının 5 cm'den büyük olması, mitral anuler kalsifikasyon, üçten fazla segmentte prolapsus ve santral jet akım varlığı başarısız onarım riskini arttırmaktadır (bir ya da daha fazla risk faktörü varlığında başarısız onarım olasılığı %36) (200). Mitral kapak onarımının TEE ile saptanabilen iki önemli komplikasyonu koroner arter hasarı ve ventriküler rüptürdür.

Sirkumfleks arter hasarında inferiyoposteriyor ve lateral duvarlarda yeni hareket bozukluğu saptanır.

4.6.1.4. Operasyon Endikasyonları

Mitral onarımın ortaya çıkışı ve buna bağlı olarak daha düşük uzun dönem komplikasyon insidansı ve daha iyi uzun dönem başarı ile mitral cerrahiye sevk endikasyonları değişmiştir. Onarım olasılığı varsa erken müdahale önerilmektedir. Bu önerilere, cerrahın beceri ve deneyimine, regürjitasyona neden olan hastalık sürecine ve mitral kapağın ilgili kısımlarına dayanan onarım olasılığının tahmin değişkeni dâhildir. Daha karmaşık bir onarım gerektiren anterior liflet tutulumunun aksine, özellikle dejeneratif (romatizmal olmayan) mitral kapak hastalığı veya yırtılmış bir korda nedeniyle posterior liflet prolapsusu onarıma daha uygundur. Cerrahın beceri ve deneyiminin, ameliyatın sonunda başarı bir onarım gerçekleştirilip gerçekleştirilmeyeceğinin muhtemelen en önemli belirleyicisi olduğu vurgulanmaktadır. Mitral kapağın romatizmal ve iskemik tutulumu ve mitral kapak lifletlerinin veya anulusun kalsifikasyonu, deneyimli ellerde bile onarım olasılığını azaltır. Bu nitelikler göz önüne alındığında, aşağıdaki senaryolarda ameliyat önerilir: konjestif kalp yetmezliği semptomları ve normal sol ventrikül fonksiyonu (ejeksiyon fraksiyonu > %60 ve sol ventrikül sistol sonu boyutu < 40 mm) ile birlikte şiddetli yetersizlik ve azalmış sol ventrikül fonksiyonu kanıtı olan asemptomatik veya semptomatik hastalar; özellikle ejeksiyon fraksiyonu <%60 ve/veya sol ventrikül sistol sonu boyutu ≥ 40 mm olan hastalarda ejeksiyon fraksiyonunun düşmesine izin verilmemesi gerekmektedir. Cerrahi sonrası azalan sağ kalımın daha düşük preoperatif ejeksiyon fraksiyonu ile güçlü bir korelasyonu olduğuna dikkat çekilmektedir. Düşük ejeksiyon fraksiyonu olan hastalarda mitral onarım gerçekleştirilebilirse sol ventrikül işlevindeki bozulma yavaşlatılabilir veya eşlik eden semptomatik iyileşme ile durdurulabilir. Shin ve arkadaşları başarılı onarımdan sonra ejeksiyon fraksiyonunun azalmasına rağmen, preoperatif ejeksiyon fraksiyonundan bağımsız olarak stroke volümün korunduğunu göstermiştir (201).

Semptomların yokluğunda mitral yetersizlik cerrahisi daha tartışmalıdır. Atriyal fibrilasyonun yakın zamanda başlaması, özellikle yüksek bir onarım olasılığı varsa, göreceli bir endikasyon olarak kabul edilmesine rağmen, bunu önermek için hiçbir veri mevcut değildir. 1 yıldan uzun süredir atriyal fibrilasyonun olması ve/veya sol atriyum boyutunun 55 mm'den büyük olması kapak cerrahisi sonrası persistan atriyal fibrilasyonun habercisidir. Atriyal fibrilasyonu iyileştirmek için ablatif operasyonların cerrahın donanımına eklenmesi, bu karar sürecini etkileyecek ve belki de atriyal fibrilasyon ve mitral yetersizliğin kombinasyonu için daha erken cerrahiye yol açacaktır.

David ve arkadaşları bu yönergeleri desteklemek için kapak onarımlarının geç sonuçlarını bildirmiştir (202). 199'u semptomsuz veya minimal semptomlu ve 289'u ameliyat sırasında semptomları olan 488 hastanın sonuçlarını gözden geçirdiler. %61'lik bir genel sağ kalımla, asemptomatik hastalarda sağ kalım %76 idi ve bu aynı yaştaki genel popülasyonla aynıydı. Oysa semptomatik hastalarda sağ kalım genel popülasyon için tahmin edilenden %53 daha azdı. 15 yılda, yeniden ameliyat olmama oranı %91 ve belirgin yetersizlik (2+'den fazla) olmaması tüm hastalar için %85, asemptomatik hastalar için %96 ve semptomatik hastalar için %76 idi. Bununla birlikte dayanıklılığı değerlendirmek için kullanılan birincil gösterge yeniden operasyon ise onarım başarısızlığı eksik bildirilebilir. Flameng ve arkadaşları yeniden operasyon yerine yetersizliğin tekrarını belirteç olarak değerlendirmiştir (203). 8 yılda sağ kalım %90,9 ± 3,2 ve yeniden ameliyat gerekliliğinin olmaması %94,2 ± 2,3 idi. Hafif üzeri ve ciddi MY'nin nüks oranını yılda %8,3 ve %3,7 olarak hesapladılar. Nüks için risk faktörleri olan hastalar (korda kısalması ve anuloplasti halkası veya sliding plasty olmaması) hariç tutulduğunda, oranlar yılda %6,9 ve %2,5 idi. Başarılı onarım için dayanıklılığın sabit olmadığı ve cerrahi kararlar alınırken dikkate alınması gerektiği konusunda uyarıyorlar. Hafif üzeri (> 1/4) ve ciddi (> 2/4) mitral yetersizliğin tekrarlamama oranları Tablo 4.13'te detaylandırılmıştır.

Tablo 4.13. Hafif Üzeri (> 1/4) Ve Ciddi (> 2/4) Mitral Yetersizliğin Tekrarlamama Oranları

	1 AY	**5 YIL**	**7 YIL**
Hafif Üzeri (> 1/4)	%94,3 ± 1,6	%58,6 ± 4,9	%27,2 ± 8,6
Ciddi (> 2/4)	%98,3 ± 0,9	%82,8 ± 3,8	%71,1 ± 7,4

4.6.1.5. Ne Zaman Onarım Ne Zaman Replasman

Onarım çoğu senaryoda en iyi alternatifi temsil eder. Ancak onarım zaman alıcı olabilir ve bu da iskemik ve kardiyopulmoner bypass sürelerinin uzamasına neden olabilir. Onarıma devam etme kararı, başarı olasılığına ve onarımın uzun vadeli yararına dayanmalıdır. Onarımın marjinal faydalarının kapak değişimi ile yaklaşık aynı olduğu senaryolarda, değiştirme tercih edilebilir. Örneğin korda koruyucu kapak değişimi onarıma benzer mekanik avantajlar sağlar ve biyoprostetik kapakta uzun süreli antikoagülasyon gerekli değildir (204). Protezin dayanıklılığı ile ilgili bir sorunu olmayan yaşlı hastalarda veya kısa iskemik sürenin önemli olduğu veya onarımın zor ve potansiyel olarak güvenilmez olduğu acil cerrahi sırasında değiştirme tercih edilebilir. Örneğin, mevcut teknikler papiller kas rüptürünü

onarmak için tam olarak tarif edilmiş olsa da, akut enfarktüs ortamında onarım girişimleri muhtemelen akıllıca değildir (205). Benzer şekilde, romatizmal kapakların ve radyasyondan zarar görmüş kapakların onarımının uzun vadeli sonuçları, dejeneratif etiyolojilerin onarımından önemli ölçüde daha kötüdür, bu nedenle romatizmal etiyolojide karmaşık bir onarım önerilmeyebilir (206). Dejeneratif kapakların tamirinin dayanıklılığı da değişken olabilir (203).

Kapak onarımının hayatta kalma açısından fayda sağladığına dair bazı nesnel kanıtlar vardır. Enriquez Sarano ve arkadaşları izole mitral kapak hastalığı için onarım ile replasmanı karşılaştırdı ve çok değişkenli analizin kapak onarımının genel ve geç sağ kalım, ameliyat hareketliliği ve ameliyat sonrası ejeksiyon fraksiyonu üzerinde bağımsız bir yararlı etkisi olduğunu gösterdiğine dikkat çekti (207). Ancak, bu sağ kalım yararı seksen yaşlarında kanıtlanamamıştır (208).

Gillinov ve arkadaşları yakın zamanda, iskemik kalp hastalığı ile ilişkili dejeneratif mitral hastalığı için onarımı replasmanla karşılaştırmıştır (209). Bu, birçok cerrahın, özellikle biyoprotezin kullanılabileceği yaşlılarda birincil kapak replasmanını tercih edeceği bir durumdur. Çok değişkenli analizi kullanarak, onarımın iki yıllık sonuçlarının hayatta kalma avantajı sağladığını belirlediler. Bu nedenle, iki liflet rekonstrüksiyonu gerekli olsa bile, onarımı gerçekleştirmek için her türlü çaba gösterilmelidir.

Buna karşılık, Thourani ve ark. 1.250 hastada retrospektif bir çalışma gerçekleştirdi. 625 mitral kapak tamiri hastası 625 mitral kapak replasmanı hastası ile eşleştirildi. Onarım; hastanede kalış süresinin kısalması, hastane içi mortalitede iyileşme ve 10 yıllık sağ kalım ile ilişkiliydi. Ancak onarım, 60 yaşın üzerindeki hastalarda veya eşlik eden koroner bypass gerektiren hastalarda 10 yıllık sağ kalımı iyileştirmedi (210). Bu bulgu diğer çalışmaların sonuçlarıyla çelişmektedir (211). İskemik değişikliklere bağlı olmayan tüm yetersizlik tiplerinde onarım sonuçları replasmandan üstün olsa da 60 yaş üstü hastalarda iskemiye bağlı mitral yetersizliğinde onarım sonuçları açıkça replasmandan daha iyi değildir (211).

Moss ve arkadaşları onarım ve korda koruyucu replasmanı karşılaştırırken seçim yanlılığını ortadan kaldırmak için eğilim eşleştirmeyi kullandı, medyan 3,4 yıllık takip süresi boyunca hayatta kalmanın onarımla daha iyi olduğunu ancak yeniden operasyonda artış eğilimi olduğunu kaydetti (212).

Belki de mitral kapak onarımının uzun vadeli sonuçlarının kesin analizi Carpentier tarafından 2001'de yayınlandı: 1970 ile 1984 yılları arasında romatizmal olmayan bir hastalığa sekonder mitral yetmezlik nedeniyle tedavi edilen ilk 162 ardışık hasta (11). 20

yıllık sağ kalım genel popülasyondakine benzerdi. 3 hastada erken reoperasyon ve 7 hastada geç reoperasyon gerekti. 65 canlı hastanın tümü NYHA fonksiyonel sınıf I veya II idi.

Mitral kapağın onarımına olan ilgi zamanla gelişmiştir. Bu gelişme; kanama ve tromboembolizm, endokardit, pannus oluşumu ve yapısal başarısızlık gibi protez kapaklarla ilişkili sorunlara dayanmaktadır.

4.6.1.6. Preoperatif ve Peroperatif Değerlendirme

Ameliyat prosedürüne başlamadan önce ekokardiyogramın gözden geçirilmesi önemlidir. Ekokardiyogram; kapak fonksiyonlarının, kalp durdurulduğunda değerlendirilemeyen detaylarını göstermekte çok faydalıdır. Örneğin; hangi liflet prolapsus yapıyor, (posterior mu, anterior mu yoksa her ikisi mi), lifletin tamamı mı yoksa bir kısmı mı prolabe oluyor, jet akım nerede (merkezi mi egzantirik mi?), jet akım hangi yöne doğru (anterior olarak posterior yaprakçık patolojisini düşündüren veya posterior olarak anterior yaprakçık patolojisini düşündüren vb.), korda rüptürü var mı, anulus dilate mi, anulus veya liflette kalsifikasyon var mı, liflet hareketi kısıtlı mı gibi sorulara yanıt verebilecek bilgileri barındırır. Bu, onarımın nasıl tamamlanacağına karar verirken değerli bilgiler sağlar.

Odaklanılması gereken önemli bir alan, prolapsusun yeri ve derecesidir. Anterior liflet sistol sırasında anüler düzlemin üzerine çıkıntı yaparsa prolapsus olarak kabul edilir. Arrest kalpte anterior leaflet ekokardiyografi ile değerlendirilirken, her zaman prolapse gibi görünecektir.

Kalp durdurulduktan ve atriyum açıldıktan sonra, atriyum ve kapak yapılarının incelenmesi onarımın gerekli bileşenlerini belirleyecektir. Kapağın tamamının sergilenmesi önemlidir. Mitral kapağa transseptal veya sağ lateral yaklaşımlarla yaklaşılabilir. Lateral yaklaşım yoluyla sergilenmesi, intraatriyal oluğun diseksiyonu ile kolaylaştırılır.

Atriyumdaki jet lezyonları, dikkati anormallik bölgesine yönlendirebilir. Kancalar, leafletlerin ve subvalvüler aparatın mobilite ve bütünlük açısından incelenmesine izin verir. Leaflet anormalliğini Tip I, II veya III olarak sınıflandırmak da onarıma rehberlik edecektir.

4.6.1.7. Onarımın Genel Prensipleri

Çeşitli onarım tekniklerinin amacı, sızıntıya neden olan anormalliği tespit etmek ve ardından anormalliği onarmak veya kompanse etmektir. İdeal olarak, onarım tekniklerinin doğru uygulanması, uygun koaptasyon üretecektir. Lifletin pürüzlü bölgeleri temas halinde olmalıdır. Liflet yüzey alanının kapak orifisi alanına oranı, doğal 2:1 oranına göre düzeltilmelidir. Anüler dilatasyon, kronik mitral yetersizliğinin bir bileşeni olduğundan, bir

çeşit anulus desteği gereklidir. Anuloplasti genellikle onarımı tamamlar, ancak yetersiz bir onarımı telafi edemez.

4.6.1.8. Onarım Sırası

Genel olarak, onarım bileşenlerinin sırası, sonraki adımları destekleyen önceki adımlarla mantıklı olmalıdır. Defektler incelendikten ve gerekli bileşenlere karar verildikten sonra anuloplasti halkasını sabitlemek için kullanılacak süturlerin yerleştirilmesi kapağın görülmesine yardımcı olacaktır. Prosedürler uygulanmadan önce liflet bileşenleri onarılmalıdır. Yapay kordaları bağlamadan önce ringi yerine sabitlemek, daha doğru uzunluk belirlemesi sağlayacaktır.

4.6.1.9. Dikiş Malzemesi ve Yerleşimi

Lifletlerin dikilmesi için ince 4-0 monofilament sütur (örn. polipropilen) tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte, Lim ve arkadaşları önceki bir liflet onarımı için kullanılan bir polipropilen dikişin sert kuyruğu tarafından bitişik lifletin delinmesi nedeniyle yeniden ameliyatın gerekli olduğunu bildirmiştir (217). Lifletin tamiri için yumuşak örgülü sütur (örn. polyester) kullanılmasını önerirler. Anuloplasti halkasının veya bandın yerleştirilmesi için 2-0 örgülü polyester süturler yeterlidir. Yapay kordalar için 2-0, 4-0 veya 5-0 Goretex önerilir. 5-0'ın çok zayıf olduğunu ve kopmaya eğilimli olduğunu düşünenler de mevcuttur.

4.6.1.10. Leaflet Kusurlarının Kapatılmasına İlişkin Genel İlkeler

Kommissürdeki veya skalloplar arasındaki bir boşluğu kapatmak veya liflet eksizyonundan sonra bir kusuru kapatmak için yapılacak sütur onarımı güçlü olmalı ve liflet anatomisini bozmamalıdır. Dokunun sağlamlığı çok önemlidir. İnce doku dikişleri tutmaz ve kolayca yırtılır. Kapak dokusunda pililer oluşturmaktan ve kendi üzerine katlamaktan, separe veya running-locking bir sütur tekniği kullanarak kaçınılmalıdır. Running-locking süturlerin ek bir avantajı, leaflet apozisyon yerindeki düğümlerden kaçınmaktır.

4.6.1.11. Tek Liflet veya İki Liflet Onarımı

Yukarıda özetlenen mitral kapak onarımının klasik ilkelerinin amacı, iki fonksiyonel liflet oluşturmaktır. Spesifik olarak, her iki liflet de prolabe ise, her ikisine de onarıcı teknikler uygulanmalıdır. Diğer bir alternatif ise posterior lifleti, anterior liflet için bir payanda işlevi görecek şekilde onararak işlevsel tek kanatlı bir kapakçık oluşturarak görevi basitleştirmektir. Bu kavram, Gillinov ve arkadaşları tarafından özel olarak ele alınmış, izole posterior liflet onarımı ve anuloplasti yapılmış, kordal anormallikler (yırtılma veya uzama) olmayan biliflet

prolapsusu olan hastalardaki sonuçları incelemiştir (218). Bu yaklaşım, mükemmel uzun dönem sonuçları olan 93 hastada tercih edilmiştir. (219)

4.6.2. Anuloplasti: Süturler, Bantlar ve Ringler

4.6.2.1. Anuloplastinin Rolü ve Uygulanması

Anüler dilatasyon çoğu kronik mitral yetersizliği vakasında ortak olduğundan, uygun liflet apozisyonu oluşturmak ve tekrarlayan anüler dilatasyonu önlemek için genellikle bir anuloplasti gerekir (220). Amaç anulusu sistolik bir şekle dönüştürmektir. Cohn, bir anuloplasti ringi kullanımının, onarım başarısızlığı nedeniyle yeniden ameliyat insidansında azalma ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu bildirdi (221). Bazıları seçici olarak kullanılabileceğini iddia etse de, onarımın bütünlüğünü korumak için bir tür mekanik desteğin gerekli olduğu genel olarak kabul edilmektedir (222, 223). Onarım tamamlandıktan sonra bazı rezidüel regürjitasyonlar fark edilirse, anuloplasti sonrası azalmalıdır. Pek çok farklı anuloplasti tekniği tarif edilmiştir, bazıları kıvrımlı dikişler, çevresel kısaltma dikişleri, posterior anulusu desteklemek için bantlar ve tam ringler kullanır. Ringler ayrıca sert, yarı sert veya tamamen esnek olabilmektedir. Her tekniğin belirli avantajları ve dezavantajları vardır. Sert ve yarı sert ringler, doğal eyer şeklindeki anulusu düz bir düzleme dönüştürerek ve kalp döngüsü boyunca deformasyonu kısıtlayarak, anulus üzerinde boyut küçültmeyi ve şekil değişikliğini zorlar. Bantlar; regürjitasyona neden olan anuler boyuttaki değişikliğin çoğunun anulusun fibröz ön kısmından ziyade burada meydana geldiği varsayılarak musküler halkayı desteklemek üzere tasarlanmıştır.

David, rijit veya fleksibl bir ring almak üzere randomize edilmiş küçük bir hasta grubunu (yirmi beş) inceledi ve kısa süreli takipte esnek ring olanlarda daha iyi sistolik fonksiyon kaydetti (224), ancak bu, Carpentier tarafından şu nedenle önemsenmedi: uzun süreli takipte farklılıklar ortadan kalktı (225).

Unger- Graeber, rijit veya fleksibl ringli veya ringsiz onarım yapılan 122 hastayı inceledi ve ringli hastaların kapak alanında istatistiksel olarak anlamlı ancak klinik olarak önemsiz azalmalar olduğunu ancak diyastolik hız veya gradiyentte fark olmadığını buldu (226). Detter ve arkadaşları bir mural anulus daraltıcı sütur ile bir Carpentier- Edwards prostetik ringi karşılaştırırken benzer sonuçlar bulmuşlardır (227).

Buna karşılık, Grossi ve arkadaşları ring anuloplasti ile tedavi edilen fonksiyonel iskemik mitral yetersizliği olan hastalarda, basit sütur onarımının aksine bir sağ kalım avantajı sağladığını kaydetti (228) ve Czer ve arkadaşları ring anuloplastinin komissural

anuloplastiden daha düşük bir rezidüel yetersizlik derecesi elde etmede ve azaltmada daha etkili olduğunu kaydetti (229).

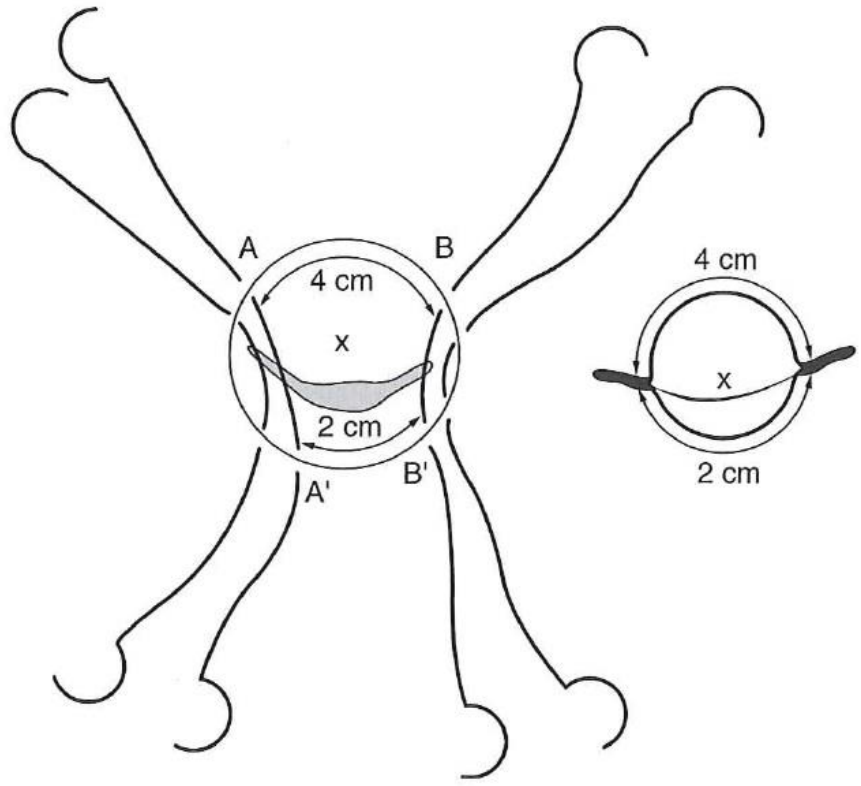
Komoda ve arkadaşları Paneth sütur anuloplastinin aksine, trigonlara sıkıca sabitlenen posterior perikardiyal anuloplastinin Gerbode plastiden sonra parçalanmayı ortadan kaldırdığını kaydetmiştir (230).

Tüm anuloplasti tekniklerinde iyi sonuçlar bildirilmiştir, belki de en iyi yaklaşım, bir teknik seçmek, onu öğrenmek ve tutarlı uzun vadeli başarı şansını en üst düzeye çıkarmak için sürekli olarak uygulamaktır.

4.6.2.2. Sütur Anuloplasti

4.6.2.2.1. Komissürel Anuloplasti

Reed, 1965'te "ölçülü mitral anuloplasti" olarak adlandırılan komissural anuloplastiyi tarif etti (Resim 4.37) (231). 1980'de, 1961'den 1978'e kadar tedavi edilen 196 hastayı, hastaların %35'inin izole mitral kapak hastalığı nedeniyle ameliyat edildiğini, 115'inin anuloplasti ve 81'inin kommissurotomi ile anuloplasti olduğunu açıklayan 17 yıllık sonuçları yayınladı. Yaş aralığı 3 ila 70 yıl arasındaydı. Hastaların %8,7'sinde reoperasyon gerekti (232).

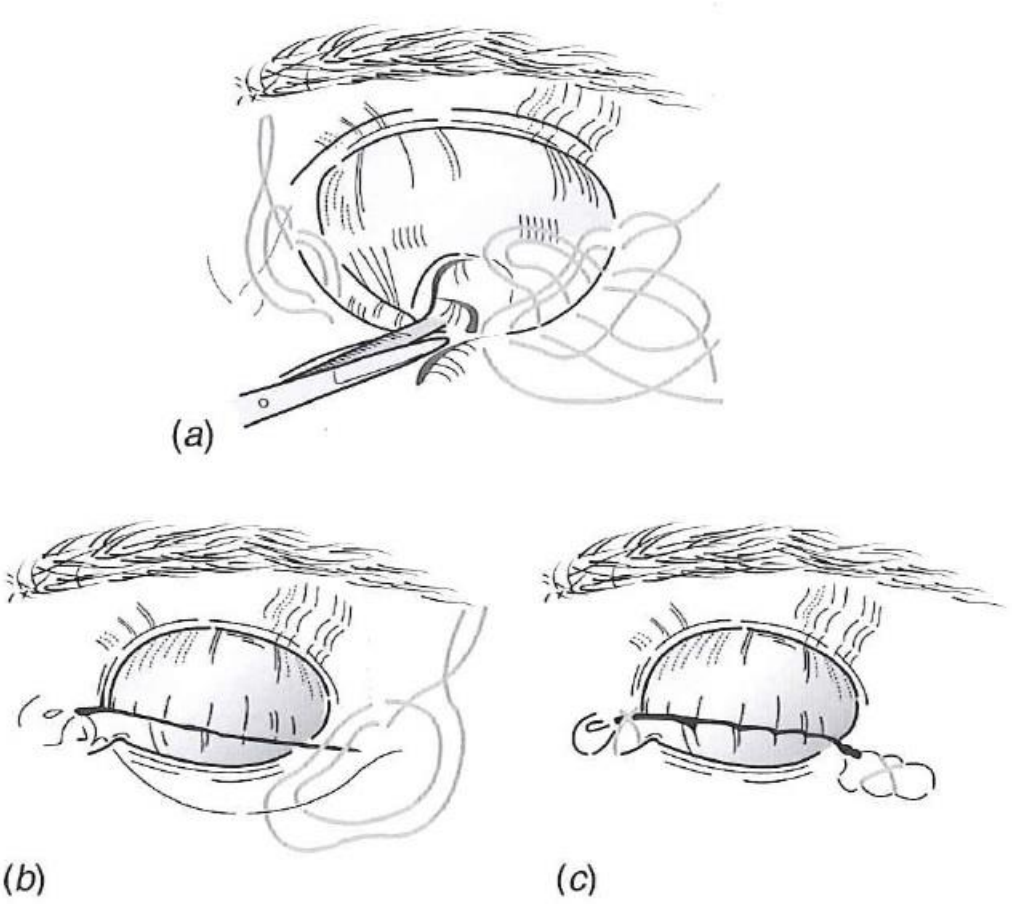


Resim 4.37. Komissurel Anuloplasti Tekniği (from Reed GE. Repair of mitral regurgitation. An 11-year experience. Am J Cardiol. 1973:31:494-496)

4.6.2.2.2. Posterior Anuloplasti

Kay Anuloplasti

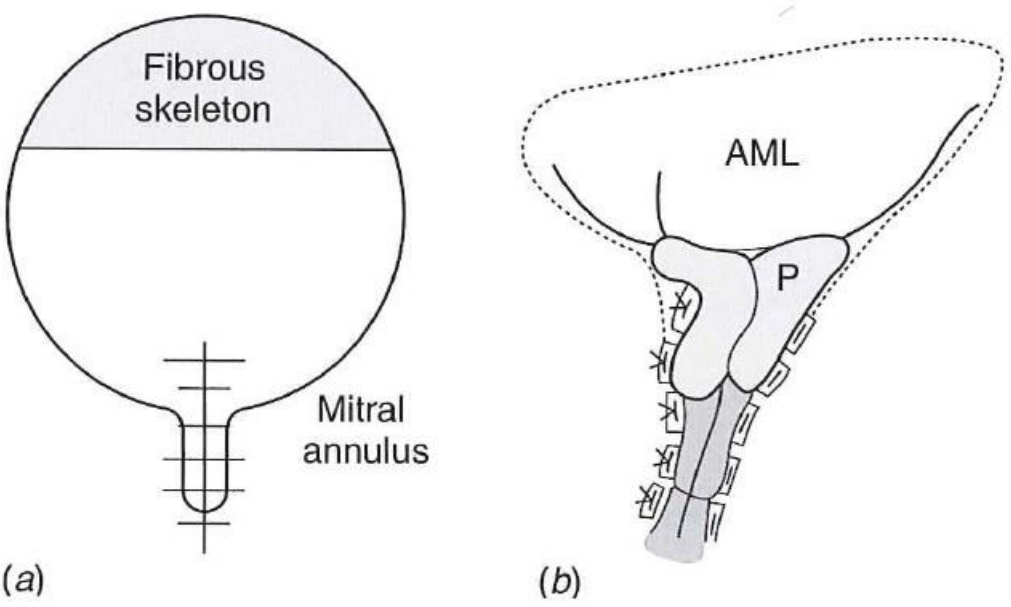
Kay ve arkadaşları posterior anulus çevresini üçte bir oranında azaltmak için sekiz şekilli sütürler kullanan bir posterior sütur anuloplasti tanımlamıştır (233) (Resim 4.38).



Resim 4.38. Kay Posterior Anuloplasti Tekniği. (233)

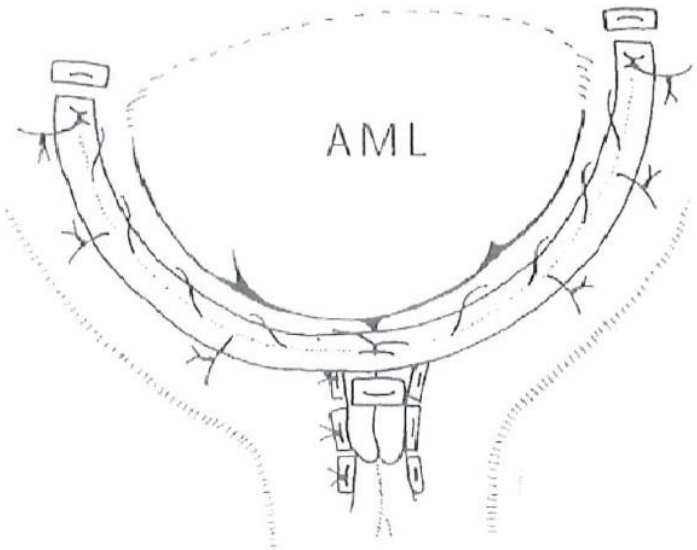
Gerbode Anuloplasti

Gerbode, Kay anuloplastiye benzer, ancak posterior lifletin ortasından bir sütur ile posterior katlama plasti tanımlamıştır (234) (Resim 4.39).



Resim 4.39. Gerbode Posterior Plasti Tekniği; a-şematik; cerrahi yaklaşım, b-AML, anterior mitral liflet; P, posterior mitral liflet (230)

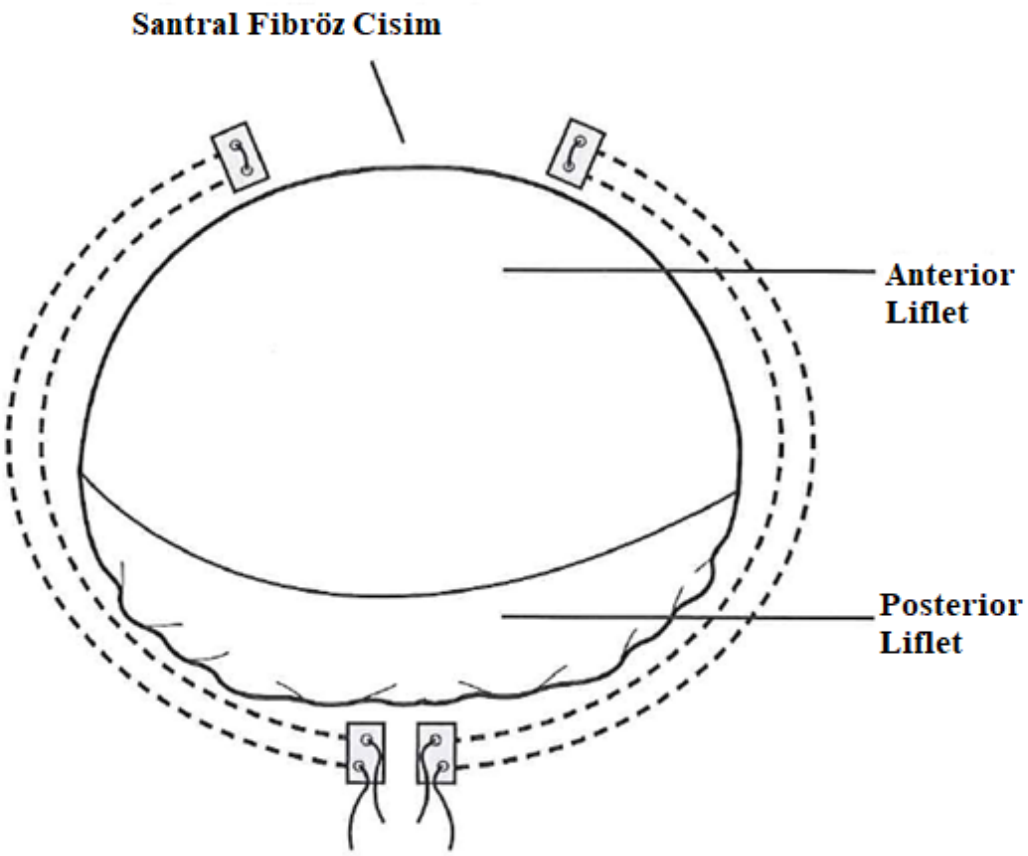
Komoda ve arkadaşları basit Gerbode plasti, Paneth anuloplasti ile birlikte Gerbode plasti ve perikardiyal şeritle gevşek takviyeli Gerbode plastinin yetersiz sonuçlar verdiğini belirterek bu teknikle ilgili deneyimlerini gözden geçirdiler. Başarısızlığın nedeni, plikasyonun Gerbode plasti tarafından parçalanmasıydı, ancak Gerbode plastisi, trigondan trigona sıkıca sabitlenmiş bir perikardiyal şeritle birleştiğinde mükemmel sonuçlar verdi (230) (Resim 4.40). Bu tekniğin fonksiyonel bir tek lifletli kapak oluşturduğuna dikkat edilmelidir.



Resim 4.40. Posterior perikardiyal strip ile güçlendirilmiş Gerbode plasti tekniği, AML, anterior mitral liflet (230)

Paneth Anuloplasti

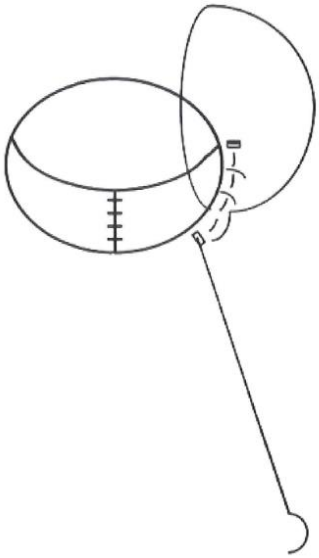
Burr ve arkadaşları her iki tarafta merkezi fibröz gövdeye sabitlenmiş bir U oluşturan ve sırasıyla anulusun sol ve sağ tarafları etrafında uzanan, posterior lifletin orta noktasına kadar paralel çift katmanı ve bir tampon (235) üzerine bağlanmış iki sutürden oluşan çevresel bir mitral plikasyon dikişi (Paneth- Burr yöntemi) tanımlamıştır (Resim 4.41). Erken takipte iyi sonuçlar bildirilmesine rağmen, geç dönemde takip edilen 80 hastada iyi sonuçlar, 13 hastada erken başarısızlıklar (7'si romatizmal hastalığın ilerlemesi) kaydedildi. Romatizmal hastalığı olan yaşlı hastalarda tekniğin kullanılmamasını önerilmiştir (236).



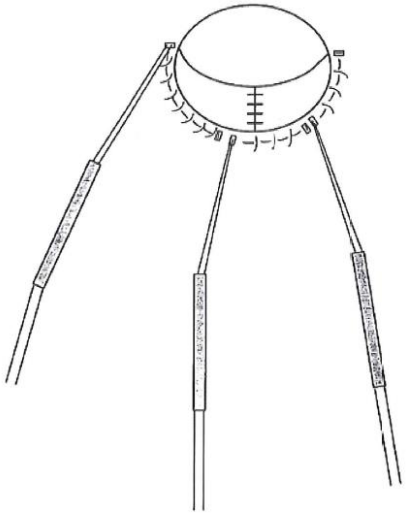
Resim 4.41. Paneth-Burr Posterior Sutür Anuloplasti (235)

Bir koyun modelinde, Tibayan ve arkadaşları sutür anuloplastinin anuler ve liflet hareketinin bir ring tarafından kısıtlanmasının aksine anulus ve liflet hareketini koruduğunu göstermiştir (237).

Ricchi ve arkadaşları bunun bir varyasyonunu, bir sütür hattının anulusa paralel olarak ilerlediği (Resim 4.42) ve diğerinin, ayarlamaya izin vermek için posterior anulus etrafındaki üç segmentte ringe dik olarak yerleştirildiği bir varyasyonu tarif eder (Resim 4.43) (238).

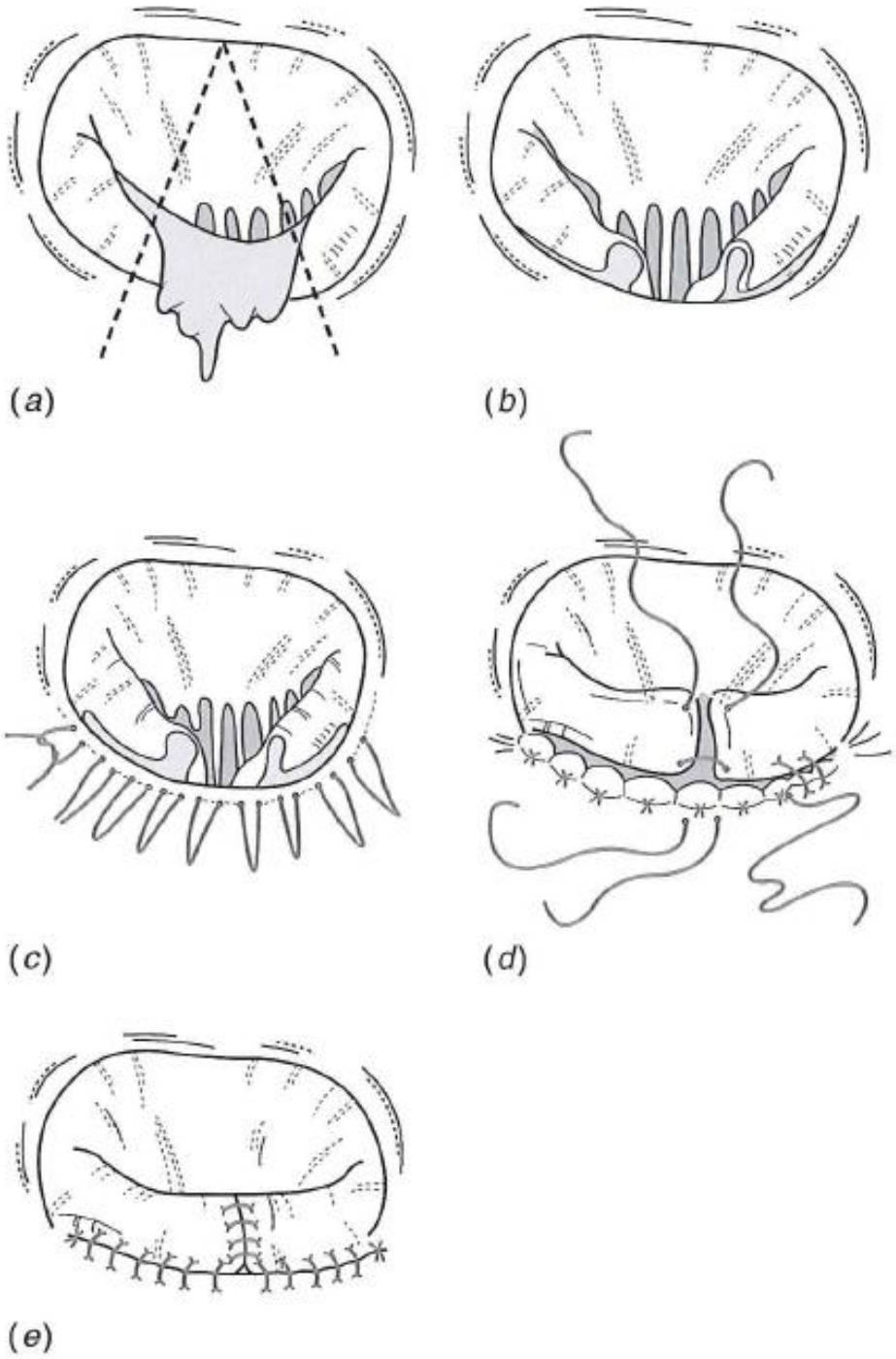


Resim 4.42. Doğrusal Segmental Anuloplasti Tekniği. Posterior mitral anulusun ilk segmenti 2/0 poliprolen sutür ile dönülüyor (238)



Resim 4.43. Doğrusal Segmental Anuloplasti Tekniği. 3 adet 2/0 poliprolen sutür turnikeden geçirilmiş (238)

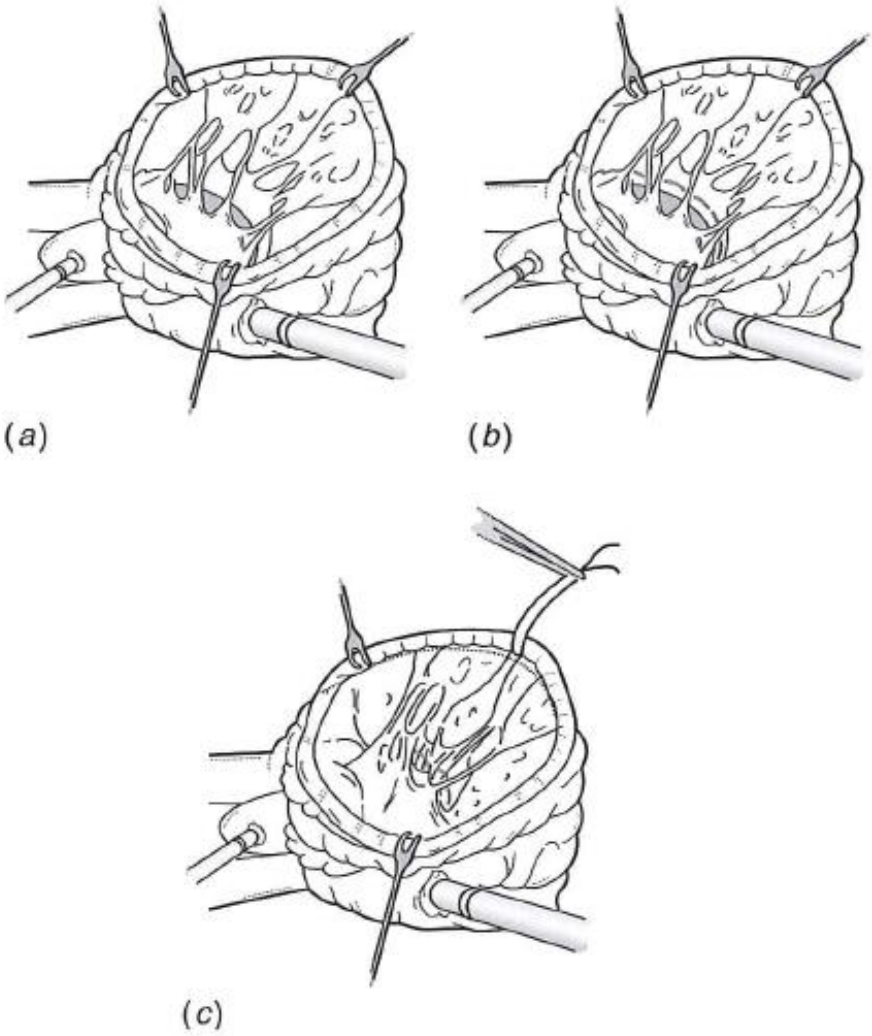
Barlow kısa bir süre önce anulusun çoklu plikasyonlarını oluşturmak için çoklu anulus sutürleri (Resim 4.44) kullanmayı tanımlamıştır (239). Bu teknik, 124 ayın üzerinde toplamda 60 hastada kullanıldı ve ortalama 29 aylık takip sonrasında başarısızlık görülmedi. Büyük anuler dejenerasyon veya şiddetli dilatasyon varlığında, ring olmadan optimal bir sonuç elde edilememişse, anulusta aşırı dekalsifikasyon gerekiyorsa veya etiyoloji romatizmal veya iskemik hastalık ise anuloplasti ringi kullanılması önerilir.



Resim 4.44. Sutür Anuloplasti Tekniği (239)

Ventrikül içinden Sütür Anuloplasti

Menicanti ve arkadaşları sol ventrikülotomi yoluyla posterior sütür anuloplastisini, Dor prosedürünün bir bileşeni olarak tanımlar (240). Resim 4.45'de anlatıldığı üzere, 2-0 plegedli sutürler, sağ trigonda ventrikülden atrial tarafa getirilir, anulus boyunca uzanır ve ardından sol trigonda ventriküler tarafa geri getirilir ve bir tampon üzerine bağlanır. Bağlama sırasında orifis boyutunu kalibre etmek için 23 milimetrelik bir kapak boyutlandırıcı kullanılır.

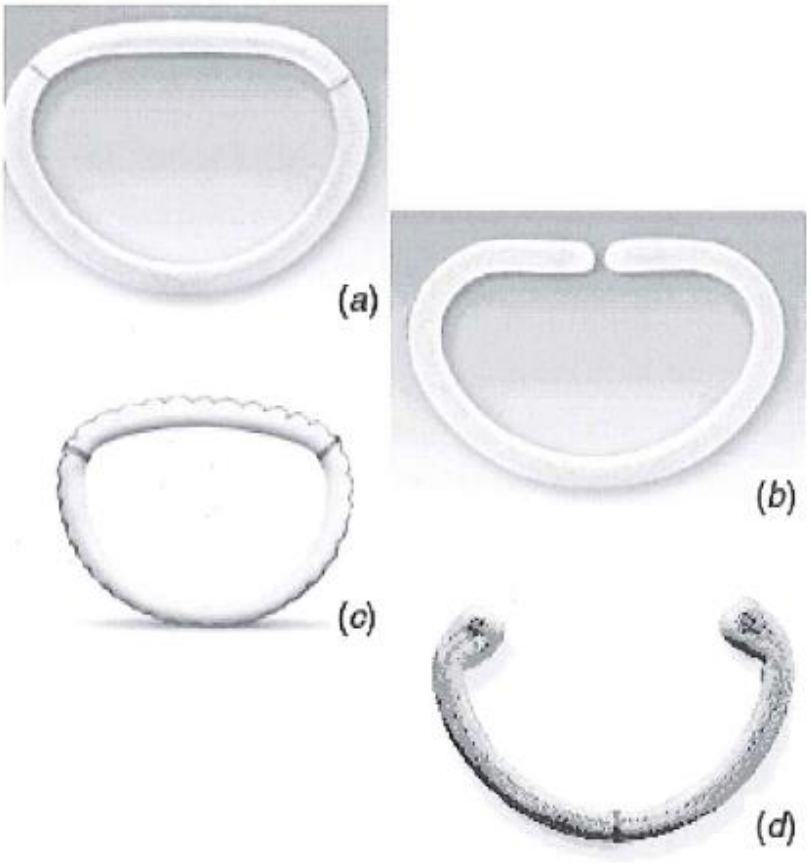


Resim 4.45. Ventriküler Yaklaşımla Posterior Sutür Anuloplasti Tekniği (240)

4.6.2.3. Ring veya Band Anuloplasti

4.6.2.3.1. Anüler Destek Protezlerine Genel Bakış

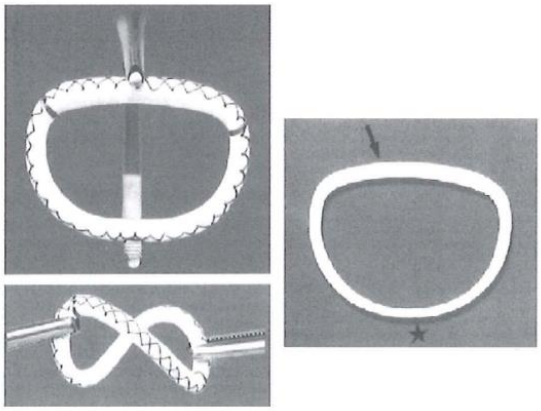
Görüş farklılıkları olmasına rağmen, çoğu cerrah, onarımın dayanıklılığının bir tür yapısal destekle artırıldığı konusunda hemfikirdir. Kapağın anuler desteği fibröz ve kaslı kısımdır ve geçiş noktası fibröz trigonlardır. Anuler desteğin ikili bir rolü vardır: genişlemiş anulusu daraltmak, mitral orifis alanını normale döndürmek, lifletlerin koaptasyonuna izin vermek ve onarımın başarısız olmasına yol açacak tekrarlayan dilatasyonu önlemek. Ringler, anulusu tamamen çevreler ve bantlar arka anulusu trigondan trigona kadar destekler; ayarlanabilir, sert, yarı sert veya esnek olabilirler. Esnek ringler ve bantlar genellikle onları desteklemek ve bağlarken kıvrılmayı (çevrenin kısalmasına neden olabilecek) önlemek için bir şablona takılır. Anuloplastinin onarımın temel bileşeni olduğu kardiyomiyopatide veya kronik iskemik hastalığa sekonder büyük bir ventrikül için dairesel bir ring tercih edilebilir (241-243).



Resim 4.46. Sert ve Yarı Sert Ringler

4.6.2.3.2. Sert ve Yarı Sert Ringler

Üretilen ilk protezler arasında Carpentier tarafından tasarlanan sert bir ring vardı (Resim 4.46.a). Bu ring anterior-posterior yan-yan 3/4 oranına sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Titanyumdan yapılmış ve polyester örgü ile kaplanmış olan bu ring anulusu çevreler ve sabitler. Tasarım açısından benzer olan, benzer şekil ve orantıda üretilmiş yarı sert bir ringdir; müsküler anulusa bağlanan kısım biraz esnektir ancak deformasyonu sınırlıdır (Resim 4.46.b,c). Payet'in yarı sert ringi, yüksek mukavemetli ve yorulmaya dayanıklı esnek bir çekirdekten yapılmıştır (Resim 4.47) (244). Ring çapının kademeli olarak küçültülmesi, posterior liflet etrafındaki esnekliği arttırır. Bu, anulusu sabitler ve anuler deformasyona izin verir. Longitudinal deformasyona karşı direnç, ring bağlanırken demetlenmeyi önler. Yarı sert bantlar da mevcuttur (Resim 4.46.d). Sert ve yarı sert ring tasarımı için yeni konseptler araştırılıyor; örneğin, PTFE sutürlerin boyunun ayarlanabilmesi için klavuz noktalara sahip ringler yeni tanıtılmıştır.



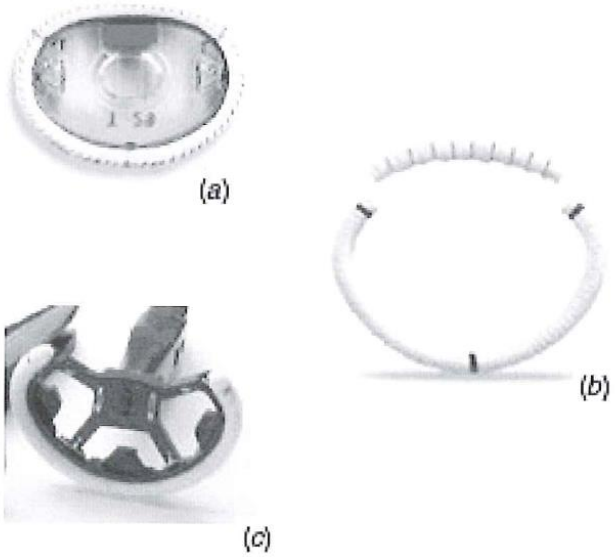
Resim 4.47. Seguin Yarı Sert Ringler (244)



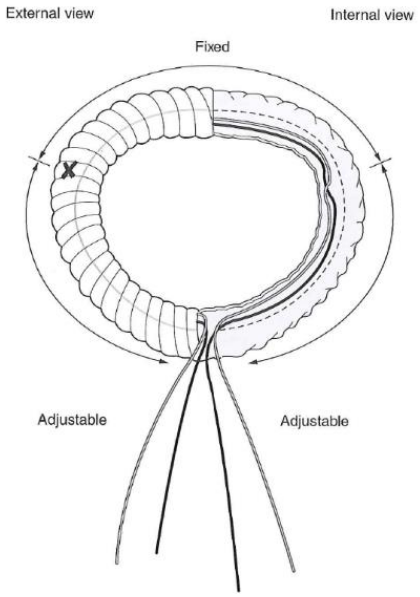
Resim 4.48. PTFE Sutür Boyunun Ayarlanabilmesi İçin Kılavuz Noktalara Sahip Bir Ring (355)

4.6.2.3.3. Esnek Ringler

Esnek ringler ve bantların içsel bir şekli yoktur ve sert bir ring tarafından zorlanan D şekli yerine onu daha dairesel yapma eğiliminde olan anulusun şekline uygundur (Resim 4.49). Esnek protezler, sert ve yarı sert ringlerin aksine radyal genişlemeyi önler ancak üç boyutlu hareketi sınırlamaz. Protez, bağlama sırasında kıvrılmayı önlemek için bir bağlama şablonuna monte edilir. Mitral açıklığın çapı, düğüm atma sırasında ne kadar kıvırma oluşturulduğuna bağlı olarak ayarlanabilir. Ek olarak, bazı esnek ringler ayarlanabilir olacak şekilde tasarlanmıştır ve cerrahın ringi bağladıktan sonra çevresini küçültmesine izin verir (Resim 4.50), ancak Dr. A. Carpentier, yetersiz bir onarımı telafi etmek için ayarlanabilir bir ring kullanılmasına karşı uyarıda bulunur. Bazı esnek ringler, gerektiğinde ringin bir kısmının kesilmesine izin verecek şekilde, ring veya bant olarak kullanılmak üzere tasarlanmıştır (Resim 4.49.b).



Resim 4.49. Tam ve Parsiyel Esnek Ringler (245)



Resim 4.50. Ayarlanabilir Esnek Ring (245)

Bazı yazarlar, onarımı desteklemek için mevcut diğer malzemeleri kullanarak başarı bildirmiştir. Chang ve arkadaşları 3 milimetre genişliğinde bir politetrafloroetilen (PTFE) aşı malzemesi şeridi kullanarak anterior leafletin serbest kenarının uzunluğuna uygun hale getirip komissürler arasındaki arka anulusa dikmiştir (246). Diğerleri safen ven (247), otolog perikard (248) ve Dacron kullanımını bildirmiştir. Scrofani ve arkadaşları iki parmak genişliğinde bir delik oluşturmak için şilte sutürleri ile komissürden komissüre dikilen gluteraldehit ile tedavi edilmiş perikardın uzun vadeli iyi sonuçlarını bildirmiştir (249). Ama bu, Bevilacqua ve arkadaşlarının sunduğu sonuçlarla uyumlu değildir (250).

4.6.2.3.4. Hangi Ring Ne Zaman Kullanılmalı?

Protezlerin aralarında küçük farklar olan birçok farklı marka olsa da, hepsi sabit veya ayarlanabilir bir çevreye sahip, sert veya esnek, bant veya ringlerdir. Kullanım cerraha bağlıdır; çoğu durumda, herhangi bir protez birincil destek rolünü yerine getirecektir. Bununla birlikte, seçilmiş durumlarda spesifik protezlerin kullanımına yönelik bazı önerilerde bulunulabilir. Genel olarak, liflet onarımı anuler çevreyi azalttığında bir bant iyi bir destek sağlayacaktır. Anulus ön kısmının sergilenmesi zorsa bir bant da yararlıdır. Tam bir ring, örneğin iskemik hastalık veya dilate kardiyomiyopati için basit bir anuloplasti gibi, cerrahın anulus çevresini azaltmak için ringe güvendiği bir durumda daha fazla destek sağlayabilir. Rijit ringler sistolik anterior hareket oluşturmaya daha yatkındır, ancak posterior lifletin yüksekliğini kısıtlayan teknikler bunu engeller.

Çoğu protez ayarlanabilir değildir, ancak Gorton ve arkadaşları 21 hastanın 9'unda rezidüel regürjitasyonu azaltmak veya ortadan kaldırmak için bağlama sonrası ayarlamanın yararlı olduğunu bildirmiştir (245).

Borghetti ve arkadaşları rijit (Carpentier- Edwards) ve esnek (otolog perikard) anuloplasti ringinin göreceli etkilerini incelemiştir (251). Esnek ring ile sadece egzersizle ejeksiyon fraksiyonunda bir büyük fark olduğunu kaydettiler, bunu gelişmiş mitral anüler sistolik ekskürsiyona bağladılar.

Aksine, Bevilacqua ve arkadaşları standart Carpentier ringine kıyasla glutaralehit ile tedavi edilen otolog perikardiyal posterior anuloplasti ile uzun vadede daha düşük başarılı sonuçlar kaydetti (250).

Gillinov, Cosgrove- Edwards anuloplasti bandı ile ortalama 18 aylık takip aralığında hastaların %80'inde MY olmadığını veya 1+ MY olduğunu açıklayan ara dönem sonuçları bildirdi (252) ve posterior anuloplasti ile çevresel anuloplasti sonuçlarının eşdeğer olduğunu belirtti (253).

4.6.2.4. Yerleştirme Tekniği

Genel olarak uygun ring (bant) yerleştirilmesi, anuler dilatasyonun derecesine bağlı olarak 13-25 dikiş gerektirecektir (228-239). Sütürler anulusa paralel veya radyal olarak yerleştirilebilir. Anulusa paralel ise dikişler 2 ila 3 milimetre derinlikte ve 4 ila 5 milimetre genişlikte yerleştirilmelidir. Çok büyük bir anulusta, ek güvenlik için çok sayıda dar yerleştirilmiş sütür veya üst üste binen sütür yerleştirilmesi düşünülmelidir. Sutürlerin liflet dokusuna değil anuler/atrial dokuya yerleştirilmesine özen gösterilmelidir; lifletin menteşe işlevini engellememesi önemlidir. Ring içinden yerleştirildiğinde, anulusun fibröz kısmında

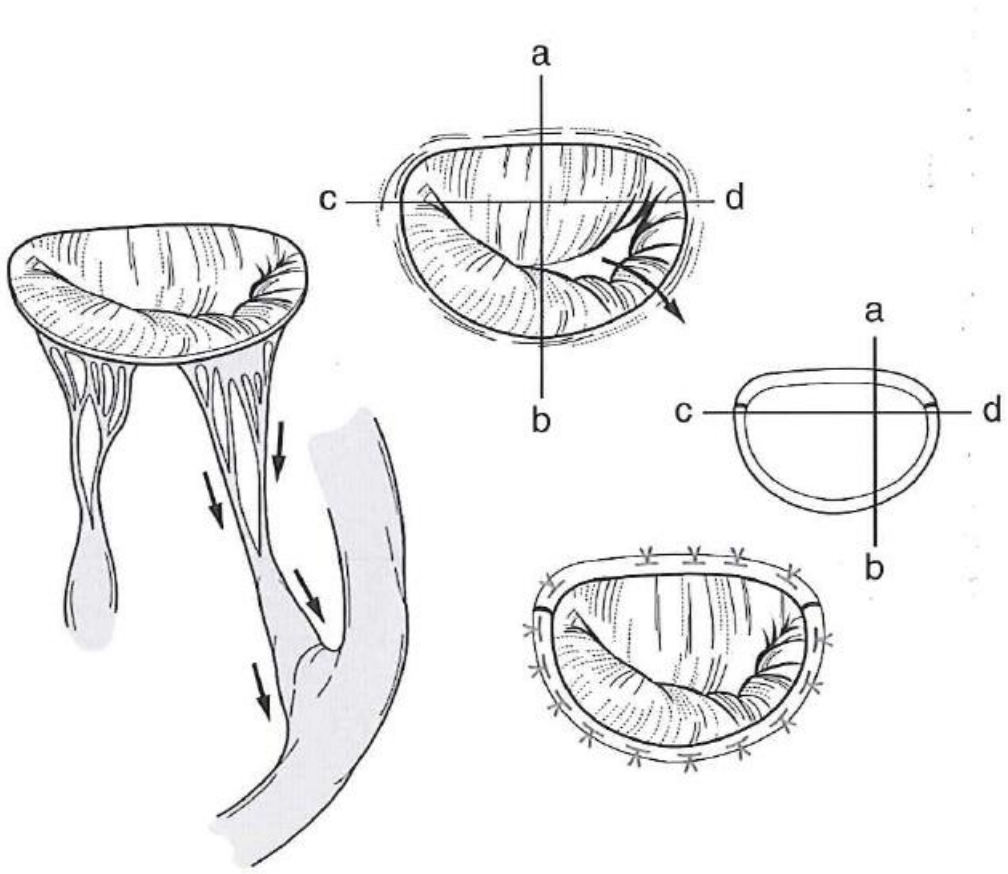
sütürler anüler sutürünkine benzer bir genişlikte yerleştirilmelidir çünkü fibröz kısımda anüler redüksiyon beklenmez. Buna karşılık, posterior anulus için sutürlerin genişliği ringde çok daha küçüktür ve bu da boyutun küçültülmesini kolaylaştırır. Yaklaşım, ring ve anulus arasındaki boşluklardan kaçınmaya özen gösteren radyal sütürler için benzerdir. Bağlama sırasında ringin çevresini değiştirmemeye özen gösterilmelidir. Sert ve yarı sert ringler deforme olmaz. Ancak, bağlandığında, yatay sütürler esnek ringleri bir araya toplayacaktır. Ring veya bant takıldığı şablona takılıyken dikiş atılması bunu engelleyecektir. Genellikle esnek ringler ve bantlar, klasik 3/4 oranında olmayan bir şablon üzerine monte edilir ancak, yanal boyutta daha geniş ve anterior-posterior boyutta daha dar, ring veya banddan sutür geçilirken sırayla şablondan kesilmesini gerektirir; dikişlerin bir kısmı şablona bağlıyken bağlandıktan sonra, protezi şablon üzerinde tutan dikiş kesilir ve protez şablondan ayrılır. Sol trigondan başlayın, 3 veya 4 sütür atın, ardından anterior anulus üzerindeki retansiyon sutürünü kesin ve sol trigon bölgesini terk edin, sağ trigonun etrafında ilerleyin ve benzer bir şekilde posterior anulusun her iki yanında dönüşümlü olarak yapın. Bu, ring veya bandın protezi sıkıştırmadan yerine sabitlenmesini sağlar.

4.6.2.5. Boyut Ayarlama

Ring ölçüsü ve yerleşimi üreticiler arasında değişiklik gösterebilir. Genel bir kural olarak, mitral anulus, anterior leaflete benzer bir yüzey alanına sahip olmalıdır. 3/4 oranına göre boyutlandırılmış bir ring ile intertrigonal mesafe anterior leaflet boyutuyla orantılı olacak ve uygun bir ring seçmek için kullanılacaktır. Carpentier, komissürler arası mesafeyi kullanır. Anterior leafletin merkezi anterior-posterior çapı (yüksekliği) ringinkine eşit olmalıdır. İdeal boyutlandırma, anterior ve posterior leafletler arasında en az 0,5mm'lik bir koaptif temas yüzeyi oluşturmak için anuler boyutu azaltmalıdır. Kardiyomiyopati ve iskemik hastalık için anuler redüksiyon durumlarında bazı cerrahlar mümkün olan en küçük ringin yerleştirilmesini savunurlar. Teorik olarak mitral stenoz oluşturmak mümkün olsa da, basit anüler redüksiyonla önemli stenoz alışılmadık bir durumdur.

4.6.2.5.1. Asimetrik Anuloplasti

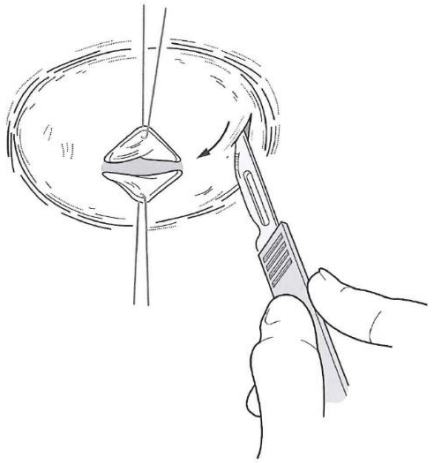
İskemik mitral yetersizliğinin asimetrisiyle başa çıkmak için çeşitli teknikler mevcuttur. Bu tekniklerden biri, posterior leafletin anormalliğinin asimetrisini telafi etmek için anuloplasti ringinin asimetrik yerleştirilmesidir (215). Bu teknik, Resim 4.51'de gösterilmektedir; b ve c arasına göre b ve d noktaları arasındaki dairesel çevrede daha büyük bir azalmaya dikkat edin.



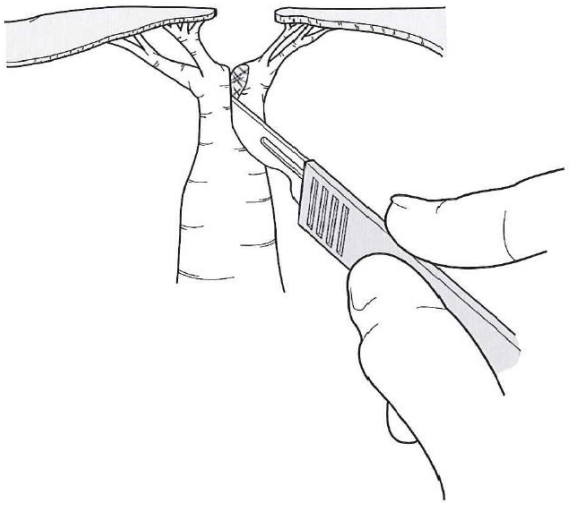
Resim 4.51. Asimetrik Anuloplasti Tekniği (116)

4.6.3. Kommissurotomi

Romatizmal değişikliklere rağmen esnek kalan kapaklar için açık mitral kommissurotominin rolü devam etmektedir. Teknik, kaynaşmış lifletlerin keskin bir şekilde bölünmesini (Resim 4.52) ve kaynaşmış kordaların (Resim 4.53) anterior ve posterior lifletlerden ayrılmasını içerir. Kapağın kapanma konusunda yetkin ve minimum basınçla açılacak kadar esnek olduğundan emin olmak için büyük özen gösterilmelidir.



Resim 4.52. Komissural Ayırma Tekniği. Lifletlere tespit sutürleri yerleştirilmesi sonrası komissur füzyon hattı boyunca dikkatli bir şekilde anulusu koruyarak ayrılır (131).



Resim 4.53. Füzyona Uğramış Kordaların Ayrılması Tekniği (131)

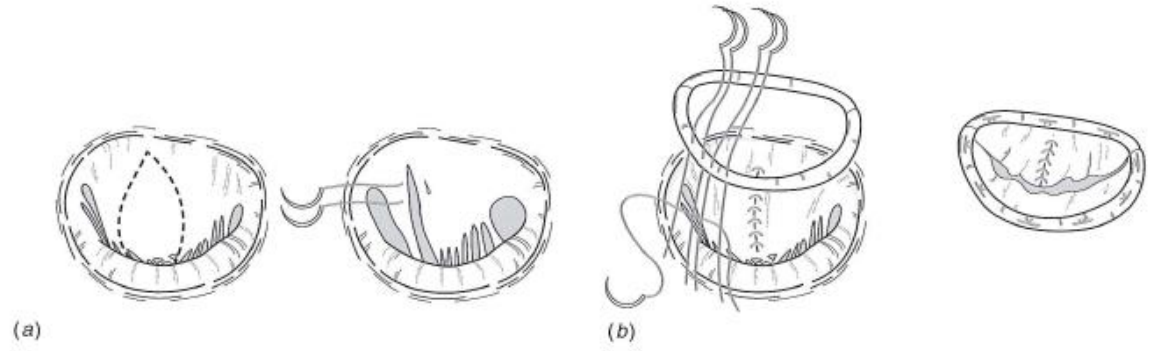
4.6.4. Anterior Leaflet Onarım Teknikleri

Geniş anuler alanı olan ve immobilize edilebilen ve çalışan anterior leaflet için bir dayanak görevi yapmaya zorlanabilen posterior leifletten farklı olarak, anterior leaflet dar anuler alana ve mitral yeterlilik için uygun şekilde işlev görmesi gereken geniş bir tıkayıcı yüzey alanına sahiptir. Bu nedenle, anterior leafletin onarımı daha fazla hayal gücü gerektirir, genellikle onarım tekniklerinin bir kombinasyonunu gerektirir ve uzun süreli takipte başarısızlığa daha yatkın kabul edilir. Ancak, bu varsayım Grossi ve arkadaşları tarafından kontrendikedir. 588 ardışık onarımı inceledikten sonra anterior leaflet onarımı gereksiniminin yeniden ameliyat riskini artırmadığını bulmuşlardır (254). Anterior leaflet onarımının genel ilkeleri, fazla dokunun ortadan kaldırılması, prolapsusun ortadan kaldırılması ve esnekliğin korunmasıdır. Liflet hareketi stenozdan kaçınarak yeterli diyastolik akışa izin vermeli, ancak mitral orifisi tıkayarak, sistol sırasında regurjitasyonu ortadan kaldırmalıdır. Liflet müdahaleleri dayanıklı olmalı ve iyileşme ile ilgili fonksiyonel değişikliklere dirençli olmalıdır. Bu bölüm özellikle leaflet şeklini ve boyutunu değiştirmek için kullanılan teknikleri ele alacaktır.

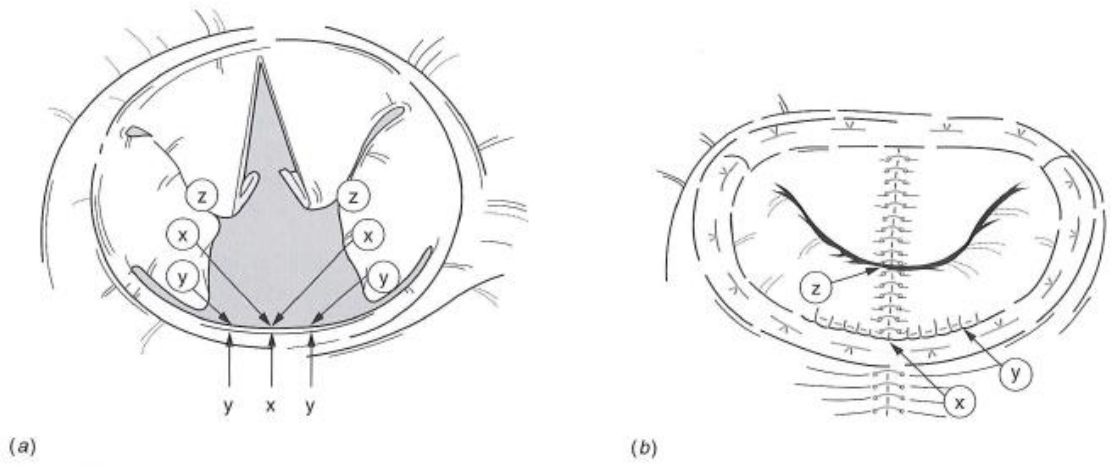
4.6.4.1. Trianguler Rezeksiyon

Kapak tamiri tarihinin erken dönemlerinde, anterior triangüler rezeksiyonun uzun ömürlülüğü ile ilgili endişeler ifade edilmişti (255), ancak, Grossi ve arkadaşları mükemmel sonuçlar bildirmiş ve bu prosedürün uygun şekilde uygulanmasını savunmuştur (254,256). Son zamanlarda Fasol (257) (Resim 4.54) , Spencer ve diğerleri tarafından ayrı ayrı tanımlanmıştır (258). Teknik, dar bir ikizkenar doku üçgeninin rezeksiyonunu içerir ve 1,5 cm'den fazla prolapse olan liflet dokusu eksize edilir. Eksizyon, her iki tarafta güçlü bir kordaya yapılır. Spencer ve ark. (258) kordaları kısaltmak veya aktarmak yerine bu tekniği

fokal anterior leaflet prolapsusu için rutin olarak uygulamıştır. Son zamanlarda Fasol ve Mahdjoobian kombine bir anterior triangüler rezeksiyonu tanımladılar. Barlow hastalığı için, anterior triangüler rezeksiyon ile posterior kuadriangüler rezeksiyonun kombine kullanıldığı 37 hasta içeren ve başarılı sonuçlar veren seri sunmuşlardır (Resim 4.55) (259).



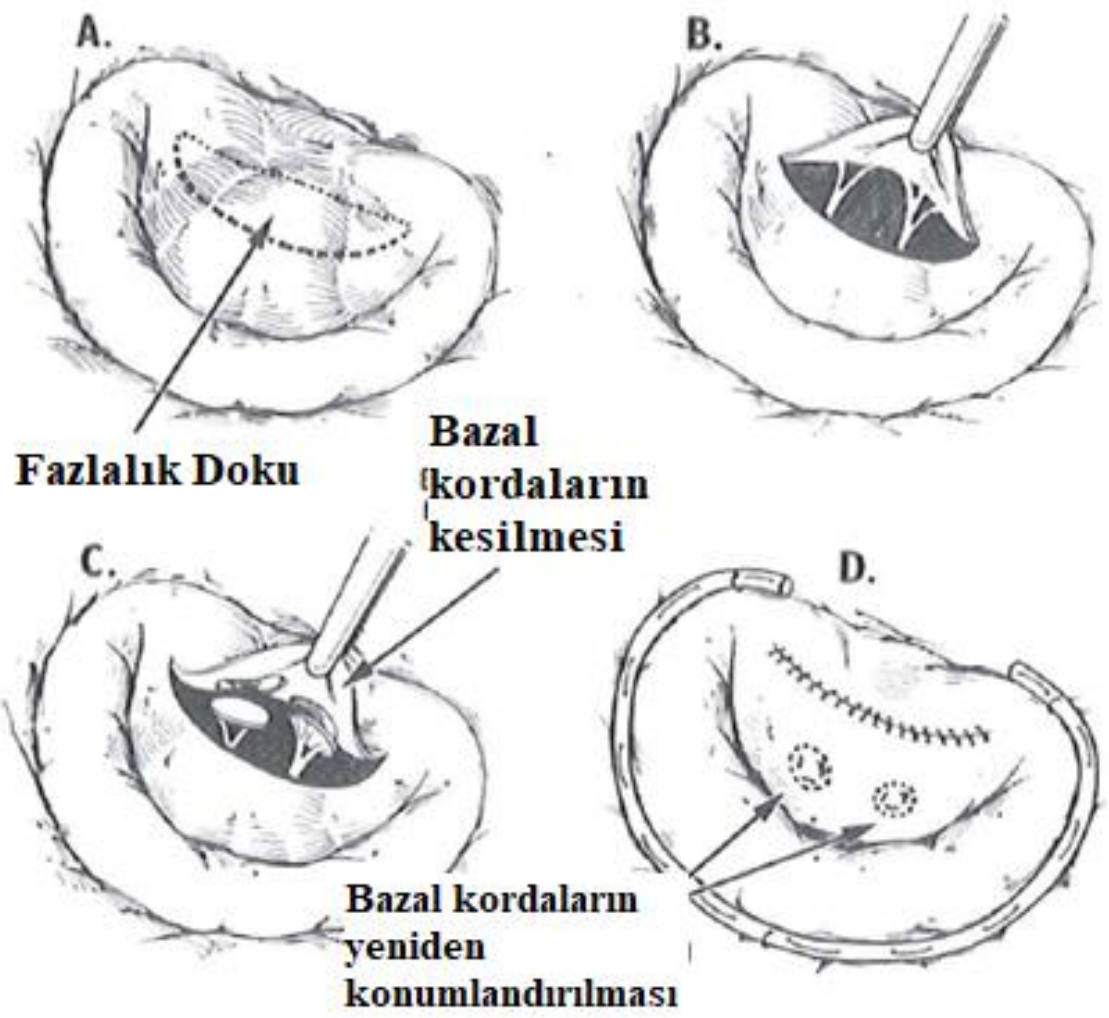
Resim 4.54. Anterior Trianguler Rezeksiyon Tekniği (257)



Resim 4.55. Barlow Hastalığında Anterior Trianguler Rezeksiyon ve Posterior Trianguler Rezeksiyon Tekniği (259)

4.6.4.2. Leaflet Kısaltma

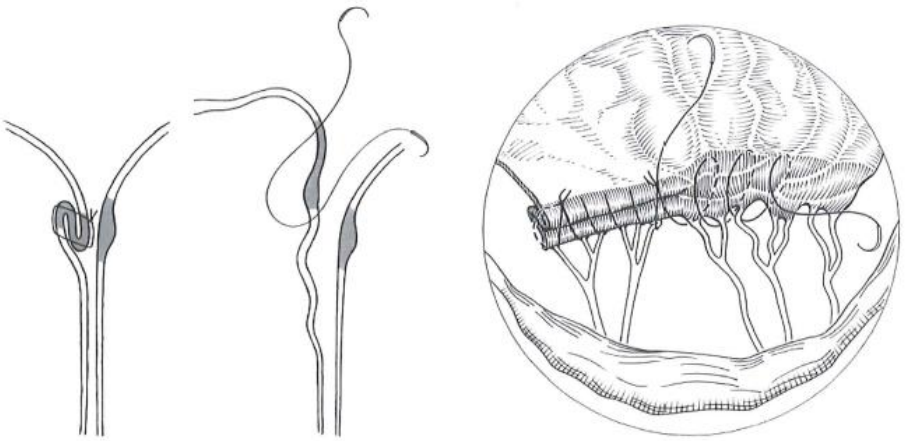
Bir doku elipsinin eksizyonu (eliptoit eksizyon) ile anterior leafletin kısaltılması tarif edilmiştir (260), ancak bu tekniğin başarısını detaylandıran hiçbir seri bulunamamıştır. Bu tekniğin rafine bir açıklaması Duran (261) tarafından yapılmıştır (Resim 4.56). Üst kesi anulusa 5 mm mesafede yapılır. Nihai bir leaflet yüksekliği oluşturmak için 25-30 mm uzunluğunda doku çıkarılır. Kaldırılan leaflet dokusuna bağlı majör bazal kordalar, ventrikül fonksiyonunu sürdürmek için yeniden konumlandırılır. SAM'ı (sistolik anterior hareket) düzeltmek için bu prosedür kullanılabilir. Raney ve arkadaşları buna Pomeroy Prosedürü adını verdi (262).



Resim 4.56. Anterior Liflet Kısaltma Tekniği (260)

4.6.4.3. Serbest Kenarın Yeniden Düzenlenmesi

Resim 4.57'de gösterilen teknikler, Fundaro ve arkadaşları tarafından tarif edilmiştir. Korda sütür plikasyonu ve serbest kenar remodelingi olarak tanımlanır (263). Bu teknik, fokal veya yaygın prolapsus için kullanılabilir. Oklüziv koaptasyonu önleyen anterior liflette prolapsus veya kalınlaşmanın fokal alanı için özellikle yararlıdır. Kenar, posterior liflete karşı apozisyon için anterior lifletin pürüzsüz bir bölümünü sunmak üzere alttan çekilir.

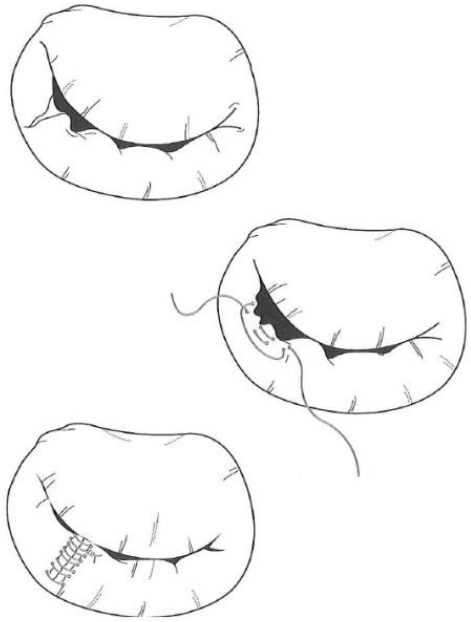


Resim 4.57. Serbest Kenar Remodelling Tekniği (263)

4.6.5. Posterior Leaflet Onarım Teknikleri

4.6.5.1. Posterior Leaflet Pilikasyonu

Lifletler dejenere olup sertleştikçe ve fazla doku oluştukça posterior liflet scalloplarının tam olarak kapanmamasına bağlı kaçak meydana gelebilir. Posterior lifletin koaptasyon yüzeyini tekrar oluşturmak için fazlalık dokuyu pilikasyonla kapatmak bir çözüm olabilir (Resim 4.58). Bu teknik aynı zamanda prolabe bir scallopu veya posterior korda rüptürünü onarmak için de kullanılabilir.

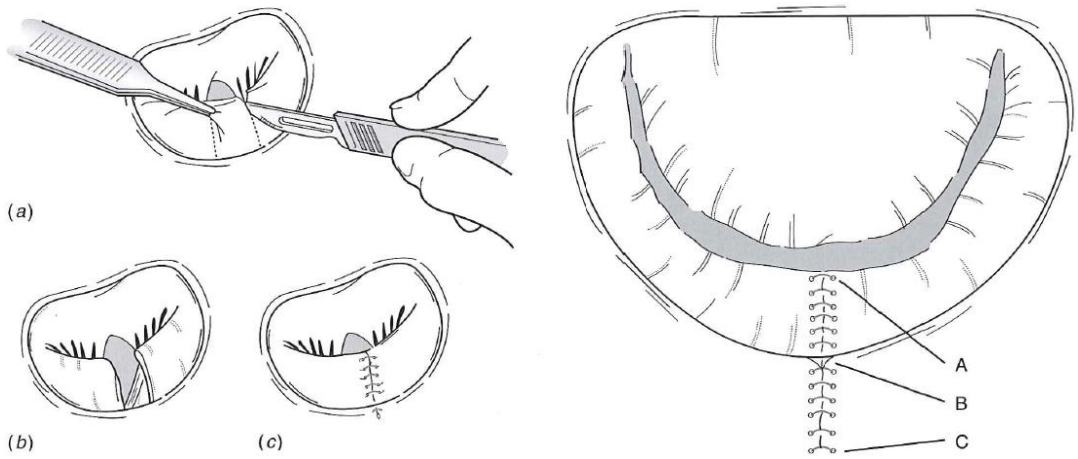


Resim 4.58. Posterior Liflet Plikasyonu (365)

4.6.5.2. Quadrianguler Rezeksiyon

En basit ve en sık uygulanan rezeksiyon yaklaşımlarından biri quadrianguler rezeksiyondur. Lifletin prolabe olan kısmı anüler seviyeye kadar bir dörtgen şeklinde eksize edilir. Kesi, dikişleri tutacak sağlam dokuda yapılmalıdır. Lifletler daha sonra devamlı dikiş ile yeniden yaklaştırılır. Atriyal kısım, plegitli sutür ile güçlendirilir. Kapağın ventriküler tarafından başlanan sütur atriyal tarafa doğru devam eder (Resim 4.59). Daha sonra lifletin kesik kenarlarına yaklaşılarak, lifletin kıvrılmamasına ve hareketinin kısıtlanmamasına dikkat edilerek devam edilir. Anulustaki ikinci bir sutür iki kesik kenarı anulus düzeyinde bir araya getirir ve her iki sutür birbirine bağlanarak lifletlerin yaklaştırılması tamamlanır. Bu dikiş hattı daha sonra anulusun apeksine doğru çıkılarak üçüncü bir dikişe bağlanır. Bu onarımın tamamlanması skalloplar arasında bir boşluğa neden olabilir ve bu da basit bir sütur ile kapatılabilir.

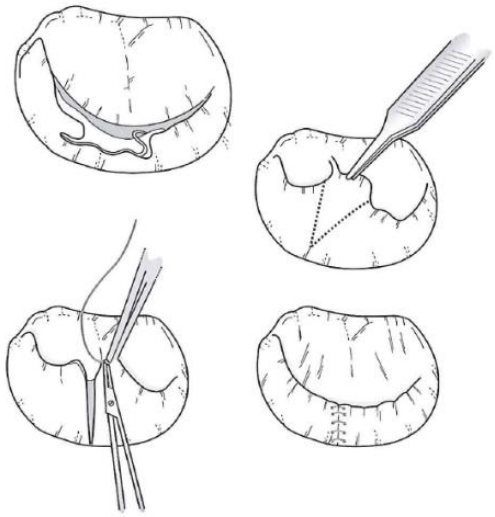
Bu rezeksiyonun bir alternatifi fazlalık dokuyu kendi üzerine pilike ederek katlamaktır. Doku zayıf olduğunda bu teknik kullanışlıdır.



Resim 4.59. Quadrianguler Rezeksiyon, Posterior Lifletten Dörtgen Şeklinde Doku Çıkarılması ve Kalan Kenarların Primer Sutür ile Yaklaştırılması (365)

4.6.5.3. Trianguler Rezeksiyon

Seccombe ve Schaff, posterior lifletin büyük bir kısmının prolapsusu ve fazlalığı için üçgen rezeksiyonu tanımladılar (365). Bu yöntemin dikiş hattına daha az baskı uyguladığını ve daha az anuler bozulma yarattığını düşündüler (Resim 4.60).

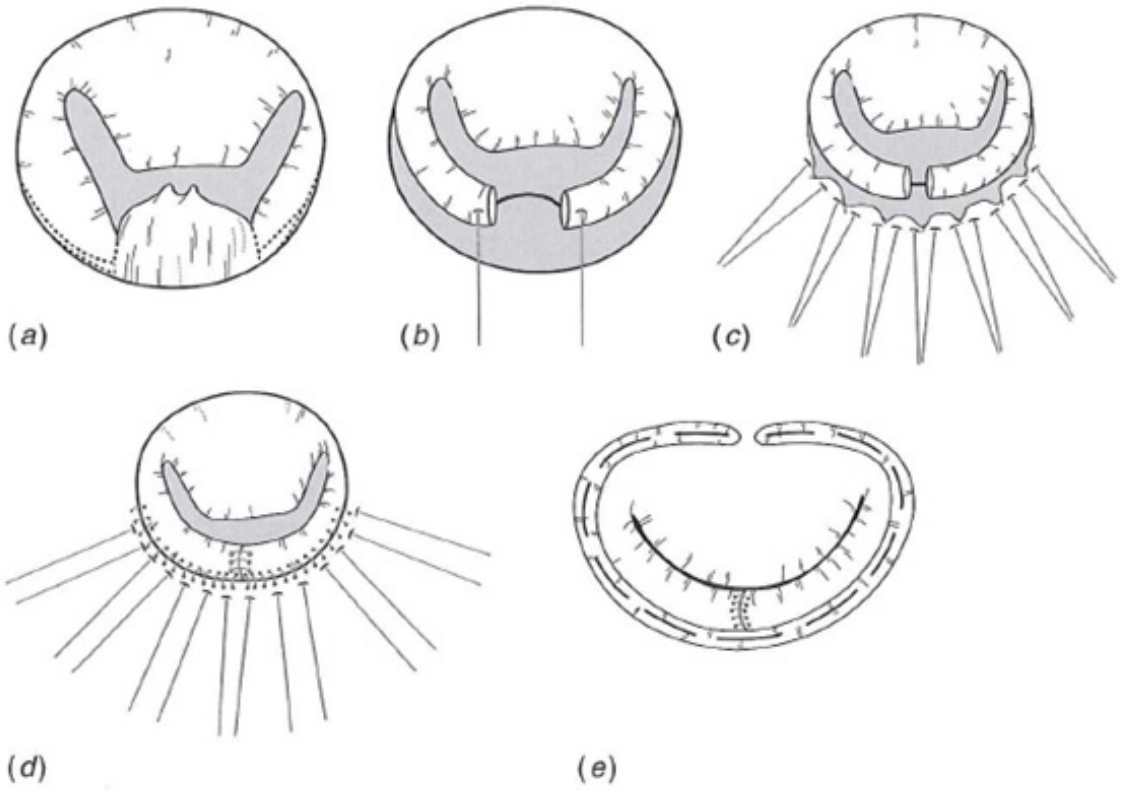


Resim 4.60. Posterior Triangüler Rezeksiyon; Posterior Lifletten Üçgen Şeklinde Doku Çıkarılması ve Kalan Kenarların Primer Sutür ile Yaklaştırılması (365)

4.6.5.4. Sliding Liflet Plasti

Dörtgen rezeksiyondan sonra posterior lifletin yüksekliği >20 mm ise, sistolik anterior harekete (SAM) bağlı sol ventrikül çıkış yolu obstrüksiyonu insidansı vardır. Bu komplikasyondan kaçınmak için Carpentier, fazla dokuyu çıkarmak ve geometriyi korumak için sliding liflet plasti tekniğini geliştirdi (366). Perier ve arkadaşları 48 hastada mükemmel sonuç veren bu tekniği denemiş ve SAM gelişmemiştir (Resim 4.61) (367).

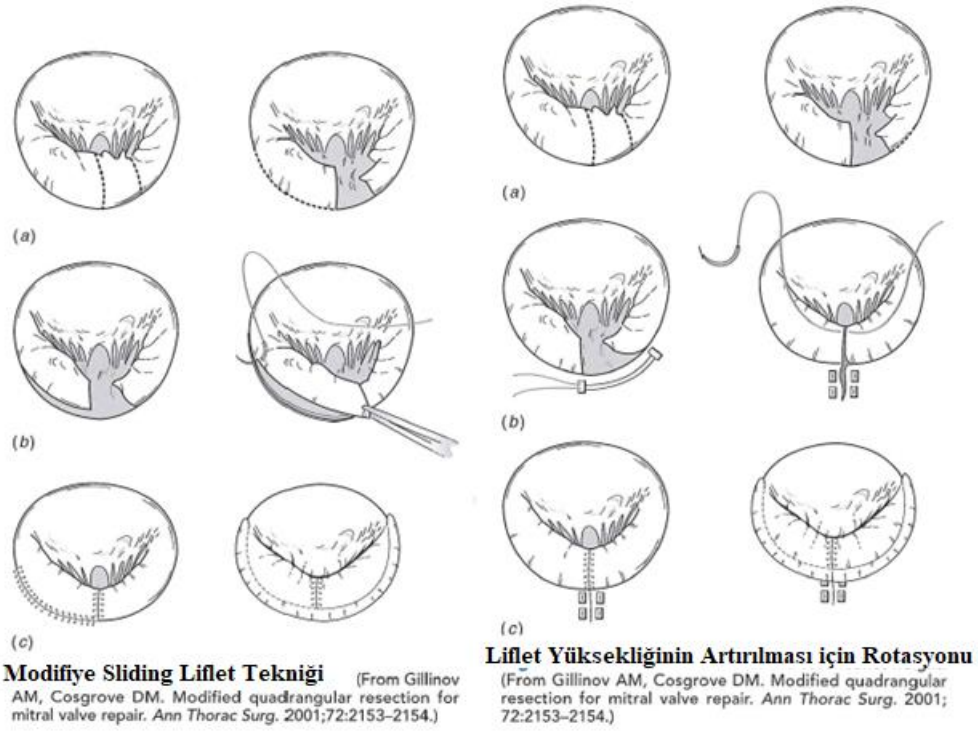
Gillinov ve arkadaşları eğer posterior liflet 1,5 cm'den fazla ekzesif dokuya sahipse pilikasyon yerine bu tekniğin kullanılmasını önermişlerdir (253).



Sliding Liflet Tekniği. A: Hastalıklı scallopun dörtgen rezeksiyonu gerçekleştirilir. B: Kalan posterior liflet anulustan ayrılmıştır. C: Sütürler posterior anulustan paralel bir oryantasyonda geçirilir; lifletlerin serbest kenarları yeniden yaklaştırılır. D: Liflet anulusa 4-0 monofilament ile dikilir ve lifletler 5-0 monofilament ile yeniden yaklaştırılır. E: Ring yerine sabitlenmiştir. (Perier P, Clausnizer B, Mistarz K. Mitral kapağın onarımı için Carpentier "kayan yaprakçık" tekniği: erken sonuçlar. Ann Thorac Cerrahı. 1994;57:383-386.)

Resim 4.61. Sliding Liflet Tekniği (367)

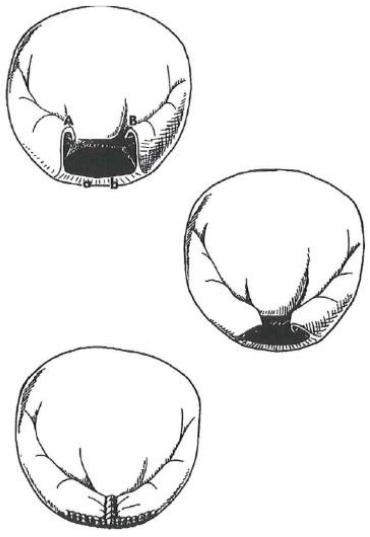
Bu tekniğin bir varyantı, Gillinov ve Cosgrove tarafından asimetrik lifletler için tanımlamıştır. Burada bir taraf diğerinden daha uzundur çünkü dörtgen rezeksiyon farklı yüksekliklerde lifletlere sebep olur (368).



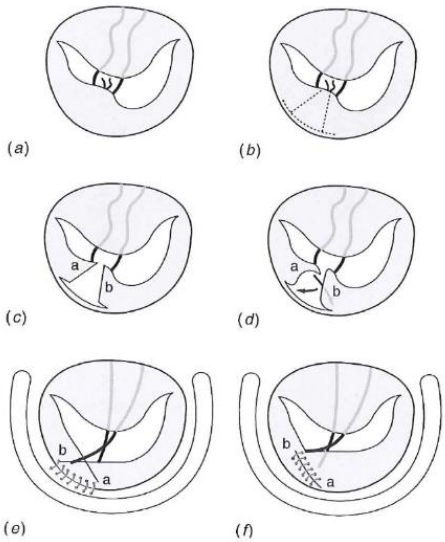
Resim 4.62. Modifiye Sliding Liflet Onarımı ve Liflet Rotasyonu

4.6.5.5. Posterior Folding Plasti

Posterior liflette fazla ekzesif doku varlığında bir başka yaklaşım Spencer ve arkadaşları tarafından tanımlanan posterior folding plastidir (Resim 4.63) (258). Raman ve arkadaşları bu tekniğin "double-breasted repair" adını verdikleri bir varyantını tanımlayarak 36 hastada uyguladıklarını bildirmişlerdir (Resim 4.64) (369).



Resim 4.63. Posterior Folding Plasti, Posterior liflette fazla ekzesif doku varlığında kullanılır (258)

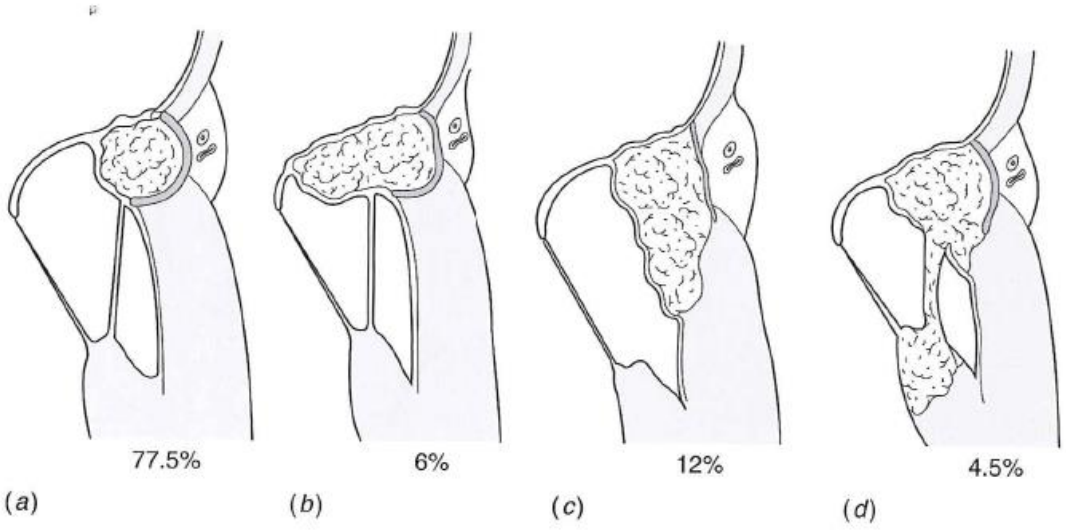


Resim 4.64. Double-Breasted Mitral Kapak Onarımı (369)

4.6.5.6. Anuler Kalsifikasyonun Temizlenmesi

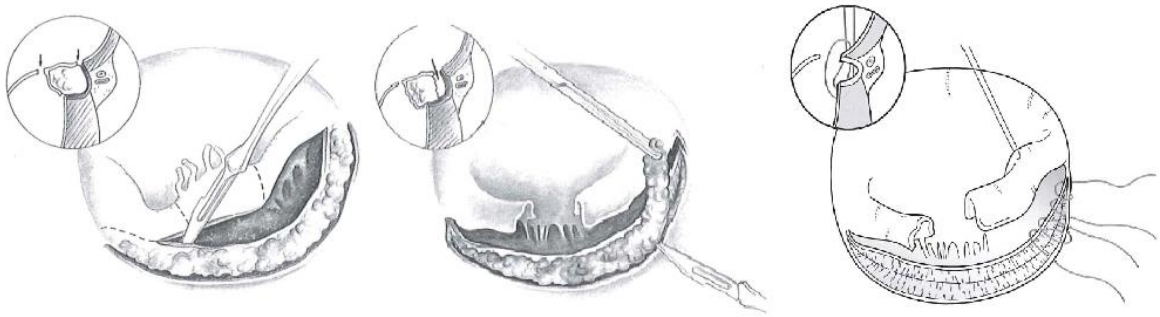
Debritman ve Primer Kapatma

1991'de 12 hastada tanımlanan debritmanı ve primer kapatma, yerleşmiş onarım yöntemleri kullanılarak anulusun rekonstrüksiyonu ile kapsamlı kalsiyum rezeksiyonunu içerir (370). Bu teknik Carpentier ve arkadaşları tarafından 1996'da güncellenerek ventrikül ve liflette 4 farklı kalsifikasyon derecesi ve anulus etrafındaki dağılımlarını tanımlamışlardır (371). 68 hastayı içeren incelemede hastaların %77'sinde kalsifikasyonun anulusta sınırlı olduğu ancak miyokardiyuma uzanabileceği görülmüştür (Resim 4.65).



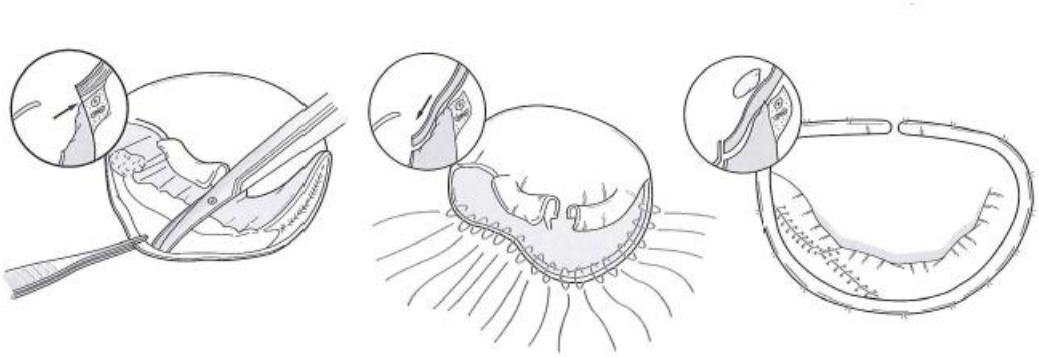
Resim 4.65. Ventrikül ve Liflet Kalsifikasyon Sınıflaması; a) Anulusta Sınırlı Kalsifikasyon, b) Lifletlere Uzanan Anuler Kalsifikasyon, c) Anulustan Miyokarda Uzanan Kalsifikasyon, d) Anulo-Papiller Devamlılığı Kaplayan Kalsifikasyon (371)

Önce posterior liflet ayrılır ve keskin diseksiyonla kalsiyum uzaklaştırılır (Resim 4.66). Anuler defekt 2-0 sekiz şeklinde sutürler ile kapatılır. Bu sutürlerin ventriküler ısırıkları, miyokardiyal duvar kalınlığının yalnızca üçte birini kapsamalı ve endotel yüzeyinde bulunan herhangi bir fibröz dokudan yararlanarak mümkün olduğu kadar geniş olmalıdır.



Resim 4.66. Kalsifikasyon Debritmanı ve Primer Kapatma Tekniği (371)

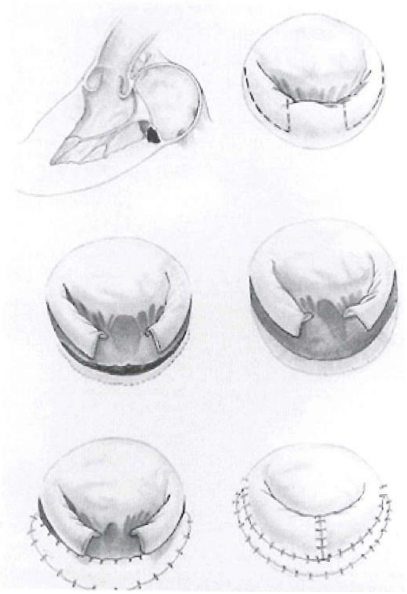
Eğer defekt miyokarda kadar uzanıyorsa onarmak için sliding atriyum tekniği önerilir (Resim 4.67). Bu teknik defekti kapatmak için atriyal duvarı ventriküle doğru hareket ettirir ve kapak bağlantı noktasını atriyal duvara yeniden yerleştirir. Daha sonra liflet anuloplasti halkasına sutüre edilerek desteklenir.



Resim 4.67. Sliding Atriyum Tekniği (371)

Debritman ve Perikardiyal Yama ile Kapatma

David ve arkadaşları yukarıda tarif edilene benzer bir onarımı primer kapatma yerine perikard yama ile kapatma şeklinde tanımladılar (Resim 4.68) (372). Bu teknik endokardit nedeniyle destrükte olmuş anuluslarda da kabul görmüştür.

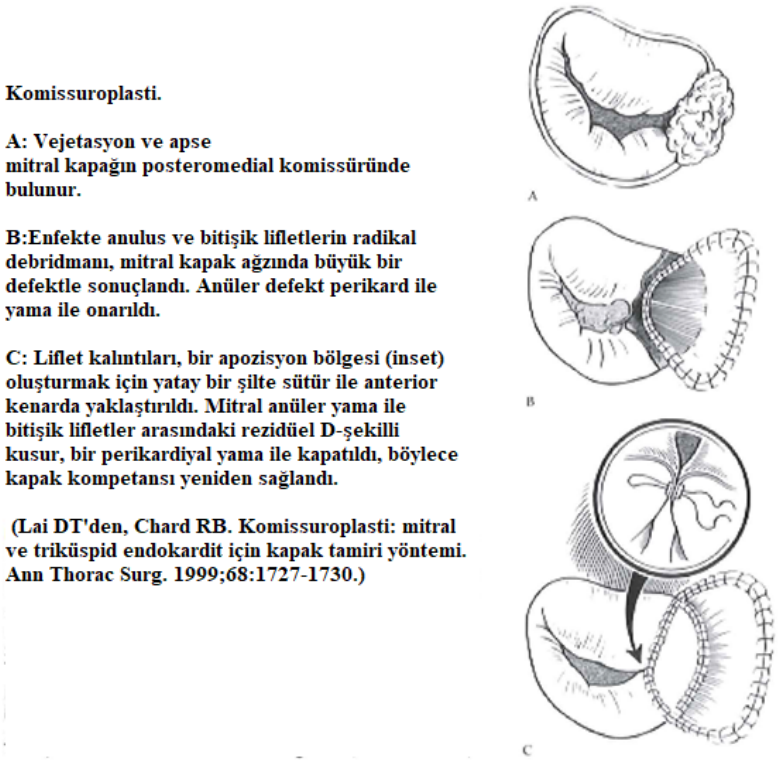


Resim 4.68. Perikardiyal Yama ile Anuler Rekonstrüksiyon (372)

4.6.6. Komissural Onarım Teknikleri

4.6.6.1. Perikard ile Komissuroplasti

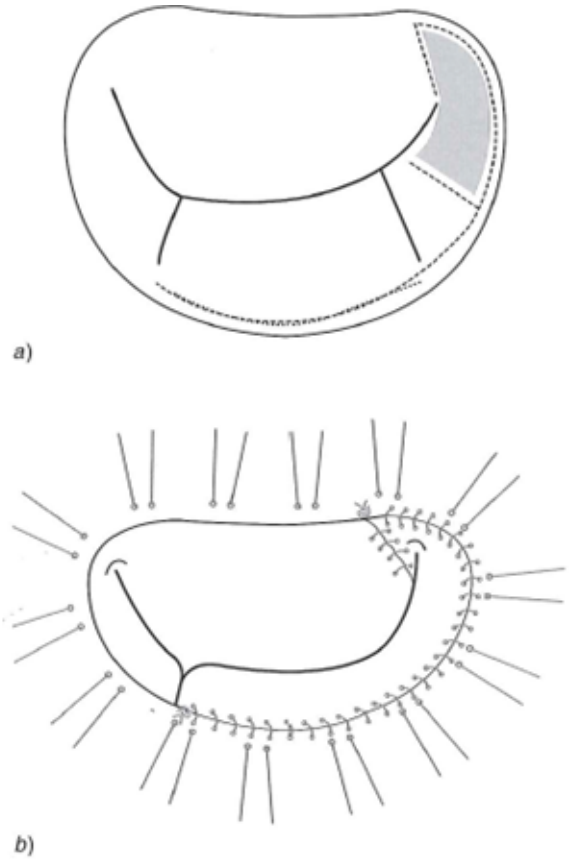
Lai ve Chard, liflet ve anulusun aşırı debritmanının neden olduğu defekt için bir komissuroplasti tanımlamıştır (Resim 4.69) (373).



Resim 4.69. Perikard ile Komissuroplasti Tekniği

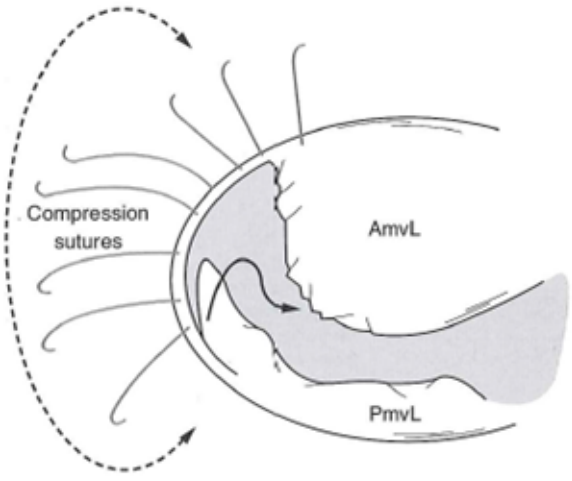
4.6.6.1. Sliding Liflet Plasti veya Parakomissural Sliding Plasti

Resim 4.70 komissural prolapsusta Herwerden ve arkadaşları tarafından kullanılan sliding plasti tekniğini göstermektedir (374).



A: Kesikler; karanlık alan rezeke edilir.

B:Onarım tamamlandı. (Van Herwerden LA, Taams MA, Bos E. Genişletilmiş yaprakçık kaymasıyla komissural prolaps onarımı. Ann Thorac Surg. 1994;57:387-390.)

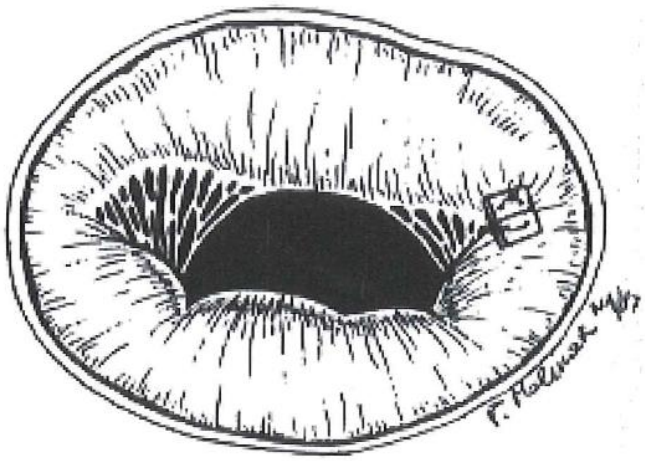


Rotasyon parakommissural sliding plasti. (Ng CK, Punzengruber C, Pachinger O, ve ark. Şiddetli anulus kalsifikasyonu ile komplike olan mitral yetersizliğinde kapak onarımı. Ann Thorac Surg. 2000;70:53-58.)

Resim 4.70. Sliding Liflet Plasti veya Parakomissural Sliding Plasti (374, 375)

4.6.6.1. Parakomissural Uçtan Uca Onarım (Komissuroplasti)

Parakomissural uçtan uca onarım, bir komissürde prolapsusu tedavi etmek için sliding komissuroplastiden daha basit bir prosedürdür. Bu yaklaşım hızlı ve güvenlidir (Resim 4.71) (376).



Resim 4.71. Parakomissural Uçtan Uca Onarım Tekniği (376)

4.6.7. Diğer Teknikler

4.6.7.1. Liflet Debritmanı

Romatizmal hastalıkta da sıklıkla görüldüğü gibi leafletlerin bazı alanları sert ve kalınlaşmış olabilir. Fibröz dokunun düzgün sınırlarla eksize edilmesi ve kalsiyumun çıkarılması kapağın kapanmasını iyileştirip leafletler arasındaki kaçağı elimine edebilir.

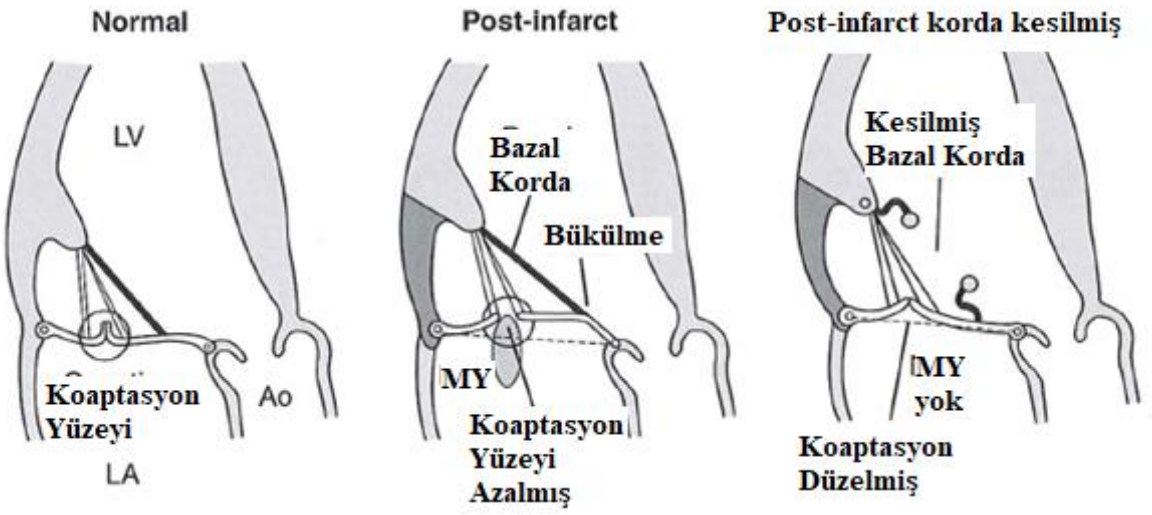
4.6.7.2. Korda Uzatma

Tip IIIA liflet anormallikleri için öncelikli olarak mitral stenoz için kullanılan papiller kas ve kordal lizis, kordaları serbest bırakmak için kullanılabilir ve kapak hareketini artırır. Kordal ve papiller kas kısalmasının lifletleri ventriküle doğru aşağı çekerek lifletin normal kubbeleşmesini önlediği ve koaptasyon yüzeyini kısalttığı romatizmal hastalığa bağlı sekonder yetersizliğin onarılmasında özellikle önemlidir.

4.6.7.3. Korda Keserek Serbestleştirme

Messas ve arkadaşları koyunlardaki mitral yetmezlikte yaptıkları çalışmada, anterior leafletin seçilmiş ikinci derece kordalarının kesilmesinin, kapak deformasyonunu (ya da "martı" deformitesi) ortadan kaldırarak regürjitasyonu azalttığını tanımlamıştır (Resim 4.72) (377). Bu etkinin de uzun süre korunduğu gösterilmiştir (378). Bu teknik klinik olarak

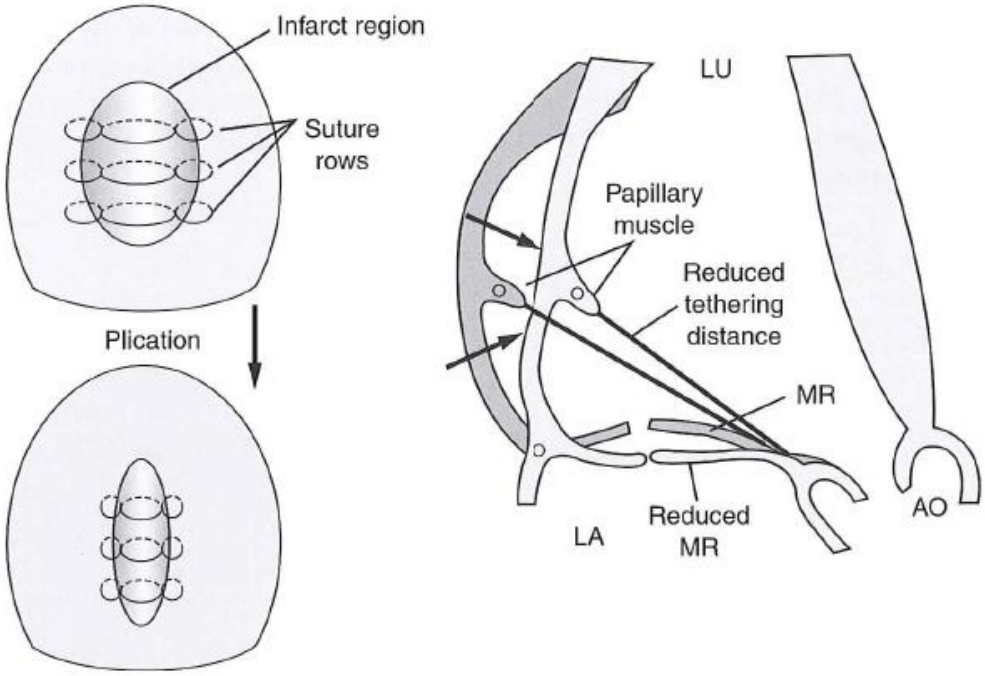
posterior ve anterior leafletlerin aşırı koaptasyonunu serbestleştirmek için kullanılmıştır. Eğilen leaflet serbestleştiği zaman karşı leaflet ile daha iyi birleştiği görülmüştür.



Resim 4.72. Korda Kesme (377)

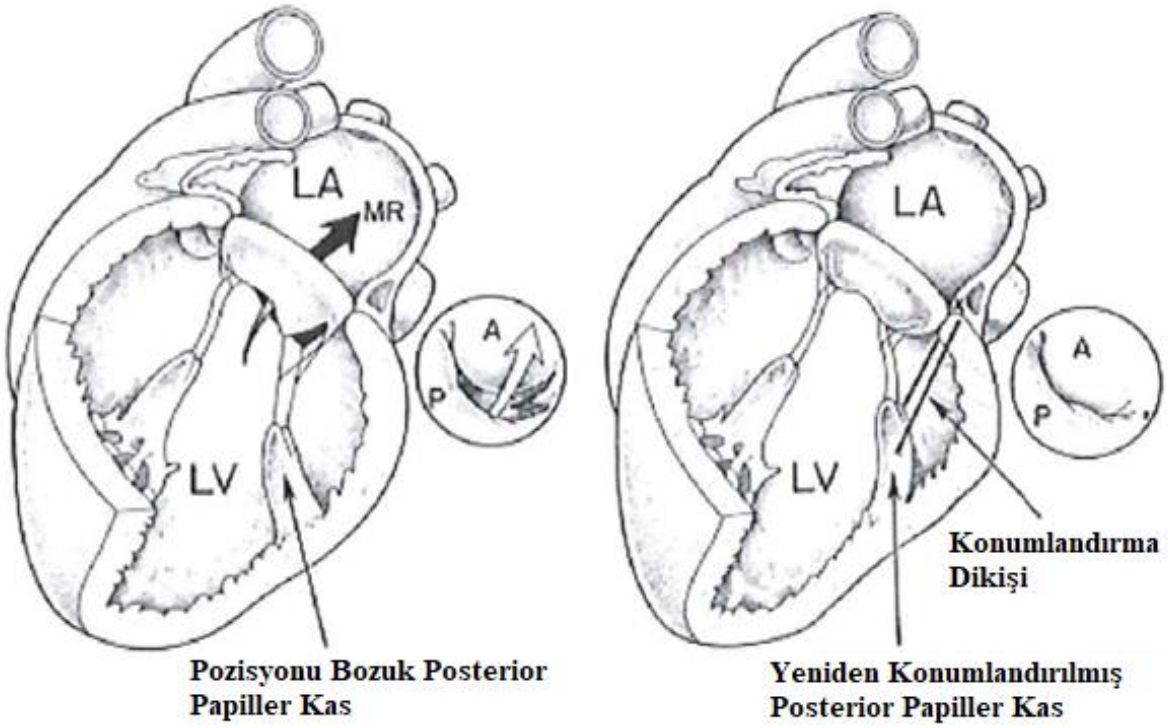
4.6.7.4. Posterior Papiller Kasın Yeniden Pozisyonlanması

Kronik iskemik mitral regürjitasyonda posterior papiller kas apikale doğru yer değiştirir (379). Hung ve ark. hayvan modeli kullanarak, dilate olan posterior duvarın ve bununla ilişkili papiller kasın ventriküle doğru repozisyonunun, mitral leafletin apikal traksiyonunu azaltarak mitral regürjitasyonu tersine çevirdiğini göstermiştir (380). Bu teknik posterior sutür plikasyonu kullanılarak koyun üzerinde gösterilmiştir (Resim 4.73) (381).



Resim 4.73. Posterior Papiller Kasın Yeniden Pozisyonlanması (381)

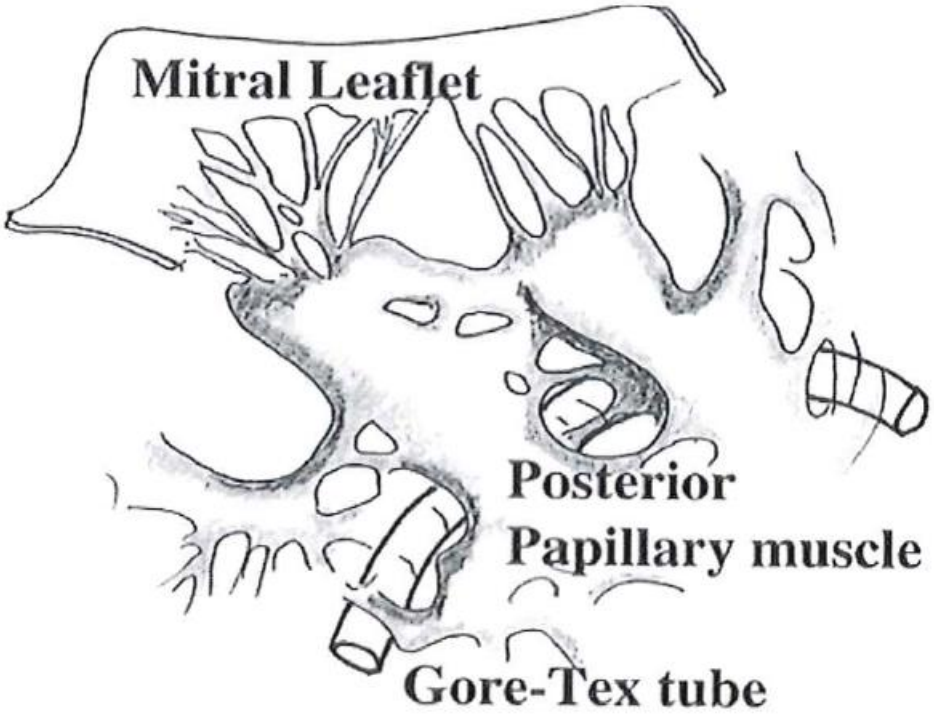
Bu ilke, leafletlerin arka papiller kasa bağlanması ve bunun sonucunda ventriküle çekilmesinin neden olduğu Carpentier Tip IIIb leaflet anormalliğinin varlığında onarımı desteklemek için bir tekniği detaylandıran Kron ve ark. tarafından uygulandı (Resim 4.74) (382). Anulus çapı genişlememiş olabileceği için tek başına anuloplasti regürjitasyonu düzeltmeyebilir. Bu onarımı, posterior papiller kasın fibröz kısmından ve ardından sağ fibröz trigonun hemen arkasındaki anulusdan iki adet 3-0 polipropilen sutür geçirerek gerçekleştirdiler. Anuloplasti halkası yerine yerleştirildikten sonra, bu yer değiştirici sutürün gerilimi, leaflet kapanışını maksimize edecek şekilde ayarlandı. 18 hasta üzerinde harika erken sonuçlar raporladılar. Ancak papiller kasın üzerine binmiş yüksek mekanik stres nedeni ile Carpentier bu tekniğin uzun dönem dayanıklılığı konusunda endişelerini dile getirmiştir.



Resim 4.74. Carpentier Tip IIIb'de Posterior Papiller Kasın Yeniden Pozisyonlanması (382)

Papiller Kas Askısı

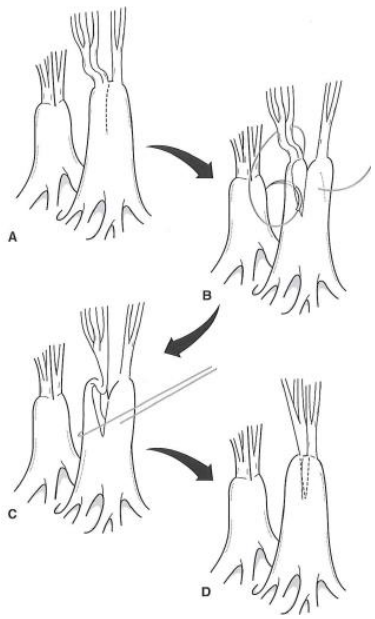
Posterior papiller kasın yer değiştirmesini düzeltmek için bir başka teknik de Hvass ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır. Annuloplasti halkasına destek olmak üzere papiller kasları bir araya getirmek için 4 mm Gore-Tex tübüler greft kullanarak bir papiller kas askısı oluşturdular. Tenting etkisinde 14 ± 2,8 milimetreden 4 ± 1,41 milimetreye bir azalma olduğunu gösterdiler (Resim 4.75) (383).



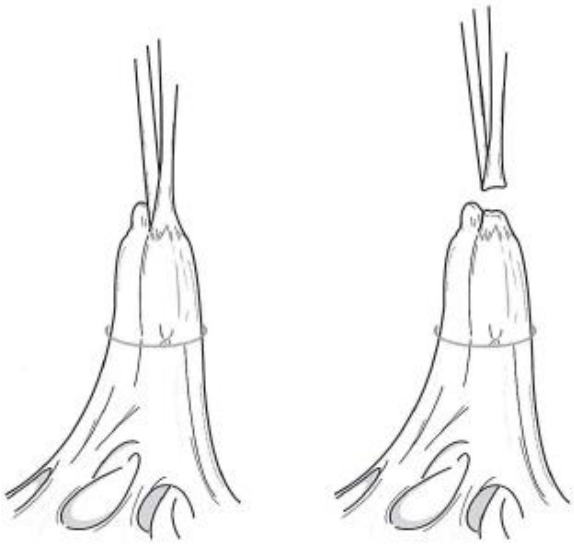
Resim 4.75. Gore-Tex tüp ile Papiller Kas Askısı (383)

4.6.7.5. Korda Kısaltma

Bu teknik, Carpentier tarafından tarif edildi ve Resim 4.76'da tarif edildiği gibi papiller kasta oluşturulan bir yarığa uzamış kordanın gömülmesini içeriyordu (82). Smedira ve arkadaşları sonuçlarını gözden geçirdi ve kordal transferden (aşağıda tartışılmıştır) (anterior leaflete posterior leaflet transferi [%75], anterior leaflete sekonder bir kordanın transferi [%21] veya her ikisi [%3]) sonra 5 yıllık yeniden ameliyattan %96 oranında bir kurtulma kaydetti (384). Kordal kısaltmadan sonra da, $p = 0.003$, kordal kısalmanın yeniden ameliyatın bağımsız bir göstergesi olduğuna dikkat çekilerek, %74'lük bir yeniden ameliyattan kurtulma oranı kaydetti. Bu onarım için tarif edilen teknik, Resim 4.77'de gösterilmektedir.



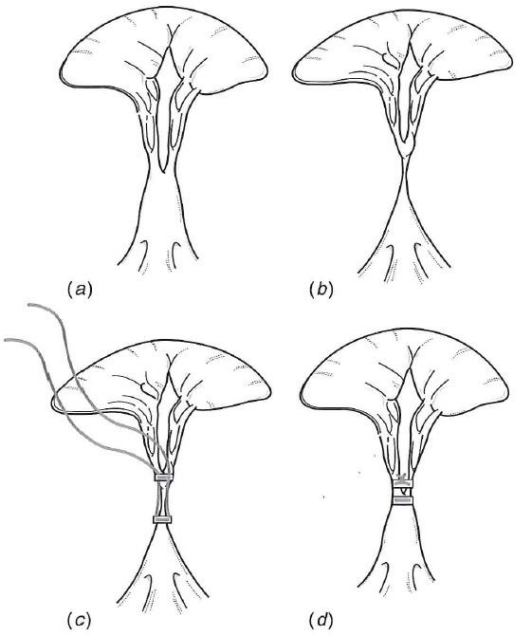
Resim 4.76. Kordal Kısaltma Tekniği (385)



Resim 4.77. Kordal Kısaltma Tekniği (384)

4.6.7.6. Papiller Kasın Kısaltılması

Fasol ve arkadaşları papiller kasın baş kısmı fibrotik hale geldiğinde ve prolapsusa ve regürjitasyona neden olacak şekilde uzadığında, papiller kas kısalması tekniğini tanımladı (Resim 4.78) (386). Bu teknik 88 hastada kapağı onarmak için kullanıldı ve kısa süreli takipte başarısızlığa rastlanmadı.

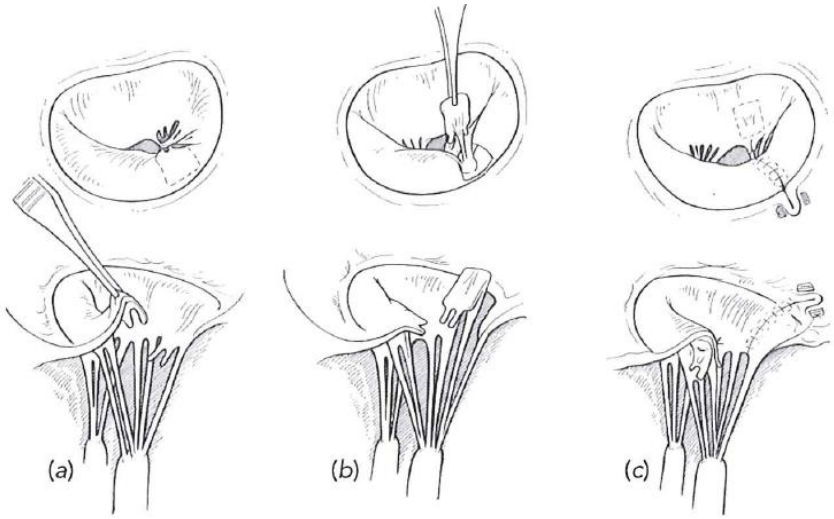


Resim 4.78. Papiller Kasın Kısaltılması (386)

4.6.7.7. Kordal Transpozisyon veya Transfer

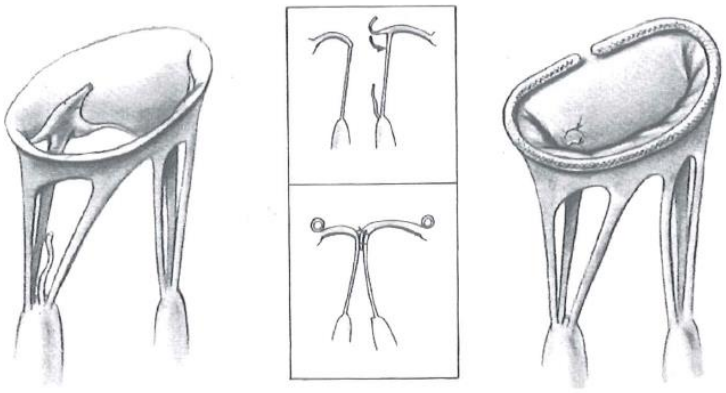
İki tip kordal transpozisyon tanımlanmıştır: Primer posterior leaflet kordasının ön leafletin kenarına transpozisyonu ve bir anterior leaflet sekonder kordasının leaflet kenarına transpozisyonu.

Primer posterior leaflet kordalarının transpozisyonu (ters çevirme tekniği olarak da adlandırılır) Carpentier tarafından tarif edilmiştir (82). Bu, posterior leafletin bir kısmının dörtgen rezeksiyonunu ve anterior leafletin flail ksımının altına transpozisyonu ile birincil kapamayı içerir (Resim 4.79). 39 hastada bu tekniği kullanan Lessana ve arkadaşları 4 yılda %97,4 ± 5,2 yeniden ameliyata ihtiyaç duyulmayan bir oran bildirmiştir (387).

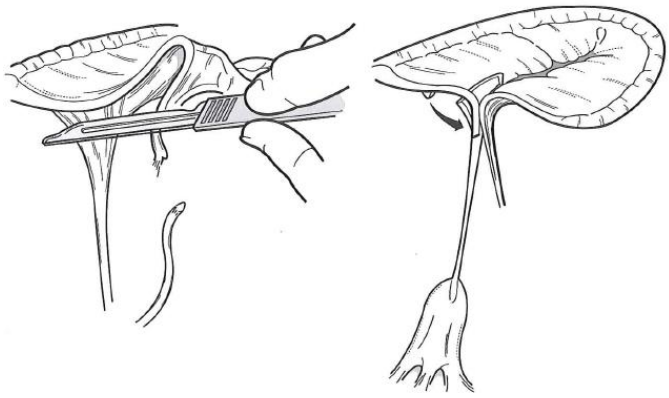


Resim 4.79. Posterior Korda Transferi; a) Kordanın Kesilmesi, b) Rezeksiyon, c) Primer Sutür ile Liflet Kenarlarının Yaklaştırılması (385)

Leaflet kenarını sabitlemek için bir sekonder kordanın kullanımı, Resim 4.80'de gösterildiği gibi, leaflet kenarını bir sekonder kordaya sabitleyen Carpentier tarafından tarif edilmiştir (82). Bunun transpozisyon varyantı Resim 4.81'de gösterilmiştir. Bir koyun modelinde, bir anterior leaflet sekonder kordasının ayrılmasının bölgesel sol ventrikül sistolik disfonksiyonu ile sonuçlandığını bildiren Nielsen ve arkadaşları tarafından bir uyarı notu ortaya atılmıştır (388). Klinik açıdan mitral onarım için bu gözlemin sonuçları belirsizdir.



Resim 4.80. Liflet Kenarının Sekonder Kordaya Dikilmesi (82)



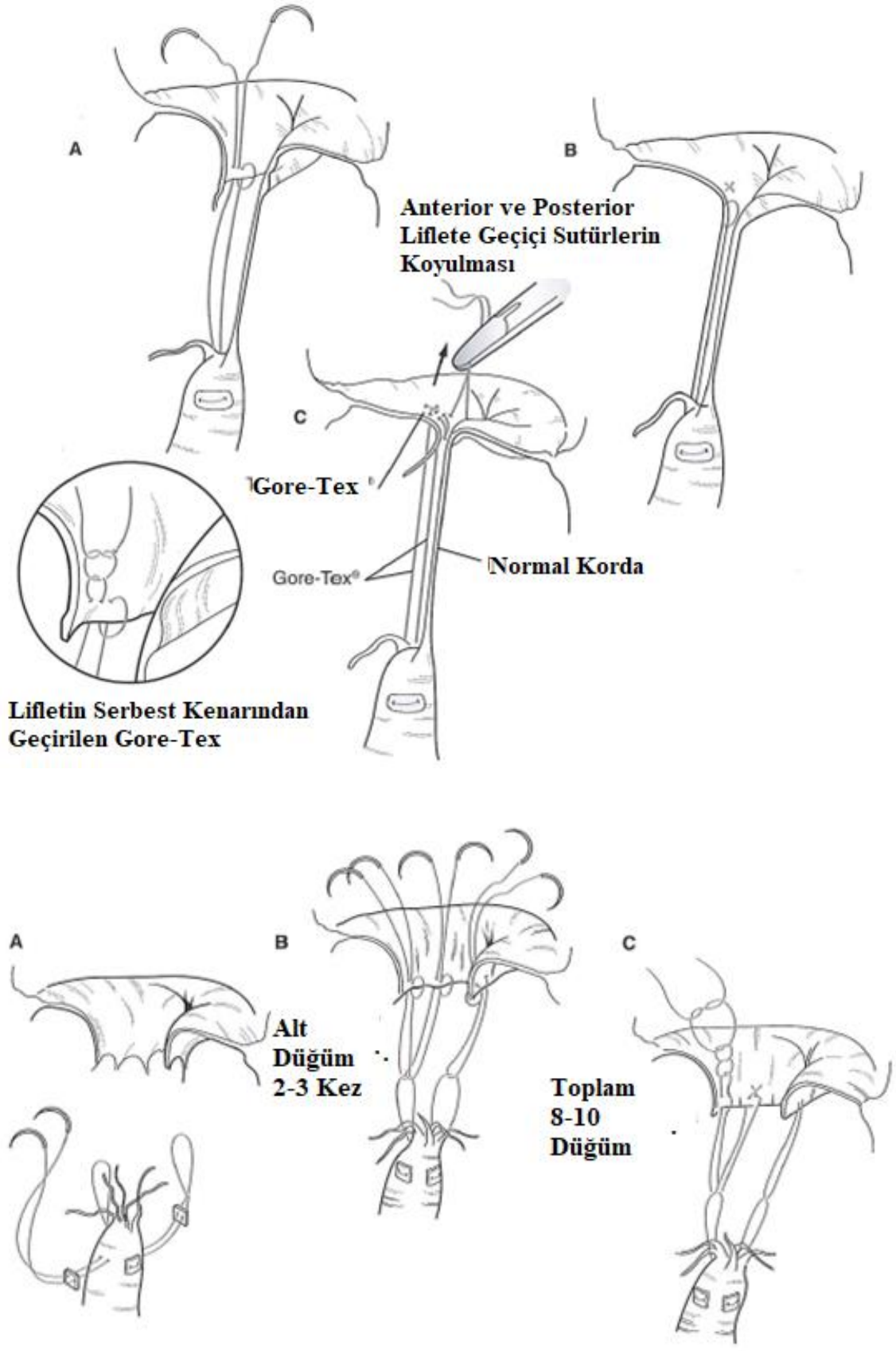
Resim 4.81. Sekonder Kordanın Liflet Kenarına Taşınması (384)

4.6.7.8. Korda Replasmanı

Kordal replasman anterior leaflet prolapsusunu düzeltmek için, kısaltma veya transpozisyona bir alternatif olarak tanımlanmıştır. Gregory ve arkadaşları iki hastada kullanılan, anterior leafletten bir şeridin papiller kasa dikildiği bir tekniği tanımlamıştır (389). İlginç bir teknik olmasına rağmen, uzun süreli takip veya hastalarda kullanımına dair ek raporlar bulunamamıştır. Diğer tekniklerin mevcudiyeti ve kanıtlanmış başarıları göz önüne alındığında, bu tekniğin uygulanması önerilemez.

Politetrafloroetilen (PTFE) ve glutaraldehit tabaklanmış ksenogreft perikard dahil olmak üzere mükemmel uzun vadeli dayanıklılık gösteren çeşitli protez malzemelerinin kullanımının, hasarlı veya hastalıklı kordaların yerine kullanıldığı bildirilmiştir (390, 391). PTFE zamanla normal bir fibroza ve intima ile kaplanır ve esnekliğini korur. Eishi ve arkadaşaları perikardın PTFE'den daha az faydalı olduğunu bulmuş ve kullanımına, karşı öneri vermiştir (392).

PTFE kordalarının yerleştirilmesi için birtakım teknikler yayınlanmıştır. Sutür, leafletin gövdesi annulus seviyesinde olacak şekilde bağlanmalıdır (393). Kordal replasman, kordal kısalmaya kıyasla üstün uzun vadeli sonuçlar göstermiştir (394).



Resim 4.82. Gore-Tex kordaların yerleştirilmesi (393)

Teknik Detaylar

Birçok araştırmacı 4-0 veya 5-0 PTFE sütür önerir, ancak son zamanlarda bu araştırmacılardan biri 5-0'ın çok zayıf olduğunu iddia ederek 2-0 kullanımını savundu. Yapay korda için uygun uzunluğu belirlemek zor olabilir.

Uygun uzunluğu belirlemek için, onarımın diğer yönleri tamamlandıktan sonra uzunluğu ayarlamak için turnike kullanmak da dahil olmak üzere bir dizi teknik tanımlanmıştır (Resim 4.83.a). Adams ve arkadaşları onarımın geri kalanı tamamlandıktan sonra, turnikeler ve plejitler yerine (Resim 4.83.b) leaflet yüksekliğini ayarlamak için salin testli bir cerrah düğümü kullanmayı savunur. Buna karşılık Rankin, test sırasında sütürü sabitlemek için çıkarılabilir bir hemoklip kullanılmasını ve ardından doğru yükseklik belirlendiğinde kliplerin bağlanmasını önerir. Klinik deneyimlerimize göre PTFE sutürlerin anulus seviyesinde çift loop ile düğümlenerek uzunluğunun ayarlanmasının, anulo-papiller devamlılığı en uygun şekilde gerçekleştireceğine inanıyoruz.

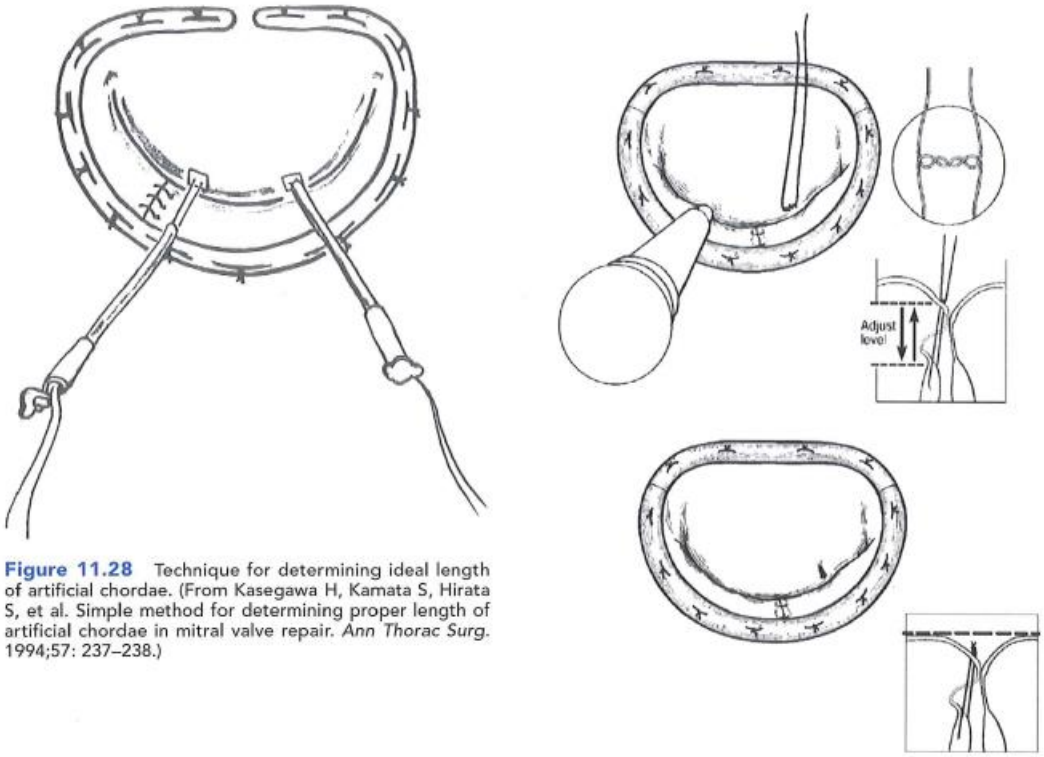


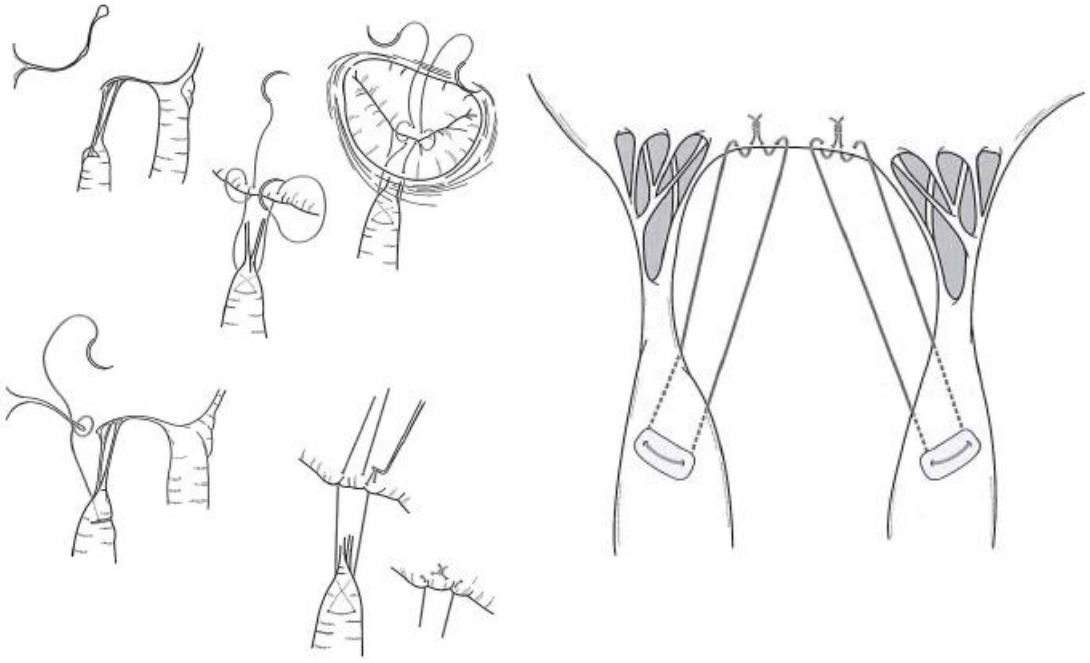
Figure 11.28 Technique for determining ideal length of artificial chordae. (From Kasegawa H, Kamata S, Hirata S, et al. Simple method for determining proper length of artificial chordae in mitral valve repair. *Ann Thorac Surg.* 1994;57: 237–238.)

Resim 4.83. Artificial Korda Boyu Ayarlamak İçin Kullanılan Teknikler (395)

Bileaflet prolapsusu durumunda, ilk sütür mitral annülüsün düzlemine yaklaşmak için bağlanır ve bu sütür kalan yapay korda dikişleri bağlamak için bir referans olarak kullanılır.

Sutürü bağlarken kaymayı önleme teknikleri arasında sütürün kenar seviyesinde bir klemp veya hemoklip ile tutulması veya sürtünme oluşturmak ve kaymayı önlemek için

sütürün leafletin serbest kenarından birkaç kez geçirilmesi yer alır (Resim 4.84). Bir klip kullanılıyorsa, sutür bir klibe bağlanabilir ve ardından klip çıkarılabilir.



Resim 4.84. 4-0 ve 5-0 PTFE Sutür ile Korda Replasmanı (216, 396)

İzole Posterior Leaflet Prolapsusu için PTFE Korda Replasmanı

Posterior leaflet prolapsusunu onarmak için P2 scallop eksizyonuna bir alternatif olarak PTFE'nin kullanımı tarif edilmiştir (397). Flail leafleti eksize etmek yerine papiller kasa yeniden bağlanır. Bu, daha karmaşık yaklaşımlardan daha kolay ve onlar kadar etkili olabilir. Posterior leafleti sabitlemek ve sliding veya folding plastiden sonra prolapsusu önlemek için sütürler gerekli olabilir.

4.6.7.9. Posterior Triküspit Leaflet Ototransplantı

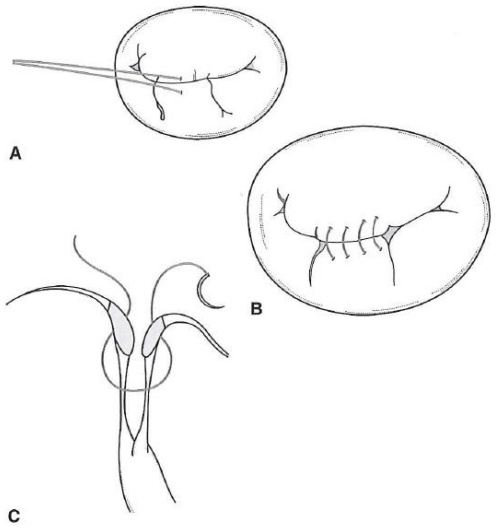
Gregori ve arkadaşları bir vakada triküspid kapağın ön leafletinin bir kısmının, bir diğer vakada tüm posterior leafletin kullanımını tarif etmiştir (398). 20 hastada daha uzun vadeli sonuçlar sundular. Yeniden ameliyattan %90 oranında kurtulduklarını bildirdiler, yeniden ameliyatlar kullanılan triküspit kapağın başarısızlığı ile ilgili değildi. Ekokardiyografi ile değerlendirilen 17 hastanın 16'sında hiç regürjitasyon yoktu veya hafif mitral yetmezlik vardı. Bu sonuçlar başkaları tarafından da doğrulanmıştır (399, 400). Yapay kordaların başarılı kullanımı göz önüne alındığında, bu prosedür gereksiz yere onlardan daha karmaşık görünüyor.

4.6.7.10. Papiller Kas Tamiri

Papiller kas rüptürü kısmi veya tam olabilir. Kısmi rüptür, kronik mitral yetmezlik olarak kendini gösterebilir, tam rüptür genellikle o kadar semptomatiktir ki acil ameliyat gerekir. Akut tam rüptür sıklıkla yaygın enfarktüsle ilişkilidir ve onarımı zordur. Papiller kastan ve ardından ventriküler duvardan geçirilen dikişler kullanılarak onarım denenebilir. Kısmi rüptür veya tek bir başın rüptürü, hem akut hem de kronik durumlarda, rüptüre olmuş kısım ile sağlam kısmı plejitli dikişler ile sabitleyerek yapılabilir.

4.6.7.11. Kenardan Kenara veya Çift Orifis Tamiri

Alfieri liderliğindeki grup, mitral leafletlerden birinin prolapsusunu tedavi etmek için uçtan uca onarımın kullanımını tanımladı, geliştirdi ve takibini sağladı (Resim 4.85) (195, 376, 401). Bir anuloplasti prosedürü ile birlikte kullanıldığında, beş yıllık genel yeniden ameliyatsızlık oranı %92 ± 3,4'tür. Buna karşılık, Lorusso ve arkadaşları 8 yılda (tek başına ve diğer onarım teknikleriyle birlikte kullanıldığında) yeniden ameliyattan %80 oranında kurtulma kaydetti. Başarısızlık için risk faktörleri arasında sol ventrikül disfonksiyonu, pulmoner arter hipertansiyonu, belirgin sol atriyal genişleme ve perikardiyal anuloplasti yer alır (402). Uçtan uca onarım yapılan hastaların kapak açıklıkları daha küçüktü ve önemli bir darlık saptanmadı (195, 376, 401, 402). Uçtan uca onarım ile ring anüloplasti kombinasyonu ile önemli bir darlık oluşturulmadığını gösteren çalışmalar da vardır (403). Bu onarım tekniği transaortik yaklaşımla da uygulanmıştır (404). Bu teknik, geleneksel onarım tekniklerinin kullanımından sonra rezidüel yetersizliği ortadan kaldırmak için de uygulanmıştır (405).



Resim 4.85. Uçtan Uca Onarım - Alfieri Tekniği; a) Liflet Serbest Kenarlarından Sutür Geçilmesi, b) Liflet Serbest Kenarlarının Yaklaştırılması, c) Sutür Atılırken Subvalvular Yapılardan Geçilmemeli (401)

5. GEREÇ VE YÖNTEM

5.1. Çalışma Popülasyonu ve Çalışma Protokolü

Bu çalışmaya Adli Tıp Kurumu Ankara Grup Başkanlığı Morg İhtisas Dairesinde yapılan 120 kardiyak kadaverik analiz dâhil edilmiştir. Çalışma, Ankara Üniversitesi İnsan Araştırmaları Klinik Etik Kurulu, 2022/328 sayılı etik kurulu onayı ve T.C. Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu Başkanlığı'nın 21589509 2022/566 ve 2022/692 sayılı bilimsel çalışma izinleri alındıktan sonra başlatılmıştır. 18 yaşından küçük, kardiyak travması olan, kardiyak patolojisi olan, kardiyak cerrahi geçirmiş, kardiyak anomalisi olan, Barlow hastalığı bulunan, Marfanoid görünümlü olan, konjenital kardiyak patoloji saptanan, koroner stent saptanan, yakınları tarafından çalışmaya katılmasına onay verilmeyen, pütrefaksiyon başlayan yirmi dokuz kadavra çalışmaya dâhil edilmemiştir. Çalışmada araştırılacak parametreler detaylı literatür taramaları sonrasında Prof. Dr. Ahmet Rüçhan Akar ve Arş. Gör. Dr. Ali Fuat Karaçuha ile gerçekleştirilen düzenli toplantılarda tartışılarak belirlenmiştir. Verilerin toplanması ise araştırmayı gerçekleştiren Arş. Gör. Dr. Ali Fuat Karaçuha tarafından yapılmıştır. Bulguları doğrulamak, benzer çalışmaların farklı popülasyonlarda tekrar üretilebilmesi ve ölçüm tekniklerinin kolay anlaşılmasını sağlamak için fotoğraf kayıtları alınmıştır. Araştırma prospektif olarak yapılmıştır.

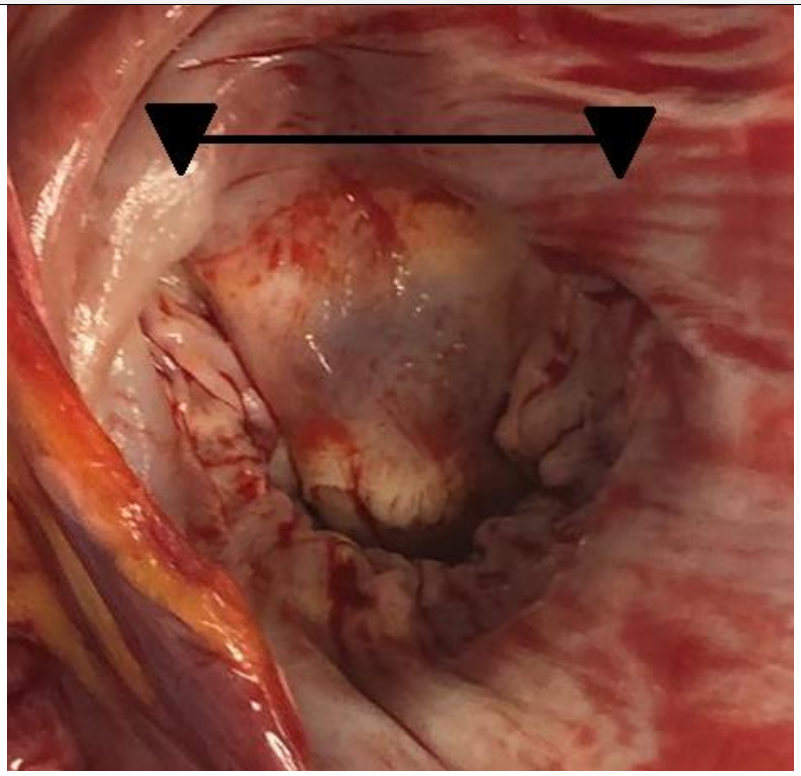
Kadaverik analiz sırasında yaş, cinsiyet, boy, kilo, kalp ağırlığı, kalp boyutu, mitral kapak anulus, mitral kapak lifletler, subvalvular aparatus ve anatomik komşulukları değerlendirilmiştir. Mitral kapak sisteminin terminolojisi Oliveira ve arkadaşları (6) ile Lam ve arkadaşlarının raporuna dayanmaktadır (104, 278). Ölçümler otopsi akışını ve kurum işleyişini bozmayacak şekilde yapılmıştır.

Tüm örnekler 19 ila 82 yaşları arasındaki (ortalama 46,4 ± 15,6 standart sapma) olgulardan oluşmaktadır. 47 kadın, 73 erkek örnek çalışılmıştır. Vücut ağırlıkları 43 ila 116 kg (70,6 ± 17,7 kg) arasında ve boyları 146 ila 189 cm (169,2 ± 8,1 cm) arasında değişmektedir. Vücut kitle indeksleri 14,2 ile 40,1 (24,8 ± 6,4), vücut yüzey alanları, Dubois Formülü 'ne göre, 1,4 ile 2,3 (1,8 ± 0,2) arasındadır.

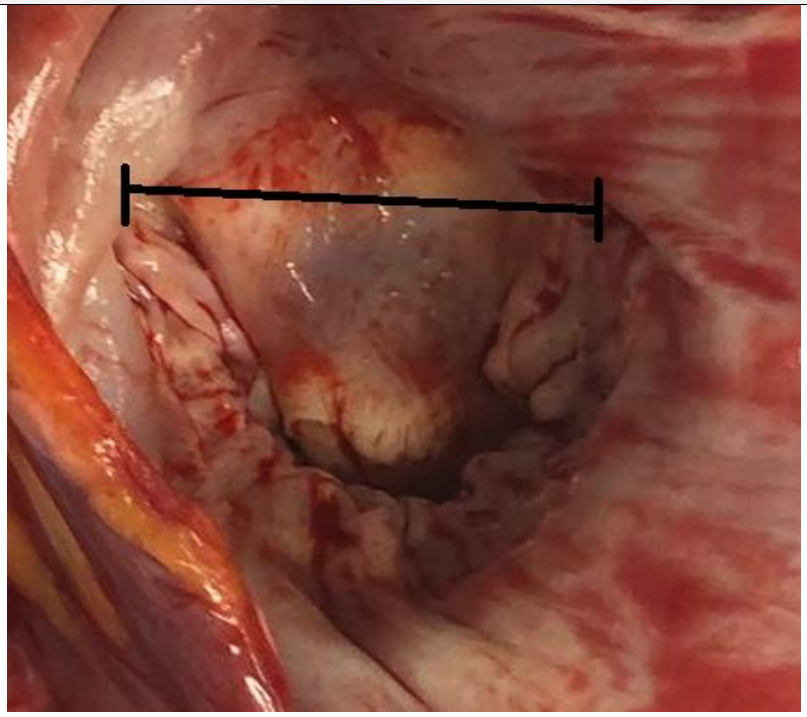
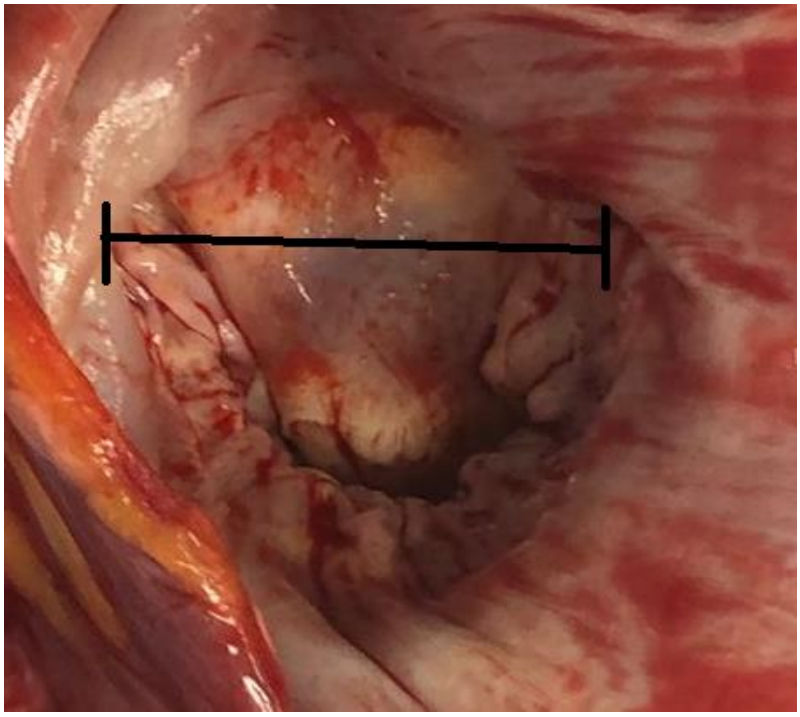
Kompleksin bileşenlerini görüntülemek için sol atriyumdan kalbin apeksine uzanan hat boyunca ve kalbin apeksinden sol ventrikül çıkım yoluna uzunlamasına bir kesi yapılarak sol ventrikül boşluğu açılmıştır. Kan pıhtıları özenle temizlenmiştir. Mitral kapak ve mitral aparatusa katılan bütün elemanlar ile aort kapak ve aortiko-mitral devamlılık ve mitral kapak komşulukları cerrahi anatomisi ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Hem lateral hem de medial strut kordaları kancalarla çekilerek mitral kapağın anterior lifleti açıldı ve serbest kenarındaki kırışıklıklar net bir şekilde gözlendi. Sol ve sağ trigonlar, bu kıvrımların mitral anulus ile birleştiği noktalar olarak belirlendi. Trigonların ve komissürlerin açıları da dereceli cetvellerle ölçülmüştür. Çap, boylar ve açılar ölçüldükten sonra sol ventrikül boşluğu açılarak korda tendineaları düzeltmek için lifletler hafifçe yukarıya doğru gerdirilerek, subvalvular aparatus elemanları bir caliper yardımıyla (1 mm'ye derecelendirilmiş bir metrik cetvelle) ölçüldü. Papiller kasın ucunu ana kordanın çıkış noktası olarak tanımladık. Birden fazla başlı papiller kaslı kalplerde bile, bu çalışmada ana kordanın papiller kasa insersiyonu başarıyla lokalize edildi. Daha sonra papiller kaslara zarar vermemek için sol ventrikül lateral sınır boyunca kesildi. Mitral kapak, posterior komissural liflet ile mural lifletin posterior fistülü arasından kesildi. Lifletlerin genişlik ve yükseklikleri ile korda tendineaların uzunlukları caliper ile ölçüldü. Mitral anuler çevre, antero-posterior mesafe ve anterolateral-posteromedial mesafe ortalamasının yarıçap kabul edilerek, daire çevre formülasyonuna yerleştirilmesi ile hesaplandı. Tüm ölçümler, taze kadaverik kalplerde yapıldı.

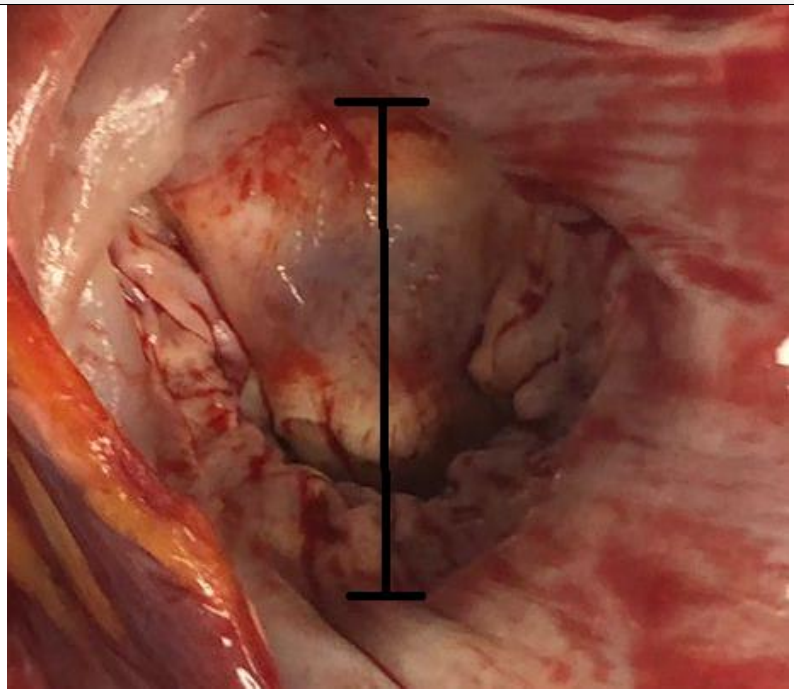
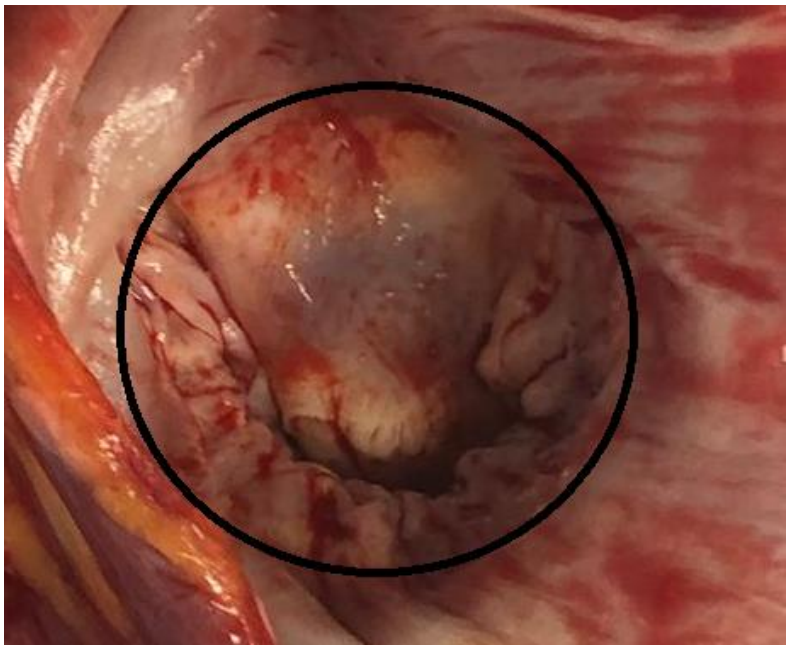
Tablo 5.1. Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler

Intertrigonal Mesafe (IT: Sağ ve Sol Trigonlar Arası Mesafe)	

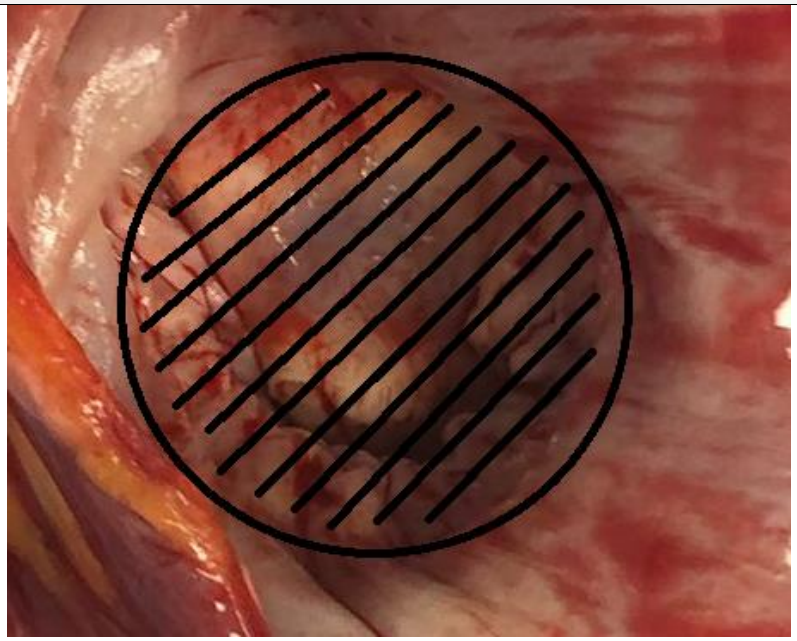
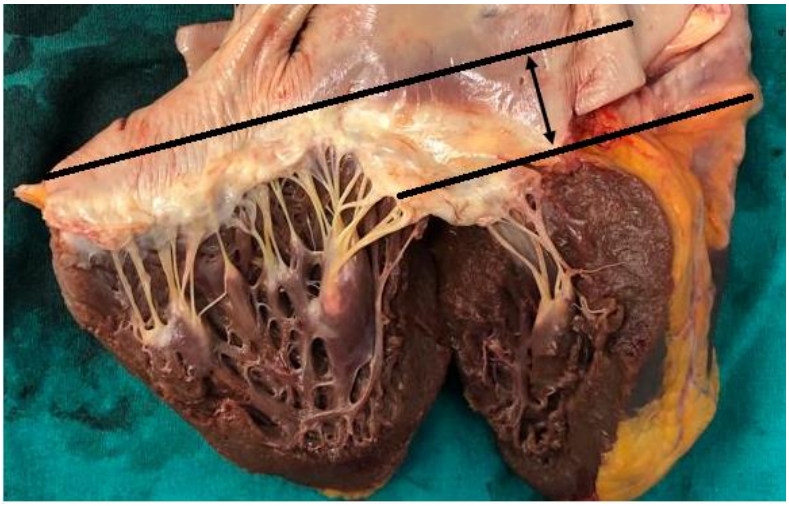
Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler

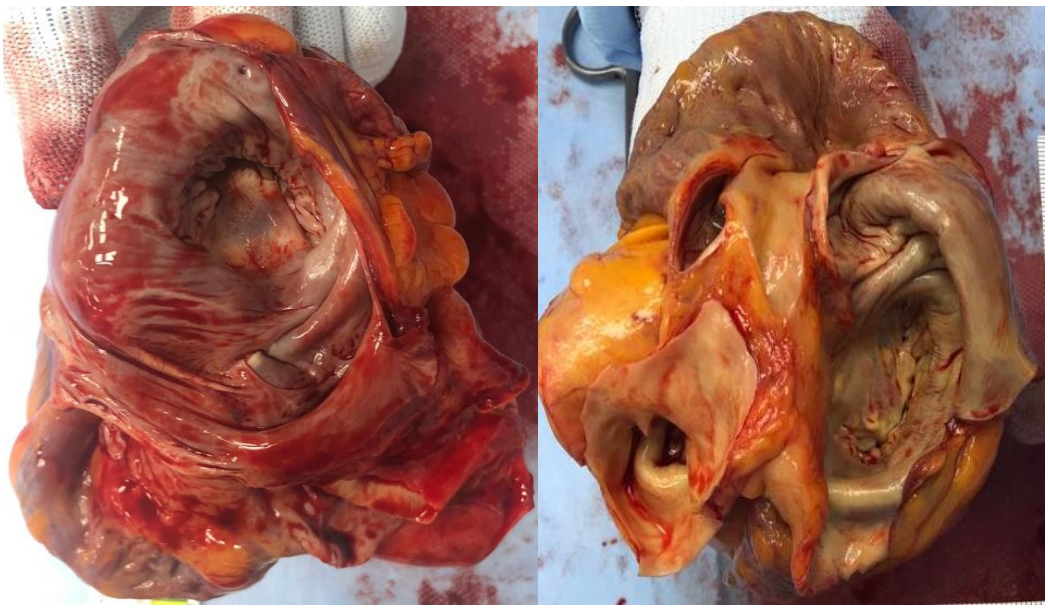
Komissural Width (Komissürler Hizasında Anuler Mesafe)	
AL-PM (Anterolateral – Posteromedial) Mesafesi	

Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler

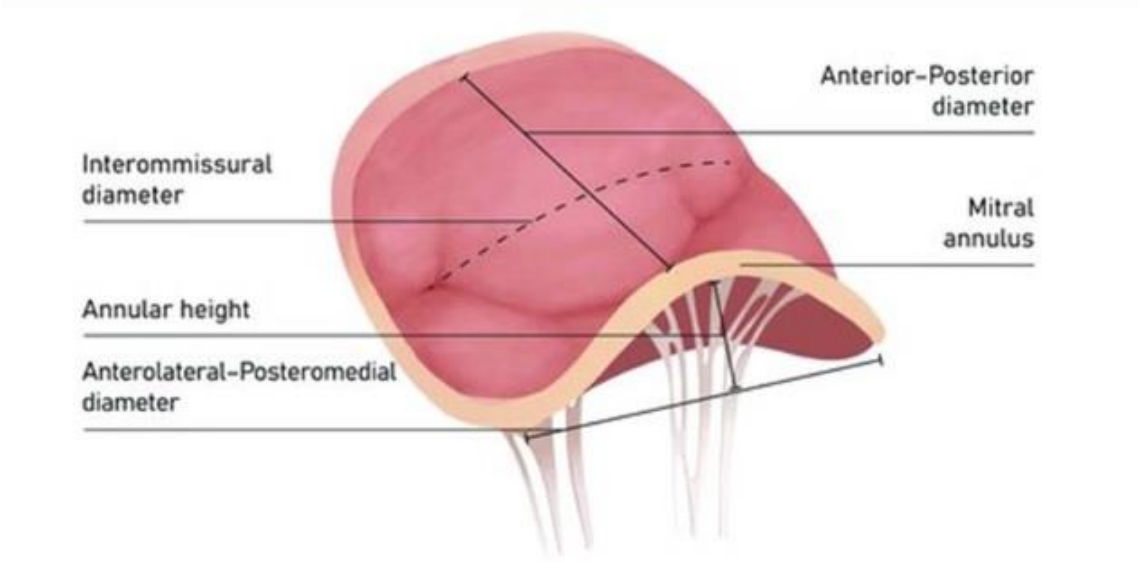
AP Mesafesi(Anterior ve Posterior Anuler Orta Noktalar Arası Mesafe)	
Mitral Anuler Çap	

Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler

Mitral Anuler Alan	
Mitral Anuler Yükseklik	

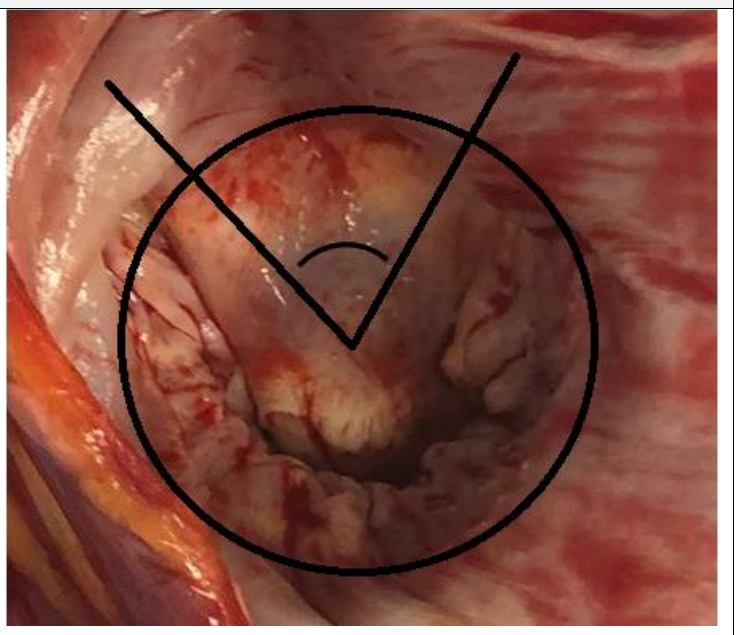
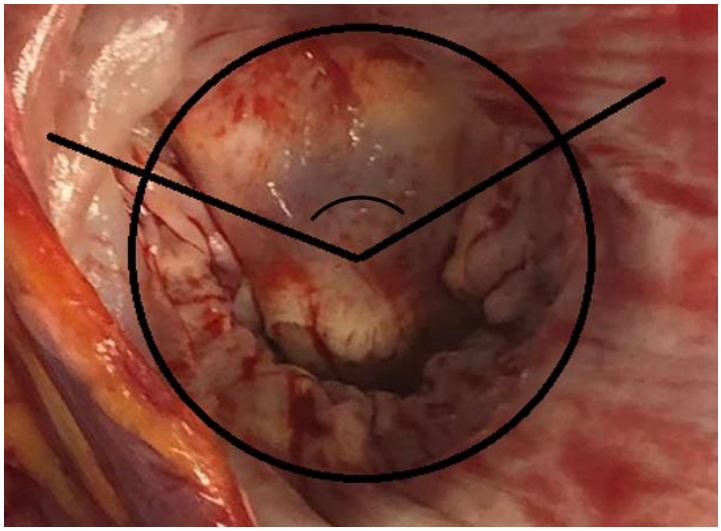


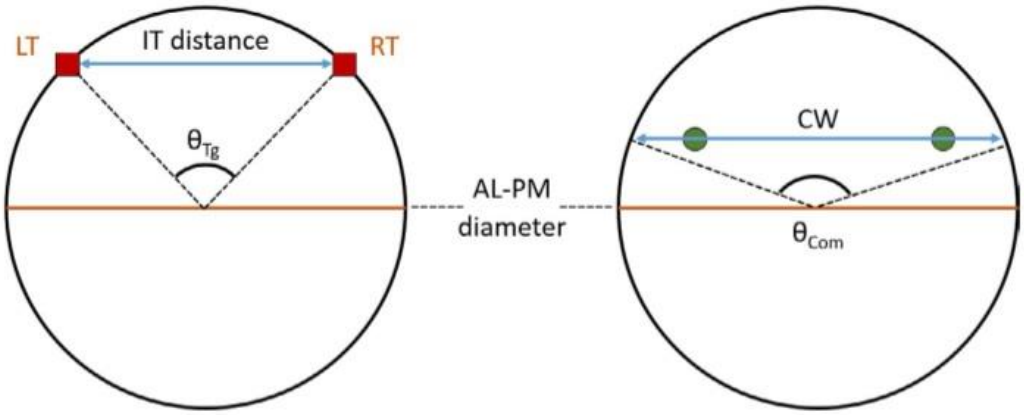
Resim 5.1. Kadaverik Kalpte Mitral Anulusun Atriotomiden Görünümü



Resim 5.2. Mitral Anulus (87)

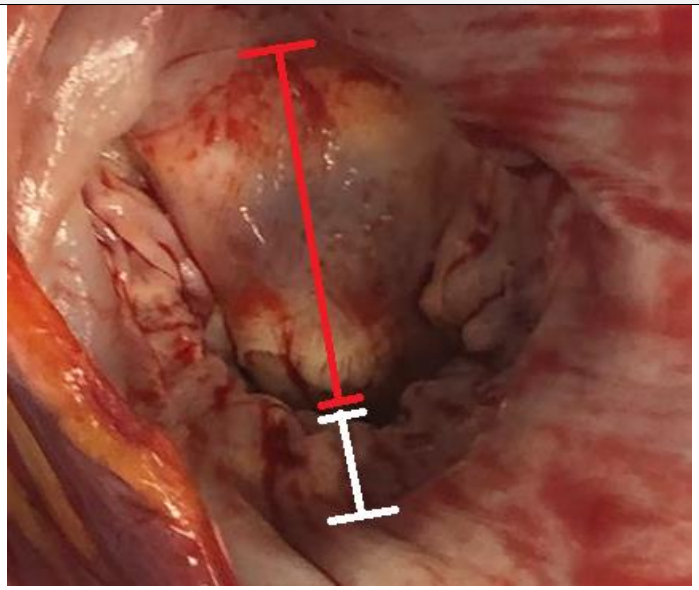
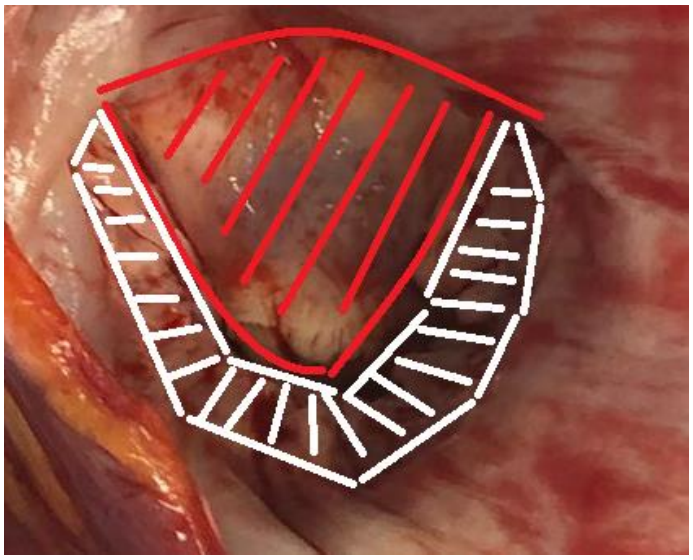
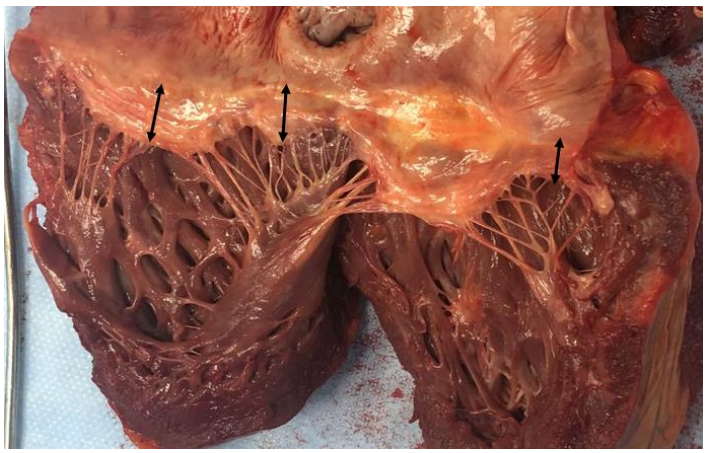
Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler

Tg Açısı (Sağ ve Sol Trigonlar ile Anulus Orta Nokta Arasındaki Açı)	
Com Açısı (CW ile Anulus Orta Nokta Arasındaki Açı)	



Resim 5.3. Com ve Tg Açıları (6)

Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler

Anterior ve Posterior Liflet Boyları	
Anterior ve Posterior Liflet Alanları	
Posterior Scallop Uzunlukları	

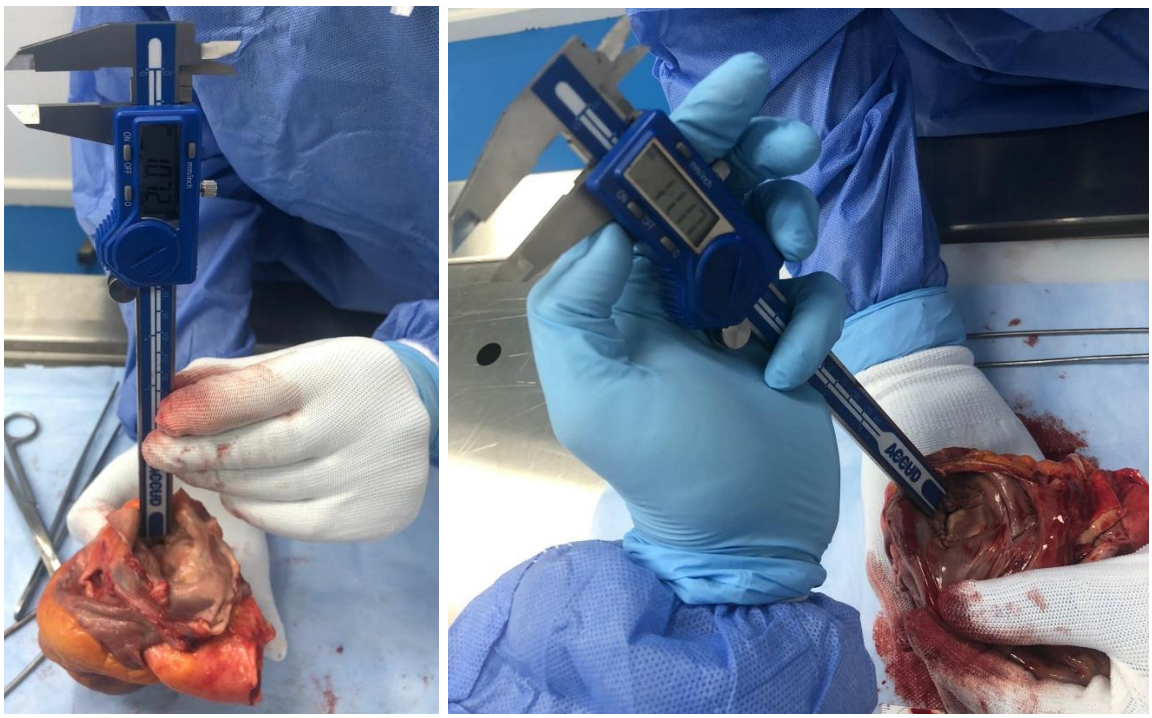
Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler	
Komissür Yükseklikleri	



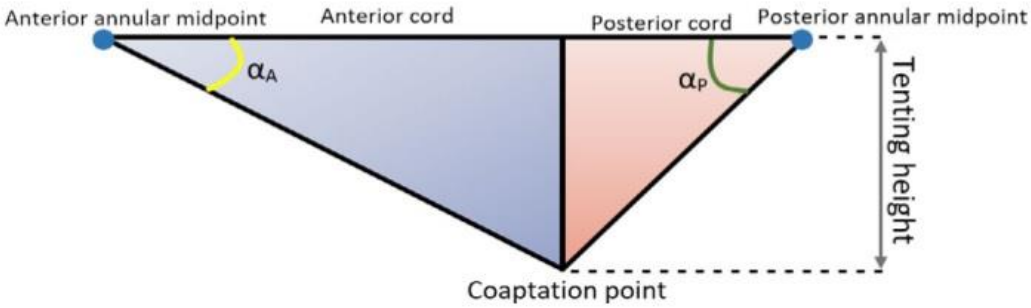


Resim 5.4. Kadaverik Kalpte Sol Ventrikül Diseksiyonu Sonrası Mitral Kapak

Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler
Tenting Mesafesi Tenting Alanı

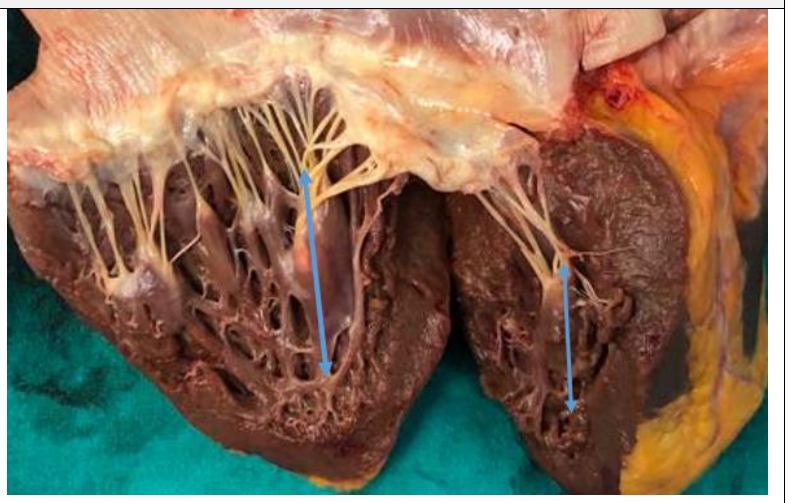
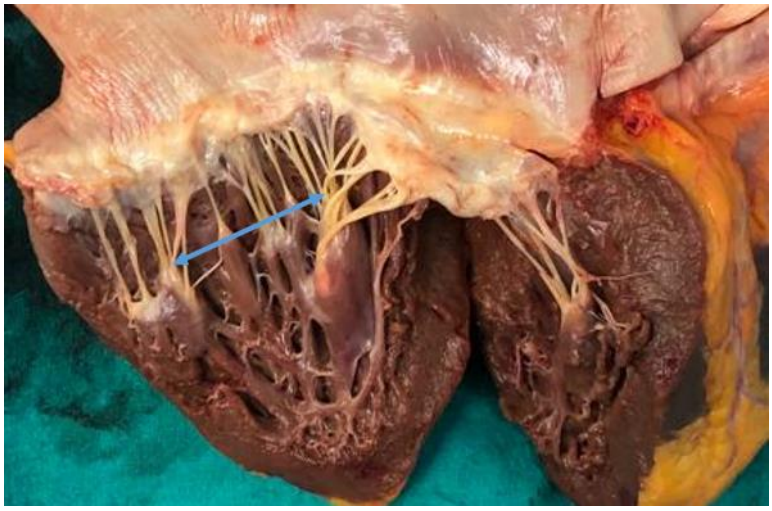
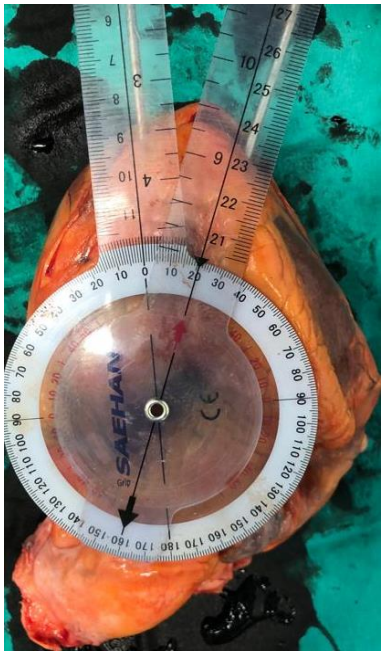


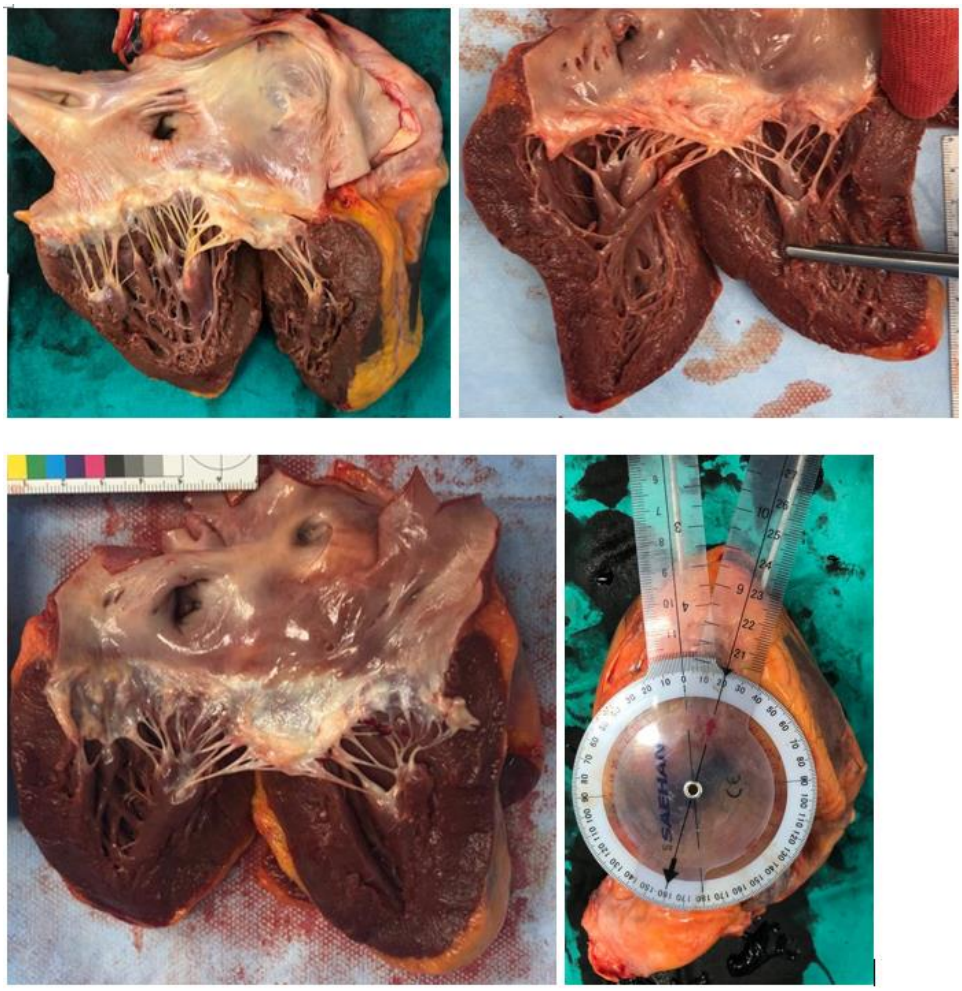
Resim 5.5. Kadaverik Kalpte Tenting Mesafesi Ölçümü



Resim 5.6. Tenting Mesafesi ve Alanı (6)

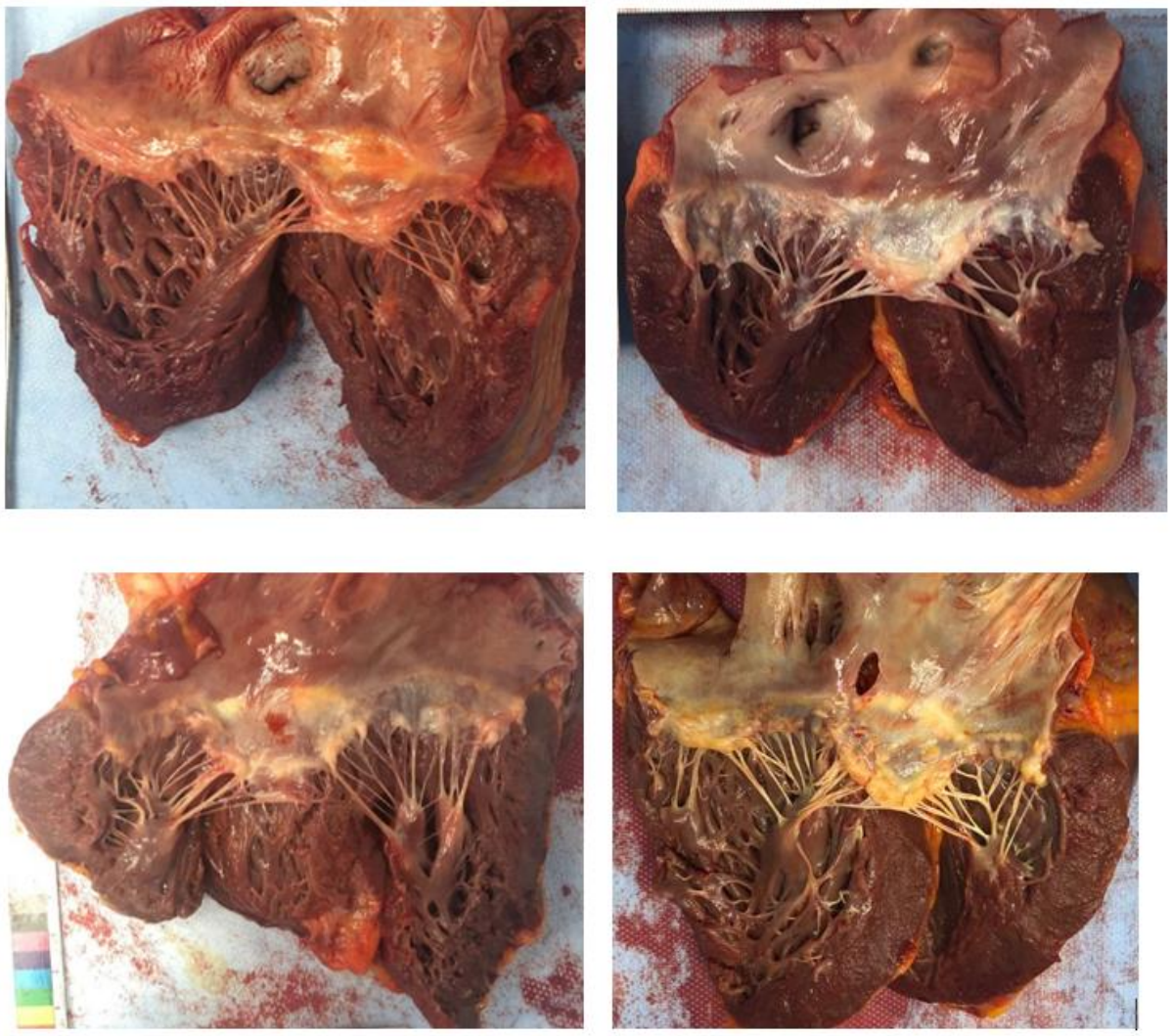
Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler

Papiller Kas Uzunlukları	
Papiller Kaslar Arası Mesafe	
Papiller Kaslar Arası Açı	



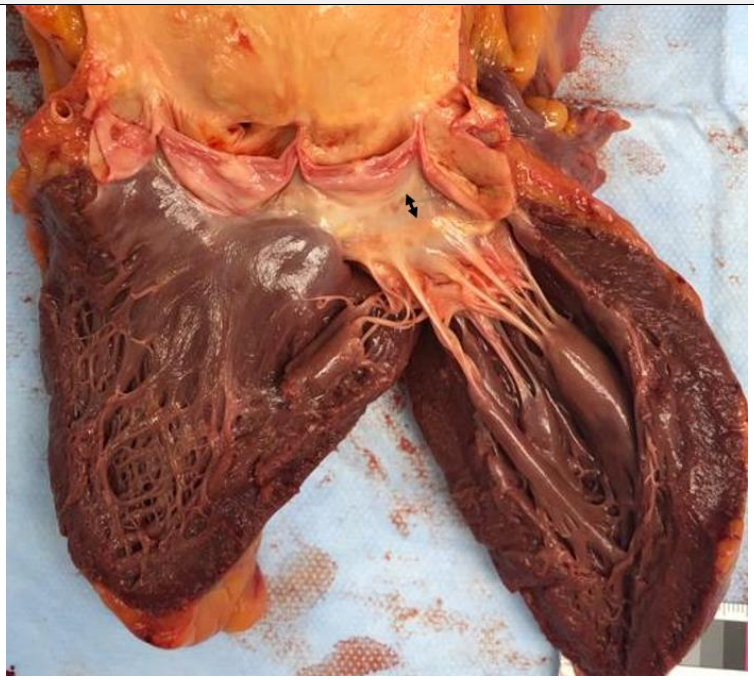
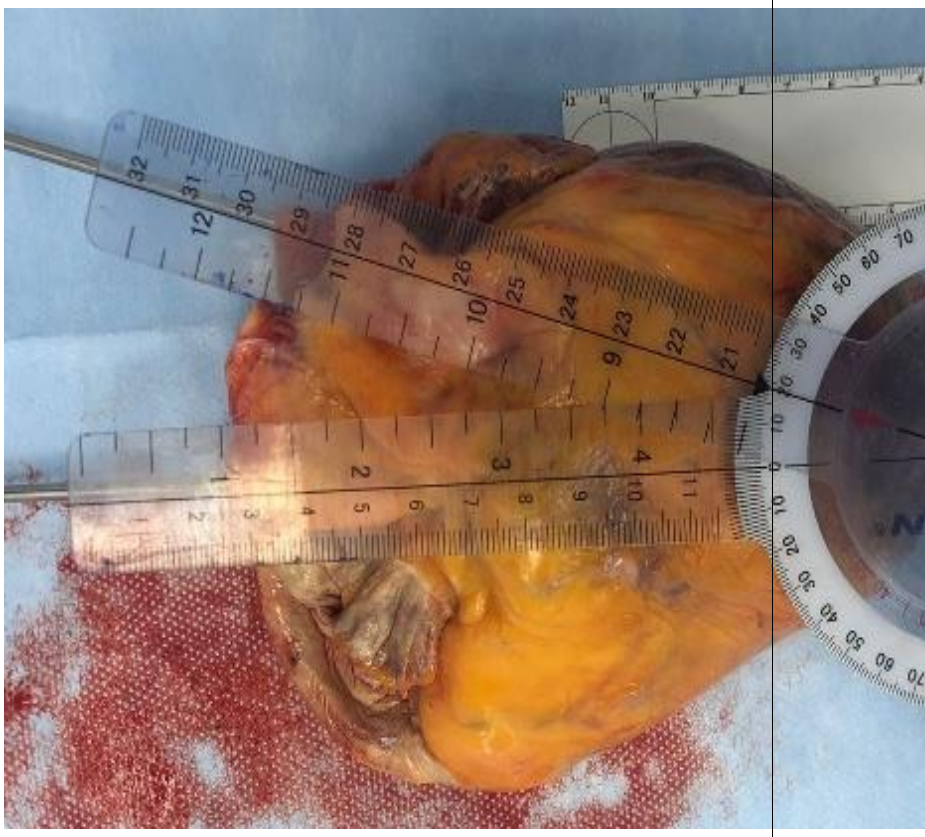
Resim 5.7. Kadaverik Kalpte Papiller Kaslar ve Papiller Kaslar Arası Açı Ölçümü

Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler
Korda Tendineae Uzunlukları ve Morfolojik Dağılımı

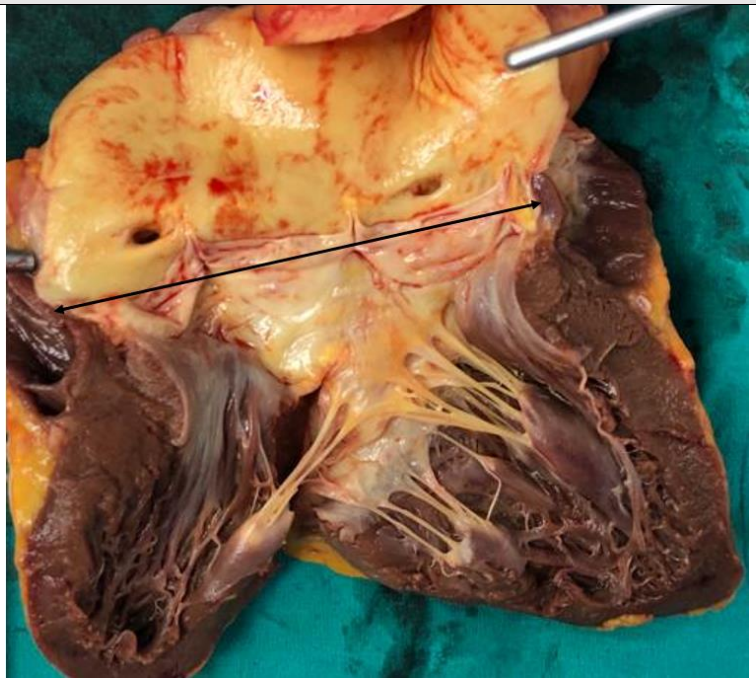
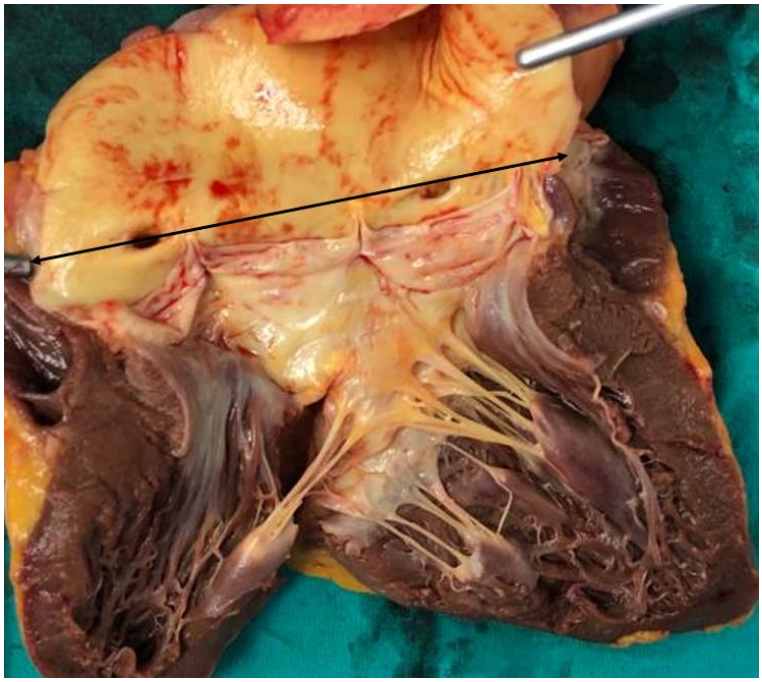


Resim 5.8. Kadaverik Kalplerde Chordae Tendineae Uzunlukları ve Morfolojik Dağılımı

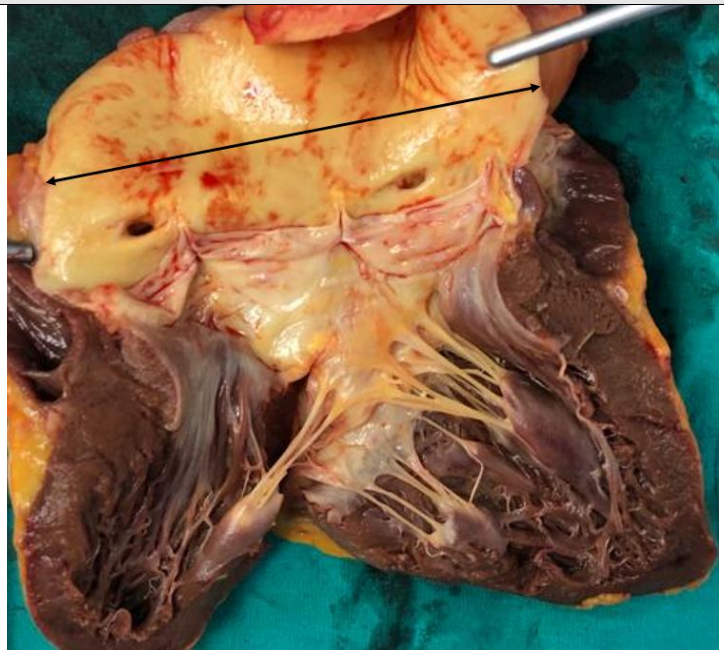
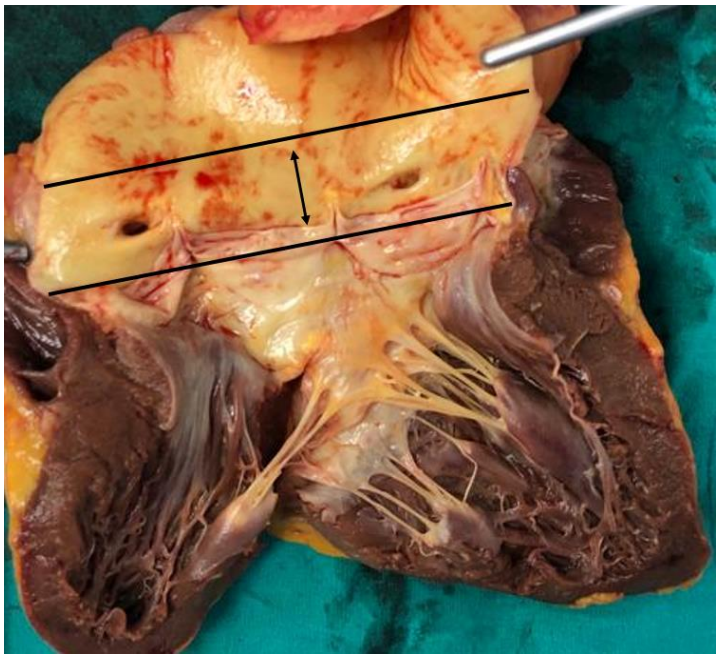
Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler

Aortiko-Mitral Bileşke Mesafesi	
Aortiko-Mitral Bileşke Açısı	

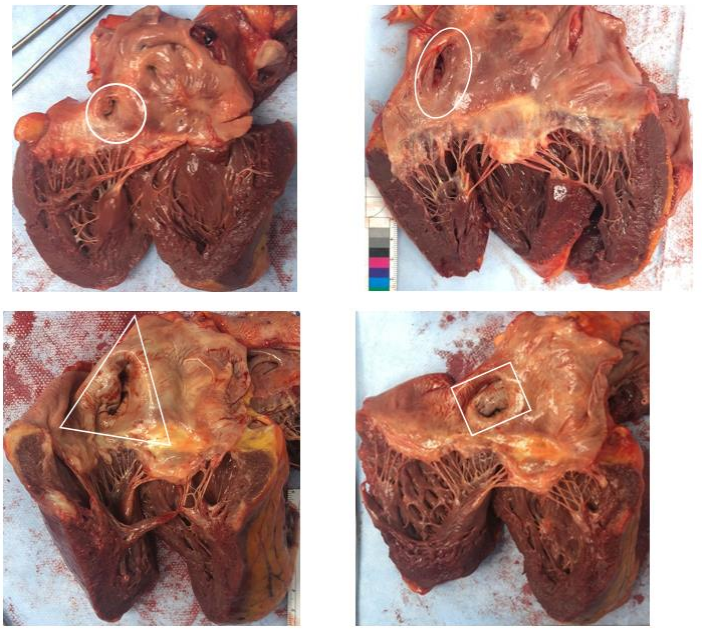
Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler

Aortik Anulus	
Aort Sinüs Valsalva Genişliği	

Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler

Sinotübüler Bileşke	
Aortik Anulus ile Sinotübüler Bileşke Arası Yükseklik	

Tablo 5.1.(devam) Mitral Kapak Değerlendirmesinde Araştırılan Parametreler

Sol Atriyal Appendaj Morfolojisi	
Mitral Anulus ile Circumflex Koroner Arter Anatomik Mesafe İlişkisi Mitral Anulus ile Koroner Sinüs Anatomik Mesafe İlişkisi Sol Ventrikül Septum ve Arka Duvar Kalınlığı	

5.2. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz, amaca uygun ve ticari olarak mevcut bir yazılım paketi kullanılarak yapıldı. Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPSS istatistik paket programının "IBM SPSS Statistics 24.0" sürümüyle değerlendirilmiştir. Çalışmada Mann Whitney U ve Kruskal Wallis testinin yanı sıra tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiş olup belirlenen değişkenlere göre ortalamalar arasındaki farklar, iki ortalama arasındaki farka dair önemlilik testleri ile ilişki testleri yapılmıştır. Sonuçlar % 95'lik güven aralığında, anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

Güvenilirlik analizi aracılığıyla ölçeğin tutarlılığı test edilmekte olup alfa (Cronbach) katsayısının kullanıldığı yöntem araştırmada tercih edilmiştir. 0-1 arasında bir değer alan Cronbach alfa katsayısı eğer 0,7-1,0 arasında bir değerde ise ($0,7<\alpha<1$) yani 1 sayısına ne kadar yakın ise söz konusu değerin yüksek güvenilirliğe sahip bir ölçek olduğunu söylemek mümkündür.

Bu çalışmada araştırmanın güvenilirliğini ölçmede kullanılan Cronbach Alfa katsayısına ilişkin Cronbach Alfa değeri: 0,8 olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan ölçme aracının tekrarlanan ölçümlerde aynı sonucu verme derecesi iç tutarlılık ile değerlendirilmiştir. İç tutarlılık diğer bir deyişle güvenilirlik değeri Cronbach alfa katsayısı ve madde-toplam korelasyon katsayısı ile belirlenmiştir. Cronbach alfa katsayısının >0.7 olması literatüre göre oldukça yeterli görülmekte olup çalışmamızda bu değerin yani alpha=0,8 olması yeterli bir tutarlılık olduğunu göstermektedir.

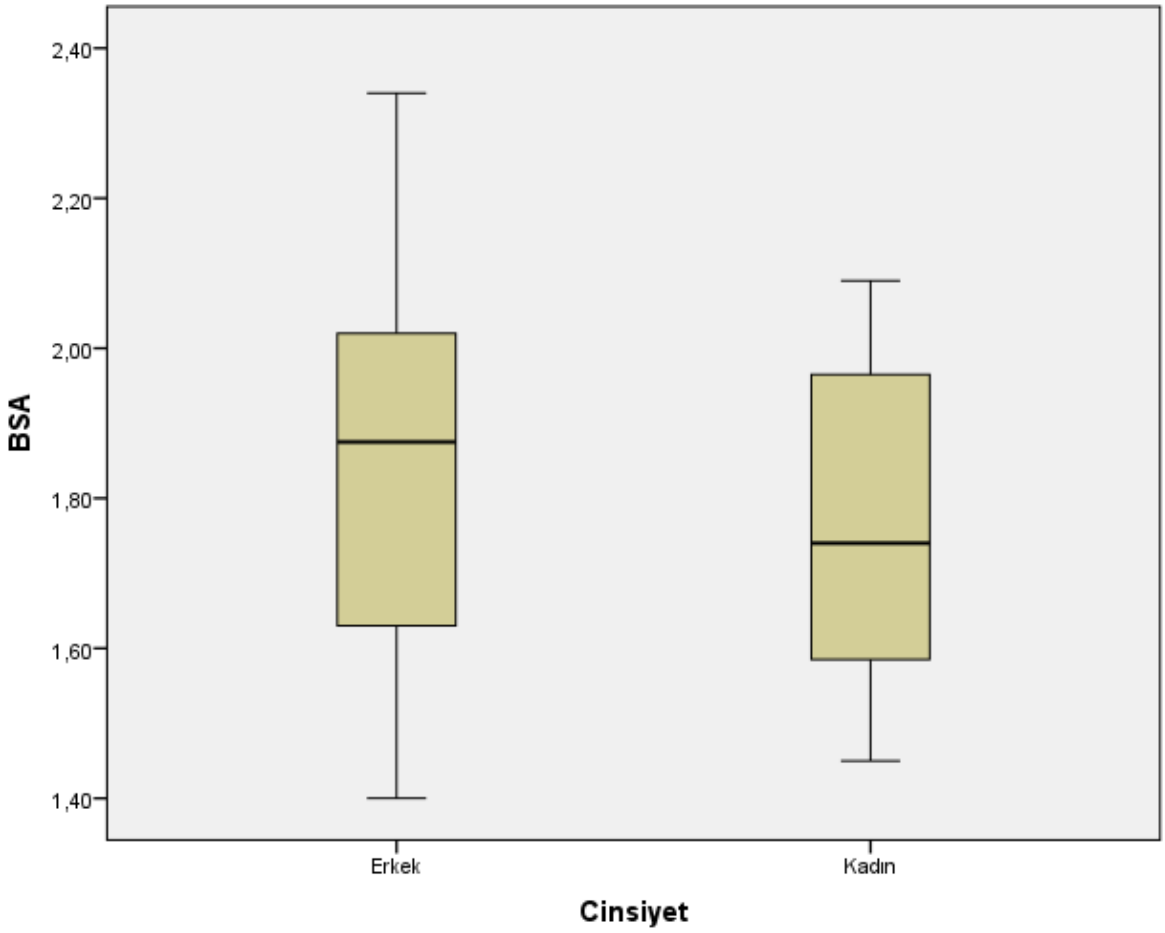
6. BULGULAR

Çalışmamıza 2022 ile 2023 yılları arasında Ankara Adli Tıp Kurumu Grup Başkanlığı'nda yapılmış 120 kadaverik kardiyak analiz dahil edildi. 18 yaşından küçük, kardiyak travması olan, kardiyak patolojisi olan, kardiyak cerrahi geçirmiş, kardiyak anomalisi olan, Barlow hastalığı bulunan, Marfanoid görünümlü olan, konjenital kardiyak patoloji saptanan, koroner stent saptanan, yakınları tarafından çalışmaya katılmasına onay verilmeyen, pütrefaksiyon başlayan yirmi dokuz kadavra çalışmaya dâhil edilmedi.

Kadavraların demografik özellikleri Tablo 6.1'de özetlenmiştir. Tüm örnekler 19 ila 82 yaşları arasındaki (ortalama 46,4 ± 15,6 standart sapma) Türklerden oluşmaktadır. 47 kadın, 73 erkek örnek çalışılmıştır. Vücut ağırlıkları 43 ila 116 kg (70,6 ± 17,7 kg) arasında ve boyları 146 ila 189 cm (169,2 ± 8,1 cm) arasında değişmektedir. Vücut kitle indeksleri (BMI) 14,2 ile 40,1 (24,8 ± 6,4), vücut yüzey alanları (BSA), Dubois Formülü 'ne göre, 1,4 ile 2,3 (1,8 ± 0,2) arasındadır.

Tablo 6.1. Kadavraların Demografik Özellikleri

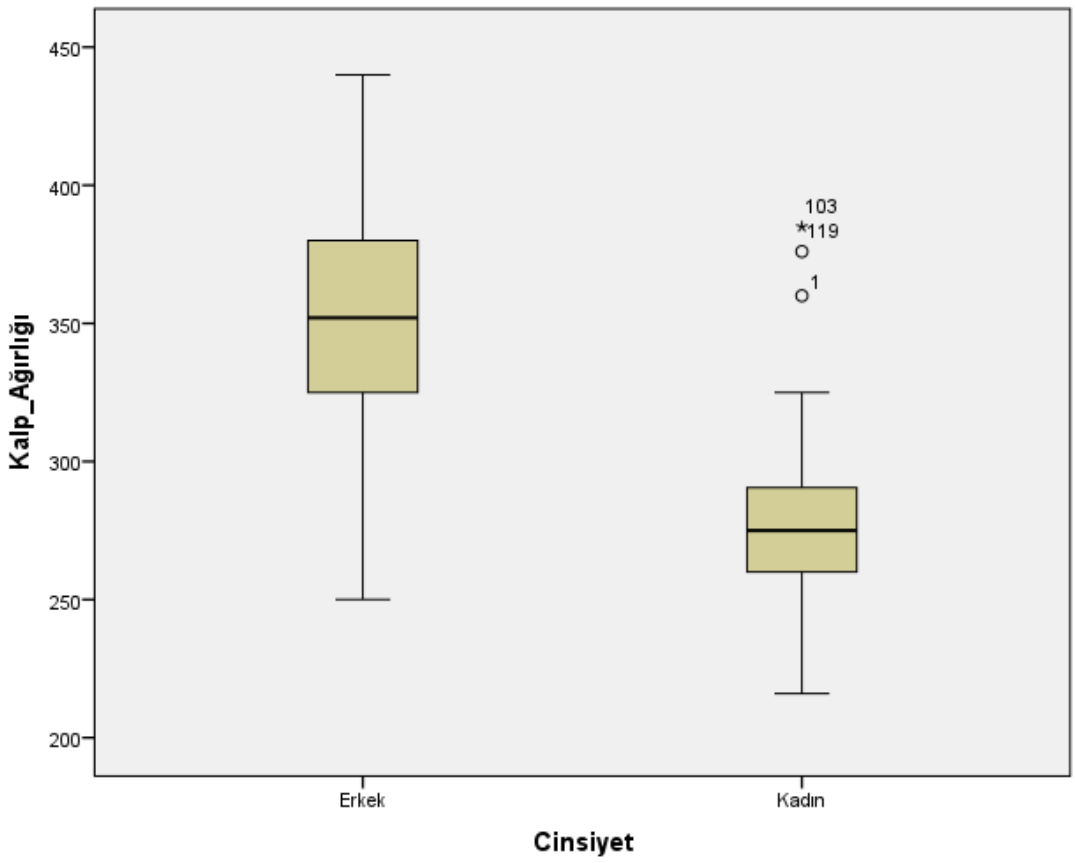
Yaş Grupları	**Yaş Ort.**	**Cinsiyet (K/E)**	**Boy Ort. (cm)**	**Ağırlık Ort. (kg)**	**BSA (Ort.)**
<20	19 ± 0,0	1/3	169,7 ± 8,6	57,7 ± 9,1	1,64 ± 1,5
20-29	24,1 ± 3,0	9/8	171,1 ± 8,4	54,8 ± 8,8	1,61 ± 2,4
30-39	35,5 ± 2,8	10/9	169,3 ± 9,4	71 ± 15,8	1,81 ± 6,6
40-49	44,1 ± 2,6	15/16	169,8 ± 8,6	79,7 ± 20,8	1,92 ± 6,4
50-59	54,7 ± 3,0	7/17	169,7 ± 6,7	72,5 ± 13,7	1,84 ± 4,7
60-69	63,8 ± 3,1	5/10	165,9 ± 7,8	79,6 ± 13,0	1,90 ± 6,7
70-79	72,4 ± 3,0	0/9	169,2 ± 5,6	59 ± 14,3	1,65 ± 4,6
>80	82 ± 0,0	0/1	165 ± 0,0	43 ± 0,0	1,40 ± 0,0
Toplam	46,4 ± 15,7	47/73	169,2 ± 8,1	70,6 ± 17,7	1,8 ± 0,2



Resim 6.1. Cinsiyete göre BSA Dağılım Grafiği

Kalp ağırlığı ortalama 325,9 ± 54,3 gr bulundu. En düşük kalp ağırlığı 216 gr en yüksek kalp ağırlığı 440 gr ölçüldü. Kadınlarda kalp ağırlığı 216-385gr arasında değişirken erkeklerde 250-440 gr arasında bulundu. Ortalama kalp ağırlığı kadınlarda 278,4 ± 33,7 gr ölçülürken erkeklerde 356,1 ± 41,9 gr idi. Kalbin uzunluğu 6,5-14,6 cm aralığında, genişliği 6,8-13,0 cm aralığında ölçüldü. Kalbin ortalama uzunluğu 10,2 ± 1,4 cm, ortalama genişliği 9,4 ± 1,3 cm olarak ölçüldü (Tablo 6.2). Mitral kapak yapısal bütünlüğü açısından anatomik bileşenler; cinsiyete, yaşa, boya, ağırlığa, BMI ve BSA'ya, kalp ağırlığına ve kalp boyutuna bağlı farklılaşmaktadır.

Tablo 6.2. Yaş Gruplarına Göre Ortalama Kalp Ağırlığı ve Kalp Boyutları			
Yaş Grupları	**Kalp Ağırlığı(gr)**	**Kalbin Uzunluğu(cm)**	**Kalbin Genişliği(cm)**
<20	282,5 ± 29,3	9,7 ± 1,9	8,1 ± 0,6
20-29	286,2 ± 48,3	9,5 ± 1,8	8,4 ± 0,9
30-39	315,1 ± 48,9	10,3 ± 1,6	9,5 ± 1,5
40-49	337,4 ± 53,8	10,4 ± 1,2	9,7 ± 1,4
50-59	344,7 ± 55,3	10,5 ± 0,7	9,6 ± 1,1
60-69	330,8 ± 59,6	9,6 ± 1,1	9,4 ± 1,1
70-79	344,6 ± 38,0	10,5 ± 1,1	9,3 ± 1,5
>80	328,5 ± 0,0	12,6 ± 0,0	11,1 ± 0,0
Tüm Ortalama	**325,9 ± 54,3**	**10,2 ± 1,4**	**9,4 ± 1,3**

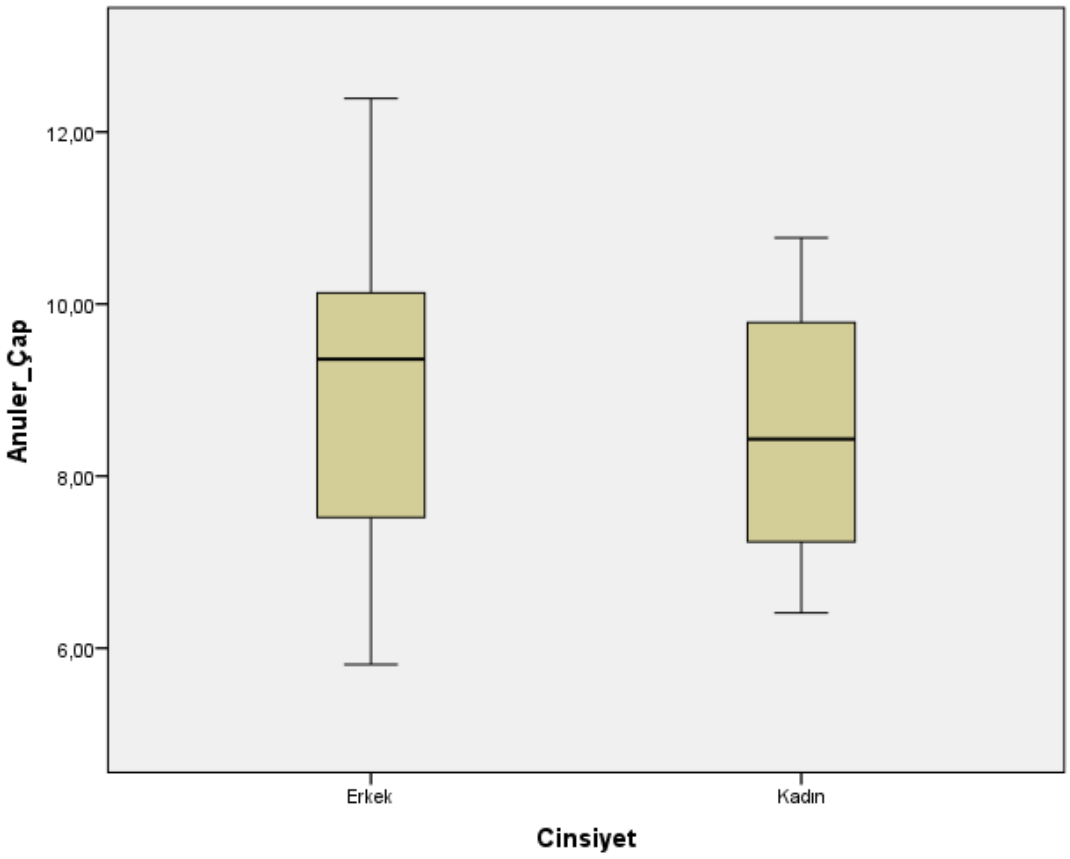


Resim 6.2. Cinsiyete Göre Kalp Ağırlığı Grafiği

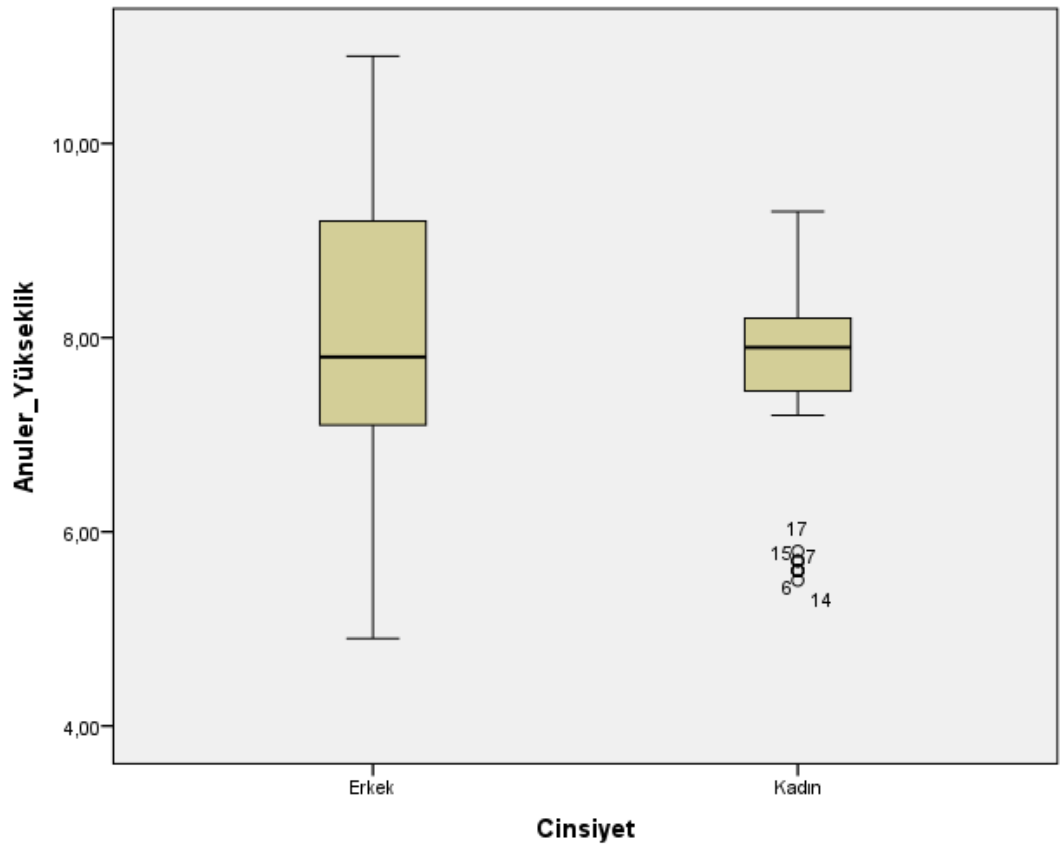
Mitral kapak anuler ölçümleri Tablo 6.3'de özetlenmiştir. İnter-trigonal (IT) mesafe 14,4 mm ile 35,5 mm aralığında, ortalama 22,4 ± 4,1 mm; kadınlarda 22,0 ± 3,7 mm, erkeklerde 22,6 ± 4,4 mm ölçüldü. Komissürler hizasındaki anuler genişlik (CW) 18,6 mm ile 43,4 mm aralığında, ortalama 28,2 ± 4,8 mm; kadınlarda 27,3 ± 4,0 mm, erkeklerde 28,8 ± 5,2 mm ölçüldü. Anterolateral-posteromedial mesafe (AL-PM) 19,5 mm ile 44,1 mm aralığında, ortalama 29,4 ± 4,8 mm; kadınlarda 28,7 ± 3,9 mm, erkeklerde 29,8 ± 5,2 mm ölçüldü. Anterior ve posterior anuler orta noktalar arası mesafe (AP) 17,9 mm ile 39,9 mm aralığında, ortalama 26,6 ± 6,2 mm; kadınlarda 25,5 ± 5,5 mm, erkeklerde 27,2 ± 6,5 mm ölçüldü. Anuler çap 6,0 cm ile 12,4 cm aralığında, ortalama 8,8 ± 1,6 cm; kadınlarda 8,5 ± 1,3 cm, erkeklerde 9,0 ± 1,7 cm ölçüldü. Anterior lifletin anulus çevresinde kapladığı alanın posterior lifletin anulus çevresinde kapladığı alana oranı ortalama 3/5 ölçüldü. Anuler yükseklik 4,9 mm ile 10,9 mm arasında, ortalama 7,7 ± 1,3 mm; kadınlarda 7,6 ± 1,0 mm, erkeklerde 7,9 ± 1,4 mm ölçüldü. Anuler alan 3,1 cm^2 ile 8,4 cm^2 arasında, ortalama 5,9 ± 1,2 cm^2; kadınlarda 5,5 ± 1,1 cm^2, erkeklerde 6,1 ± 1,2 cm^2 ölçüldü. Anterior ve posterior noktaların komissür hattındaki açısı (NPA / Non-Planarity Angle) 120 derece ile 151 derece arasında, ortalama 135,7 ± 8,4 derece; kadınlarda 136,0 ± 6,1 derece, erkeklerde 135,5 ± 9,6 derece ölçüldü. Trigonlar ile anuler orta nokta arasındaki açı (Tg) 88 derece ile 110 derece arasında, ortalama 96,2 ± 5,0 derece; kadınlarda 95,0 ± 3,7 derece, erkeklerde 95,6 ± 5,6 derece ölçüldü. CW ile anuler orta nokta arasındaki açı (Com) 130 derece ile 156 derece arasında, ortalama 139,3 ± 6,0 derece; kadınlarda 138,7 ± 5,1 derece, erkeklerde 139,6 ± 6,5 derece ölçüldü.

Tablo 6.3. Mitral Kapak Anuler Ölçümler

Yaş Grupları	Mitral Anuler Çap (cm)	IT Mesafesi (mm)	CW (mm)	AL-PM Mesafesi (mm)	AP Mesafesi (mm)	Mitral Anuler Yükseklik (mm)	Mitral Anuler Alan (cm^2)	NPA	Tg	Com
<20	7,6 ± 1,2	19,5 ± 2,9	24,7 ± 2,4	25,7 ± 2,5	23,1 ± 5,2	7,3 ± 1,1	5,2 ± 1,0	132,5 ± 9,4	96,5 ± 4,2	135,7 ± 4,1
20-29	7,4 ± 0,9	18,8 ± 2,1	24,5 ± 2,6	25,5 ± 2,3	21,8 ± 3,8	6,8 ± 1,3	4,8 ± 0,9	135,8 ± 7,9	97,1 ± 3,1	139,0 ± 4,7
30-39	8,8 ± 1,4	22,7 ± 2,8	27,8 ± 3,7	29,0 ± 3,6	27,2 ± 5,6	7,8 ± 1,0	5,9 ± 1,1	134,5 ± 7,8	95,0 ± 3,6	138,2 ± 5,7
40-49	9,6 ± 1,9	24,6 ± 4,6	31,2 ± 5,7	32,2 ± 5,8	28,9 ± 7,1	7,8 ± 0,8	6,3 ± 1,5	138,3 ± 8,7	98,1 ± 7,0	139,5 ± 7,4
50-59	9,0 ± 1,2	22,9 ± 4,1	29,0 ± 4,7	30,7 ± 4,5	26,7 ± 4,7	8,0 ± 1,1	6,0 ± 1,1	135,8 ± 8,4	93,9 ± 4,0	138,9 ± 6,1
60-69	9,5 ± 0,9	23,3 ± 2,1	28,8 ± 2,2	29,8 ± 2,1	30,4 ± 4,4	8,3 ± 1,3	6,4 ± 0,6	133,8 ± 7,8	94,2 ± 2,6	141,6 ± 4,9
70-79	7,8 ± 1,4	19,6 ± 4,0	25,6 ± 3,4	26,5 ± 3,7	22,9 ± 4,9	7,9 ± 2,4	5,6 ± 0,9	131,1 ± 9,4	97,4 ± 3,3	139,5 ± 6,6
Tüm Ortalama	**8,8 ± 1,6**	**22,4 ± 4,1**	**28,2 ± 4,8**	**29,4 ± 4,8**	**26,6 ± 6,2**	**7,7 ± 1,3**	**5,9 ± 1,2**	**135,7 ± 8,4**	**96,2 ± 5,0**	**139,3 ± 6,0**



Resim 6.3. Mitral Anuler Çapın Cinsiyete göre Dağılımı Grafiği

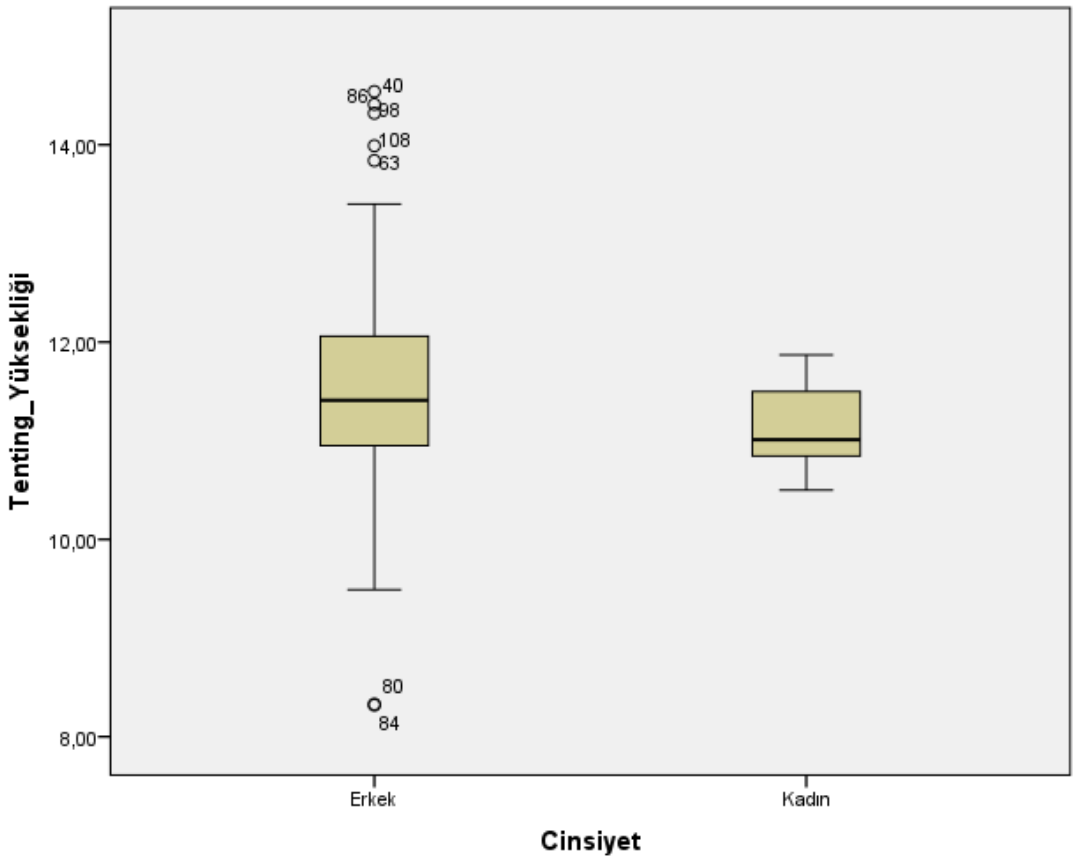


Resim 6.4. Mitral Anuler Yüksekliğin Cinsiyete göre Dağılımı Grafiği

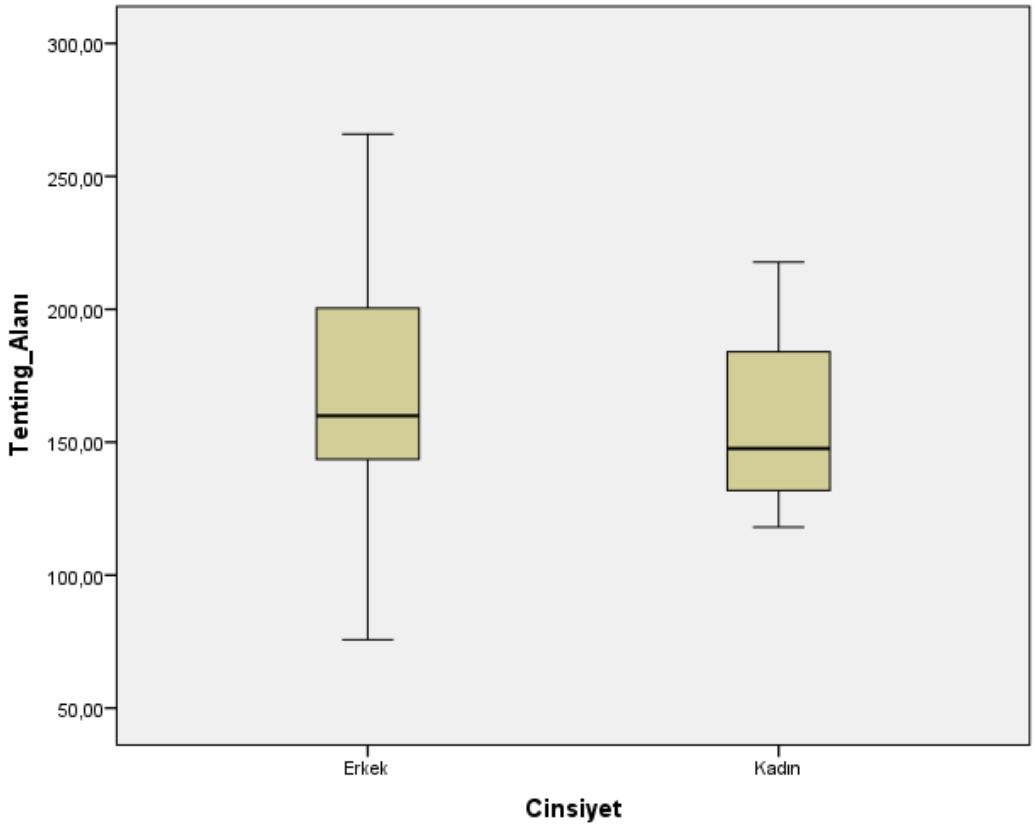
Mitral kapak lifletleri ile ilgili ölçümler Tablo 6.4'te özetlenmiştir. Anterior liflet alanı 2,4 cm^2 ile 5,2 cm^2 arasında, ortalama 3,9 ± 0,7 cm^2; kadınlarda 3,8 ± 0,6 cm^2, erkeklerde 3,9 ± 0,7 cm^2 ölçüldü. Posterior liflet alanı 1,7 cm^2 ile 4,2 cm^2 arasında, ortalama 3,3 ± 0,6 cm^2; kadınlarda 3,2 ± 0,6 cm^2, erkeklerde 3,4 ± 0,6 cm^2 ölçüldü. Anterior liflet boyu 9,1 mm ile 22,6 mm arasında, ortalama 15,3 ± 2,8 mm; kadınlarda 13,6 ± 1,3 mm, erkeklerde 16,3 ± 3,0 mm ölçüldü. Posterior liflet boyu 3,9 mm ile 9,9 mm arasında, ortalama 6,3 ± 1,3 mm; kadınlarda 6,0 ± 0,9 mm, erkeklerde 6,4 ± 1,4 mm ölçüldü. Posterior scallop uzunlukları ayrı ayrı ölçülmüştür. P1 6,3 mm ile 14 mm arasında, ortalama 9,4 ± 2,1 mm; kadınlarda 8,9 ± 1,3 mm, erkeklerde 9,6 ± 2,4 mm ölçüldü. P2 7,3 mm ile 17,7 mm arasında, ortalama 11,4 ± 2,7 mm; kadınlarda 10,1 ± 1,8 mm, erkeklerde 12,2 ± 2,8 mm ölçüldü. P3 6,3 mm ile 15,2 mm arasında, ortalama 10,1 ± 2,2 mm; kadınlarda 9,3 ± 1,6 mm, erkeklerde 10,6 ± 2,4 mm ölçüldü. Anterolateral komissür yüksekliği 2,7 mm ile 5,8 mm arasında, ortalama 3,9 ± 0,7 mm; kadınlarda 3,7 ± 0,5 mm, erkeklerde 4,0 ± 0,8 mm ölçüldü. Posteromedial komissür yüksekliği 2,6 mm ile 6,1 mm arasında, ortalama 3,8 ± 0,7 mm; kadınlarda 3,6 ± 0,4 mm, erkeklerde 3,9 ± 0,8 mm ölçüldü. Tenting yüksekliği 8,3 mm ile 14,5 mm arasında, ortalama 11,4 ± 1,0 mm; kadınlarda 11,1 ± 0,4 mm, erkeklerde 11,5 ± 1,2 mm ölçüldü. Tenting alanı 114,2 mm^2 ile 266,0 mm^2 arasında, ortalama 166,8 ± 38,7 mm^2; kadınlarda 156,9 ± 30,8 mm^2, erkeklerde 173,2 ± 41,9 mm^2 olarak hesaplandı.

Tablo 6.4. Mitral Kapak Lifletleri ile İlgili Ölçümler

Yaş Grupları	Anterior Liflet Alanı (cm^2)	Posterior Liflet Alanı (cm^2)	Anterior Liflet Boyu (mm)	Posterior Liflet Boyu (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	Anterolateral Komissür Yüksekliği (mm)	Posteromedial Komissür Yüksekliği (mm)	Tenting Yüksekliği (mm)	Tenting Alanı (mm^2)
<20	3,6 ± 0,4	1,6 ± 0,6	13,8 ± 1,9	5,8 ± 0,8	9,4 ± 2,3	11,1 ± 2,4	10,0 ± 2,4	3,7 ± 0,6	3,7 ± 0,7	11,3 ± 0,9	145,3 ± 20,6
20-29	3,3 ± 0,5	2,5 ± 0,5	13,1 ± 1,8	5,4 ± 1,0	9,2 ± 1,9	11,3 ± 2,2	10,3 ± 1,9	3,6 ± 0,5	3,7 ± 0,6	11,5 ± 0,7	141,4 ± 22,4
30-39	3,9 ± 0,5	2,0 ± 0,6	14,9 ± 2,4	6,2 ± 0,8	9,6 ± 1,6	11,2 ± 2,6	10,1 ± 1,9	3,8 ± 0,6	3,7 ± 0,6	11,1 ± 0,4	166,6 ± 30,1
40-49	4,1 ± 0,8	3,2 ± 0,8	16,5 ± 3,0	6,9 ± 1,1	9,8 ± 2,4	11,3 ± 3,2	9,9 ± 2,4	4,0 ± 1,0	4,0 ± 1,0	11,3 ± 0,7	179,8 ± 47,5
50-59	3,9 ± 0,5	3,0 ± 0,6	16,5 ± 1,6	6,3 ± 0,9	9,0 ± 2,4	11,2 ± 2,9	9,8 ± 2,4	4,0 ± 0,7	3,8 ± 0,6	11,1 ± 0,7	163,4 ± 27,4
60-69	4,2 ± 0,4	2,2 ± 0,3	15,7 ± 2,0	6,5 ± 1,5	9,0 ± 1,8	11,1 ± 2,2	9,9 ± 2,2	4,0 ± 0,7	3,8 ± 0,6	11,7 ± 1,2	191,7 ± 26,9
70-79	3,6 ± 0,4	2,9 ± 0,6	13,8 ± 4,2	6,2 ± 2,2	9,6 ± 2,3	13,4 ± 1,7	11,8 ± 2,4	3,5 ± 0,5	3,7 ± 0,7	12,9 ± 1,3	168,1 ± 43,7
Tüm Ortalama	**3,9 ± 0,7**	**3,3 ± 0,6**	**15,3 ± 2,8**	**6,3 ± 1,3**	**9,4 ± 2,1**	**11,4 ± 2,7**	**10,1 ± 2,2**	**3,9 ± 0,7**	**3,8 ± 0,7**	**11,4 ± 1,0**	**166,8 ± 38,7**



Resim 6.5. Cinsiyete göre Tenting Yüksekliği Dağılımı Grafiği



Resim 6.6. Cinsiyete göre Tenting Alanı Dağılımı Grafiği

Subvalvuler aparatlarla ilgili ölçümler Tablo 6.5'de özetlenmiştir. Anterolateral papiller kas uzunluğu 21,2 mm ile 42,8 mm arasında, ortalama 29,1 ± 4,3 mm; kadınlarda 29,0 ± 3,6 mm, erkeklerde 29,2 ± 4,7 mm ölçüldü. Posteromedial papiller kas uzunluğu 18,1 mm ile 44,1 mm arasında, ortalama 28,8 ± 4,9 mm; kadınlarda 29,2 ± 4,2 mm, erkeklerde 28,6 ± 5,3 mm ölçüldü. Papiller kas grubu içerisinde en uzun baş referans alınarak papiller kaslar arası mesafe 11,4 mm ile 21,5 mm arasında, ortalama 14,5 ± 2,2 mm; kadınlarda 14,5 ± 1,1 mm, erkeklerde 14,5 ± 2,7 mm ölçüldü. Papiller kaslar arası açı 16 derece ile 35 derece arasında, ortalama 22,8 ± 4,8 derece; kadınlarda 21,2 ± 3,6 derece, erkeklerde 23,8 ± 5,3 derece ölçüldü.

Tablo 6.5. Subvalvuler Aparat Ölçümleri

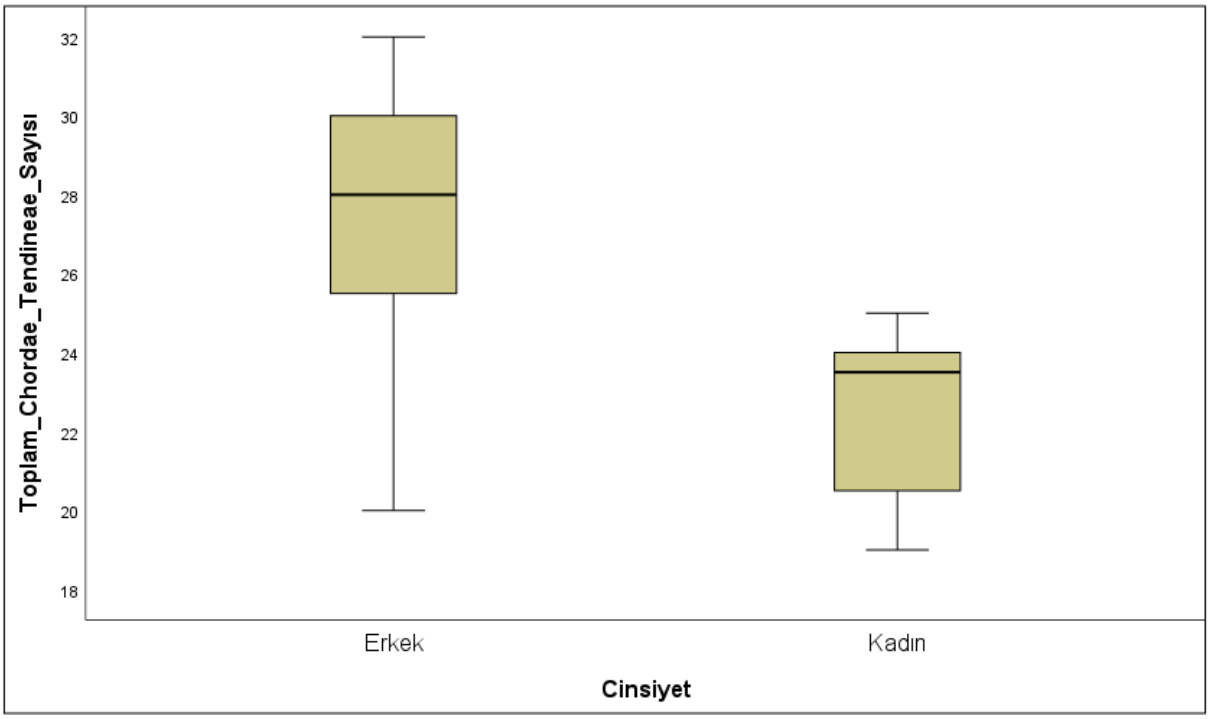
Yaş Grupları	Anterolateral Papiller Kas Uzunluğu (mm)	Posteromedial Papiller Kas Uzunluğu (mm)	Papiller Kaslar Arası Mesafe (mm)	Papiller Kaslar Arası Açı
<20	25,5 ± 1,8	25,8 ± 1,8	13,5 ± 1,7	22,8 ± 5,7
20-29	25,3 ± 1,9	25,3 ± 2,3	14,1 ± 1,4	21,2 ± 5,0
30-39	28,7 ± 2,8	28,7 ± 3,3	13,8 ± 1,3	22,2 ± 4,3
40-49	31,1 ± 3,3	31,0 ± 4,0	14,3 ± 2,3	22,1 ± 3,0
50-59	29,2 ± 3,5	28,4 ± 3,9	14,1 ± 1,2	23,5 ± 4,7
60-69	29,9 ± 3,9	28,6 ± 6,5	15,1 ± 2,5	23,8 ± 5,8
70-79	27,5 ± 6,5	28,6 ± 8,8	16,1 ± 2,9	25,4 ± 8,2
Tüm Ortalama	**29,1 ± 4,3**	**28,8 ± 4,9**	**14,5 ± 2,2**	**22,8 ± 4,8**

Korda tendinea sayıları Tablo 6.6'da, uzunlukları Tablo 6.7'de özetlenmiştir. Toplam korda tendinea sayısı ortalama 24,9 ± 3,7 adet; kadınlarda 21,7 ± 1,9 adet, erkeklerde 26,9 ± 3,0 adet olarak sayıldı. Kadınlarda 18 ila 25 adet arası, erkeklerde 20 ila 34 adet arası korda tendinea görüldü. Bazal korda ve interpapiller korda tendinea toplam sayıya dahil edilmemiştir. Kalplerin %32'sinde interpapiller korda tendinea görüldü. En az 1 ve en çok 5 adet görüldü ve ortalama boyları 9,0 ± 2,5 mm olarak ölçüldü. Primer ve sekonder kordalar

birlikte sayılarak papiller kastan çıktığı ve liflete tutunduğu aralık uzunluk olarak kabul edilmiştir. Anterolateral papiller kastan çıkarak anterior liflete tutunan korda tendinea sayısı ortalama 4,9 ± 1,5 olarak görüldü ve uzunlukları ortalama 15,0 ± 5,4 mm ölçüldü. Anterolateral papiller kastan çıkarak P1 ve P2'ye tutunan ortalama korda tendinea sayısı sırasıyla 3,5 ± 0,6 ve 3,9 ± 1,1 olarak görüldü ve ortalama uzunlukları sırasıyla 11,7 ± 3,6 mm ve 15,7 ± 3,5 mm ölçüldü. Anterolateral papiller kastan çıkarak P3'e tutunan korda yoktu. Posteromedial papiller kastan çıkarak anterior liflete tutunan korda tendinea sayısı ortalama 3,6 ± 0,6'ydı ve ortalama uzunlukları 17,6 ± 4,3 mm ölçüldü. Posteromedial papiller kastan çıkarak P2 ve P3'e tutunan ortalama korda tendinea sayısı sırasıyla 3,9 ± 0,8 ve 3,0 ± 0,4 olarak görüldü ve ortalama uzunlukları sırasıyla 14,3 ± 4,2 mm ve 16,5 ± 4,6 mm olarak ölçüldü. Posteromedial papiller kastan çıkarak P1'e tutunan korda yoktu. Komissural korda tendinea sayısı ortalama 2,1 ± 0,3 olarak görüldü ve ortalama uzunlukları 17,8 ± 4,7 mm olarak ölçüldü. Kadınlarda korda tendinea uzunluğu 5,4 mm ile 20,9 mm arasında, ortalama 12,5 ± 3,9 mm, erkeklerde korda tendinea uzunluğu 6,2 mm ile 28,2 mm arasında ortalama 16,8 ± 4,5 mm ölçüldü. Papiller kasın boyu ve yapısının korda tendinea boyları üzerinde bu derece varyasyon oluşmasında rolünün çok büyük olduğu gözlemlendi.

Tablo 6.6. Korda Tendinea Sayıları (En Az – En Çok)

	Erkek	**Kadın**
AL Papiller Kas – Anterior Liflet	3-8	3-5
AL Papiller Kas – P1	3-5	3-4
AL Papiller Kas – P2	2-6	2-4
PM Papiller Kas – Anterior Liflet	3-5	2-4
PM Papiller Kas – P2	3-6	3-4
PM Papiller Kas – P3	2-4	2-3
Komissural Korda Tendinea	2-3	2-2
TOPLAM	**20-34**	**18-25**



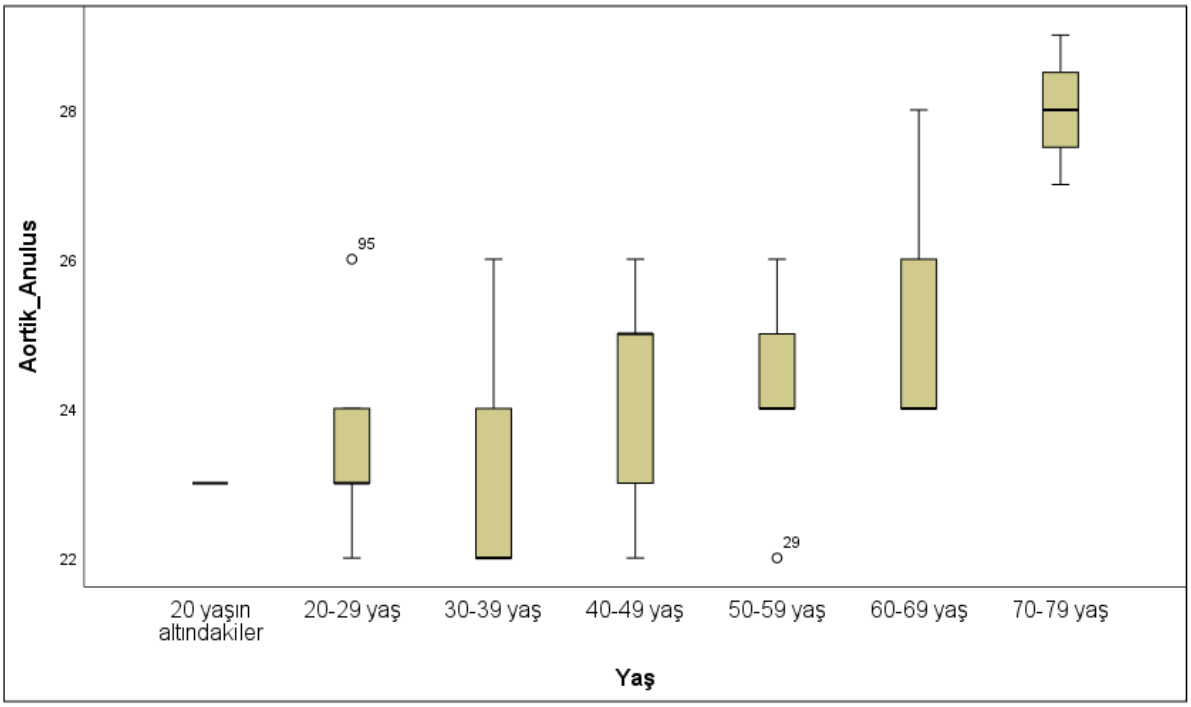
Resim 6.7. Cinsiyete göre Toplam Korda Tendinea Sayıları Grafiği

Tablo 6.7. Korda Tendinea Ortalama Uzunlukları (mm)

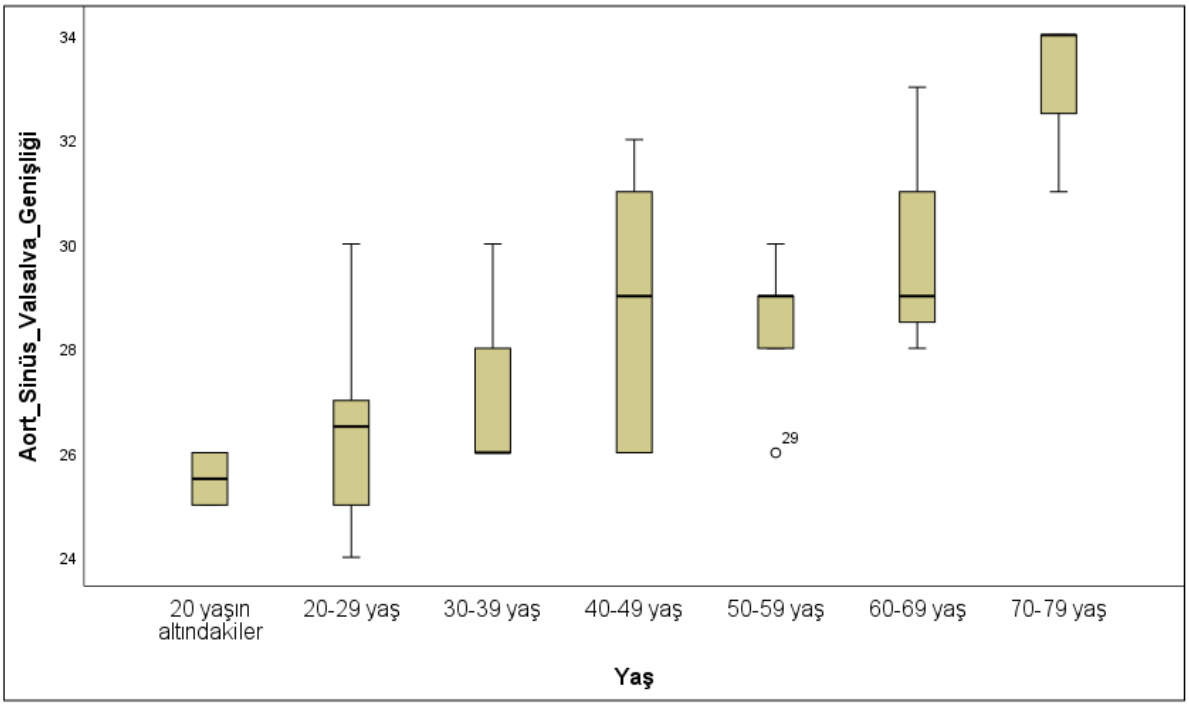
	Erkek	**Kadın**
AL Papiller Kas – Anterior Liflet	16,6 ± 5,2	11,3 ± 3,6
AL Papiller Kas – P1	12,9 ± 3,5	9,4 ± 2,3
AL Papiller Kas – P2	16,6 ± 3,4	13,8 ± 3,0
PM Papiller Kas – Anterior Liflet	19,1 ± 3,6	14,7 ± 3,9
PM Papiller Kas – P2	16,0 ± 3,4	11,1 ± 3,6
PM Papiller Kas – P3	18,2 ± 4,2	13,6 ± 3,8
Komissural Korda Tendinea	19,6 ± 4,1	14,6 ± 3,9
Toplam Ortalama	16,8 ± 4,5	12,5 ± 3,9

Mitral kapak anatomik komşulukları ile ilgili ölçümler aorta, aortiko-mitral devamlılık, sol atriyal appendaj ve mitral anulus-sirkumflex arter-koroner sinüs ilişkileri olarak kabaca 4 kategoride toplanabilir.

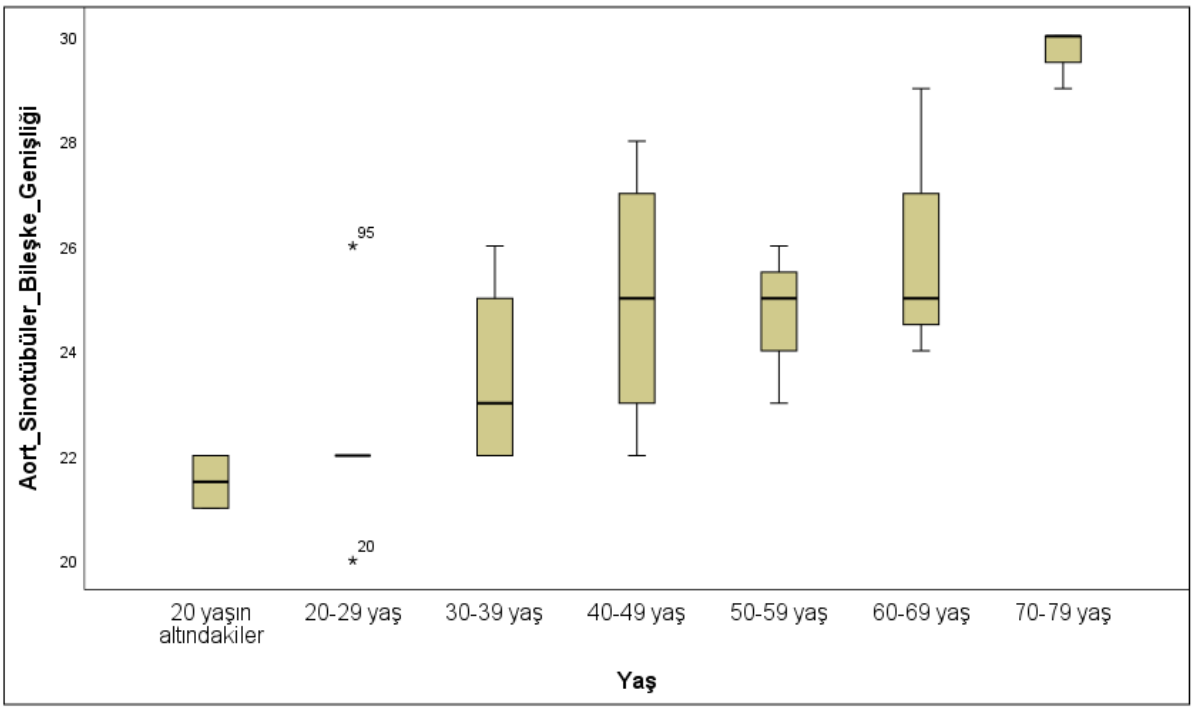
Aort çapları 2D ekokardiyografik ölçümlerle karşılaştırabilmek amacıyla 2D çap olarak sunulmaktadır. Aortik anulus çapı kadınlarda 22 mm ile 25 mm arasında, erkeklerde 23 mm ile 31 mm arasında, ortalama 24,4 ± 2,3 mm; kadınlarda 22,7 ± 0,9 mm, erkeklerde 25,1 ± 1,7 mm olarak ölçüldü. Sinüs valsalva çapı kadınlarda 24 mm ile 29 mm arasında, erkeklerde 26 mm ile 34 mm arasında, ortalama 28,1 ± 2,9 mm; kadınlarda 26,0 ± 1,2 mm, erkeklerde 29,5 ± 2,3 mm ölçüldü. Sinotübüler bileşke çapı kadınlarda 20 mm ile 25 mm arasında, erkeklerde 21 mm ile 30 mm arasında, ortalama 24,3 ± 2,9 mm; kadınlarda 22,5 ± 1,1 mm, erkeklerde 25,5 ± 2,5 mm ölçüldü. Aort anulus ile sinotübüler bileşke arası yükseklik kadınlarda 9,4 mm ile 12,9 mm arasında, erkeklerde 13,1 mm ile 17,6 mm arasında, ortalama 14,1 ± 3,1 mm; kadınlarda 11,4 ± 1,2 mm, erkeklerde 16,0 ± 1,8 mm ölçüldü.



Resim 6.8. Yaşa göre Aort Anulus Çapı Dağılımı Grafiği

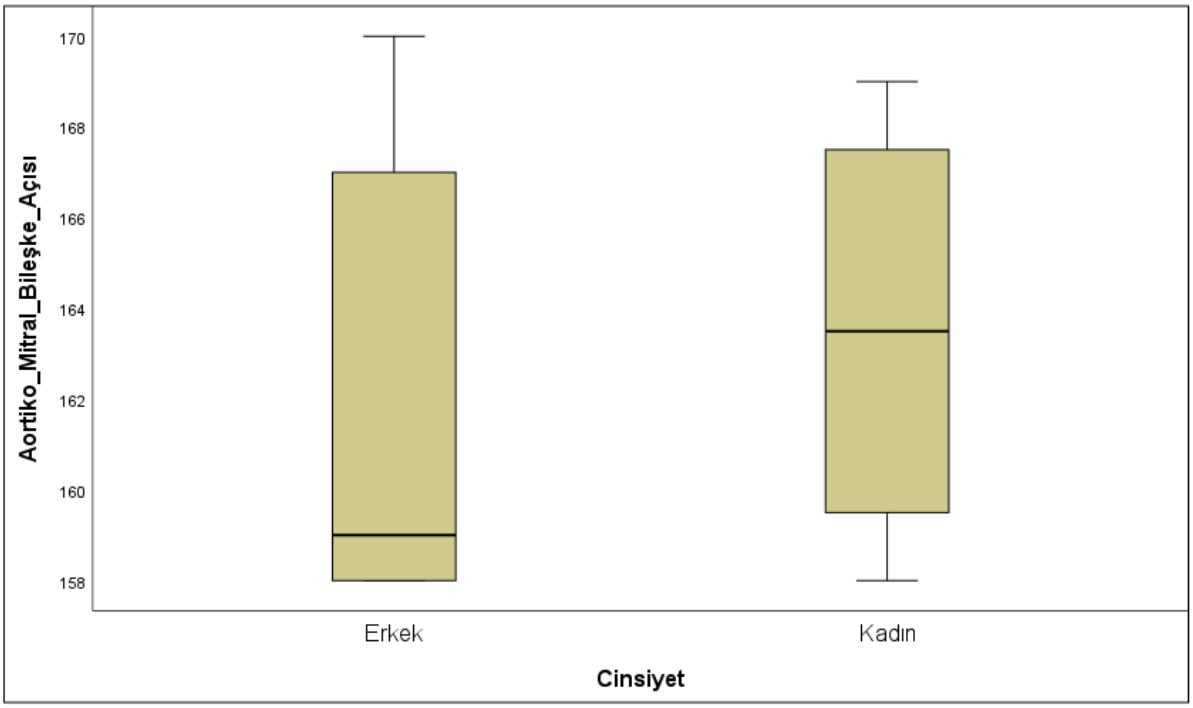


Resim 6.9. Yaşa göre Sinüs Valsalva Çapı Dağılımı Grafiği

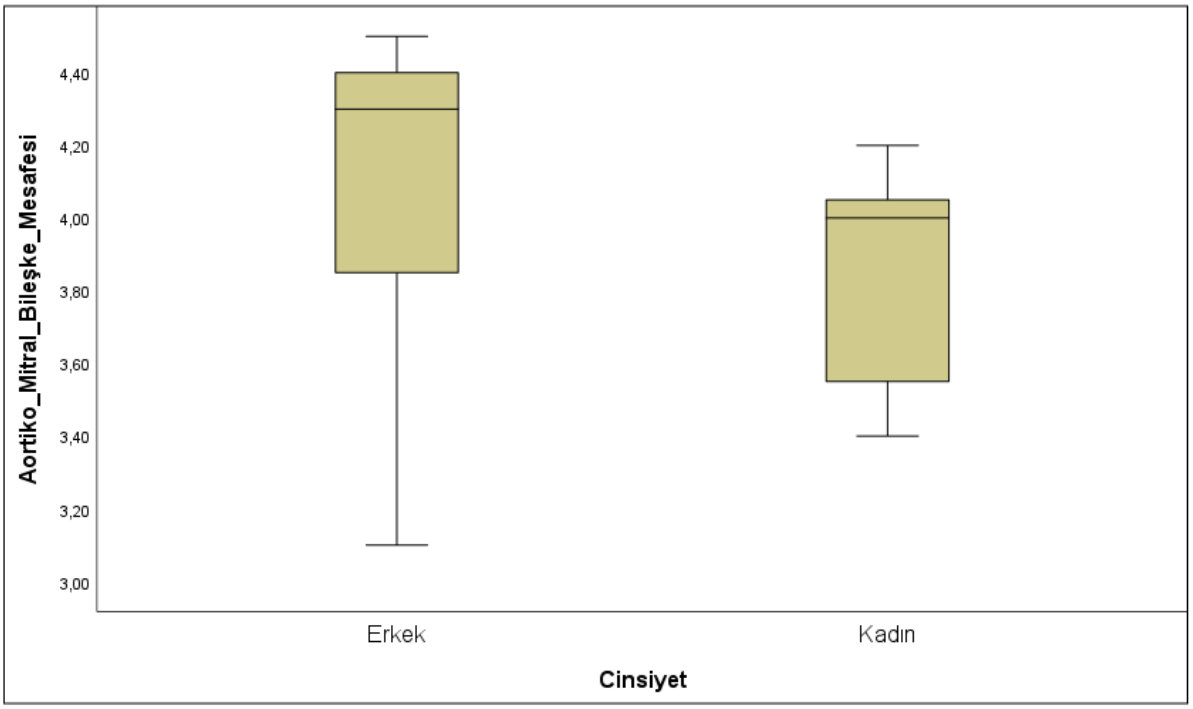


Resim 6.10. Yaşa göre Sinotübüler Bileşke Çapı Dağılımı Grafiği

Aortiko-mitral bileşke açısı kadınlarda 158 derece ile 169 derece arasında, erkeklerde 158 derece ile 170 derece arasında, ortalama 163,4 ± 3,4 derece ölçüldü. Aortiko-mitral bileşke mesafesi kadınlarda 3,4 mm ile 4,2 mm arasında, erkeklerde 3,1 mm ile 4,5 mm arasında; ortalama 3,9 ± 0,5 mm; kadınlarda 3,8 ± 0,3 mm, erkeklerde 4,1 ± 0,4 mm ölçüldü.



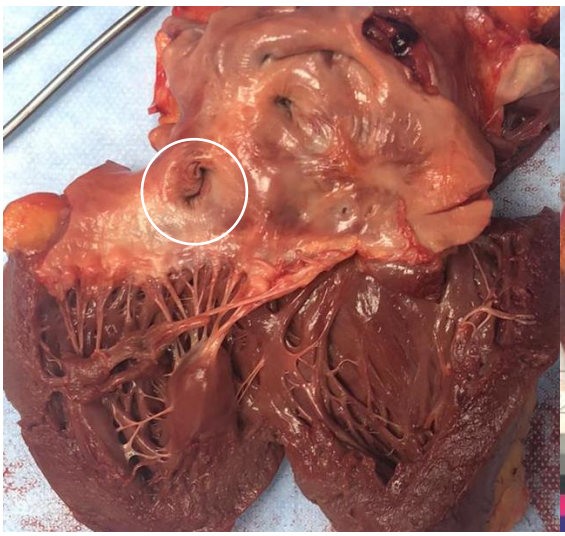
Resim 6.11. Cinsiyete göre Aortiko-Mitral Bileşke Açısı Dağılımı Grafiği



Resim 6.12. Cinsiyete göre Aortiko-Mitral Bileşke Mesafesi Dağılımı Grafiği

Sol atriyal appendaj genişliği kadınlarda 15,2 mm ile 20,9 mm arasında, erkeklerde 17,0 mm ile 26,2 mm arasında, ortalama 18,9 ± 2,8 mm ölçüldü. Sol atriyal appendaj yüksekliği kadınlarda 16,4 mm ile 23,5 mm arasında, erkeklerde 16,1 mm ile 32,2 mm arasında, ortalama 23,7 ± 6,2 mm ölçüldü. Kadavraların premortem ritim paternleri bilinmemektedir. Sol atriyal apendaj orifisleri ölçülerek şekillerine göre 4 sınıfa ayrılmıştır. Bunlar sıklık sırasına göre oval (%67,5), eliptik (%22,5), üçgen (%7,5) ve dörtgen (%2,5)'dir. Sol atriyal

apendaj orifis eni kadınlarda 7,7 mm ile 18,2 mm arasında, erkeklerde 8,1 mm ile 25,5 mm arasında, ortalama 14,0 ± 4,5 mm; kadınlarda 8,7 ± 4,0 mm, erkeklerde 10,6 ± 4,0 mm ölçüldü. Sol atriyal apendaj orifis boyu kadınlarda 4,7 mm ile 20,2 mm arasında, erkeklerde 4,1 mm ile 19,2 mm arasında, ortalama 12,4 ± 2,4 mm; kadınlarda 9,7 ± 2,8 mm, erkeklerde 16,5 ± 5,2 mm ölçüldü.



Resim 6.13. Oval Atriyal Apendaj



Resim 6.14. Eliptik Atriyal Apendaj



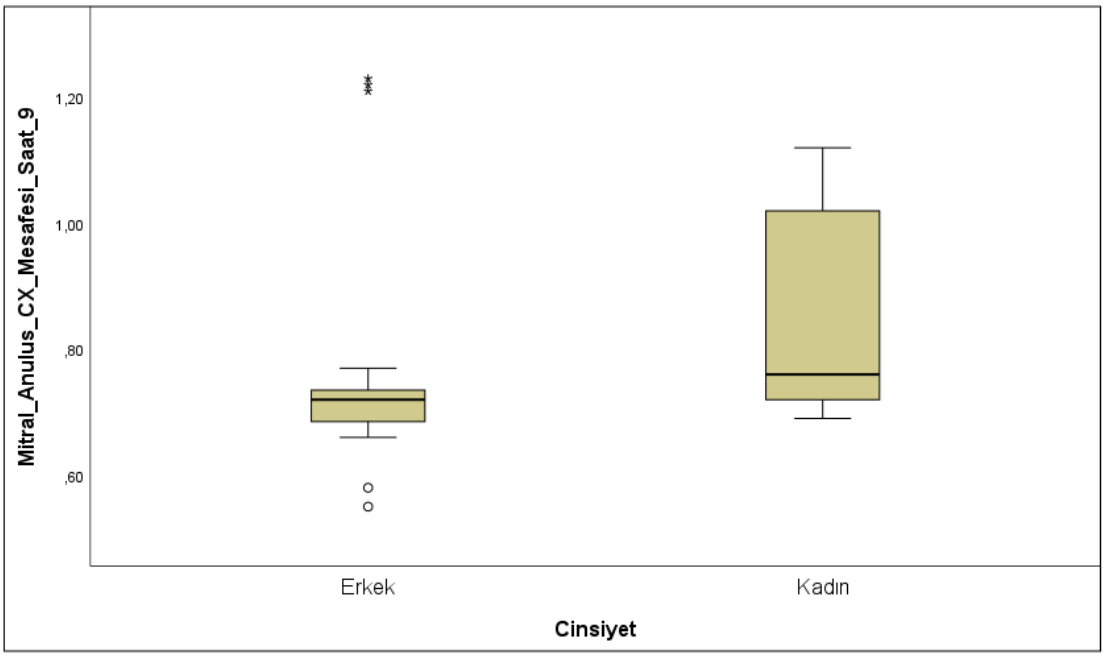
Resim 6.15. Üçgen Atriyal Apendaj



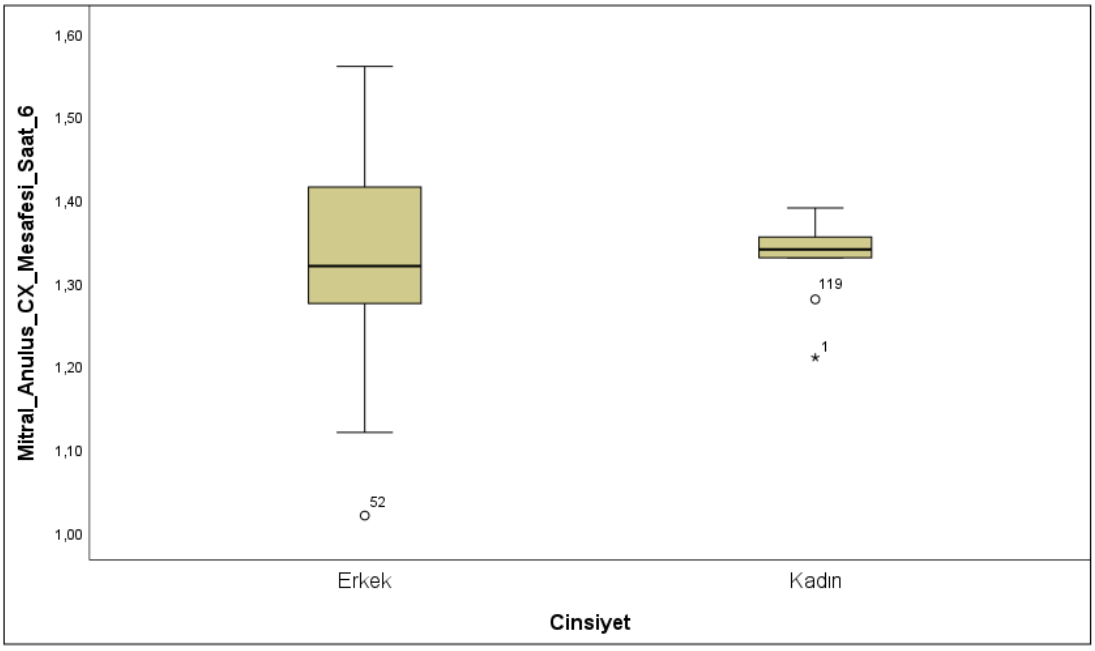
Resim 6.16. Dörtgen Atriyal Apendaj

Çalışmamızda da sol koroner dominant veya eş dominant anatomi yüzdeleri toplamı %29 bulundu. Mitral anulus cerrahi eksplorasyon görüntüsü referans alınarak, 360 derece anulus, analog saat kadranına bölünerek saat 4, saat 6 ve saat 9 yönlerinde suture edilerek, anulus-sirkumfleks-koroner sinüs ilişkileri incelendi. Yapılan analizlerde saat 9 yönünde anulus-sirkumfleks arter mesafesi 5 mm ile 13 mm arasında, ortalama 8,6 ± 2,0 mm, saat 6 yönünde 6 mm ile 19 mm arasında, ortalama 13,3 ± 1,0 mm ölçüldü. Koroner sinüsün saat 9,

6 ve 4 yönlerinde anulusa uzaklığı sırasıyla 7 mm ile 16 mm, 6 mm ile 19 mm ve 6 mm ile 20 mm aralığında ölçüldü. Ortalama uzaklığı sırasıyla (9-6-4) 10,7 ± 2,1 mm, 10,0 ± 2,3 mm ve 10,2 ± 2,3 mm ölçüldü. Posterior duvar kalınlığı 0,9 cm ile 2,1 cm arasında, ortalama 1,4 ± 0,2 cm; kadınlarda 1,4 ± 0,2 cm, erkeklerde 1,5 ± 0,2 cm ölçüldü. Septum kalınlığı 0,9 cm ile 2,0 cm arasında, ortalama 1,2 ± 0,3 cm; kadınlarda 1,1 ± 0,2 cm, erkeklerde 1,3 ± 0,4 cm ölçüldü.



Resim 6.17. Mitral Anulus - Sirkumfleks Arter Mesafesi (Saat 9 Yönü)



Resim 6.18. Mitral Anulus - Sirkumfleks Arter Mesafesi (Saat 6 Yönü)

7. TARTIŞMA

Mekanik kapak protezlerinin 1960'larda klinik kullanıma girmeleri ve hemodinamik performanslarının oldukça güvenilir olması mitral kapak hastalıklarında replasmanın radikal çözüm olduğu inancını getirmiştir. Ancak zaman içinde kapak protezlerinin komplikasyonlarının ortaya çıkmasıyla yeni çözüm arayışları gündeme gelmiştir. Carpentier'in geliştirdiği kapak rekonstrüktif metotları sayesinde de mitral kapak onarımına ilgi gittikçe artmıştır. Özellikle gelişmiş ülkelerde kapak dejenerasyonunun en sık karşılaşılan mitral yetersizlik nedeni olması ve başarılı rekonstrüksiyon operasyonları ile iyi sonuçlar alınması, bu alandaki ilginin ve gelişmenin hızlanmasına neden olmuştur. Tüm bu gelişmelerin sonucunda değişik mitral kapak rekonstrüksiyon teknikleri geliştirilmiş ve yaygınlıkları giderek artmıştır. Kapak fonksiyonel ünitelerinin iyi bir şekilde tanımlanması ve patolojiye neden olan disfonksiyone elemanın daha doğru tanınması ve hasta için en uygun rekonstrüksiyon tekniğinin belirlenmesi için mitral kapak aparatus elemanlarının ve komşuluklarının morfolojik dokümantasyonunun kritik öneme sahip olduğunu düşünüyoruz.

İnsan Kalp Boyutları: İnsan kalbinin boyutları ile ilgili olarak Gray's Anatomy'de kalbin ortalama uzunluğu ve genişliği sırasıyla 12 cm ve 8,5 cm olarak belirtilmektedir (114). Yaptığımız ölçümlere göre normal bir kalbin ortalama uzunluğu 10,2 cm ve ortalama genişliği 9,4 cm olduğundan, bulgularımız önceki çalışmaların verilerine benzer bulunmuştur. Bangladeş'te yapılan bir çalışmada kalplerin ortalama uzunluğu erkeklerde 10,5 cm, kadınlarda 9,2 cm, ortalama genişlik erkeklerde 8,5 cm, kadınlarda 7,7 cm olarak bulunmuştur (318). Demografik değerler ile kalp boyutları arasında bizim bulgularımıza benzer şekilde pozitif bir ilişki vardır (319).

Tablo 7.1. İnsan Kalp Boyutları

	Yıl	Kalbin Ortalama Uzunluğu (cm)	Kalbin Ortalama Genişliği (cm)
Gray's Anatomy	2019	12	8,5
S Mannan (Bangladeş)	2009	9,8	8,1
Bizim Çalışmamız	2023	10,2	9,4

İnsan Kalp Ağırlığı: Standart anatomi ders kitabı Grey's Anatomy'ye göre kalbin ortalama ağırlığı erkeklerde 280-340 gr, kadınlarda 230-280 gr'dır (114). Bu çalışmada kadınlarda kalp ağırlığı 216-385 gr arasında değişirken erkeklerde 250-440 gr arasında; ortalama kalp ağırlığı kadınlarda 278,4 gr, erkeklerde 356,1 gr olarak bulundu. Bu farklılıklar, çalışılan örneklerin coğrafyasından veya ırkından kaynaklanıyor olabilir. Ortalama kalp ağırlığı erkeklerde kadınlardan daha yüksektir. Amerika ve Kafkas popülasyonunda ortalama kalp ağırlığı erkeklerde kadınlardan daha yüksektir (319-324). Ayrıca, bizim bulgularımıza benzer şekilde, kalp ağırlığı yaş, kilo ve boy ile anlamlı şekilde ilişkilidir. (319, 320, 321, 323) Japon popülasyonunda kalp ağırlığı 90 yaşına kadar yaşla birlikte artar ve sonrasında azalır (325). Çin popülasyonunda kalp ağırlığı yaşla birlikte artabilir (324). Tayland'da ortalama kalp ağırlığının erkeklerde 291 ile 302 gr, kadınlarda 246 ile 259 gr arasında değiştiği bildirilmektedir (326, 327). Kore popülasyonunda kalp ağırlığı erkeklerde 305 ile 345 gr, kadınlarda 265 ile 299 gr arasında değişmektedir (321, 323). Ortalama yaşları erkeklerde 15-78, kadınlarda 1-55 olan 109 Hintli kadavra (86 erkek ve 23 kadın) üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Sonuçları, kalp ağırlığının erkeklerde 270,3 g, kadınlarda 204,4 g olduğunu gösterdi (320). Bangladeşli yetişkinler üzerinde yapılan başka bir çalışmada kalp ağırlığı erkeklerde 247,9 gr, kadınlarda 164,3 gr olarak bulundu (318).

Tablo 7.2. İnsan Kalp Ağırlığı

	Yıl	Kadın (gr)	Erkek (gr)
Gray's Anatomi	2019	230 - 280	280 - 340
Narongchai P (Tayland)	2008	246 - 259	291 - 302
Kim Y (Kore)	2009	265 – 299	305 - 345
Prakash C (Hindistan)	2013	204,4	270,3
Mannan s (Bangladeş)	2009	164,3	247,9
Bizim Çalışmamız	2023	216 – 385	250 - 440

İnsan Mitral Kapak Boyutları: Normal mitral kapağın boyutu ve hareketi ile ilgili olarak, otopsi örneklerinde ve ekokardiyografi ile ayrıntılı araştırmalar yapılmıştır. Normal kabul edilen insan kalbinin mitral kapak çapının BSA ile logaritmik bir korelasyon gösterdiği gösterilmiştir (104, 278, 291, 298-304). Gray's Anatomy'ye göre mitral kapağın ortalama çevresi erkeklerde 9,0 cm, kadınlarda 7,2 cm'dir (114). Mitral alan ABD'de iki boyutlu bir ekokardiyogram ölçülerine göre 6,4 cm^2 ile 8,2 cm^2 arasında değişmektedir (330). Brezilya'da Andrade ve arkadaşları, MATLAB yazılımına dayalı olarak mitral ve triküspit kapakların anuler çevresini 9,3 cm, mitral ve triküspit alanların ortalama değerlerini sırasıyla 4,7 cm^2 ve 6,3 cm^2 olarak bildirmiştir (331). Bir Afrika çalışmasında mitral kapağın çevresi 10,1 cm, anterior ve posterior tüberküllerin serbest kenarlarının ortalama uzunlukları sırasıyla 2,7 cm ve 1,3 cm idi (332). Anulus çevresi Japonlarda 8,8 cm iken, Hint popülasyonunda 7 ila 10 cm arasında değişmektedir (305, 331, 333-336). Bazı çalışmalarda anterior kapağın anulusta kapladığı alanın, posterior kapağın anulusta kapladığı alana oranı 0,8'dir (331, 333-336). Bizim çalışmamızda 0,6 olarak ölçülmüştür. Hint otopsilerinde mitral kapağın anterior lifletin alanının, posterior lifletten 1,6 cm daha büyük olduğunu gösterdi. Ayrıca mitral kapağın çevresi 8,2 cm ölçüldü (334). Gupta ve arkadaşları tarafından Hindistan'da yapılan başka bir araştırma, mitral kapağın ortalama çevresinin 9,1 cm olduğunu göstermiştir. Anterior lifletin serbest kenarının ortalama uzunluğu 5,6 cm iken posterior lifletin uzunluğu 8,9 cm idi. Anterior ve posterior lifletlerin alanı sırasıyla 4,1 cm^2 ve 3,3 cm^2 idi (333). Mohammadi ve arkadaşları tarafından İran'da yapılan bir çalışma mitral kapağın anüler çevresini 9,4 cm ve mitral alanı 4,5 cm^2 olarak ölçümledi (329). Bizim çalışmamızda mitral kapağın anuler çevresi ortalama 8,8 ± 1,6 cm; kadınlarda 8,5 ± 1,3 cm, erkeklerde 9,0 ± 1,7 cm ölçüldü. Anuler alan ortalama 5,9 ± 1,2 cm^2; kadınlarda 5,5 ± 1,1 cm^2, erkeklerde 6,1 ± 1,2 cm^2 ölçüldü. Bu farklılıkların, çalışılan örneklerin coğrafyasından veya ırkından kaynaklanıyor olabileceğini düşünüyoruz.

Tablo 7.3. İnsan Mitral Kapak Boyutları

	Yıl	Mitral Kapak Çevresi (cm)	Mitral Kapak Alanı (cm^2)	Anterior Liflet Alanı (cm^2)	Posterior Liflet Alanı (cm^2)
Gray's Anatomi	2019	8,1	4 - 6	-	-
Timek TA (Amerika)	2001	-	6,4 – 8,2	-	-
Louis A (Güney Afrika)	1964	10,1	-	-	-
Okamoto H (Japonya)	2007	8,8	-	-	-
Gupta C (Hindistan)	2013	9,1	-	4,1	3,3
Mohammadi S (İran)	2016	9,4	4,5	-	-
Andrade NM	2005	9,3	4,7	-	-
Bizim Çalışmamız	2023	8,8	5,9	3,9	3,3

Okamoto ve arkadaşlarının çalışmasında olduğu gibi (305) mevcut çalışmamızda, birçok kadavra kalbinin gözlenen mitral kapak çapı, Rowlatt kriterine göre tahmin edilenden daha büyüktü. Bu sonuçlar, bu çalışmada kullanılan kadavra kalplerinin hem non-dilate hem de dilate kalpleri içerdiği anlamına gelebilir. Dilate kalpleri içeren grubun mitral anulusu, Rowlatt'ın otopsi çalışmalarında incelenen numunelerden çok daha yaşlı olduğu için muhtemelen yaşlanma ve değişken volüm koşulları nedeniyle genişlemiştir (293, 298).

İnsan Kompleks Mitral Kapak Ünitesinin Segmenter Analizleri: Anulus, anüler yükseklik (AH) ile karakterize edilen bir eyere benzerliği nedeniyle kendine özgüdür. Bu şekil, liflet stresini azalttığı ve anterior sistolik gerilimi azalttığı ve potansiyel olarak onarım

dayanıklılığını artırdığı için sağlıklı bir kapağın karakteristiğidir (348, 349). Pratikte daha derin bir eyer, anulusun medial ve lateral yönlerinin daha yüksek konumları ile ilişkiliyken, anterior ve posterior yönleri alçak kalır (348). Bu matematiksel olarak anuler yükseklik-komissural genişlik oranı (AHCWR) ile açıklanır ve anuler düzlemsizliğin kantitatif bir ölçüsünü sağlar (346, 347, 350). Anulusun daha büyük veya daha küçük elipsoidal şeklini açıklayan bir diğer oran, AP çapı ile komissural genişlik (CW) arasındaki orandır (346, 350). Daha düşük bir APCWR daha elipsoid bir anulusu tanımlar. Mitral kapak AHCWR ölçümü, anulusun rotasyonel pozisyonuna bağlıdır ve yeni anuloplasti ring tasarımlarının oluşturulmasında kullanılmıştır (346, 347). Aslında, eyer şekli varyasyonu, lifletlerin stres derecesini etkiler (348): daha yüksek bir AHCWR yüzdesi ile ilişkili daha derin bir eyer şekli (350), tahmin edildiği gibi, liflet tepe geriliminin azalmasına yol açar. Çalışmamızda AHCWR kadınlarda 0,28 ± 0,04 bulunurken erkeklerde 0,28 ± 0,06 bulunmuştur. APCWR ise kadınlarda 0,94 ± 0,1 bulunurken, erkeklerde 0,95 ± 0,1 bulunmuştur. Anuler eyer yapısını etkileyen bir diğer faktör Non-Planarity Angle (NPA) 120 derece ile 151 derece arasında, ortalama 135,7 ± 8,4 derece; kadınlarda 136,0 ± 6,1 derece, erkeklerde 135,5 ± 9,6 derece ölçüldü. Bu ölçümlerde kadınlarda mitral kapağın daha elipsoid ve daha derin bir eyer yapısında olduğu görülmüştür. Anuler eyer yapısını etkileyen tek faktör bunlar değildir, liflet açıları ve tenting yüksekliği ve tenting alanı dahil olmak üzere genel koaptasyon üçgeni de mitral kapak geometrisi ve işlevinin değerlendirilmesinde önemli bir rol oynar. Çalışmamızda tenting yüksekliği 8,3 mm ile 14,5 mm arasında, ortalama 11,4 ± 1,0 mm; kadınlarda 11,1 ± 0,4 mm, erkeklerde 11,5 ± 1,2 mm ölçüldü. Tenting alanı ortalama 166,8 ± 38,7 mm^2; kadınlarda 156,9 ± 30,8 mm^2, erkeklerde 173,2 ± 41,9 mm^2 olarak hesaplandı.

Çoğu kalp cerrahı, anuloplastinin, yeniden şekillendirmek ve varsayılan fizyolojik boyutlara getirmek için mitral onarımın önemli bir parçası olduğu konusunda hemfikirdir (252, 258, 292, 293). Bununla birlikte, çeşitli anuloplasti halkaları ticari olarak mevcuttur ve doğru seçim tartışmalıdır(82, 252, 292, 294-297). Trigonlar ve komissürler, anuloplasti halkalarının boyutlandırılması için referans noktaları olarak savunulmuştur, (294, 295) bu nedenle, bu çalışmada mitral kapağın şekli ve boyutu ile kapak kapanmasının ana fonksiyonel bileşeni olan mitral anulusdaki trigonların veya komissürlerin konumu üzerine odaklanarak kapak ağzının morfolojisini araştırmak için kadaverik kalpleri kullandık. Çalışmamızda, inter-trigonal (IT) mesafe ortalama 22,4 ± 4,1 mm; kadınlarda 22,0 ± 3,7 mm, erkeklerde 22,6 ± 4,4 mm ölçüldü. Komissürler hizasındaki anuler genişlik (CW) ortalama 28,2 ± 4,8 mm; kadınlarda 27,3 ± 4,0 mm, erkeklerde 28,8 ± 5,2 mm ölçüldü. Anulus en geniş yerinde anterolateral-posteromedial mesafe (AL-PM) ortalama 29,4 ± 4,8 mm; kadınlarda 28,7 ± 3,9 mm, erkeklerde 29,8 ± 5,2 mm ölçüldü. Anterior ve posterior anuler orta noktalar arası

mesafe (AP) ortalama 26,6 ± 6,2 mm; kadınlarda 25,5 ± 5,5 mm, erkeklerde 27,2 ± 6,5 mm ölçüldü. Trigonlar ile anuler orta nokta arasındaki açı (Tg) 88 derece ile 110 derece arasında, ortalama 96,2 ± 5,0 derece; kadınlarda 95,0 ± 3,7 derece, erkeklerde 95,6 ± 5,6 derece ölçüldü. CW ile anuler orta nokta arasındaki açı (Com) 130 derece ile 156 derece arasında, ortalama 139,3 ± 6,0 derece; kadınlarda 138,7 ± 5,1 derece, erkeklerde 139,6 ± 6,5 derece ölçüldü. Anüler dilatasyonun anterior anulusta değil, daha çok sol ve sağ trigonlar arasındaki posterior kısımda meydana geldiği bilinmektedir (295, 306). Bu sebeple tercih edilecek anuloplasti ringi/bandının bu ölçümler dikkate alınarak ayarlanmasını öneriyoruz.

Mitral kapak lifletleri bir yelken gibi işlev görürken anulus ve kordalar, lifletleri direk ve halatlar gibi destekler. Özellikle sağ ve sol strut kordalar, lateral ve medial papiller kasları anterior lifletin uçları ile birleştirir ve sol ventrikül basıncına karşı destekler. Posterior lifletin 3 skallopu (P1, P2 ve P3) hilal şeklindeki yelkenler gibidir ve küçük komissural skalloplar birlikte mitral anulus ile anterior liflet arasındaki boşlukları doldurur. Çalışmamızda anterior liflet alanı ortalama 3,88 ± 0,65 cm^2; kadınlarda 3,8 ± 0,6 cm^2, erkeklerde 3,9 ± 0,7 cm^2 ölçüldü. Posterior liflet alanı ortalama 3,3 ± 0,6 cm^2; kadınlarda 3,2 ± 0,6 cm^2, erkeklerde 3,4 ± 0,6 cm^2 ölçüldü. Anterior lifletin anulus çevresinde kapladığı alanın posterior lifletin anulus çevresinde kapladığı alana oranı ortalama 3/5 ölçüldü. Anterior liflet boyu ortalama 15,3 ± 2,8 mm; kadınlarda 13,6 ± 1,3 mm, erkeklerde 16,3 ± 3,0 mm ölçüldü. Posterior liflet boyu 6,3 ± 1,3 mm; kadınlarda 6,0 ± 0,9 mm, erkeklerde 6,4 ± 1,4 mm ölçüldü. Anterolateral komissür yüksekliği ortalama 3,9 ± 0,7 mm; kadınlarda 3,7 ± 0,5 mm, erkeklerde 4,0 ± 0,8 mm ölçüldü. Posteromedial komissür yüksekliği ortalama 3,8 ± 0,7 mm; kadınlarda 3,6 ± 0,4 mm, erkeklerde 3,9 ± 0,8 mm ölçüldü. Muhtemelen, posteromedial komissural kordanın daha fazla yayılması ve bu alandaki kapak dokusunun yüksekliğinin kısa olması, bu bölgeyi mitral yetersizliğine karşı daha duyarlı hale getirecektir.

Mitral kapağın morfolojisi ile ilgili çalışmalarla karşılaştırıldığında, mitral kapakta bulunan tüberküllerin sayısı ile ilgili çok az çalışma vardır. Triküspit kapaktan belirgin şekilde farklı olan mitral kapağın farklı anatomi kitaplarına göre 2 lifleti olduğu aklımızda sabittir, ancak bazı araştırmacılar kapağın 4 lifleti olduğunu iddia etmektedir (342). Mitral kapak, ventrikülün yastık dokusu ve miyokardından gelişir. Yastık dokusunun anormal bölünmesi, tüberkül sayısının artmasına neden olabilir (344). Kalangos ve arkadaşları sınırları iyi bir şekilde ayrılmış 6 liflet ile karakterize nadir bir konjenital mitral yetmezlik vakası bildirmişlerdir (343). Gunnal ve arkadaşları, 6 lifletli bir mitral kapağı 116 kadaverik kalpte yaptıkları bir analizde %1.7 oranında görmüşlerdir (341). Bir kapaktaki tüberkül sayısındaki artış herhangi bir patoloji olmadıkça ekokardiyografide değişiklik göstermeyebilir. Tüberkül

sayısındaki artış, uçtan uca tüberkül kapanmasındaki bozukluklarla birlikte mitral yetersizliği (MY) olasılığını artırabilir. Posterior lifletin serbest kenarı genellikle 3 veya daha fazla skalloba bölünmüştür. Lateral, orta ve medial veya P1, P2 ve P3 segmentleri olarak tanımlanır (82). En yaygın görülen 3 skalloptur ancak skalloplar eşit büyüklükte değildir. Ranganathan ve meslektaşları (278), kalplerin çoğunda ortadaki skallopun daha büyük olduğunu bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da en büyük skallop ortalama 11,4 ± 2,7 mm ile orta / P2 olarak ölçüldü. Posterior scallop uzunlukları P1, P2 ve P3 olarak sırasıyla ortalama 9,4 ± 2,1 mm, 11,4 ± 2,7 mm ve 10,1 ± 2,2 mm; kadınlarda aynı sırayla 8,9 ± 1,3 mm, 10,1 ± 1,8 mm ve 9,3 ± 1,6 mm, erkeklerde aynı sırayla 9,6 ± 2,4 mm, 12,2 ± 2,8 mm ve 10,6 ± 2,4 mm ölçüldü.

Anüler dilatasyonun anterior anulusta değil, daha çok sol ve sağ trigonlar arasındaki posterior kısımda meydana geldiği belirtilmektedir (295, 306). Okamato ve arkadaşları (305) gibi tercih edilecek posterior anuloplasti bandının bu uzunluğa ayarlanması gerektiğini düşünüyoruz. Bu oran literatürde çelişkilidir: bazı çalışmalar anterior ve posterior kısımların toplam dairesel çevredeki oranının yaklaşık 1/3 ve 2/3'e karşılık geldiğinden bahsederken (345), bazı çalışmalar yaklaşık 2/5 (346) ve 3/5 (347) oranında bir orantı vermektedir. Biz de çalışmamızdan elde ettiğimiz verilere dayanarak, iyi bir kapak koaptasyonu için anterior-posterior anulus oranının 3/5'e geri getirilmesinin ve AHCWR ve APCWR oranlarının korunmasının temel olduğuna inanıyoruz.

Komissürler için bir işaret olarak papiller kaslar, cerrah için özellikle yararlıdır. Bu özellikle anterolateral papiller kas için doğrudur çünkü genellikle tek bir başı vardır. Bununla birlikte, posteromedial kasın sıklıkla iki veya daha fazla başı vardır. Bu nedenle, posteromedial komissural alanın kapsamı konusunda kafa karışıklığı ortaya çıkabilir. Komissural kordaların yelpaze benzeri düzenlemesi, anterior ve posterior yaprakçıkları komissural bölge ile temasa getiren menteşe benzeri harekete yardımcı olacaktır. Patten ve arkadaşlarının da söylediği gibi posteromedial komissural korda, anterolateral komissural kordanın daha kalın ve daha uzun dallara ve anterolateral komissural alana göre oldukça geniş bir yayılıma sahiptir (307). Ancak, posteromedial komissural alandaki kapak dokusunun yüksekliği anterolateral komissural alana eşittir. Çalışmamızda anterolateral komissür yüksekliği ortalama 3,9 ± 0,7 mm; kadınlarda 3,7 ± 0,5 mm, erkeklerde 4,0 ± 0,8 mm ölçüldü. Posteromedial komissür yüksekliği ortalama 3,8 ± 0,7 mm; kadınlarda 3,6 ± 0,4 mm, erkeklerde 3,9 ± 0,8 mm ölçüldü. Muhtemelen, posteromedial komissural kordanın daha fazla yayılması ve bu alandaki kapak dokusunun yüksekliğinin kısa olması, bu bölgeyi mitral yetersizliğine karşı daha duyarlı hale getirecektir.

Papiller kasların farklı şekilleri önceki çalışmalarda dökümente edilmiştir, ancak farklı tiplerdeki kasların ventriküler kan akışı ile korelasyonu henüz net değildir. Gunnal ve arkadaşları (310) papiller kasın şeklinin kan akışının geçişini etkilediğini ve konik kasın ventrikül yoluyla kan akışına minimum engel oluşturarak kardiyovasküler fizyolojiyi kolaylaştırmak için en iyisi olduğunu belirtmesine rağmen, yine de in vivo akış çalışmasına ihtiyaç olduğunu düşünüyoruz. Victor ve Nayak (308) kasları konik, mamilated, düz tepeli, yivli, basamaklı, dokuma, kemerli, eğimli ve tabaklı olarak sınıflandırdılar. Hospatana'nın çalışmasına göre sol ventriküldeki tüm papiller kaslar koni şeklindedir ve posteriorları genellikle bifiddir (311). Gunnal ve arkadaşları (310) kasları konik, geniş tepe, piramit ve yelpaze şeklinde sınıflandırmıştır. Ayrıca geniş apeks veya yelpaze şeklindeki papiller kaslarda sol ventrikül hipertrofisi olasılığının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (311). Hospatana ve arkadaşları anterolateral ve posteromedial papiller kaslarının uzunluğunu sırasıyla 21,4 ± 6,0 mm ve 16,3 ± 5,0 mm olarak tanımlamışlardır (311). Ayrıca sol ventrikülün papiller kaslarının sağdan daha uzun olduğunu analiz etmişlerdir. Saha ve arkadaşları, papiller kasları konik, düz tepeli, tepesi kesik, çatallı ve trifurkasyonlu olarak sınıflandırmıştır (312). Anterolateral papiller kas uzunluğunu 26,0 ± 8,8 mm, posteromedial papiller kas uzunluğunu 25,1 ± 6,2 mm belirtmişlerdir (312). Dilate kardiyomiyopatide papiller kaslar normale göre belirgin şekilde daha uzun ve daha incedir (313). Farzana ve arkadaşları geleneksel olarak adlandırılan anterolateral ve posteromedial papiller kas uzunluğunun sırasıyla 20,1 ± 2,5 mm ve 18,1 ± 7,6 mm olduğunu belirtmişlerdir (314). Normal ventriküler kütlede izole papiller kas hipertrofisi, alışılmadık olmasına rağmen, çıkış yolunu tıkar, hipertrofik kardiyomiyopatinin yeni tanımlanmış bir alt tipi olarak kabul edilir (315, 316). Cerrahi onarım (rezeksiyon, yeniden konumlandırma ve yeniden hizalama) mitral kapak yetersizliğinin altın standart tedavisidir (310). Vaskülaritesi, innervasyonu ve ventrikül kasları ile sürekliliği nedeniyle hastanın kendi papiller kasını korumak tercih edilir (313). Homograft için, Acar ve arkadaşlarının tanımladığı gibi, alıcı papiller kasına greftin uygun şekilde sabitlenmesi başarının anahtarıdır (286, 317). Erken sonuçlar cesaret verici olsa da, uzun vadeli sonuçlar takip edilmelidir.

Tablo 7.4. İnsan Kompleks Mitral Kapak Ünitesinin Segmenter Analizleri

	Yıl	Anterolateral Papiller Kas (mm)	Posteromedial Papiller Kas (mm)
Hosapatna M (Hindistan)	2014	21,4 ± 6,0	16,3 ± 5,0
Saha A (Hindistan)	2018	26,0 ± 8,8	25,1 ± 6,2
Farzana T (Bangladeş)	2015	20,1 ± 2,5	18,1 ± 7,6
Bizim Çalışmamız	2023	29,1 ± 4,3	28,8 ± 4,9

Bizim çalışmamızda ventrikülde aynı duvarda paralel ve/veya birbirine bağlı (taban, orta veya apekste) konik kas grupları gözlemledik. Her iki papiller kas grubunu birbirine bağlamak için ventriküler boşluk boyunca birkaç kas bandı da bulunur. Grup içi ara bağlantıların gruplar arası ara bağlantılardan daha sık olduğunu gözlemledik. Gruplar arası bağlantılarda birkaç korda ile birbirine bağlı olgular da mevcuttu. Anterolateral papiller kas uzunluğu 21,2 mm ile 42,8 mm arasında, ortalama 29,1 ± 4,3 mm; kadınlarda 29,0 ± 3,6 mm, erkeklerde 29,2 ± 4,7 mm ölçüldü. Posteromedial papiller kas uzunluğu 18,1 mm ile 44,1 mm arasında, ortalama 28,8 ± 4,9 mm; kadınlarda 29,2 ± 4,2 mm, erkeklerde 28,6 ± 5,3 mm ölçüldü. Papiller kas grubu içerisinde en uzun baş referans alınarak papiller kaslar arası mesafe 11,4 mm ile 21,5 mm arasında, ortalama 14,5 ± 2,2 mm; kadınlarda 14,5 ± 1,1 mm, erkeklerde 14,5 ± 2,7 mm ölçüldü. Papiller kaslar arası açı 16 derece ile 35 derece arasında, ortalama 22,8 ± 4,8 derece; kadınlarda 21,2 ± 3,6 derece, erkeklerde 23,8 ± 5,3 derece ölçüldü. Her bir papiller kas, kafa başına ortalama 12 korda tendineaya; kadınlarda 9-12 adet, erkeklerde 10-17 adet sahipti. Papiller kasın boyu ve yapısının korda tendinea boyları üzerinde bu derece varyasyon oluşmasında rolünün çok büyük olduğu gözlemlendi. Okita ve arkadaşları, kordal koruyucu mitral kapak replasmanı uygulanan hastalarda, konvansiyonel kordal kesme prosedürü ile mitral kapak replasmanı uygulanan hastalara göre postoperatif sol ventriküldeki sistolik fonksiyonlarının daha iyi olduğunu gösterdi (78). Mitral kapak replasmanında, sol ventrikülün optimum fonksiyonunu korumak için korda-papiller desteğin tutulması tercih edilmelidir.

Korda tendinea sayısı Brezilya'da yapılan bir çalışmada 1 ile 10, Hint kadavralarında 3 ile 22 (328), İran'da yapılan bir çalışmada 4 ile 35 arasında (329), ve bizim çalışmamızda 18 ila 34 arasında değişmektedir. Bu farklılıkların çalışılan örneklerde sayıma dahil edilen korda çeşitlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bizim çalışmamızda bazal kordalar ve interpapiller kordalar toplam sayıya dahil edilmemiştir. Primer ve sekonder kordalar birlikte sayılarak papiller kastan çıktığı ve liflete tutunduğu aralık uzunluk olarak kabul edilmiştir. Toplam korda tendinea sayısı ortalama 24,9 ± 3,7 adet; kadınlarda 21,7 ± 1,9 adet, erkeklerde 26,9 ± 3,0 adet olarak sayıldı. Kadınlarda 18 ila 25 adet arası, erkeklerde 20 ila 34 adet arası korda tendinea görüldü. Anterolateral papiller kastan çıkarak anterior liflete tutunan korda tendinea sayısı ortalama 4,9 ± 1,5 olarak görüldü ve uzunlukları ortalama 15,0 ± 5,4 mm ölçüldü. Anterolateral papiller kastan çıkarak P1 ve P2'ye tutunan ortalama korda tendinea sayısı sırasıyla 3,5 ± 0,6 adet ve 3,9 ± 1,1 adet olarak görüldü ve ortalama uzunlukları sırasıyla 11,7 ± 3,6 mm ve 15,7 ± 3,5 mm ölçüldü. Anterolateral papiller kastan çıkarak P3'e tutunan korda yoktu. Posteromedial papiller kastan çıkarak anterior liflete tutunan korda tendinea sayısı ortalama 3,6 ± 0,6'ydı ve ortalama uzunlukları 17,6 ± 4,3 mm ölçüldü. Posteromedial papiller kastan çıkarak P2 ve P3'e tutunan ortalama korda tendinea sayısı sırasıyla 3,9 ± 0,8 adet ve 3,0 ± 0,4 adet olarak görüldü ve ortalama uzunlukları sırasıyla 14,3 ± 4,2 mm ve 16,5 ± 4,6 mm olarak ölçüldü. Posteromedial papiller kastan çıkarak P1'e tutunan korda yoktu. Komissural korda tendinea sayısı ortalama 2,1 ± 0,3 adet olarak görüldü ve ortalama uzunlukları 17,8 ± 4,7 mm olarak ölçüldü. Analiz edilen kalplerin %32'sinde interpapiller korda tendinea görüldü. En az 1 ve en çok 5 adet görüldü ve ortalama boyları 9,0 ± 2,5 mm olarak ölçüldü. Kadınlarda korda tendinea uzunluğu 5,4 mm ile 20,9 mm arasında, ortalama 12,5 ± 3,9 mm, erkeklerde korda tendinea uzunluğu 6,2 mm ile 28,2 mm arasında ortalama 16,8 ± 4,5 mm ölçüldü. Sol ventriküldeki papiller kasın derinliği önemli ölçüde farklıysa korda tendineaların uzunlukları farklı olabilir. Yine de ortalama korda tendinea uzunlukları rekonstrüksiyon cerrahisi adayı hastalarda uygulanacak prosedürün planlanması aşamasında bir fikir verebilir. Ranganathan ve arkadaşlarının çalışmasında incelenen 50 mitral kapağın 5'inde, anterolateral komissural kordanın ana gövdesi anterior liflete dönüktü. Komissural kordanın merkezi sapının bağlanma noktasındaki bu anatomik varyasyon hatırlanmalıdır, çünkü bu gibi durumlarda kommissurotomi esnasında anterior lifletin bir kısmı yırtılabilir. Bununla birlikte, posteromedial komissural korda her zaman merkezi konumdadır ve bu nedenle kommissurotomide daha doğru bir kılavuz olacaktır (278).

Mitral yetersizlik için prostetik kapak replasmanında global sol ventrikül fonksiyonu için anulo-papiller kas sürekliliğinin önemi yaygın olarak kabul edilmiştir (279-283). Okita ve arkadaşları, kordal koruyucu mitral kapak replasmanı uygulanan hastalarda, konvansiyonel

kordal kesme prosedürü ile mitral kapak replasmanı uygulanan hastalara göre postoperatif sol ventriküldeki sistolik fonksiyonlarının daha iyi olduğunu gösterdi (78). Bu yöntemin mitral darlığı olan hastalarda önemli postoperatif fonksiyonel iyileşme sağlayıp sağlamadığı konusunda bazı tartışmalar olsa da, anulo-papiller devamlılığın korunması mitral kapak replasmanından sonra transvers mid-ventriküler bozulmayı önlemek için hala önemlidir (284, 285). Tüm lifletlerin ve korda tendinealarn rezeksiyonunu gerektiren şiddetli mitral stenozda, mitral allogreft (286) veya PTFE dikişlerle papiller kası mitral anulusa yeniden asarak sürekliliği yeniden sağlamak mümkündür (287).

Anulo-papiller devamlılığın PTFE sutürlerle onarımındaki teknik sorunlardan biri de uygun sutür uzunluğunun nasıl belirleneceğidir. Frater (288), mitral yetersizliği için kordal replasman durumunda yapay kordaların uzunluğunu belirlemenin anatomik kurallarını tanımlamasına rağmen, şiddetli mitral darlıkta PTFE dikişlerinin uygun uzunluğunu değerlendirmek için hiçbir korda tendinea uygun olmayabilir. Papiller kasın süspansiyon uzunluğu önemlidir. Çok kısaysa, aşırı gerilim diyastolik işlev bozukluğuna veya PTFE sutürlerinin yerinde doku bozulmasına neden olabilir (289). Çok uzunsa, PTFE sutürleri bir kalp döngüsü sırasında yeterli gerilimi iletemez. PTFE sutürlerin anulus seviyesinde çift loop ile düğümlenerek uzunluğunun ayarlanmasının, anulo-papiller devamlılığı en uygun şekilde gerçekleştireceğine inanıyoruz.

Çalışmamızda her bir papiller kastan her bir trabeküle giden korda boylarını ölçümledik. Biz de, Carpentier ve arkadaşları (291) gibi anterolateral papiller kastan ve posteromedial papiller kastan gelen kordaların uzunlukları arasında anlamlı bir fark bulmadık; sol ventriküldeki papiller kasın derinliği önemli ölçüde farklıysa, bu korda tendinealarn uzunlukları farklı olabilir. Tutarsızlık için diğer olası açıklamalar, mesafeyi ölçmek için mitral anulusun farklı referans noktalarına bağlı olabilir. Papiller kasın ucu ile mitral anulusun karşılık gelen 2 noktası arasındaki mesafeleri ölçtük; bu, anulus düzlemi ile aynı değildi.

Mitral yetersizlik tedavisinde mitral kapak onarımı altın standart olarak kabul edilmektedir. Lifletlerin uçtan uca yaklaştırılması Alfieri tekniği olarak adlandırılır (195). Bu teknik, anterior ve posterior lifletlerin çift delik oluşturacak şekilde ortada tek bir noktada birbirine dikilmesini içerir. Mitral kapak tamirinde bu teknik karmaşık problemler için basit bir çözümdü ancak gelişen onarım teknikleri sonrası yavaş yavaş terkedildi.

İnsan Mitral Kapak Komşulukları: Mitral cerrahi uygulamalarında, akut aort yetersizliği, sirkumfleks arter yaralanması, koroner sinüs yaralanması ve kalp bloğu gibi mitral anulusun çevredeki yapılarla yakın anatomik ilişkisinden kaynaklanan spesifik iatrojenik komplikasyonlara karşı dikkat edilmelidir. Sirkumfleksi çevreleyen bir sutürden

doğrudan yaralanma, bükülme veya büyük boyutlu bir protez kapağın kompresyonu, koroner arter spazmı, ameliyat sonucu damarın deformasyonu veya endotel yırtılmasına bağlı trombotik oklüzyon gibi çeşitli mekanizmalarla meydana gelebilir. KPB'den ayrılamama, tekrarlayan ventriküler fibrilasyon atakları, sürekli veya sürekli olmayan ventriküler taşikardi ve supraventriküler aritmiler gibi elektriksel rahatsızlıklar, ciddi hipotansiyon ve yüksek dolum basınçları ile ilişkili bozulmuş LV kontraktilitesi muhtemelen ilk bulgudur. Literatürde sirkumfleks arter komplikasyona ilişkin çok az referans vardır. Çoğu durumda, bu komplikasyon mitral kapak replasmanı sırasında meydana gelmekte ve sirkumfleks arterin kazara suture edilmesine bağlanmaktadır (351,352). Literatürde bildirilen sol koroner dominant ve eş dominant anatomi yüzdeleri sırasıyla %9,8 ve %13'tür (355), bizim çalışmamızda da sol koroner dominant veya eş dominant anatomi yüzdeleri toplamı %29 bulunmuştur. Bu istatistik, mitral kapak cerrahisi uygulanan hastaların yaklaşık dörtte birinin potansiyel olarak sirkumfleks yaralanması riski altında olduğunu ve kesinlikle çok dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Sol koroner sistem dominant veya eşit dominant kişilerde sirkumfleks arter, ortalama olarak, sağ koroner sistem dominant sirkumfleks artere göre mitral anulusa daha yakındır. (yaklaşık 8 mm'ye kıyasla 4 mm) (352, 353). Bu iatrojenik komplikasyonun önlenmesi için anuloplasti dikişinin anterior komissürün tehlike alanına ve bitişik P1 segmentine dikkatli bir şekilde yerleştirilmesi çok önemlidir, sütür anulusdan 2 mm'den fazla uzakta olmamalıdır (357), ventriküle doğru yönlendirilmiş ve derin ısırıklardan kaçınılmalıdır (92). Çok uzak veya çok derin bir dikiş sirkumfleks arteri hasarlayabilir ve hastayı derin bir tehlikeye atabilir. Bizim çalışmamızda mitral anulus cerrahi eksplorasyon görüntüsü referans alınarak, 360 derece anulus, analog saat kadranına bölünerek saat 4, saat 6 ve saat 9 yönlerinde suture edilerek, anulus-sirkumfleks arter-koroner sinüs ilişkileri incelenmiştir. Yapılan analizlerde saat 9 yönünde anulus-sirkumfleks mesafesi ortalama 8,6 ± 2,0 mm, saat 6 yönünde ortalama 13,3 ± 1,0 mm ölçülmüştür.

Mantilla ve arkadaşlarının bildirdiği bir olguda, transözafageyal ekokardiyografi ile sol ventrikül kontraktilitesinde herhangi bir anormallik olmaksızın başarılı mitral kapak tamiri doğrulandıktan sonra, yoğun bakım ünitesine nakledilen hastada elektrokardiyogramda iskemik değişikliklere bağlı ciddi hipotansiyon gelişmesi üzerine yapılan PKG ile PTCA yapılarak oklüzyon düzeltildi (354). Dillon ve arkadaşlarının bildirdiği 6 hastadan 4'ünde kalp nakli, anevrizma oluşumu veya tekrarlayan ciddi mitral yetersizlik ile sonuçlanan ciddi sol ventrikül disfonksiyonu gelişti, erken teşhis edilerek tedavi edilen 2 hasta sekelsiz iyileşti (356). Somekh ve arkadaşları mitral kapak cerrahisi sonrası sirkumfleks arter komplikasyonuna PKG ile PTCA tedavisi sonrası sirkumfleks arterden sol atriyuma doğru bir fistüle sebep olan, mitral anuloplasti halkasının ayrılmasına ve tekrarlayan mitral

yetersizliğine yol açarak yeniden ameliyatı gerektiren bir olgu paylaşmışlardır (358). Ziadi ve arkadaşlarının paylaştığı bir olguda, mitral anuloplasti sonrası asemptomatik ve postoperatif TTE'nin normal olduğu ve 5 ay sonra postinfarkt LV duvar psödoanevrizması ile şiddetli mitral yetersizliği ve zayıf LV fonksiyonu ile başvuran hastaya sol ventrikül kavitesinin psödoanevrizmasının yama ile kapatılması, ardından mitral kapak replasmanı ve triküspit anüloplastiyi yapılmıştır (360).



Resim 7.1. Mitral Anuloplasti Sonrası Sirkumfleks Arterde Oklüzyonun Koroner Anjiografideki Görünümü (360)

Coutinho ve arkadaşları (361) 5'i sol koroner dominant olan 6 sirkumfleks arter komplikasyonu yaşadıkları mitral onarım vakası bildirmişlerdir. TEE sayesinde hastalardan ikisine intraoperatif müdahale edebilmişlerdir. Tüm hastaları akut fazı atlatmış ve hayatta olsa da, çoğunluğunun bir dereceye kadar LV disfonksiyonu ile kaldığını ve 1'inde kalp nakli gerektiğini, 2'sinde geç reoperasyon ve kapak replasmanı gerektiğini belirtmişlerdir. En iyi prognozun, tanının erken konulduğu hastalarda (ameliyat sırasında veya yoğun bakım ünitesine varır varmaz) görüldüğünü paylaşmışlardır. İntraoperatif tanısı konulan ve hemodinamik olarak stabil olmayan hastalarda cerrahi, postoperatif tanısı konulan ve stabil olan hastalarda PKG önermişlerdir. Fabozzo ve arkadaşları paylaştıkları nonkoroner cuspisten orijin alan sirkumfleks arter anomalisi olan bir olguda mitral kapak replasmanı uygulaması sonrası mitral kapak anterior komşuluğunda seyreden sirkumfleks arter oklüzyonu

bildirmişlerdir (363). Aubert ve arkadaşları bu komplikasyonun tedavisi için, mümkünse perkütan koroner girişim (PCI) ile erken revaskülarizasyon önermiş, ancak sonucun öngörülemez olduğunu da belirtmişlerdir (359). Hiltrop ve meslektaşları (362), PKG ile karşılaştırıldığında cerrahi tedavi için biraz daha yüksek bir başarı oranı bildirdiler (%87'ye karşı %81). Sirkumfleks arter hasarında sonucun tahmin edilemez olduğunu ve PKG ile revaskülarizasyon potansiyelinin daha az olduğunun bilincinde olmak önemlidir, intraoperatif fark edilen komplikasyonlarda ise en iyi tedavi seçeneğinin hiç şüphesiz ikinci bir girişim olduğunu düşünüyoruz. Buradan çıkarılan dersler, bu komplikasyondan kaçınmak için bilinçli olarak dikkatli olmamız gerektiği ve aynı derecede önemli olarak, sol ventrikülde kalıcı hasarı önlemek için teşhis ve tedavi stratejileri konusunda hızlı olmamız gerektiğidir. Ek olarak, dilate dejeneratif anulusta geniş liflet rezeksiyonu ve küçük anuloplasti halkalarından kaçınmalıyız, çünkü bunlar anulusu kıvırarak doku distorsiyonuna yol açabilir.

Lansac ve arkadaşları (364) koroner sinüs ile mitral anulus arasındaki mesafeyi koroner sinüs ostiumunda 8,0 – 14,0 mm, koroner sinüsün ortasında 13.7 - 20.4 mm, büyük koroner ven seviyesinde 6.9 – 14,0 mm ölçmüştür. Yaptıkları çalışma sonucu perkutan mitral anuloplasti için en iyi seçeneğin, sirkumfleks artere teorik bir kompresyon riski olan bir komissür-komissür anuloplasti olduğunu savunmuşlardır. Bizim çalışmamızda saat 9, 6 ve 4 yönlerinde ortalama uzaklık sırasıyla 10,7 ± 2,1 mm, 10,0 ± 2,3 mm ve 10,2 ± 2,3 mm ölçülmüştür. Perkutan mitral anuloplasti cihazlarının implantasyonunu düşünmeden önce her hasta için sirkumfleks arter, mitral anulus ve koroner sinüs arasındaki ilişkinin anatomik değerlendirmesi zorunlu görünmektedir.

Mitral kapak onarımı ve morfolojisi ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur (106, 107, 112, 301, 332, 337-341). Tablo 7.1, mitral kapağın morfolojisinin karşılaştırmasını göstermektedir. Mevcut çalışmanın sonuçları önceki çalışmaların aralığındadır.

Tablo 7.5. Farklı Çalışmalarda Bakılan Mitral Kapağın Morfolojisinin Karşılaştırması

Çalışma	Yıl	Anulus Çevresi (mm)	AP Mesafesi (mm)	Her Bir Lifletin Max. Yüksekliği (mm)	
				Anterior	Posterior
Bizim Çalışmamız	2023	87,9	26,6	15,3	11,4
Gunnal SA	2011	91,2	22,2	19,6	15,1
Walmsley T.	1929	-	-	15,0-18,0	10,0-12,0
E.W.T. Morris	1960	-	-	27,0	13,0
Rusted I.E.	1952	99,0	25,0	22,0	12,5
Sakai T.	1999	93,3	22,3	-	-
Chiechi	1956	100,0	-	-	-
Bulkleyand Roberts	1975	90,0	-	-	-
R.C. Brock	1952	100,5	-	15,0-18,0	10,0-12,0
Louis A. DuPlessis	1964	101,0	-	27,0	13,0
J.A. Ormiston	1981	93,0	-	-	-

Aort ve mitral kapaklar arasındaki aralıklı fibröz gövde, enfektif endokardit, dejeneratif kalsifikasyon veya daha önce geçirilmiş çok sayıda kalp kapağı ameliyatı nedeniyle hasar görebilir ve çift kapak değişimini zorlaştırabilir. Cerrahi tedavi, enfektif endokarditli hastalarda tüm enfekte dokuları dışlamak için etkili tedavi yöntemidir. Çeşitli teknikler bildirilmiş olmasına rağmen, yaygın enfekte bölgeleri olan hastalar için büyük bir zorluk olmaya devam etmektedir. Tedoriya ve arkadaşları aort ve mitral kapağı ve aorto-mitral devamlılığı içeren yaygın bivalvüler endokarditi olan bir hastada monobloc aorto-mitral homogreft kullanmıştır (406). 2006 yılında, Obadia ve arkadaşları bir monoblok mekanik aorto-mitral kapak kullandıkları bir hasta bildirmişlerdir (407). Enfektif endokarditte kalp cerrahları için enfekte lezyonun tam ve kapsamlı debridmanı temel prensip olmasına rağmen, aorto-mitral sürekliliği içeren çoklu enfekte lezyonları olan hastalarda uygun prosedürü belirlemek çok zordur. Enfekte lezyon aorta veya mitral anulusa yakın olduğunda, aorto-

mitral sürekliliği içeren kapsamlı ve tam debridman gerekli olabilir. Çalışmamızda bu bölgenin anatomisini daha iyi anlayabilmek ve tedavi stratejilerimizi geliştirmek üzere yapılan ölçümler sonucunda; aortiko-mitral bileşke açısı kadınlarda 158 derece ile 169 derece arasında, erkeklerde 158 derece ile 170 derece arasında, ortalama 163,4 ± 3,4 derece ölçüldü. Aortiko-mitral bileşke mesafesi kadınlarda 3,4 mm ile 4,2 mm arasında, erkeklerde 3,1 mm ile 4,5 mm arasında; ortalama 3,9 ± 0,5 mm; kadınlarda 3,8 ± 0,3 mm, erkeklerde 4,1 ± 0,4 mm ölçüldü. Aort kapak replasmanı sırasında aort-mitral sürekliliğin yeniden yapılandırılması, aktif, yıkıcı endokarditi olan, küçük aort anulus olan veya önceki birçok operasyon nedeniyle yetersiz anulus dokusu olan bazı hastaları tedavi etmek için tek seçenek olabilir (408-409).

Mitral anüler kalsifikasyon (MAC), mitral kapağın fibröz destek yapısının kronik dejeneratif sürecinin bir sonucu olarak ortaya çıkar. MAC, genel popülasyonun yaklaşık %8-15'inde, daha sıklıkla kadınlarda bulunur (410-412). Aortiko-mitral devamlılıkta bulunan kalsifikasyon (CMAC), ayrıca prostetik kapağın konumlandırılmasını ve genişlemesini etkileyebilir ve dolaylı olarak mitral kapak anterior liflet hareketi kısıtlanmasına sebep olabilir. CMAC'nin varlığı, TAVI'yi takiben kötüleşen MY ile ilişkilendirilmiştir (413). Şiddetli aort darlığı (AS) ve eşlik eden MY'si olan hastalarda prosedür planlamasında önemlidir. Subannüler kalsifikasyon temelinde rüptür riskinin arttığını ve hatta dağılıma bağlı olarak değişken risk olduğunu belirten önceki yayınlar mevcuttur (414, 415). Çalışmamızda yapılan ölçümler uygulanacak prosedürün planlamasına yardımcı olabilir.

Bu çalışma, kadaverik kalplerde mitral kapağın şeklini, boyutunu, komşuluklarını ve mitral anulustaki trigonların veya komissürlerin konumunu basitçe dökümente etmektedir. Bu çalışmayı mitral kapak onarımı için anatomik bir referans sağlamak amacıyla gerçekleştirdik. Fonksiyonel mitral kapak morfolojisinin belirlenebilmesi için mitral kapak patolojisi olan kalpler yerine normal kapak fonksiyonu olan kadaverik kalplerde mitral aparatus elemanları ile komşuluklarını inceledik ve ölçümledik. Hayattayken kaç hastanın ciddi mitral yetersizliği olduğunu fark edemedik. Kadaverik bir kalbin, kardiyopleji verilerek diyastolik arrest sağlanmış bir kalple benzer morfolojik ölçüm verilerine sahip olup olmadığı kesin olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte, Komeda ve arkadaşları, papiller kasın ucundan mitral anuler düzleme olan mesafenin, kardiyak siklus ve hacim koşullarından bağımsız olarak sabit olduğunu gösterdi (290). Bu nedenle kadavra kalplerinin ölçüm için kullanılmasının geçerli olduğuna inanıyoruz. Çalışmamızdan elde edilen verilerin iyi bir klinik çalışma ile karşılaştırma yapılması bu konudaki bilgi ve birikimimize önemli katkılarda bulunacaktır.

8. SONUÇ

Mitral kapak cerrahisinde en önemli amaç; miyokardda geri dönüşümsüz hasar meydana gelmeden, sol ventrikül dilate olmadan ve hasta ciddi semptomatik sorunlar yaşamadan önce cerrahi müdahale edilerek sol ventrikül fonksiyonlarını korumak ve fonksiyon bozukluğu meydana gelmiş olan kapağı mümkünse tamir etmek, tamiri mümkün değilse değiştirmektir (2). Sol ventrikül fonksiyonlarının daha iyi korunması, kabul edilebilir operatif mortalite ve orta dönem klinik sonuçlar nedenleriyle mitral kapak anatomisi uygun tüm olgularda öncelikle dejeneratif ve iskemik etiyolojilerde MVO teknikleri etkili bir tedavi yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır (115).

İlerleyen cerrahi deneyim, perioperatif TEE görüntüleme metodlarının hazmedilmesi ve yaygın kullanımı, anatomik verilerin derinlemesine irdelenmesi, doğal matematiksel oranların sanatsal bir şekilde korunmaya çalışılması ile mitral kapak patolojilerinin tamirinde günümüze kadar sağlanan başarılar daha üst düzeylere taşınabilir. Özellikle sol ventrikül fonksiyonları deprese olan hastalara uygulanan kapak onarımları sayesinde kontraktil fonksiyonların korunması, operasyon sonrası yaşam kalitesi ve uzun dönem sağ kalım üzerinde olumlu etkiler sağlanabilmektedir. Warfarin kullanımına bağlı komplikasyonlar göz önüne alındığında, MVO sonrası uzun dönemde antikoagülasyon kullanım gereksinimi olmaması önemli bir avantaj olarak kabul edilmektedir. Öte yandan MVR ile karşılaştırıldığında MVO hastalarında tromboembolizm ve endokardit gibi komplikasyonların düşük oranda görülmesi mitral kapak onarım cerrahisinin ön plana çıkmasının dayanaklarını oluşturmaktadır.

Demografik değerler ile kalp boyutları arasında pozitif bir ilişki vardır. Mitral kapak yapısal bütünlüğü açısından anatomik bileşenler; cinsiyete, yaşa, boya, ağırlığa, BMI ve BSA'ya, kalp ağırlığına ve kalp boyutuna bağlı farklılaşmaktadır. Bu veriler ülkelere göre farklılıklar gösterebilir, bunun sebebi çalışılan örneklerin coğrafyasından veya ırkından kaynaklanıyor olabilir. Ortalama kalp ağırlığı erkeklerde kadınlardan daha yüksektir. Normal mitral kapağın çapının BSA ile logaritmik bir korelasyon gösterdiği gösterilmiştir. Çalışmamızda anterior lifletin anulusta kapladığı çapın posterior lifletin anulusta kapladığı alana oranı 0,6 bulunmuştur. Anulus, anüler yükseklik (AH) ile karakterize edilen bir eyere benzerliği nedeniyle kendine özgüdür. Anuler eyer yapısını etkileyen tek faktör AHCWR, APCWR ve NPA değildir, liflet açıları ve tenting yüksekliği ve tenting alanı dahil olmak üzere genel koaptasyon üçgeni de mitral kapak geometrisi ve işlevinin değerlendirilmesinde önemli bir rol oynar. Kadınlarda mitral kapağın daha elipsoid ve daha derin bir eyer yapısında

olduğu görülmüştür. Anüler dilatasyonun anterior anulusta değil, daha çok sol ve sağ trigonlar arasındaki posterior kısımda meydana gelmesi sebebiyle tercih edilecek ring veya posterior anuloplasti bandının bu uzunluğa ayarlanmasını öneriyoruz. Mitral kapak ünitesinin segmenter analizi çalışılan örneklerin coğrafyasından veya ırkından kaynaklı farklılık gösterebilir. Bu sebeple tercih edilecek anuloplasti ringi/bandının hastanın ait olduğu popülasyona uygun olarak hazırlanmasını ve hastadan çalışılan IT Mesafesi, CW, AL-PM Mesafesi ve AP Mesafesi dikkate alınarak ayarlanmasını öneriyoruz. Çalışmamızdan elde ettiğimiz verilere dayanarak, optimum kapak liflet koaptasyonu için anterior-posterior anulus oranının 3/5'e geri getirilmesinin, liflet koaptasyon alanının olabildiğince geniş tutulmasının ve AHCWR ve APCWR oranlarının korunmasının temel olduğuna inanıyoruz.

Mitral kapak lifletleri bir yelken gibi işlev görürken anulus ve kordalar, lifletleri direk ve halatlar gibi destekler. Özellikle sağ ve sol strut kordalar, lateral ve medial papiller kasları anterior lifletin uçları ile birleştirir ve sol ventrikül basıncına karşı destekler. Posterior lifletin 3 skallopu (P1, P2 ve P3) hilal şeklindeki yelkenler gibidir ve küçük komissural skalloplar birlikte mitral anulus ile anterior liflet arasındaki boşlukları doldurur. Komissürler için bir işaret olarak papiller kaslar, cerrah için özellikle yararlıdır. Bu özellikle anterolateral papiller kas için doğrudur çünkü genellikle tek bir başı vardır. Bununla birlikte, posteromedial kasın sıklıkla iki veya daha fazla başı vardır. Bu nedenle, posteromedial komissural alanın kapsamı konusunda kafa karışıklığı ortaya çıkabilir. Komissural kordaların yelpaze benzeri düzenlemesi, anterior ve posterior yaprakçıkları komissural bölge ile temasa getiren menteşe benzeri harekete yardımcı olacaktır. Posteromedial komissural kordanın daha fazla yayılması ve bu alandaki kapak dokusunun yüksekliğinin kısa olması, bu bölgeyi mitral yetersizliğine karşı daha duyarlı hale getirebilir.

Kalp kapaklarının optimal çalışması için papiller kasların hem anatomik hem de mekanik uyumu gereklidir. Her iki papiller kas da mitral kapak yeterliliği için hayati öneme sahiptir. Çalışmamızda ventrikülde aynı duvarda paralel ve/veya birbirine bağlı (taban, orta veya apekste) konik kas grupları gözlemledik. Her iki papiller kas grubunu birbirine bağlamak için ventriküler boşluk boyunca birkaç kas bandı da bulunur. Grup içi ara bağlantıların gruplar arası ara bağlantılardan daha sık olduğunu gözlemledik. Gruplar arası bağlantılarda birkaç korda ile birbirine bağlı olgular da mevcuttu. Her bir papiller kas, kafa başına ortalama 12 korda tendineaya; kadınlarda 9-12 adet, erkeklerde 10-17 adet sahipti. Papiller kasların olası varyasyonlarının yanı sıra normal anatominin tam olarak anlaşılması, birçok kardiyak anomalinin erken teşhisi için gereklidir ve çeşitli düzeltici kalp ameliyatlarında cerrahlara

yardımcı olabilir. Bu aynı zamanda anatomistler, fizyologlar ve kardiyologlar için normal ve patolojik kapak durumlarıyla ilgilenmek için gereklidir.

Çalışmamız, kalbin sol ventrikülünün muhtemelen daha fazla kan pompalama işlevinin daha ağır olması nedeniyle daha büyük kaslarla donatıldığını gösteren bulgularla bu papiller kasların morfometrik bir şekilde anlaşılmasını sağlıyor. Çalışmamızda standart ders kitaplarında bahsedildiği gibi sol ventrikülde iki adet papiller kasın varlığı bildirilmiştir. Çalışmamızda kalp papiller kaslarında en sık görülen tip, tek taban ve bölünmüş tepe paternidir. Genellikle normal bir kalpte, her iki papiller kasın kalınlığı, sol ventrikül serbest duvarının veya ventriküler septum kalınlığı ile hemen hemen aynıdır. Normalde anterolateral papiller kası posteromedialden biraz daha büyüktür. Victor ve Nayak çalışmalarında, mitral kapak aparatının papiller kas dahil olmak üzere her bireyde kendi parmak izi kadar benzersiz olduğunu göstermişlerdir (308).

Papiller kasların sayısındaki ve büyüklüğündeki artış ve malformasyonları, sol ventrikül çıkış yolu obstrüksiyonuna ve mitral yetersizliğine neden olabilir (309). Ayrıca apekse yakın ekstra bir papiller kas, özellikle sol ventrikülün o segmentinde infraksiyon varsa, mural trombüsle karıştırılabilir. Mitral kapak replasmanında, sol ventrikülün optimum fonksiyonunu korumak için korda-papiller desteğin tutulması tercih edilmektedir.

Mitral kapak onarımında anulo-papiller kas sürekliliği PTFE sutürleri veya mitral allogreft ile onarılacaksa, papiller kasların pozisyon, sayı, uzunluk gibi varyasyonları ve papiller kasın ucu ile mitral anulus arasındaki mesafenin preoperatif veya intraoperatif olarak belirlenmesi, anatomik yapı nedeniyle her durumda çok önemlidir. Anulo-papiller devamlılığın PTFE sutürlerle onarımındaki teknik sorunlardan biri de uygun sutür uzunluğunun nasıl belirleneceğidir. Anterolateral papiller kastan ve posteromedial papiller kastan gelen kordaların uzunlukları arasında anlamlı bir fark bulmadık; sol ventriküldeki papiller kasın derinliği önemli ölçüde farklıysa, bu korda tendineaların uzunlukları farklı olabilir. Tutarsızlık için diğer olası açıklamalar, mesafeyi ölçmek için mitral anulusun farklı referans noktalarına bağlı olabilir. Papiller kasın süspansiyon uzunluğu önemlidir. Çok kısaysa, aşırı gerilim diyastolik işlev bozukluğuna veya PTFE sutürlerinin yerinde doku bozulmasına neden olabilir (289). Çok uzunsa, PTFE sutürleri bir kalp döngüsü sırasında yeterli gerilimi iletemez. PTFE sutürlerin anulus seviyesinde çift loop ile düğümlenerek uzunluğunun ayarlanmasının, anulo-papiller devamlılığı en uygun şekilde gerçekleştireceğine inanıyoruz. Bununla birlikte, anatomik bulgularımızın, prosedürün uzunluğunu belirlemek için bir miktar rehberlik ve kural sunabileceğini düşünüyoruz.

Mitral cerrahi uygulamalarında, akut aort yetersizliği, sirkumfleks arter yaralanması, koroner sinüs yaralanması ve kalp bloğu gibi mitral anulusun çevredeki yapılarla yakın anatomik ilişkisinden kaynaklanan spesifik iatrojenik komplikasyonlara karşı dikkat edilmelidir. Koroner anatominin ve değişkenliğinin anlaşılması, sirkumfleks hasarının klinik belirtilerinin geniş varyasyonunun ve çeşitli terapötik stratejilerin algılanmasının yanı sıra, bu komplikasyona standart bir yaklaşımın tanımlanması için büyük önem taşımaktadır. Koroner arter spazmı; ameliyat sonucu damarın deformasyonu veya endotel yırtılmasına bağlı trombotik oklüzyon meydana gelebilir. KPB'den ayrılamama, tekrarlayan ventriküler fibrilasyon atakları, sürekli veya sürekli olmayan ventriküler taşikardi ve supraventriküler aritmiler gibi elektriksel rahatsızlıklar, ciddi hipotansiyon ve yüksek dolum basınçları ile ilişkili bozulmuş LV kontraktilitesi muhtemelen ilk bulgudur. Bu iatrojenik komplikasyon birkaç nedenden dolayı hafife alınabilir; saptanamayan sessiz iskemi ile gelişebilir, bazı vakalar diğer iskemi nedenleri (hava veya partikül embolisi) veya ilgisiz düşük debi sendromu ile karışabilir, izole mitral kapak cerrahisinden sonra kardiyak enzimlerin ölçümü rutin değildir ve olumsuz raporları yayınlama konusunda doğal bir isteksizlik vardır.

Cerrahların ameliyattan önce hastanın anatomisi hakkında mümkün olduğunca fazla ayrıntı toplamasını, dikkatli ve titiz cerrahi teknikler kullanmasını ve insizyonu kapatmadan önce duvar hareketi anormalliklerini aramak için intraoperatif TEE kullanmasını öneririz. Potansiyel olarak ölümcül olan bu durumla başa çıkmak için en iyi strateji konusunda fikir birliği yoktur. Ancak teşhis ve tedavinin çabukluğu hastaların uygulanacak prosedürün kendisinden daha önemlidir. En ufak bir şüphede koroner anjiyografi yapılmasını ve ideal olarak hibrit odada yapılmasını öneriyoruz. Sirkumfleks arter hasarında sonucun tahmin edilemez olduğunu ve PKG ile revaskülarizasyon potansiyelinin daha az olduğunun bilincinde olmak önemlidir, intraoperatif fark edilen komplikasyonlarda ise en iyi tedavi seçeneğinin hiç şüphesiz ikinci bir girişim olduğunu düşünüyoruz. Buradan çıkarılan dersler, bu komplikasyondan kaçınmak için bilinçli olarak dikkatli olmamız gerektiği ve aynı derecede önemli olarak, sol ventrikülde kalıcı hasarı önlemek için teşhis ve tedavi stratejileri konusunda hızlı olmamız gerektiğidir. Ek olarak, dilate dejeneratif anulusta geniş liflet rezeksiyonu ve küçük anuloplasti halkalarından kaçınmalıyız, çünkü bunlar anulusu kıvırarak doku distorsiyonuna yol açabilir. Perkutan mitral anuloplasti cihazlarının implantasyonunu düşünmeden önce her hasta için sirkumfleks arter, mitral anulus ve koroner sinüs arasındaki ilişkinin anatomik değerlendirmesi zorunlu görünmektedir. Cerrahlar ve kardiyologlar, mitral anuloplasti için perkutan teknolojiyi daha da geliştirmek üzere uzmanlık ve deneyimlerini bir araya getirmeye devam etmelidir.

Aort ve mitral kapaklar arasındaki aralıklı fibröz gövde, enfektif endokardit, dejeneratif kalsifikasyon veya daha önce geçirilmiş çok sayıda kalp kapağı ameliyatı nedeniyle hasar görebilir ve çift kapak değişimini zorlaştırabilir. Cerrahi tedavi, enfektif endokarditli hastalarda tüm enfekte dokuları dışlamak için etkili tedavi yöntemidir. Çeşitli teknikler bildirilmiş olmasına rağmen, yaygın enfekte bölgeleri olan hastalar için büyük bir zorluk olmaya devam etmektedir. Çalışmamızda bu bölgenin anatomisini daha iyi anlayabilmek ve tedavi stratejilerimizi geliştirmek üzere yapılan ölçümler bu sorunun aşılmasına bir miktar katkıda bulunabilir.

Bu çalışma, Türkiye'de normal insan mitral kapaklarının standart morfolojik verilerini araştıran geniş kapsamlı ilk çalışmadır. Kalple ilgili standart verilere sahip olmak, antropologlar, anatomistler kadar cerrahlar için de yararlıdır. Bu çalışmanın bulguları, Türk popülasyonunda kalbin antropolojik değerlerinin standardizasyonunda değerli veriler sağlayabilir. Bu bilgiler, mitral kapağın cerrahi onarımında kardiyovasküler cerrahlar için yararlı olabilir. Ancak normal kalplerin anatomik özellikleri ile ilgili verileri tamamlamak için ve tutarsızlıkların kesin olarak açıklığa kavuşturulması için mitral kapak patolojisi olan bireylerden klinik bulguları ilişkilendirmek üzere alınan örnekleri içeren kadaverik analiz ile daha geniş örneklemli, çok merkezli çalışmalara ihtiyaç vardır.

9. KAYNAKLAR

1. Iung B, Baron G, Butchart EG, Delahaye F, Gohlke-Barwolf C, Levang OW, et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: The Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease. Eur Heart J 2003; 24: 1231-43.
2. Jamieson WR, Modern cardiac valve devices – bioprostheses and mechanical prostheses: state of the art.J.Card Surg. 1993:89-98
3. Dal-Bianco JP, Levine RA. Anatomy of the mitral valve apparatus: role of 2D and 3D echocardiography. Cardiol Clin. 2013;31(2):151-164. doi:10.1016/j.ccl.2013.03.001
4. A. Krawczyk-Ozóg, M.K. Hołda, D. Sorysz, M. Koziej, Z. Siudak, D. Dudek, et al. Morphologic variability of the mitral valve leaflets. J Thorac Cardiovasc Surg, 154 (2017), pp. 1927-1935
5. J.L. Quill, A.J. Hill, T.G. Laske, O. Alfieri, P.A. Iaizzo. Mitral leaflet anatomy revisited. J Thorac Cardiovasc Surg, 137 (2009), pp. 1077-1081
6. Oliveira, D, Srinivasan, J, Espino, D, Buchan, K, Dawson, D, Shepherd, D. Geometric description for the anatomy of the mitral valve: A review. J. Anat. 2020; 237: 209– 224.
7. A.M. Gillinov, D.M. Cosgrove, E.H. Blackstone, R. Diaz, J.H. Arnold, B.W. Lytle, et al. Durability of mitral valve repair for degenerative disease. J Thorac Cardiovasc Surg, 116 (1998), pp. 734-743
8. R.M. Suri, H.V. Schaff, J.A. Dearani, T.M. Sundt 3rd, R.C. Daly, C.J. Mullany, et al. Survival advantage and improved durability of mitral repair for leaflet prolapse subsets in the current era. Ann Thorac Surg, 82 (2006), pp. 819-826
9. T.E. David, J. Ivanov, S. Armstrong, D. Christie, H. Rakowski. A comparison of outcomes of mitral valve repair for degenerative disease with posterior, anterior, and bileaflet prolapse. J Thorac Cardiovasc Surg, 130 (2005), pp. 1242-1249
10. D. Mohty, T.A. Orszulak, H.V. Schaff, J.F. Avierinos, J.A. Tajik, M. Enriquez-Sarano. Very long-term survival and durability of mitral valve repair for mitral valve prolapse. Circulation, 104 (2001), pp. I1-I7
11. E. Braunberger, A. Deloche, A. Berrebi, F. Abdallah, J.A. Celestin, P. Meimoun, et al. Very long-term results (more than 20 years) of valve repair with Carpentier's techniques in nonrheumatic mitral valve insufficiency. Circulation, 104 (2001), pp. I8-I11

12. Wilkins, Robert H. (1992) [First published 1965]. Neurosurgical Classics (2nd ed.). Park Ridge, Illinois: American Association of Neurological Surgeons. ISBN 978-1-879284-09-8. LCCN 2011293270.

13. Stern, Ludwig Christian (1875). Ebers, Georg (ed.). Papyros Ebers: Das hermetische Buch über die Arzeneimittel der alten Ägypter in hieratischer Schrift, herausgegeben mit Inhaltsangabe und Einleitung versehen von Georg Ebers, mit Hieroglyphisch-Lateinischem Glossar von Ludwig Stern, mit Unterstützung des Königlich Sächsischen Cultusministerium (in German). Vol. 2 (1 ed.). Leipzig: W. Englemann. LCCN 25012078. *Retrieved 2010-09-18*.

14. Hartmann A. Back to the roots - dermatology in ancient Egyptian medicine. J Dtsch Dermatol Ges. 2016 Apr;14(4):389-96. English, German. doi: 10.1111/ddg.12947. PMID: 27027749.

15. Siddiquey, Ak Shamsuddin Husain (2009). "History of Anatomy". Bangladesh Journal of Anatomy. 7 (1): 1–3. doi:10.3329/bja.v7i1.3008

16. Singer, Charles (1957). A Short History of Anatomy & Physiology from Greeks to Harvey. NEw York: Dover Publications Inc. p. 47.

17. Boas, Marie (1970). The Scientific Renaissance 1450-1630. Fontana. pp. 120, 248. Vesalius, finding Galen full of errors, was quite certain that he had been able to eradicate them."

18. Boas, Marie (1970). The Scientific Renaissance 1450-1630. Fontana. p. 262. "Like any sixteenth-century anatomist too he [Harvey] began with what Gelen had taught and managed to interpret Galen's words to win support for his new doctrine."

19. Siraisi, Nancey G. (1990). Medieval and Early Renaissance Medicine. Chicago and London: University of Chicago Press. p. 84. ISBN 978-0-226-76129-9.

20. Nutton, Vivian (2004). Ancient Medicine. London and New York: Routledge Taylor & Francis Group. p. 138. ISBN 978-0-415-36848-3.

21. Lindemann, Mary (2010). Medicine and Society in Early Modern Europe (2nd ed.). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. p. 91.

22. Boas, Marie (1970). The Scientific Renaissance 1450–1630. Fontana. pp. 120–143. (First published by Collins, 1962)

23. Mason, Stephen F. (1962). A History of the Sciences. New York: Collier. p. 550

24. O'Malley, Charles D. (1983). Leonardo on the Human Body. New York: Dover.

25. Monties, Jean-Raoul. "Leonardo da Vinci: precursor member of the International Society for Rotary Blood Pumps?." Artificial organs 23.6 (1999): 477-479.

26. Keele KD. Corpus of the anatomical works in the collection of Her Majesty the Queen. New York: Johnson, 1979–1981.

27. Hajar, Rachel. "Da Vinci's anatomical drawings the heart." Heart Views 3.2 (2002): 12-12.

28. Klein, Stefan. Leonardo's Legacy: How Da Vinci Reimagined the World. Da Capo Press, 2010.

29. O'Malley, Charles Donald, and John Bertrand deCusance Morant Saunders, eds. Leonardo da Vinci on the human body: the anatomical, physiological, and embryological drawings of Leonardo da Vinci. Vol. 10. H. Schuman, 1952.

30. Keele, Kenneth D. Leonardo da Vinci's Elements of the science of man. Academic Press, 2014.

31. Keele, Kenneth D. "Leonardo da Vinci, and the movement of the heart." (1951): 209-213.

32. Bellhouse, B. J., and F. H. Bellhouse. "Mechanism of closure of the aortic valve." Nature 217.5123 (1968): 86-87.

33. Wells, Francis. "The Renaissance heart: the drawings of Leonardo da Vinci." The Heart (2007): 70-94.

34. Jose, Antony Merlin. "Anatomy and Leonardo da Vinci." The Yale journal of biology and medicine 74.3 (2001): 185.

35. Pearce, J. M. S. "Malpighi and the discovery of capillaries." European neurology 58.4 (2007): 253-255.

36. e Silva, J. Martins. "Leonardo da Vinci and the first hemodynamic observations." Revista portuguesa de cardiologia: orgao oficial da Sociedade Portuguesa de Cardiologia= Portuguese journal of cardiology: an official journal of the Portuguese Society of Cardiology 27.2 (2008): 243-272.

37. Dorland, William Alexander Newman. The American illustrated medical dictionary. WB Saunders Company, 1901.

38. Klestinec, Cynthia (2004). "A History of Anatomy Theaters in Sixteenth-Century Padua". Journal of the History of Medicine. 59 (3): 377. doi:10.1093/jhmas/jrh089. PMID 15270335

39. "Andreas Vesalius | Anatomy in the Age of Enlightenment". www.umich.edu. Retrieved 2017-02-05.

40. Standring S. A brief history of topographical anatomy. J Anat. 2016 Jul;229(1):32-62. doi: 10.1111/joa.12473. PMID: 27278889; PMCID: PMC5341593.

41. West JB. Ibn al-Nafis, the pulmonary circulation, and the Islamic Golden Age. J Appl Physiol (1985). 2008 Dec;105(6):1877-80. doi: 10.1152/japplphysiol.91171.2008. Epub 2008 Oct 9. PMID: 18845773; PMCID: PMC2612469.

42. Ghosh, Sanjib Kumar (2017-03-02). "Human cadaveric dissection: a historical account from ancient Greece to the modern era". Anatomy & Cell Biology. 48 (3): 153–169. doi:10.5115/acb.2015.48.3.153. PMC 4582158. PMID 26417475.

43. Wells, Walter A. (1948-02-01). "Antonio valsalva — pioneer in applied anatomy — 1666–1723". The Laryngoscope. 58 (2): 105–117. doi:10.1002/lary.5540580202. PMID 18904602. S2CID 70524656

44. van den Tweel, Jan G.; Taylor, Clive R. (2017-03-02). "A brief history of pathology". Virchows Archiv. 457 (1): 3–10. doi:10.1007/s00428-010-0934-4. PMC 2895866. PMID 20499087.

45. Williams DH: Stab wound of the heart, pericardium—Suture of the pericardium—Recovery—Patient alive three years afterward. Med Rec 1897;1.

46. Rehn L: On penetrating cardiac injuries and cardiac suturing. Arch Klin Chir 1897;55:315.

47. Rehn L: Zur chirurgie des herzens und des herzbeutels. Arch Klin Chir 1907;83:723. Quoted from Beck CS: Wounds of the heart: the technic of suture. Arch Surg 1926;13:212.

48. Tuffier T: Etat actuel de la chirurgie intrathoracique. Trans Int Congr Med 1913 (London, 1914), 7; Surgery 1914;2:249.

49. Cutler EC, Levine SA: Cardiotomy and valvulotomy for mitral stenosis. Boston Med Surg J 1923;188:1023.

50. Souttar HS: Surgical treatment of mitral stenosis. BMJ 1925; 2:603.

51. Bailey CP: The surgical treatment of mitral stenosis. Dis Chest 1949;15:377.

52. Naef AP: The Story of Thoracic Surgery. New York, Hogrefe & Huber, 1990.

53. Harken DE, Ellis LB, Ware PF, Norman LR: The surgical treatment of mitral stenosis stent I. Valvuloplasty. New Engl J Med 1948;239:804.

54. Davila JC, Glover RP: Circumferential suture of the mitral valve for the correction of regurgitation. Am J Cardiol 1958; 2:267.

55. Nichols HT: Mitral insufficiency: treatment by polar cross fusion of the mitral annulus fibrosis. J Thorac Cardiovasc Surg 1957; 33:102.

56. Kay EB, Mendelsohn D, Zimmerman HA: Evaluation of the surgical correction of mitral regurgitation. Circulation 1961; 23:813.

57. Kirklin JW: Replacement of the mitral valve for mitral incompetence. Surgery 1972; 72:827.

58. Sarris GE, Cahill PD, Hansen DE, et al: Restoration of left ventricular systolic performance after reattachment of the mitral chordae tendineae: the importance of valvular-ventricular interaction. J Thorac Cardiovasc Surg 1988; 95:969.

59. Johnson SL: The History of Cardiac Surgery, 1896–1955. Baltimore, Johns Hopkins Press, 1970, pp. 121-122.

60. Gibbon JH Jr: Artificial maintenance of circulation during experimental occlusion of the pulmonary artery. Arch Surg 1937;34:1105.

61. Dodrill FD, Hill E, Gerisch RA: Temporary mechanical substitute for the left ventricle in man. JAMA 1952;150:642.

62. Dodrill FD, Hill E, Gerisch RA: Some physiologic aspects of the artificial heart problem. J Thorac Surg 1952;24:134.

63. Lewis FJ, Taufic M: Closure of atrial septal defects with the aid of hypothermia: experimental accomplishments and the report of one successful case. Surgery 1953;33:52.

64. Stephenson LW: Forest Dewey Dodrill—Heart surgery pioneer, part II. J Cardiac Surg 2002;17:247.

65. Gibbon JH Jr: Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. Minn Med 1954;37:171.

66. Harken DE, Soroff HS, Taylor WJ, et al: Partial and complete pros-theses in aortic insufficiency. J Thorac Cardiovasc Surg 1960;40:744

67. Starr A, Edwards ML: Mitral replacement: clinical experience with a ballvalve prosthesis. Ann Surg 1961;154:726.

68. Starr A, Edwards LM, McCord CW, et al: Multiple valve replacement. Circulation 1964;29:30.

69. Cartwright RS, Giacobine JW, Ratan RS, et al: Combined aortic and mitral valve replacement. J Thorac Cardiovasc Surg 1963;45:35.

70. Knott-Craig CJ, Schaff HV, Mullany CJ, et al: Carcinoid disease of the heart: surgical management of ten patients. J Thorac Cardiovasc Surg 1992;104:475.

71. Binet JP, Carpentier A, Langlois J, et al: Implantation de valves heterogenes dans le traitment des cardiopathies aortiques. C R Acad Sci Paris 1965;261:5733.

72. Binet JP, Planche C, Weiss M: Heterograft replacement of the aortic valve, in Ionescu MI, Ross DN, Wooler GH (eds): Biological Tissue in Heart Valve Replacement. London, Butterworth, 1971;p 409.

73. Carpentier A: Principles of tissue valve transplantation, in Ionescu MI, Ross DN, Wooler GH (eds): Biological Tissue in Heart Valve Replacement. London, Butterworth, 1971;p 49.

74. Kaiser GA, Hancock WD, Lukban SB, Litwak RS: Clinical use of a new design stented xenograft heart valve prosthesis. Surg Forum 1969;20:137.

75. Bjork VO, Lindblom D.The Monostrut Bjork-Shiley heart valve. J. Am. Coll Cardiologi. 1985; 6: 1142.

76. Braunwald E: Valvular heart disease. in hearth disease: A textbook of cardiovascular medicine found ed. Ed: Braunwald E, WB Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo, 1992;1018-35.

77. Baue AA, Geha AS, Hammond GL, Laks H, Naunheim KS: Acquired disease of the mitral valve in Glenn's. Thoracic and Cardiocascular Surgery.Fifth edition, volum II. Ed. Duran MG, Prectic Hail, International Inc. 1991; 1677-96.

78. Okita Y, Miki S, Ueda Y, Tahata T, Sakai T, Matsuyama K. Mitral valve replacement with maintenance of mitral annulopapillary muscle continuity in patients with mitral stenosis. J Thorac Cardiovasc Surg. 1994 Jul;108(1):42-51. PMID: 8028378.

79. Wooler GH, Nixon PG, Grimshaw VA, et al: Experiences with the repair of the mitral valve in mitral incompetence. Thorax 1962;17:49.

80. Reed GE, Tice DA, Clause RH: A symmetric, exaggerated mitral annuloplasty: repair of mitral insufficiency with hemodynamic predictability. J Thorac Cardiovasc Surg 1965;49:752.

81. Kay JH, Zubiate T, Mendez MA, et al: Mitral valve repair for significant mitral insufficiency. Am Heart J 1978;96:243.

82. Carpentier A: Cardiac valve surgery: the French correction. J Thorac Cardiovasc Surg 1983;86:23.

83. Nishimura RA, Murphy JG, Lyod MA. Valvular Stenosis Mayo Clinic Cardiology.2007; 2: 548-560.

84. Cohn, L. H., Mitral valve repair, Cardiac Surgery in the Adult. 3th ed, McGraw-Hill, New York, 1013-1030, 2008.

85. Ormiston JA. Shah PM. Tei C et al. Size and motion of the mitral annulus in man.A two dimensional echocardiographic method and findings in normal subjects.Circulation 1981:64:113-120

86. Yellin EL. Peskin C. Yoran C. Et al. Mechanism of mitral motion during diastole. Am J Physiol 1981:24:38-97

87. Gasior T, Gavazzoni M, Taramasso M, Zuber M and Maisano F (2019) Direct Percutaneous Mitral Annuloplasty in Patients With Functional Mitral Regurgitation: When and How. Front. Cardiovasc. Med. 6:152. doi:10.3389/fcvm.2019.00152

88. Bailey CP, et al. The "universal" cardiovascular cannula.A tapered corrugated plastic catheter for cannulation in extracorporeal circulation. J. Thorac Cardiovasc Surg. 2001; 1: 559-562.

89. Brown RH, Wilcox RH. Understanding cardiac anatomy: the prerequisite for optimal cardiac surgery. Ann. Thorac. Surg. 1996; 59: 1366-1375.

90. Mill R. M. Wilcox B. R. Anderson R. H. In: Cohn L. H. Edmunds L. H. Jr(ed). Surgical anatomy of the heart.New York:Mc Graw Hill: 2003.p.31-52

91. Edwards W.D. Applied anatomy of the heart.In: Giuliani E.R., Fuster V, Gersh B.J. et al. eds. Cardiology fundementals and practice, 2d ed: vol 1. St. Louis: Mosby-Yearbook; 1991; 47:112

92. Carpentier A, Adams DH, Filsoufi F. Carpentier's reconstructive valve surgery: from valve analysis to valve reconstruction. Elsevier; 2010.

93. Edmunds LH. Wagner HR. Congenital anomalies of the mitral valve. In: Arciniegas E. (ed) Pediatric cardiac surgery.Chicago:Year book medical publisher:1985.p.284-302

94. Mill MR.Wilcox BR.Anderson RH. Surgical anatomy of the heart.In: Edmunds LH Jr.(ed). Cardiac surgery in the adult.New York:Mc graw Hill:1997 p 43-54

95. Lambert AS, Miller JP, Merrick SH, Schiller NB, Foster E, Muhiudeen-Russell I, Cahalan MK. Impored evalution of the location and mechanism of mitral valve regurgitation with a systematic transesophegeal echocardiography examination. Anesth.Analg.1999; 88: 1205-1211.

96. Baysan O, Mitral Kapak Onarımında Transözefagiyal Ekokardiyografi, Türkiye Klinikleri. 2008; 2: 65-70.

97. Braunwald E. Valvular heart disease. In: Braunwald E, Zipes DP, Libby P eds. Heart Disease. A Textbooof Cardiovascular Medicine. 7 th ed. Philadelphia: WB Saunders; 2005: 1564.

98. Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's echocardiography. Sixth ed. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins; 2005;169-180

99. Carpentier SM, Chen L, Shen M, et al: Heat treatment mitigates calcification of valvular bioprostheses, Ann Thorac Surg, 66(6 Suppl):S264-S266, 1998.

100. Cohn, L. H., Pathophysiology of mitral valve disease, Cardiac Surgery in the Adult. 3th ed, McGraw-Hill, New York, 973-1012, 2008.

101. Dagsalı S. Mitral kapak tamir yöntemleri.In: Paç M. Akçevin A. Aykut Ata S. Büket S. Sarıoglu T.(ed) Kalp ve damar cerrahisi.Istanbul:MN medikal & nobel.2004 Sf 509-29.

102. Anderson RH. Becker AE. Editors.Cardiac anatomy an integrated text andcolouratlas.London:Gower:1980

103. Yüksel M. Yagdı T. Engin Ç. Mitral kapak tamirleri. In: Duran E: (ed) Kalp ve damar cerrahisi cilt 2. Istanbul:Çapa Tıp kitabevleri 2004: sf 1203-16)

104. Morphology of the human mitral valve. I. Chordae tendineae: a new classification. Lam JH, Ranganathan N, Wigle ED, Silver MD Circulation. 1970 Mar; 41(3):449-58.

105. Obadia JF, Casali C, Chassignolle JF, Janier M. Mitral subvalvular apparatus: different functions of primary and secondary chordae. Circulation. 1997;96:3124–8.

106. Functional anatomy of the normal mitral valve. Chiechi MA, Lees WM, Thompson R. J Thorac Surg. 1956 Sep; 32(3):378-98.

107. Sakai T, Okita Y, Ueda Y, et al: Distance between mitral annulus and papillary muscles: anatomic study in normal human hearts. J. Thorac Cardiovasc. Surg. 1999; 118: 636.

108. Toumanidis ST, Sideris DA, Papamichael CM, et al: The role of mitral annulus motion in left ventricular function. Acta Cardiologi.1992; 47: 331.

109. Eren NT, et al. Mitral Kapak Onarımlarına Genel bakıs, Türkiye Klinikleri. 2008; 1: 4-5.

110. Edmunds LH, et al. Evolution of prosthetic heart valves. Am. Heart J. 2001; 141: 849-850.

111. A structural basis for the size-related mechanical properties of mitral valve chordae tendineae. Liao J, Vesely I. J Biomech. 2003 Aug; 36(8):1125-33.

112. Rusted IE, Scheifley CH, Edwards JE. Studies of the mitral valve. I. Anatomic features of the normal mitral valve and associated structures. Circulation. 1952;6:825–31.

113. Robert WC, et al. Morphologic features of the normal and abnormal mitral valves. Am. J. Cardiol. 1983; 51: 1005-1028.

114. Grays anatomy: Williams Warwick. 36. Baskı. Curchill Livngstone London, Newyork 1980.

115. Akar AR, et all., Mitral kapak yetmezliginin cerrahi tedavisinde onarım veya replasman seçimini etkileyen faktörler ve klinik sonucları. The Anatolian Journal of Cardiology.2010; 10: 358-366.

116. Crawford MH, et al. DiMarco JP Cardiology Mosby. 2001; 1: 5-6.

117. Abramowitz Y, Jilaihawi H, Chakravarty T, Mack MJ, Makkar RR. Mitral annulus calcification. J Am Coll Cardiol 2015;66:1934–1941.

118. Roberts WC, et al. Morphologic aspects of cardiac valve dysfunction. Am. Heart J. 1992; 123: 1610-1632.

119. Pac M, Akcevin A, Aka SA, Buket S, Sarıoglu T. Edinsel mitral kapak hastalıkları. Türkiye Klinikleri. 2004; 1: 475-508.

120. Hursts The Heart 10 th edition Mc Graw-Hill Turkce baski 2002: 32-33

121. Kennedy, J. W., Yarnall, S. R., Murray, J. A., Figley, M. M., Quantitative angiocardiography: Relationships of left atrial and ventricular pressure and volume in mitral valve disease. Circulation.41, 817-824, 1970.

122. Braunwald E. Examination of the patients. Heart Disease, Braunwald E (ed) 6th ed. The USA W.B. Saunders Company. 2001; C: 3: P: 27- 44

123. The Criteria Committee of the New York Heart Association. (1994). Nomenclature and Criteria for Diagnosis of Diseases of the Heart and Great Vessels (9th ed.). Boston: Little, Brown & Co. pp. 253–256.

124. Baumgartner H, Hung J, Bermejo J, Chambers JB, Evangelista A, Griffin BP, Iung B, Otto CM, Pellikka PA, Quinones M, EAE/ASE. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. Eur J Echocardiogr 2009;10:1–25.

125. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease [Eur Heart J (2021) 43(7):561-632].

126. Nishimura, R. A., Otto, C. M., Bonow, R. O., Carabello, B. A., Erwin, J. P., Fleisher, L. A., et all. 2017 AHA/ACC focused update of the 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. Journal of the American College of Cardiology, 2017; 70(2), 252-289.

127. Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, Gottdiener JS, Scott CG, and Enriquez-Sarano M: Burden of valvular heart diseases: a population-based study. Lancet 2006; 368: pp. 1005-1011

128. Demirbağ R, Sade LE, Aydın M, Bozkurt A, Acartürk E. TheTurkish registry of heart valve disease. TurkKardiyol- DernArs 2013;41:1-10.

129. Enriquez-Sarano M, Akins CW, Vahanian A. Mitral regurgitation. Lancet 2009; 373:1382-1394.

130. El Sabbagh A, Reddy YNV, Nishimura RA. Mitral Valve Regurgitation in the Contemporary Era: Insights Into Diagnosis, Management, and Future Directions. JACC Cardiovasc Imaging. 2018;11(4):628- 643. doi:10.1016/j.jcmg.2018.01.009

131. Kouchoukos, N. T., Blackstone, E. H., Doty, D. B., Hanley, F. L., Karp, R. B., Mitral valve disease with or without tricuspid valve disease, Kirklin/Barratt-Boyes Cardiac Surgery. 3th ed, Elsevier, Philadelphia, 483- 553, 2003.

132. Akar AR, Doukas G, Szafranek A, Alexiou C, Boehm MC, Chin D, et al. Mitral valve repair and revascularization for ischemic mitral regurgitation: predictors of operative mortality and survival. J. Heart Valve Dis. 2002; 11: 793-800

133. Iung B, Delgado V, Rosenhek R, Price S, Prendergast B, Wendler O, De Bonis M, Tribouilloy C, Evangelista A, Bogachev-Prokophiev A, Apor A, Ince H, Laroche C, Popescu BA, Pierard L, Haude M, Hindricks G, Ruschitzka F, Windecker S, Bax JJ, Maggioni A, Vahanian A, EORP VHD II Investigators. Contemporary presentation and management of valvular heart disease: The EURObservational Research Programme Valvular Heart Disease II Survey. Circulation 2019;140:11561169.

134. Yadgir S, Johnson CO, Aboyans V, Adebayo OM, Adedoyin RA, Afarideh M, Alahdab F, Alashi A, Alipour V, Arabloo J, Azari S, Barthelemy CM, Benziger CP, Berman AE, Bijani A, Carrero JJ, Carvalho F, Daryani A, Duraes AR, Esteghamati A, Farid TA, Farzadfar F, Fernandes E, Filip I, Gad MM, Hamidi S, Hay SI, Ilesanmi OS, Naghibi Irvani SS, Jurisson M, Kasaeian A, Kengne AP, Khan AR, Kisa A, Kisa S, Kolte D, Manafi N, Manafi A, Mensah GA, Mirrakhimov EM, Mohammad Y, Mokdad AH, Negoi RI, Thi Nguyen HL, Nguyen TH, Nixon MR, Otto CM, Patel S, Pilgrim T, Radfar A, Rawaf DL, Rawaf S, Rawasia WF, Rezapour A, Roever L, Saad AM, Saadatagah S, Senthilkumaran S, Sliwa K, Tesfay BE, Tran BX, Ullah I, Vaduganathan M, Vasankari TJ, Wolfe CDA, Yonemoto N, Roth GA, Global Burden of Disease Study Nonrheumatic Valve Disease Collaborators. Global, regional, and national burden of calcific aortic valve and degenerative mitral valve diseases, 1990-2017. Circulation 2020;141:16701680.

135. Dziadzko V, Dziadzko M, Medina-Inojosa JR, Benfari G, Michelena HI, Crestanello JA, Maalouf J, Thapa P, Enriquez-Sarano M. Causes and mechanisms of isolated mitral regurgitation in the community: clinical context and outcome. Eur Heart J 2019;40:21942202.

136. Lancellotti P, Tribouilloy C, Hagendorff A, Popescu BA, Edvardsen T, Pierard LA, Badano L, Zamorano JL, Scientific Document Committee of the European Association of Cardiovascular Imaging. Recommendations for the echocardiographic assessment of native valvular regurgitation: an executive summary from the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2013;14:611–644.

137. Baumgartner HC, Hung JC-C, Bermejo J, Chambers JB, Edvardsen T, Goldstein S, Lancellotti P, LeFevre M, Miller F, Jr., Otto CM. Recommendations on the echocardiographic assessment of aortic valve stenosis: a focused update from the

European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2017;18:254275.

138. Zoghbi WA, Adams D, Bonow RO, Enriquez-Sarano M, Foster E, Grayburn PA, Hahn RT, Han Y, Hung J, Lang RM, Little SH, Shah DJ, Shernan S, Thavendiranathan P, Thomas JD, Weissman NJ. Recommendations for noninvasive evaluation of native valvular regurgitation: a report from the American Society of Echocardiography developed in collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. J Am Soc Echocardiogr 2017;30:303371.

139. Antoine C, Benfari G, Michelena HI, Maalouf JF, Nkomo VT, Thapa P, Enriquez-Sarano M. Clinical outcome of degenerative mitral regurgitation. Circulation 2018;138:13171326.

140. Samad Z, Shaw LK, Phelan M, Glower DD, Ersboll M, Toptine JH, Alexander JH, Kisslo JA, Wang A, Mark DB, Velazquez EJ. Long-term outcomes of mitral regurgitation by type and severity. Am Heart J 2018;203:3948.

141. Boekstegers P, Hausleiter J, Baldus S, von Bardeleben RS, Beucher H, Butter C, Franzen O, Hoffmann R, Ince H, Kuck KH, Rudolph V, Schafer U, Schillinger W, Wunderlich N, Germany Society of Cardiology Working Group on Interventional Cardiology Focus Group on Interventional Mitral Valve Therapy. ESC/EACTS Guidelines Percutaneous interventional mitral regurgitation treatment using the Mitra-Clip system. Clin Res Cardiol 2014;103:8596.

142. Gavazzoni M, Taramasso M, Zuber M, Russo G, Pozzoli A, Miura M, Maisano F. Conceiving MitraClip as a tool: percutaneous edge-to-edge repair in complex mitral valve anatomies. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2020;21:10591067.

143. Magne J, Lancellotti P, Pierard LA. Exercise pulmonary hypertension in asymptomatic degenerative mitral regurgitation. Circulation 2010;122:33– 41.

144. Garg P, Swift AJ, Zhong L, Carlhall CJ, Ebbers T, Westenberg J, Hope MD, Bucciarelli-Ducci C, Bax JJ, Myerson SG. Assessment of mitral valve regurgitation by cardiovascular magnetic resonance imaging. Nat Rev Cardiol 2020;17:298312.

145. Kitkungvan D, Nabi F, Kim RJ, Bonow RO, Khan MA, Xu J, Little SH, Quinones MA, Lawrie GM, Zoghbi WA, Shah DJ. Myocardial fibrosis in patients with primary mitral regurgitation with and without prolapse. J Am Coll Cardiol 2018;72:823834.

146. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, Falk V, Gonzalez-Juanatey JR, Harjola VP, Jankowska EA, Jessup M, Linde C, Nihoyannopoulos P, Parissis JT, Pieske B, Riley JP, Rosano GMC, Ruilope LM, Ruschitzka F, Rutten FH, van der Meer P, ESC Scientific Document Group. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. Eur Heart J 2016;37:2129_2200.

147. Grigioni F, Clavel MA, Vanoverschelde JL, Tribouilloy C, Pizarro R, Huebner M, Avierinos JF, Barbieri A, Suri R, Pasquet A, Rusinaru D, Gargiulo GD, Oberti P, Theron A, Bursi F, Michelena H, Lazam S, Szymanski C, Nkomo VT, Schumacher M, Bacchi-Reggiani L, Enriquez-Sarano M, MIDA Investigators. The MIDA Mortality Risk Score: development and external validation of a prognostic model for early and late death in degenerative mitral regurgitation. Eur Heart J 2018;39:12811291.

148. Tribouilloy C, Grigioni F, Avierinos JF, Barbieri A, Rusinaru D, Szymanski C, Ferlito M, Tafanelli L, Bursi F, Trojette F, Branzi A, Habib G, Modena MG, Enriquez-Sarano M, MIDA Investigators. Survival implication of left ventricular end-systolic diameter in mitral regurgitation due to flail leaflets a long-term follow-up multicenter study. J Am Coll Cardiol 2009;54:19611968.

149. Essayagh B, Antoine C, Benfari G, Messika-Zeitoun D, Michelena H, Le Tourneau T, Mankad S, Tribouilloy CM, Thapa P, Enriquez-Sarano M. Prognostic implications of left atrial enlargement in degenerative mitral regurgitation. J Am Coll Cardiol 2019;74:858870.

150. Rusinaru D, Tribouilloy C, Grigioni F, Avierinos JF, Suri RM, Barbieri A, Szymanski C, Ferlito M, Michelena H, Tafanelli L, Bursi F, Mezghani S, Branzi A, Habib G, Modena MG, Enriquez-Sarano M, Mitral Regurgitation International DAtabase (MIDA) Investigators. Left atrial size is a potent predictor of mortality in mitral regurgitation due to flail leaflets: results from a large international multicenter study. Circ Cardiovasc Imaging 2011;4:473481.

151. Barbieri A, Bursi F, Grigioni F, Tribouilloy C, Avierinos JF, Michelena HI, Rusinaru D, Szymansky C, Russo A, Suri R, Bacchi Reggiani ML, Branzi A, Modena MG, Enriquez-Sarano M, Mitral Regurgitation International Database (MIDA) Investigators. Prognostic and therapeutic implications of pulmonary hypertension complicating

degenerative mitral regurgitation due to flail leaflet: a multicenter long-term international study. Eur Heart J 2011;32:751759.

152. Grigioni F, Benfari G, Vanoverschelde JL, Tribouilloy C, Avierinos JF, Bursi F, Suri RM, Guerra F, Pasquet A, Rusinaru D, Marcelli E, Theron A, Barbieri A, Michelena H, Lazam S, Szymanski C, Nkomo VT, Capucci A, Thapa P, Enriquez-Sarano M, MIDA Investigators. Long-term implications of atrial fibrillation in patients with degenerative mitral regurgitation. J Am Coll Cardiol 2019;73:264274.

153. Szymanski C, Magne J, Fournier A, Rusinaru D, Touati G, Tribouilloy C. Usefulness of preoperative atrial fibrillation to predict outcome and left ventricular dysfunction after valve repair for mitral valve prolapse. Am J Cardiol 2015;115:14481453.

154. Suri RM, Vanoverschelde JL, Grigioni F, Schaff HV, Tribouilloy C, Avierinos JF, Barbieri A, Pasquet A, Huebner M, Rusinaru D, Russo A, Michelena HI, Enriquez-Sarano M. Association between early surgical intervention vs watchful waiting and outcomes for mitral regurgitation due to flail mitral valve leaflets. JAMA 2013;310:609616.

155. Chambers J, Prendergast B, Iung B, Rosenhek R, Zamorano JL, Pierard LA, Modine T, Falk V, Kappetein AP, Pibarot P, Sundt T, Bamgartner H, Bax JJ, Lancellotti P. Standards defining a “heart valve centre”: ESC Working Group on Valvular Heart Disease and European Association for Cardiothoracic Surgery viewpoint. Eur Heart J 2017;38:2177–2182

156. Jung JC, Jang MJ, Hwang HY. Meta-analysis comparing mitral valve repair versus replacement for degenerative mitral regurgitation across all ages. Am J Cardiol 2019;123:446453.

157. Lazam S, Vanoverschelde JL, Tribouilloy C, Grigioni F, Suri RM, Avierinos JF, de Meester C, Barbieri A, Rusinaru D, Russo A, Pasquet A, Michelena HI, Huebner M, Maalouf J, Clavel MA, Szymanski C, Enriquez-Sarano M, MIDA Investigators. Twenty-year outcome after mitral repair versus replacement for severe degenerative mitral regurgitation: analysis of a large, prospective, multicenter, international registry. Circulation 2017;135:410422.

158. Bolling SF, Li S, O’Brien SM, Brennan JM, Prager RL, Gammie JS. Predictors of mitral valve repair: clinical and surgeon factors. Ann Thorac Surg 2010;90:1904–1911

159. Feldman T, Foster E, Glower DD, Kar S, Rinaldi MJ, Fail PS, Smalling RW, Siegel R, Rose GA, Engeron E, Loghin C, Trento A, Skipper ER, Fudge T, Letsou GV, Massaro

JM, Mauri L, EVEREST II Investigators. Percutaneous repair or surgery for mitral regurgitation. N Engl J Med 2011;364:13951406.

160. Feldman T, Kar S, Elmariah S, Smart SC, Trento A, Siegel RJ, Apruzzese P, Fail P, Rinaldi MJ, Smalling RW, Hermiller JB, Heimansohn D, Gray WA, Grayburn PA, Mack MJ, Lim DS, Ailawadi G, Herrmann HC, Acker MA, Silvestry FE, Foster E, Wang A, Glower DD, Mauri L, EVEREST II Investigators. Randomized comparison of percutaneous repair and surgery for mitral regurgitation: 5-year results of EVEREST II. J Am Coll Cardiol 2015;66:28442854.

161. Buzzatti N, Van Hemelrijck M, Denti P, Ruggeri S, Schiavi D, Scarfo IS, Reser D, Taramasso M, Weber A, La Canna G, De Bonis M, Maisano F, Alfieri O. Transcatheter or surgical repair for degenerative mitral regurgitation in elderly patients: a propensity-weighted analysis. J Thorac Cardiovasc Surg 2019;158:8694 e81.

162. Sorajja P, Vemulapalli S, Feldman T, Mack M, Holmes DR, Jr., Stebbins A, Kar S, Thourani V, Ailawadi G. Outcomes with transcatheter mitral valve repair in the United States: an STS/ACC TVT Registry Report. J Am Coll Cardiol 2017;70:23152327.

163. Asgar AW, Mack MJ, Stone GW. Secondary mitral regurgitation in heart failure: pathophysiology, prognosis, and therapeutic considerations. J Am Coll Cardiol 2015;65:12311248.

164. Bertrand PB, Schwammenthal E, Levine RA, Vandervoort PM. Exercise Dynamics in secondary mitral regurgitation: pathophysiology and therapeutic implications. Circulation 2017;135:297314.

165. Deferm S, Bertrand PB, Verbrugge FH, Verhaert D, Rega F, Thomas JD, Vandervoort PM. Atrial functional mitral regurgitation: JACC Review Topic of the Week. J Am Coll Cardiol 2019;73:24652476.

166. Bartko PE, Arfsten H, Heitzinger G, Pavo N, Toma A, Strunk G, Hengstenberg C, Hulsmann M, Goliasch G. A unifying concept for the quantitative assessment of secondary mitral regurgitation. J Am Coll Cardiol 2019;73:25062517.

167. Goliasch G, Bartko PE, Pavo N, Neuhold S, Wurm R, Mascherbauer J, Lang IM, Strunk G, Hulsmann M. Refining the prognostic impact of functional mitral regurgitation in chronic heart failure. Eur Heart J 2018;39:3946.

168. Michler RE, Smith PK, Parides MK, Ailawadi G, Thourani V, Moskowitz AJ, Acker MA, Hung JW, Chang HL, Perrault LP, Gillinov AM, Argenziano M, Bagiella E,

Overbey JR, Moquete EG, Gupta LN, Miller MA, Taddei-Peters WC, Jeffries N, Weisel RD, Rose EA, Gammie JS, DeRose JJ, Jr., Puskas JD, Dagenais F, Burks SG, El-Hamamsy I, Milano CA, Atluri P, Voisine P, O'Gara PT, Gelijns AC, CTSN. Two-year outcomes of surgical treatment of moderate ischemic mitral regurgitation. N Engl J Med 2016;374:19321941.

169. Obadia JF, Messika-Zeitoun D, Leurent G, Iung B, Bonnet G, Piriou N, Lefevre T, Piot C, Rouleau F, Carrie D, Nejjari M, Ohlmann P, Leclercq F, Saint Etienne C, Teiger E, Leroux L, Karam N, Michel N, Gilard M, Donal E, Trochu JN, Cormier B, Armoiry X, Boutitie F, Maucort-Boulch D, Barnel C, Samson G, Guerin P, Vahanian A, Mewton N, MITRA-FR Investigators. Percutaneous repair or medical treatment for secondary mitral regurgitation. N Engl J Med 2018;379:22972306.

170. Cavalcante JL, Kusunose K, Obuchowski NA, Jellis C, Griffin BP, Flamm SD, Kwon DH. Prognostic impact of ischemic mitral regurgitation severity and myocardial infarct quantification by cardiovascular magnetic resonance. JACC Cardiovasc Imaging 2020;13:14891501.

171. Kang DH, Park SJ, Shin SH, Hong GR, Lee S, Kim MS, Yun SC, Song JM, Park SW, Kim JJ. Angiotensin receptor neprilysin inhibitor for functional mitral regurgitation. Circulation 2019;139:1354_1365.

172. Grigioni F, Enriquez-Sarano M, Zehr KJ, Bailey KR, Tajik AJ. Ischemic mitral regurgitation: long-term outcome and prognostic implications with quantitative Doppler assessment. Circulation 2001;103:17591764.

173. Acker MA, Jessup M, Bolling SF, Oh J, Starling RC, Mann DL, Sabbah HN, Shemin R, Kirklin J, Kubo SH. Mitral valve repair in heart failure: five-year follow-up from the mitral valve replacement stratum of the Acorn randomized trial. J Thorac Cardiovasc Surg 2011;142:569574, 574 e561.

174. Deja MA, Grayburn PA, Sun B, Rao V, She L, Krejca M, Jain AR, Leng Chua Y, Daly R, Senni M, Mokrzycki K, Menicanti L, Oh JK, Michler R, Wrobel K, Lamy A, Velazquez EJ, Lee KL, Jones RH. Influence of mitral regurgitation repair on survival in the surgical treatment for ischemic heart failure trial. Circulation 2012;125:26392648.

175. Petrus AHJ, Dekkers OM, Tops LF, Timmer E, Klautz RJM, Braun J. Impact of recurrent mitral regurgitation after mitral valve repair for functional mitral regurgitation: long-term analysis of competing outcomes. Eur Heart J 2019;40:22062214.

176. Harmel EK, Reichenspurner H, Girdauskas E. Subannular reconstruction in secondary mitral regurgitation: a meta-analysis. Heart 2018;104:17831790.

177. Acker MA, Parides MK, Perrault LP, Moskowitz AJ, Gelijns AC, Voisine P, Smith PK, Hung JW, Blackstone EH, Puskas JD, Argenziano M, Gammie JS, Mack M, Ascheim DD, Bagiella E, Moquete EG, Ferguson TB, Horvath KA, Geller NL, Miller MA, Woo YJ, D'Alessandro DA, Ailawadi G, Dagenais F, Gardner TJ, O'Gara PT, Michler RE, Kron IL, CTSN. Mitral-valve repair versus replacement for severe ischemic mitral regurgitation. N Engl J Med 2014;370:2332.

178. Mihaljevic T, Lam BK, Rajeswaran J, Takagaki M, Lauer MS, Gillinov AM, Blackstone EH, Lytle BW. Impact of mitral valve annuloplasty combined with revascularization in patients with functional ischemic mitral regurgitation. J Am Coll Cardiol 2007;49:21912201.

179. Wu AH, Aaronson KD, Bolling SF, Pagani FD, Welch K, Koelling TM. Impact of mitral valve annuloplasty on mortality risk in patients with mitral regurgitation and left ventricular systolic dysfunction. J Am Coll Cardiol 2005;45:381387.

180. Iung B, Armoiry X, Vahanian A, Boutitie F, Mewton N, Trochu JN, Lefevre T, Messika-Zeitoun D, Guerin P, Cormier B, Brochet E, Thibault H, Himbert D, Thivolet S, Leurent G, Bonnet G, Donal E, Piriou N, Piot C, Habib G, Rouleau F, Carrie D, Nejjari M, Ohlmann P, Saint Etienne C, Leroux L, Gilard M, Samson G, Rioufol G, Maucort-Boulch D, Obadia JF, MITRA-FR Investigators. Percutaneous repair or medical treatment for secondary mitral regurgitation: outcomes at 2 years. Eur J Heart Fail 2019;21:16191627.

181. Stone GW, Lindenfeld J, Abraham WT, Kar S, Lim DS, Mishell JM, Whisenant B, Grayburn PA, Rinaldi M, Kapadia SR, Rajagopal V, Sarembock IJ, Brieke A, Marx SO, Cohen DJ, Weissman NJ, Mack MJ, COAPT Investigators. Transcatheter mitral-valve repair in patients with heart failure. N Engl J Med 2018;379:23072318.

182. Mack MJ, Lindenfeld J, Abraham WT, Kar S, Lim DS, Mishell JM, Whisenant BK, Grayburn PA, Rinaldi MJ, Kapadia SR, Rajagopal V, Sarembock IJ, Brieke A, Rogers JH, Marx SO, Cohen DJ, Weissman NJ, Stone GW, COAPT Investigators. 3-Year outcomes of transcatheter mitral valve repair in patients with heart failure. J Am Coll Cardiol 2021;77:10291040.

183. Chambers EP Jr, Heath BJ: Comparison of supraannular and subannular pledgeted sutures in mitral valve replacement. Ann Thorac Surg 1991; 51:60

184. Braunberger E, Deloche A, Berrebi A, et al:Very long-term resultsof valve 84 repair with Carpentier's techniques in non rheumatic mitral valve insufficiency,Circulation 104(12 Suppl 1):I8-I11,2001

185. Chauvaud S, Fuzellier JF, Berrebi A, et al: Long-term (29 years) results of reconstructive surgery in rheumatic mitral valve insuffi- ciency, Circulation 104(12 Suppl 1):I12-I15, 2001

186. Cheitlin MD, Armstrong WF, Aurigemma GP, et al. ACC/AHA/ASE 2003 guideline" update for the clinical application of echocardiog-raphy-summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). J Am Coll Cardiol 2003;42:954-70.

187. Enriquez-Sarano M, Freeman WK, Tribouil-loy CM, et al. Functional anatomy of mitral regurgitation: accuracy and outcome implications of transesophageal echocardiography. J Am Coll Cardiol 1999;34:1129-36.

188. Naqvi TZ. Perioperative clinical decision-making in surgery for mitral valve repair. Minerva Cardioangiol 2007;55:213-27.

189. Ahmed S, Nanda NC, Miller AP, et al. Usefulness of transesophageal three-dimensional echocardiography in the identification of individual segment/scallop prolapse of the mitral valve. Echocardiography 2003;20:203-9.

190. Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, Foster E, et al, of Echocardiography AS. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography. J Am Soc Echo-cardiogr 2003;16:777-802.

191. Saiki Y, Kasegawa H, Kawase M, Osada H, Ootaki E. Intraoperative TEE during mitral valve repair: does it predict early and late postoperative mitral valve dysfunction? Ann Thorac Surg 1998;66:1277-81

192. Quigley RL The role of echocardiography in mitral valve dysfunction after repair. Minerva Cardioangiol 2007;55:239-46.

193. Algarni KD, Daly RC, Suri RM.:Robotic-assisted mitral valve repair: surgical technique.Multimed Man Cardiothorac Surg. 2014

194. Fann Jl, Pompili MF, Burdon TA, et al: Minimally invasive mitral valve surgery. Semin Thorac Cardiovasc Surg 1997; 9:320

195. Alfieri O, Maisano F, De Bonis M, et all. The double-orifice technique in mitral valve repair: A simple solution for complex problems. J Thorac Cardiovasc Surg 2001; 122: 674-81.

196. Alfieri O, Elefteriades JA, Chapolini RJ, Steckel R, Allen WJ, Reed SW, Schreck S. Novel suture device for beating-heart mitral leaflet approximation. Ann Thorac Surg 2002; 74:1488-93.

197. Brizard C. Surgical prespective of transcatheter mitral valve repair. Presented at the first annual symposium on new interventions in transcatheter valve techniques, London; March 2004.

198. Feldman T, Hermann HC, Block PC, Withow PL, Foster E, St Goar FG. Percutaneous mitral valve repair using the edge to edge technique. Presented at the ACC meeting, New Orleans; March 2004.

199. Marwick TH, Stewart WJ, Currie PJ, Cosgrove DM. Mechanisms of failure of mitral valve repair: an echocardiographic study. Am Heart J 1991;122:149-56

200. Omran AS", Woo A, David TE, Feindel CM, Rakowski H, Siu SC. Intraoperative transesophageal echocardiography accurately predicts mitral valve anatomy and suitability for repair. J Am Soc Echocardiogr 2002;15:950-7.

201. Joon-Han Shin, Takahiro Shiota, Jian-Xin Qin, Yong-Jin Kim, Zoran B. Popovic, A.Marc Gillinov, Delos M. Cosgrove, James D. Thomas, Forward stroke volume is preserved during left ventricular remodeling after mitral valve repair, Journal of the American College of Cardiology, Volume 41, Issue 6, Supplement 2, 2003, Page 515, ISSN 0735-1097

202. David TE, Ivanov J, Armstrong S, Rakowski H. Late outcomes of mitral valve repair for floppy valves: Implications for asymptomatic patients. J Thorac Cardiovasc Surg. 2003 May;125(5):1143-52. doi: 10.1067/mtc.2003.406. PMID: 12771888.

203. Willem Flameng, Paul Herijgers, Kris Bogaerts, Recurrence of Mitral Valve Regurgitation After Mitral Valve Repair in Degenerative Valve Disease, Journal Article, 2003, Circulation, 1609-1613, 107, 12, 10.1161/01.CIR.0000058703.26715.9D [doi], PMID - 12668494

204. Komeda M, David TE, Rao V, Sun Z, Weisel RD, Burns RJ. Late hemodynamic effects of the preserved papillary muscles during mitral valve replacement. Circulation. 1994 Nov;90(5 Pt 2):II190-4. PMID: 7955250.

205. Tavakoli R, Weber A, Brunner-La Rocca H, Bettex D, Vogt P, Pretre R, Jenni R, Turina M. Results of surgery for irreversible moderate to severe mitral valve regurgitation secondary to myocardial infarction. Eur J Cardiothorac Surg. 2002 May;21(5):818-24. doi: 10.1016/s1010-7940(02)00065-9. PMID: 12062269.

206. Crestanello JA, McGregor CG, Danielson GK, Daly RC, Dearani JA, Orszulak TA, Mullany CJ, Puga FJ, Zehr KJ, Schleck C, Schaff HV. Mitral and tricuspid valve repair in patients with previous mediastinal radiation therapy. Ann Thorac Surg. 2004 Sep;78(3):826-31; discussion 826-31. doi: 10.1016/j.athoracsur.2004.04.008. PMID: 15337000.

207. Enriquez-Sarano M, Schaff HV, Orszulak TA, Tajik AJ, Bailey KR, Frye RL. Valve repair improves the outcome of surgery for mitral regurgitation. A multivariate analysis. Circulation. 1995 Feb 15;91(4):1022-8. doi: 10.1161/01.cir.91.4.1022. PMID: 7850937.

208. DiGregorio V, Zehr KJ, Orszulak TA, Mullany CJ, Daly RC, Dearani JA, Schaff HV. Results of mitral surgery in octogenarians with isolated nonrheumatic mitral regurgitation. Ann Thorac Surg. 2004 Sep;78(3):807-13; discussion 813-4. doi: 10.1016/j.athoracsur.2004.03.041. PMID: 15336996.

209. Gillinov AM, Faber C, Houghtaling PL, Blackstone EH, Lam BK, Diaz R, Lytle BW, Sabik JF 3rd, Cosgrove DM 3rd. Repair versus replacement for degenerative mitral valve disease with coexisting ischemic heart disease. J Thorac Cardiovasc Surg. 2003 Jun;125(6):1350-62. doi: 10.1016/s0022-5223(02)73274-1. PMID: 12830055.

210. Vinod H. Thourani, William S. Weintraub, Robert A. Guyton, Ellis L. Jones, Willis H. Williams, Sharif Elkabbani, Joseph M. Craver, Outcomes and Long-Term Survival for Patients Undergoing Mitral Valve Repair Versus Replacement,Journal Article,2003,Circulation,298-304,3, 10.1161/01.CIR.0000079169.15862.13 [doi],PMID - 12835220

211. Enriquez-Sarano M, Schaff HV, Frye RL. Mitral regurgitation: what causes the leakage is fundamental to the outcome of valve repair. Circulation. 2003 Jul 22;108(3):253-6. doi: 10.1161/01.CIR.0000083831.17708.25. PMID: 12876134.

212. Moss RR, Humphries KH, Gao M, Thompson CR, Abel JG, Fradet G, Munt BI. Outcome of mitral valve repair or replacement: a comparison by propensity score analysis. Circulation. 2003 Sep 9;108 Suppl 1:II90-7. doi: 10.1161/01.cir.0000089182.44963.bb. PMID: 12970215.

213. Adams DH, Another chapter in an enlarging bock: Repair degenerative mitral valves July 2003 The Journal of thoracic and cardiovascular surgery 125(6):1197-9, DOI:10.1016/S0022-5223(03)00576-2

214. Mills WR, Barber JE, Skiles JA, Ratliff NB, Cosgrove DM, Vesely I, Griffin BP. Clinical, echocardiographic, and biomechanical differences in mitral valve prolapse affecting one or both leaflets. Am J Cardiol. 2002 Jun 15;89(12):1394-9. doi: 10.1016/s0002-9149(02)02352-4. PMID: 12062734.

215. David TE. Techniques and results of mitral valve repair for ischemic mitral regurgitation. J Card Surg. 1994 Mar;9(2 Suppl):274-7. doi: 10.1111/j.1540-8191.1994.tb00940.x. PMID: 8186580.

216. Chitwood WR. Mitral Valve Repair: Ischemic. In: Kaiser LR, Kron IL, Spray TL, Mastery of Cardiothoracic Surgery. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998:309-321

217. Lam BK, Gillinov AM, Cosgrove DM 3rd. Failed mitral valve repair caused by polypropylene suture. Ann Thorac Surg. 2003; 76:1716-1717.

218. Gillinov AM, Cosgrove DM 3rd, Wahi S, et al. Is anterior leaflet repair always necessary in repair of bileaflet mitral valve prolapsel Ann Thorac Surg. 1999; 68:820-823.

219. Cho L. Gillinov AM, Cosgrove DM 3rd, et al. Echocardiographic assessment of the mechanisms of correction of bileaflet prolapse causing mitral regurgitation with only posterior leaflet repair surgery. Am J Cantiol. 2000 Dec 15; 86(12):1349-1351

220. Scrofani R. Santoli C. The role of annuloplasty in mitral valve repair. J Thorac Cardiovasc Surg. 1997;113:957-958.

221. Cohn LH, Couper GS, Aranki SE, Rizzo RJ, Kinchla NM, Collins JI. Long- term results of mitral valve reconstruction for regurgitation of the myxomatous mitral valve. J Thorac Cardiovasc Surg. 1994;107:143-150.

222. Milano A, Codecasa R. DeCarlo M, et al. Mitral valve annuloplasty for degenerative disease: assessment of four differ- ent techniques. J Heart Valve Dis. 2000;9:321-326.

223. Alvarez JM, Deal CW, Loveridge K. Repairing the degenerative mitral valve: ten- to fifteen-year follow-up. J Thorac Cardiovasc Surg. 1996;112:238-247.

224. David TE, Komeda M, Pollick C, Burns RJ. Mitral valve annuloplasty: the effect of the type on left ventricular function. Ann Thorac Surg. 1989:47:524-527.

225. Carpentier A. Mitral valve annuloplasty. Ann Thorac Surg 1990:49-508-509.

226. Unger-Graeber B, Lee RT, Sutton MS, et al. Doppler echocardiographic comparison of the Carpentier and Duran annuloplasty rings versus no ring after mitral valve repair for mitral regurgitation. Am J Canfiol. 1991;67:517-519.

227. Detter C, Aybek T. Kupilik N, Fischlein T, Moritz A. Mitral valve annuloplasty: comparison of the mural annulus shortening suture (MASS) with the Carpentier-Edwards prosthetic ring. J Heart Valve Dis. 2000;9:478– 486.

228. Grossi EA, Bizekis CS, LaPietra A, et al. Late results of isolated mitral annuloplasty for "functional" ischemic mitral insufficiency. J Card Surg. 2001;16:328-332.

229. Czer LS, Maurer G. Trento A, et al. Comparative efficacy of ring and suture annuloplasty for ischemic mitral regurgitation. Circulation. 1992;86:1146-52.

230. Komoda T, Hubler M, Siniawski H, Hetzer R. Annular stabilization in mitral repair without a prosthetic ring I Heart Valve Dis. 2000;9:776-782.

231. Reed GE. Tice DA, Clauss RH. Asymmetric exaggerated mitral annuloplasty: repair of mitral insufficiency with hemo- dynamic predictability. J Thorac Cardiovasc Surg. 1965;49:752.

232. Reed GE, Pooley RW, Moggio RA: Durability of measured mitral annuloplasty; 17 year study. J Thorac Cardiovasc Surg. 1980:79:321.

233. Kay JH, Zubiate P, Mendez AM, Carpena C, Watanabe K, Magidson O. Mitral valve repair for patients with pure mitral insufficiency. 1- to 15-year follow-up. JAMA. 1976:236:1584-1586.

234. Gerbode F. Kerth WJ. Osborn 11. Selzer A. Correction of mitral insufficiency by open operation. Ann Surg. 1962;155:846-854.

235. Burr LH. Krayenbuhl C. Sutton MSJ, Paneth M. The mitral plication suture. A new technique of mitral valve repair. J Thorac Cardiovasc Surg. 1977,73-589-595.

236. Shore DF, Wong P, Paneth M: Results of mitral valvuloplasty with a suture plication technique. J Thorac Cardiovasc Surg 1980;79:349-357.

237. Tibayan FA, Rodriguez E, Liang D, Daughters GT, Ingels NB Jr, Miller DC. Paneth suture annuloplasty abolishes acute ischemic mitral regurgitation but preserves annular and leaflet dynamics. Circulation. 2003;108 Suppl 1:11128-33.

238. Ricchi A, Ortu P, Cirio EM. Falchi S, Lixi G. Martelli V. Linear segmental annuloplasty for mitral valve repair. Ann Thorac Surg. 1997;63:1805-1806.

239. Barlow CW, Ali ZA, Lim E, Barlow JB, Wells FC. Modified technique for mitral repair without ring annuloplasty. Ann Therac Surg. 2003;75:298-300.

240. Menicanti L. Di Donato M, Frigiola A, et al. RESTORE Group: ischemic mitral regurgitation: intraventricular papillary muscle imbrication without mitral ring during left ventricular restoration. J Thorac Cardiovasc Surg. 2002;123: 1041-1050.

241. Sanders JH It, Scott ML. Pitfalls in surgical decision-making during mitral valve repair. Curr Opin Cardiol. 2001; 16:140-145

242. Gorman JH 3rd, Gorman RC, Jackson BM, Enomoto Y, St John-Sutton MG, Edmunds LH Jr. Annuloplasty ring selec tion for chronic ischemic mitral regurgitation: lessons from the ovine model. Ann Thorac Surg. 2003;76:1556-1563.

243. Tibayan FA, Rodriguez F, Langer F. Annular remodeling in chronic ischemic mitral regurgitation: ring selection implications. Ann Thorac Surg. 2003;76:1549-1554

244. Seguin JR. Demaria R, Chaptal PA. Preservation of three-dimensional annular movement with the SIM-Seguin mitral cations. Ann Thorac Surg. 2003;76:1549-1554. annuloplasty ring. J Heart Valve Dis. 1996;5:641-646.

245. Gorton ME, Piehler JM, Killen DA, Hoskins ML, Borkon AM. Mitral valve repair using a flexible and adjustable annuloplasty ring. Ann Torac Surg. 1993;55:860-863

246. Chang CH, Lin PJ, Chang IP, Chu JI, Hsieh MJ, Chiang CW. Long-term results of polytetrafluoroethylene mitral annuloplasty. Ann Thorac Surg. 1994;57:644-647.

247. Paruchuru PK, Adluri K, Alzetani A, Patel R. Mitral annuloplasty with autologous pericardium and saphenous vein. Asian Cardiovasc Thorac Ann. 2003;11:83-84.

248. Salvador L. Rocco E, lus P, et al. The pericardium reinforced suture annuloplasty: another tool available for mitral annulus repair? J Card Surg. 1993;8:79-84.

249. Scrofani R, Moriggia S, Salati M, Fundaro P, Danna P, Santoli C. Mitral valve remodeling: long-term results with posterior pericardial annuloplasty. Ann Thorac Surg. 1996;61:895-899.

250. Bevilacqua S, Cerillo AG, Gianetti J, et al. Mitral valve repair for degenerative disease: is pericardial posterior annulo- plasty a durable option? Eur J Cardiothorac Surg. 2003;23:552-559. prosthetic rings used in mitral

251. Borghetti V, Campana M, Scotti C, et al. Biological versus prosthetic ring in mitral-valve repair: enhancement of mitral annulus dynamics and left-ventricular function with pericardial annuloplasty at long term. Eur J Cardiothorac Surg. 2000;17:431-439.

252. Gillinov AM, Cosgrove DM 3rd, Shiota T, Qin J, et al. Cosgrove-Edwards annuloplasty system: midterm results. Ann Thorac Surg. 2000;69:717-721.

253. Gillinov AM, Cosgrove DM. Mitral valve repair for degenerative disease. J Heart Valve Dis. 2002;11 Suppl 1:S15-20.

254. Grossi EA, Galloway AC, LaBoutillier M 3rd, et al. Anterior leaflet procedures during mitral valve repair do not adversely influence long-term outcome. J Am Coll Cardiol. 1995; 25:134-136.

255. Fucci C, Sandrelli 1, Pardini A, Torracca L, Ferrari M, Alfieri O. Improved results with mitral valve repair using new surgical techniques. Eur J Cardiothorac Surg 1995;9:621-626

256. Grossi EA, LaPietra A. Calloway AC, Colvin SB. History of mitral valve anterior leaflet repair with triangular resection. Ann Thorac Surg. 2001:72:1794-1795.

257. Fasol R. Joubert-Hubner E. Triangular resection of the anterior leaflet for repair of the mitral valve. Ann Thorac Surg 2001;71:381-383.

258. Spencer FC, Galloway AC, Grossi EA, et al. Recent developments and evolving techniques of mitral valve reconstruction. Ann Thorac Surg. 1998;65 307-313.

259. Fasol R. Mahdjoobian K. Repair of mitral valve billowing and prolapse (Barlow): the surgical technique. Ann Thorac Surg. 2002;74:602-605.

260. Quigley RL. Stagle RD. Alternative approach to the repair of a floppy anterior mitral valve leaflet. J Heart Valve Dis.

261. Duran CMG. Surgical techniques for the repair of anterior mitral leaflet prolapse. J Cant Surg. 1999;14:471-481. 1995;4:208-210.

262. Raney AA, Shah PM, Joyo Cl. The "Pomeroy procedure": a new method to correct post-mitral valve repair systolic ante- rior motion. J Heart Valve Dis. 2001;10:307-311.

263. Fundaro P. Moneta A, Villa E, et al. Chordal plication and free edge remodeling for mitral anterior leaflet prolapse repair: 8-year follow-up. Ann Thorac Surg. 2001:72:1515-1519

264. 2020 TKDCD Kalp Kapak Hastalıkları Kılavuzu ISBN:978-605-74899-1-3

265. Thompson, C. R., Buller, C. E., Sleeper, L. A., Antonelli, T. A., Webb, J. G., Jaber, W. A. Cardiogenic shock due to acute severe mitral regurgitation complicating acute myo-

cardial infarction: a report from the shock trial registry. J AmCollCardiol. 2000;36:1104–9.

266. Nishimura, R. A., Vahanian, A., Eleid, M. F., Mack, M. J. (2016). Mitral valvedisease—current management and future challenges. TheLancet, 387(10025), 1324-1334.

267. Apostolidou, E., Maslow, A. D., Poppas, A. (2017). Primary mitral valve regurgitation: Update andreview. Global cardiologyscience&practice, 2017(1).

268. Le Tourneau T, Messika-Zeitoun D, Russo A, Detaint, D, Topilsky Y, Mahoney D. W., et al. Impact of left atrial volume on clinical outcome in organic mitral regurgitation. J Am Coll Cardiol. 2010;56:570-8.

269. Miller MA, Dukkipati SR, Turagam M, Liao SL, Adams DH, Reddy VY. Arrhythmic mitral valve prolapse: JACC review topic of the week. J Am Coll Cardiol. 2018;72:2904-14.

270. Ling LH, Enriquez-Sarano M, Seward JB, et al. Early surgery in patients with mitral regurgitation due to fl ail leaflets: a long-term outcome study. Circulation 1997; 96: 1819–3

271. Ling, L. H., Enriquez-Sarano, M., Seward, J. B., Tajik, A. J., Schaff, H. V., Bailey, K. R.,et al.Clinical outcome of mitral regurgitation due to flail leaflet. N Engl J Med 1996;335:1417-23

272. Fernandez J ,Chen C, Laub GW, Anderson WA. Predictivevalue of prosthetic valve area index for early and late clinical results after valve replacement with StJude Medical valve prosthesis Circulation, 1996 Nov 1;94(9 Suppl):II109-12.

273. Bonow, R. O., O'Gara, P. T., Adams, D. H., Badhwar, V., Bavaria, J. E., Elmariah, S.,et all. Focused Update of the 2017 ACC Expert Consensus Decision Pathway on the Management of MitraláRegurgitation: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. Journal of the American College of Cardiology, 2020; 75(17), 2236-2270.

274. Javadikasgari H., Gillinov A.M., Idrees J.J., Mihaljevic, T., Suri, R. M., Raza S, et al. Valve repair is superior to replacement in most patients with coexisting degenerative mitral valve and coronary artery diseases. AnnThoracSurg. 2017;103:1833-1841.

275. Mick SL, Keshavamurthy S, Gillinov AM. Mitral valve repair versus replacement. AnnCardiothoracSurg.2015;4:230-237.

276. Goldstein D, Moskowitz AJ, Gelijns AC, Ailawadi G, Parides MK, Perrault LP, Hung JW, Voisine P, Dagenais F, Gillinov AM, Thourani V, Argenziano M, Gammie JS, Mack M, Demers P, Atluri P, Rose EA, O'Sullivan K, Williams DL, Bagiella E, Michler RE, Weisel RD, Miller MA, Geller NL, Taddei-Peters WC, Smith PK, Moquete E, Overbey JR, Kron IL, O'Gara PT, Acker MA; CTSN. Two-Year Outcomes of Surgical Treatment of Severe Ischemic Mitral Regurgitation.N Engl J Med. 2016 Jan 28;374(4):344-53. doi: 10.1056/NEJMoa1512913. Epub 2015 Nov 9.

277. Chan V, Levac-Martinho O, Sohmer B, Elmistekawy E, Ruel M, Mesana TG. When Should the Mitral Valve Be Repaired or Replaced in Patients With Ischemic Mitral Regurgitation? Ann Thorac Surg. 2017 Mar;103(3):742- 747. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.07.002. Epub 2016 Sep 22.

278. Ranganathan N, Lam JH, Wigle ED, Silver MD. Morphology of the human mitral valve. II. The value leaflets. Circulation. 1970 Mar;41(3):459-67. doi: 10.1161/01.cir.41.3.459. PMID: 5415983.

279. Gams E, Schad H, Heimisch W, Hagl S, Mendler N, Sebening E. Preservation versus severance of the subvalvular apparatus in mitral valve replacement: an experimental study. Eur J Cardiothorac Surg 1990;4:250-6.

280. Yun KL, Rayhill SC, Niczyporuk MA, Fann JI, Zipkin RE, Derby GC, et al. Mitral valve replacement in dilated canine hearts with chronic mitral regurgitation. Circulation 1991;84(Suppl):III112-24.

281. Okita Y, Miki S, Kusuhara K, Ueda Y, Tahata T, Yamanaka K, et al. Analysis of left ventricular motion after mitral valve replacement with a technique of preservation of all chordae tendineae. J Thorac Cardiovasc Surg 1992;104:786-96.

282. David TE, Uden DE, Strauss HD. The importance of the mitral apparatus in left ventricular systolic function after mitral valve replacement. Circulation 1986;68:76-82.

283. Rozich JD, Carabello BA, Usher BW, Kratz JM, Bell AE, Zile MR. Mitral valve replacement with and without chordal preservation in patients with chronic mitral regurgitation. Circulation 1992;86:1718-26.

284. Miller DW Jr, Johnson DD, Ivey TD. Does preservation of the posterior chordae tendineae enhance survival during mitral valve replacement? Ann Thorac Surg 1979;28:22-7.

285. Spencer FC, Galloway AC, Colvin SB. A clinical evaluation of the hypothesis that rupture of the left ventricle following mitral valve replacement can be prevented by preservation of the chordae of the mural leaflet. Ann Surg 1985;202:673-80.

286. Acar C, Tolan M, Berrebi A, Gaer J, Gouezo R, Marchix T, et al. Homograft replacement of the mitral valve: graft selection, technique of implantation, and results in forty-three patients. J Thorac Cardiovasc Surg 1996;111:367-80.

287. David TE. Mitral valve replacement with preservation of chordae tendineae. Saudi Heart J 1990;1:32-6.

288. Frater RWM. Anatomical rules for the plastic repair of a diseased mitral valve. Thorax 1964;19:458-64.

289. Komeda M, DeAndam A Jr, Glasson JR, Bolger AF, Nikolic SD, et al. Improving methods of chordal-sparing mitral valve replacement. Part II. Optimal tension for chordal resuspension. J Heart Valve Dis 1996;5:477-83.

290. Komeda M, Glasson JR, Bolger AF, Daughters GT II, Ingels NB Jr, Miller DG. Papillary muscle–left ventricular wall "complex." J Thorac Cardiovasc Surg 1997;113:292-301.

291. Carpentier A, Guerinon J, Deloche A, Fabiani JN, Relland J. Pathology of the mitral valve. In: Kalmanson D, editor. The mitral valve. London: Edward Arnold; 1976. p. 65-77.

292. Deloche A, Jebara VA, Relland JYM, Chauvaud S, Fabiani JN, Perrier P, et al. Valve repair with Carpentier techniques: The second decade. J Thorac Cardiovasc Surg 1990; 99: 990– 1002.

293. Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. Anatomy, dimensions and terminology. In: Kirklin JW, Barratt-Boyes BG, editors. Cardiac surgery, 2nd edn. New York: Churchill Livingston; 1993; 3 – 60.

294. Carpentier A, Deloche A, Dauptain J, Soyer R, Blondeau P, Piwnica A, et al. A new reconstructive operation for correction of mitral and tricuspid insufficiency. J Thorac Cardiovasc Surg 1971; 61: 1–13.

295. Duran CMG, Ubago JLM. Conservative mitral valve surgery: Problems and developments in the techniques of prosthetic ring annuloplasty. In: Karmanson D, editor. The mitral valve. A pluridisciplinaryapproach. Acton, MA: Publishing Sciences Group Inc; 1976; 549 –557.

296. Cosgrove DM 3rd, Arcidi JM, Rodriguez L, Stewart WJ, Powell K, Thomas JD. Initial experience with the Cosgrove-Edwards annuloplasty system. Ann Thorac Surg 1995; 60: 499 – 504.

297. Carpentier A, Lessana A, Relland JYM, Belli E, Mihaileanu S, Berrebi AJ, et al. The "Physio-Ring": An advanced concept in mitral valve annuloplasty. Ann Thorac Surg 1995; 60: 1177 – 1186.

298. Rowlatt UF, Rimoldi HJA, Lev MI. The quantitative anatomy of the normal child's heart. Pediatr Clin North Am 1963; 10: 499 – 588.

299. King DH, Smith EO, Huhta JC, Gutgesell HP. Mitral and tricuspid annular diameter in normal children determined by two-dimensional echocardiography. Am J Cardiol 1985; 55: 787 – 789.

300. Tsakiris AG, Von Vernuth G, Rastelli GC, Bourgeois MJ, Titus JL, Wood EH. Size and motion of the mitral valve annulus in anesthetized intact dogs. J Appl Physiol 1971; 30: 611 – 618.

301. Ormistron JA, Shah PM, Tei C, Wong M, Size and motion of the mitral valve annulus in man: A two-dimensional echocardiographic method and findings in normal subjects. Circulation 1981; 64: 113–120.

302. Levine RA, Triulzi MO, Harrigan P, Weyman AE. The relationship of mitral annular shape to the diagnosis of mitral valve prolapse. Circulation 1987; 75: 756 – 767.

303. Van Rijk-Zwikker GL, Delemarre BJ, Huymans HA. Mitral valve anatomy and morphology; relevance to mitral valve replacement and valve reconstruction. J Card Surg 1994; 9(Suppl): 255 – 261.

304. He S, Fontaine AA, Schwammenthal E, Yoganathan AP, Levine RA. Integrated mechanism for functional mitral regurgitation: Leaflet restriction versus coapting force – In vitro studies. Circulation 1997;96: 1826– 1834.

305. Okamoto H, Itoh Y, Nara Y. Geometric analysis of the anterior mitral leaflet and mitral valve orifice in cadaveric hearts. Circ J. 2007 Nov;71(11):1794-9. doi: 10.1253/circj.71.1794. PMID: 17965505.

306. Haycock GB, Schwartz GJ, Wisotsky DH. Geometric method for measuring body surface area: A height-weight formula validated in infants, children, and adults. Pediatrics 1978; 93: 62 – 66.

307. PATTEN BM: The heart. In Morris' Human Anatomy. Sect VII, part I, BJ Anson, Ed, Ed 12. New York, McGraw-Hill Book Co., Publisher, 1966, p 639

308. Victor S, Nayak VM. Variations in the papillary muscles of the normal mitral valve and their surgical relevance. J Card Surg. 1995;10(5):597–607.

309. Anderson RH. The relationship between the positions of the left ventricular papillary muscles and the direction of the QRS axis. J Electrophysiol Cardiol. 2016;49(5):675–679.

310. Gunnal SA, Wabale RN, Farooqui MS. Morphological variations of papillary muscles in the mitral valve complex in human cadaveric hearts. Singapore Med J. 2013;54:44–48.

311. Hosapatna M, D Souza A, Das AM, Supriya, Ankolekar VH, D Souza AS. Morphology of papillary muscles in human adults: a cadaveric study. Ibnosina J Med BS. 2014;168–172.

312. Saha A, Roy S. Papillary muscles of left ventricle-Morphological variations and it's clinical relevance. Indian Heart J. 2018 Nov-Dec;70(6):894-900. doi: 10.1016/j.ihj.2017.12.003. Epub 2017 Dec 11. PMID: 30580862; PMCID: PMC6306352.

313. Madu EC, D'Cruz IA. The vital role of papillary muscles in mitral and ventricular function: echocardiographic insights. Clin Cardiol. 1997;20:93–98.

314. Farzana T, Khalil M, Mannan S, Sultana J, Sumi MS, Sultana R. Length of papillary muscles in both ventricles of different age group on Bangladeshi cadaver. Mymensingh Med J. 2015;24(January (1)):52–58.

315. Ferreira C, Delgado C, Vázquez M, Trinidad C, Vilar M. Isolated papillary muscle hypertrophy: a gap in our knowledge of hypertrophic cardiomyopathy? Rev Port Cardiol. 2014;33(June (6))379 [e1-5].

316. Kobashi A, Suwa M, Ito T, Otake Y, Hirota Y, Kawamura K. Solitary papillary muscle hypertrophy as a possible form of hypertrophic cardiomyopathy. Jpn Circ J. 1998;62:811–816.

317. Doty DB, Acar C. Mitral valve replacement with homograft. Ann Thorac Surg. 1998;66:2127–2131.

318. Mannan S, Khalil M, Rahman M, Ahmed MS. Measurement of different external dimensions of the heart in adult Bangladeshi cadaver. Mymensingh Med J 200918:175-178.

319. Scholz DG, Kitzman DW, Hagen PT, Ilstrup DM, Edwards WD. Age-related changes in normal human hearts during the first 10 decades of life. Part I (Growth): a quantitative anatomic study of 200 specimens from subjects from birth to 19 years old. Mayo Clin Proc 1988;63:126-36. doi: 10.1016/s0025-6196(12)64945-3.

320. Prakash C, Deopa D, Thakkar HK. Study of internal organ weight and its correlation to body weight in Kumaon Region of Uttarakhand. J Indian Acad Forensic Med 2013; 35:29-32.

321. Kim Y, Kim D, Cho SY, Kim MH, Yang KM, Lee HY, et al. Statistical analysis for organ weights in korean adult autopsies. Korean J Anat 2009;42:219-24.

322. Kitzman DW, Scholz DG, Hagen PT, Ilstrup DM, Edwards WD. Age-related changes in normal human hearts during the first 10 decades of life. Part II (Maturity): a quantitative anatomic study of 765 specimens from subjects 20 to 99 years old. Mayo Clin Proc 1988;63:137-46. doi: 10.1016/ s0025-6196(12)64946-5.

323. Seo JS, Lee SY, Won KJ, Kim DJ, Sohn DS, Yang KM, et al. Relationship between normal heart size and body indices in Korean. J Korean Med Sci 200015:641-6. doi: 10.3346/ jkms.2000.15.6.641.

324. Adebo OA, Lun KC, Lee CN, Chao TC. Age-related changes in normal Chinese hearts. Chin Med J 1994;107:88-94.

325. Ogiu N, Nakamura Y, Ijiri I, Hiraiwa K, Ogiu T. A statistical analysis of the internal organ weights of normal Japanese people. Health Phys 1997;72:368-83. doi: 10.1016/s0025- 6196(12)64946-5.

326. Narongchai P, Narongchai S. Study of the normal internal organ weights in Thai population. J Med Assoc Thai 2008;91:747-53.

327. Mathuramon P, Chirachariyavej T, Peonim AV, Rochanawutanon M. Correlation of internal organ weight with body weight and length in normal Thai adults. J Med Assoc Thai 2009;92:250-8.

328. Gunnal SA, Wabale RN, Farooqui MS. Morphological study of chordae tendinae in human cadaveric hearts. Heart Views 2015;16:1-12. doi: 10.4103/1995-705x.152994.

329. Mohammadi S, Hedjazi A, Sajjadian M, Ghoroubi N, Mohammadi M, Erfani S. Study of the normal heart size in Northwest part of Iranian population: a cadaveric study. J Cardiovasc Thorac Res. 2016;8(3):119-125. doi: 10.15171/jcvtr.2016.25. Epub 2016 Sep 26. PMID: 27777697; PMCID: PMC5075360.

330. Timek TA, Miller DC. Experimental and clinical assessment of mitral annular area and dynamics: what are we actually measuring? Ann Thorac Surg 2001;72:966-74. doi: 10.1016/s0003-4975(01)02702-3.

331. Andrade NM, Tinois E, Vieira RW, Braile DM, Junior OP, Olivera PPM, et al. Coefficients of proportions of the atrioventricular valves: an anatomical study of valvar segments of normal individuals. Rev Bras Cir Cardiovasc 2005;20:255-60. doi: 10.1590/s1678-97412005000300005.

332. Du Plessis LA, Marchand P. The anatomy of the mitral valve and its associated structures, Thorax 1964;19:221. doi: 10.1136/thx.19.3.221.

333. Gupta C, Shetti VR, Manju BV. Dimensions of the human adult mitral valve in the embalmed cadaver . J Morphol Sci 2013;30:6-10.

334. Harsha BR, Dakshayani KR. Morphometric Study on Septal Papillary Muscles of Human Tricuspid Valve. GJMR. 2014; 14(1):1-4.

335. Patil D, Mehta C, Prajapati P. Morphology of Mitral valve in Human cadavers. Int J Cardiol 20087:1-8.

336. Deopujari R, Sinha U, Athavale SA. Anatomy of left atrioventricular valve (mitral valve) leaflets in adult indian cadavers. Int J Morphol 201331:1276-1281. doi: 10.4067/ s0717-95022013000400021.

337. Walmsley T. The heart. In: Sharpey-Schafer E, Symington J, Bryce TH, editors. Quain's elements of anatomy, 11th ed, vol 4, pt 3. London: Longmans, Greens and Co, 1929. p. 42.

338. Morris EW. Some features of the mitral valve. Thorax 1960;15:70.

339. Bulkley BH, Roberts WC. Dilatation of the mitral anulus. A rare cause of mitral regurgitation. Am J Med 1975;59:457.

340. Brock RC. The surgical and pathological anatomy of the mitral valve. Br Heart J 1952;14:489-513.

341. Gunnal SA, Farooqui MS, Wabale RN. Study of mitral valve in human cadaveric hearts. Heart Views. 2012 Oct;13(4):132-5. doi: 10.4103/1995-705X.105729. PMID: 23439693; PMCID: PMC3573357.

342. Yacoub M. Anatomy of the mitral valve, chordae and cusps. In: Kalmanson D, editor. The mitral valve. London: Edward Arnold; 1976. p. 15-20.

343. Kalangos A, Oberhansli I, Khatchatourian G, Friedli B, Faidutti B. Multiple-leaflet mitral valve as a rare cause of congenital mitral insufficiency. Ann Thorac Surg 1997; 63:1452-5.

344. Oosthoek PW, Wenink AC, Wisse LJ, Gittenberger-de Groot AC. Development of the papillary muscles of the mitral valve: Morphogenetic background of parachute-like asymmetric mitral valves and other mitral valve anomalies. J Thorac Cardiovasc Surg 1998;116:36-46.

345. Garbi, M. and Monaghan, M.J. (2015) Quantitative mitral valve anatomy and pathology. Echo Research and Practice, 2, R63–72.

346. Pouch, A.M., Vergnat, M., McGarvey, J.R., Ferrari, G., Jackson, B.M., Sehgal, C.M., et al. (2014) Statistical assessment of normal mitral annular geometry using automated three-dimensional echocardiographic analysis. Annals of Thoracic Surgery, 97, 71–77.

347. Jassar, A.S., Vergnat, M., Jackson, B.M., McGarvey, J.R., Cheung, A.T., Ferrari, G., et al. (2014) Regional annular geometry in patients with mitral regurgitation: implications for annuloplasty ring selection. Annals of Thoracic Surgery, 97, 64–70.

348. Salgo, I.S., Gorman, J.H. 3rd, Gorman, R.C., Jackson, B.M., Bowen, F.W., Plappert, T., et al. (2002) Effect of annular shape on leaflet curvature in reducing mitral leaflet stress. Circulation, 106, 711–717.

349. Jimenez, J.H., Liou, S.W., Padala, M., He, Z., Sacks, M., Gorman, R.C., et al. (2007) A saddle-shaped annulus reduces systolic strain on the central region of the mitral valve anterior leaflet. Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, 134, 1562–1568.

350. Lee, A.P., Hsiung, M.C., Salgo, I.S., Fang, F., Xie, J.M., Zhang, Y.C., et al. (2013) Quantitative analysis of mitral valve morphology in mitral valve prolapse with real-time 3-dimensional echocardiography: importance of annular saddle shape in the pathogenesis of mitral regurgitation. Circulation, 127, 832–841.

351. Tavilla G, Pacini D. Damage to the circumflex coronary artery during mitral valve repair with sliding leaflet technique. Ann Thorac Surg 1998;66:2091-3.

352. Virmani R, Chun PK, Parker J, McAllister HA Jr. Suture obliteration of the circumflex coronary artery in three patients undergoing mitral valve operation. Role of left dominant coronary artery. J Thorac Cardiovasc Surg 1982;84:773-8.

353. Cornu E, Lacroix PH, Christides C, Laskar M. Coronary artery damage during mitral replacement. J Cardiovasc Surg (Torino) 2000;41:333-4.

354. Mantilla R, Legarra JJ, Pradas G, Bravo M, Sanmartín M, Goicolea J. Intervencionismo coronario en la oclusión iatrogénica de circunfleja tras anuloplastia mitral [Percutaneous coronary intervention for iatrogenic occlusion of the circumflex artery after mitral anuloplasty]. Rev Esp Cardiol. 2004 Jul;57(7):702-4. Spanish. PMID: 15274857.

355. Singh S, Ajayi N, Lazarus L, Satyapal KS. Anatomic study of the morphology of the right and left coronary arteries. Folia Morphol (Warsz). May 29, 2017 [Epub ahead of print].

356. Dillon J. A stitch too far: The circumflex artery in jeopardy during mitral valve repair. J Thorac Cardiovasc Surg. 2017 Nov;154(5):1621-1623. doi: 10.1016/j.jtcvs.2017.06.056. Epub 2017 Jul 18. PMID: 29042042.

357. Pessa CJ, Gomes WJ, Catani R, Prates JC, Buffolo E. Anatomical relationship between the posterior mitral valve annulus and the coronary arteries. Implications to operative treatment. Braz J Cardiovasc Surg. 2004;19:372-7.

358. Somekh NN, Haider A, Makaryus AN, Katz S, Bello S, Hartman A. Left circumflex coronary artery occlusion after mitral valve annuloplasty: "a stitch in time". Tex Heart Inst J. 2012;39(1):104-7. PMID: 22412241; PMCID: PMC3298908.

359. Aubert S, Barthélémy O, Landi M, Acar C. Circumflex coronary artery injury following mitral annuloplasty treated by emergency angioplasty. Eur J Cardio- Thorac Surg 2008;34:922–4.

360. Ziadi J, Mleyhi S, Denguir R, Khayati A. Iatrogenic occlusion of the circumflex artery and left ventricle pseudoaneurysm after mitral annuloplasty. J Cardiol Cases. 2013 Dec 13;9(3):104-105. doi: 10.1016/j.jccase.2013.10.013. PMID: 30534309; PMCID: PMC6277897.

361. Coutinho GF, Leite F, Antunes MJ. Circumflex artery injury during mitral valve repair: Not well known, perhaps not so infrequent-lessons learned from a 6-case experience. J Thorac Cardiovasc Surg. 2017 Nov;154(5):1613-1620. doi: 10.1016/j.jtcvs.2017.05.043. Epub 2017 May 24. PMID: 28629841.

362. Hiltrop N, Bennett J, Desmet W. Circumflex coronary artery injury after mitral valve surgery: a report of four cases and comprehensive review of the literature. Catheter Cardiovasc Interv. February 19, 2016 [Epub ahead of print].

363. Fabozzo A, Rossi E, Facci G, Bottio T, Gerosa G. Mitral Valve Repair and Anomalous Origin of Circumflex Artery: To Ring or Not to Ring. JACC Case Rep. 2019 Dec 18;1(4):503-507. doi: 10.1016/j.jaccas.2019.08.030. PMID: 34316865; PMCID: PMC8289087.

364. Lansac E, Di Centa I, Al Attar N, Messika-Zeitoun D, Raffoul R, Vahanian A, Nataf P. Percutaneous mitral annuloplasty through the coronary sinus: an anatomic point of view. J Thorac Cardiovasc Surg. 2008 Feb;135(2):376-81. doi: 10.1016/j.jtcvs.2007.05.071. PMID: 18242272.

365. Seccombe JF, Schaff HV. Mitral valve repair: current tecniques and indications. In: Franco KL, Verrier ED, eds.: Advanced Therapy in Cardiac Surgery. St. Louis: B.C. Decker, 1999:224.

366. Carpentier A. The sliding leaflet technique. Le Club Mitrale Newsletter 1998;1-5.

367. Perier P, Clausnizer B, Mistarz K. Carpentier "sliding leaflet" technique for repair of the mitral valve: early results. Ann Thorac Surg. 1994;57:383-386

368. Gillinov AM, Cosgrove DM. Modified quadranguler resection for mitral valve repair. Ann Thorac Surg. 2001;72:2153-2154.

369. Raman JS, Gupta R, Shah P, Setty R, Tambara K. Double-breasted repair of the posterior mitral valve leaflet. Ann Thorac Surg. 2002;74:2206-2207.

370. El Asmar B, Acker M, Couetil JP, et al. Mitral valve repair in the extensively calcified mitral valve annulus. Ann Thorac Surg. 1991;52:66-69.

371. Carpentier AF, Pellerin M, Fuzellier J, Relland JYM. Extensive calcification of the mitral valve annulus: pathology and surgical managment. J Thorac Cardiovasc Surg. 1996;111:718-730.

372. David TE, Feindel CM, Armstrong S, Sun Z. Reconstruction of the mitral anulus. A ten-year experience. J Thorac Cardiovasc Surg. 1995;110(5):1323-1332.

373. Lai DT, Chard RB. Commissuroplasty: a method of valve repair for mitral and tricuspid endocarditis. Ann Thorac Surg. 1999;68:1727-1730.

374. Herwerden LA, Taams MA, Bos E. Repair of Comissural prolapse by extended leaflet sliding. Ann Thorac Surg. 1994;57:387-390.

375. Ng CK, Punzengruber C, Pachinger O, et al. Valve repair in mitral regurgitation complicated by severe annulus calcification. Ann Thorac Surg. 2000;70:53-58.

376. Maisano F, Torraca L, Oppizzi M, et al. The edge-to-edge technique: a simplified method to correct mitral insufficiency. Eur J Cardiothorac Surg. 1998;13:240-245.

377. Messas E, Guerrero JL, Handschumacher MD, et al. Chordal cutting: a new therapeutic approach for ischemic mitral regurgitation. Circulation. 2001;104:1958-1963.

378. Messas E, Pouzet B, Touchot B, et al. Efficacy of chordal cutting to relieve chronic persistent ischemic mitral regurgitation. Circulation. 2003;108 Suppl 1:II;111-115.

379. Kumanohoso T, Otsuji Y, Yoshifuku S, et al. Mechanism of higher incidence of ischemic mitral regurgitation in patients with inferior myocardial infarction: quantitative analysis of left ventricular and mitral valve geometry in 103 patients with prior myocardial infarction. J Thorac cardiovasc Surg. 2003;125:135-143.

380. Hung J, Guerrero JL, Handschumacher MD, Supple G, et al. Reverse ventricular remodeling reduces ischemic mitral regurgitation. Echo-guided device application in the beating heart. Circulation. 2002;106:2594.

381. Liel-Cohen N, Guerrero JL, Otsuji Y, et al. Design of a new surgical approach for ventricular remodeling to relieve ischemic mitral regurgitation: insights from 3-dimensional echocardiography. Circulation. 2000;101:2756-2763.

382. Kron IL, Green R, Cope JT. Surgical relocation of the posterior papillary muscle in chronic ischemic mitral regurgitation. Ann Thorac Surg. 2002;74:600-601.

383. Hvass U, Tapia M, Baron E, Pouzet B, Shafy A. Papillary muscle sling: a new functional approach to mitral repair in 7 patients with ischemic left ventricular dysfunction and functional mitral regurgitation. Ann Thorac Surg. 2003; 75:809-811.

384. Smedira NG, Selman R, Cosgrove DM, et al. Repair of anterior leaflet prolapse: chordal transfer is superior to chordal shortening. J Thorac Cardiovasc Surg. 1996;112:287–291.

385. Muehrcke DD, Cosgrove DM. Mitral valvuloplasty. In: Edmunds, Jr. LH, ed. Cardiac Surgery in the Adult. New York: McGraw-Hill, 1997:1006.

386. Fasol R, Lakew E, Pfannmuller B, Slepian MJ, Joubert-Hubner E. Papillary muscle repair surgery in ischemic mitral valve patients. Ann Thorac Surg. 2000;70:771-776.

387. Lessana A, Carbone C, Romano M, et al. Mitral valve repair: results and the decision-making process in reconstruction. Report of 275 cases. J Thorac Cardiovasc Surg. 1990;99:622-630.

388. Nielsen SL, Timek TA, Green GR, et al. Influence of anterior mitral leaflet second-order chordae tendineae on left ven- tricular systolic function. Circulation. 2003;108:486-491.

389. Gregory F Jr, Takeda R, Silva S, Facanha L, Meier MA. A new technique for repair of mitral insufficiency caused by ruptured chordae of the anterior leaflet. J Thorac Cardiovasc Surg. 1988;96:765-768.

390. David TE. Replacement of chordae tendineae with expanded polytetrafluoroethylene sutures. J Card Surg. 1990;5:152-153.

391. Frater RW, Vetter HO, Zussa C, Dahm M. Chordal replacement in mitral valve repair. Circulation. 1990;82:IV 125-130.

392. Eishi K, Kawazoe K, Nakano K, et al. Long-term results of artificial chordae implantation in patients with mitral valve prolapse. J Heart Valve Dis. 1997;6:594-598.

393. Duran CMG, Pekar Filip. Techniques for ensuring the correct length of new mitral chords. J Heart Valve Dis. 2003;12:156-161.

394. Phillips MR, Daly RC, Schaff HV, et al. Repair of anterior leaflet mitral valve prolapse: chordal replacement versus chordal shortening. Ann Thorac Surg. 2000;69:25-29.

395. Adams DH, Kadner A, Chen RH. Artificial mitral valve chordae replacement made simple. Ann Thorac Surg. 2001;71:1377-378.

396. Kobayashi J, Sasako Y, Bando K. Ten-year experience of chordal replacement with expanded polytetrafluoroethyl- ene in mitral valve repair. Circulation. 2000;102:111-30

397. Nigro JJ, Schwartz DS, Bart RD, et al. Neochordal repair of the posterior mitral leaflet. J Thorac Cardiovasc Surg. 2004;127:440-447.

398. Gregori F Jr, Cordeiro CO, Croti UA, et al. Partial tricuspid valve transfer for repair of mitral insufficiency due to ruptured chordae tendineae. Ann Thorac Surg. 1999;68:1686-1691

399. Khoury GE, d'Udekem Y, Noirhomme P, et al. Transfer of the posterior leaflet of the tricuspid valve to the mitral valve.

400. Hvass U. Tricuspid autograft for repair of a destroyed mitral commissure. Semin Thorac Cardiovasc Surg. 2001;13(4) Suppl 1:43-47.

401. Maisano E, Schreuder JJ, Oppizzi M, et al. The double-orifice technique as a standardized approach to treat mitral regurgitation due to severe myxomatous disease: surgical technique. Eur J Cardiothorac Surg. 2000;17:201-205.

402. Lorusso R, Borghetti V, Totaro P, et al. The double-orifice technique for mitral valve reconstruction: predictors of post-operative outcome. Eur J Cardiothorac Surg. 2001;20:583-589.

403. Kinnaird TD, Munt BI, Ignaszewski AP, Abel JG, Thompson RC. Edge-to-edge repair for functional mitral regurgitation: an echocardiographic study of the hemodynamic consequences. J Heart Valve Dis. 2003;12:280-286.

404. Kallner G, van der Linden J, Hadjinikolaou L, Lindblom D. Transaortic approach for the Alfieri stitch. Ann Thorac Surg.2001;71:378-379.

405. Gatti G, Cardu G, Trane R, Pugliese P. The edge-to-edge technique as a trick to rescue an imperfect mitral valve repair. Eur J Cardiothorac Surg. 2002;22:817-820.

406. Tedoriya T, Hirota M, Ishikawa N, Omoto T. Reconstruction of aorto-mitral continuity with a handmade aorto-mitral bioprosthetic valve for extensive bivalvular endocarditis. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2013 Mar;16(3):405-7. doi: 10.1093/icvts/ivs481. Epub 2012 Nov 20. PMID: 23169876; PMCID: PMC3568805.

407. Obadia JF, Henaine R, Bergerot C, Ginon I, Nataf P, Chavanis N et al. Monobloc aorto-mitral homograft or mechanical valve replacement: a new surgical option for extensive bivalvular endocarditis. J Thorac Cardiovasc Surg 2006;131:243–5.

408. David T.E. Kuo J. Armstrong S. Aortic and mitral valve replacement with reconstruction of the intervalvular fibrous body. J Thorac Cardiovasc Surg. 1997; 114 (discussion 71-2): 766-771

409. David T.E. Bos J. Christakis G.T. Brofman P.R. Wong D. Feindel C.M. Heart valve operations in patients with active infective endocarditis. *Ann Thorac Surg.* 1990; 49: 701-705

410. Korn D, Desanctis RW, Sell S. Massive calcification of the mitral annulus. A clinicopathological study of fourteen cases. N Engl J Med. 1962;267: 900–909

411. Nestico PF, Depace NL, Morganroth J, et al. Mitral annular calcification: clinical, pathophysiology, and echocardiographic review. Am Heart J. 1984; 107(5 Pt 1): 989–996

412. Michałowska I, Szymański P, Kwiatek P, et al. Caseous calcification of the mitral annulus - the complementary role of computed tomography and transthoracic echocardiogram. Pol J Radiol. 2018; 83: e621–e626

413. Ryś M, Hryniewiecki T, Witkowski A, Michałowska I, Zatorska K, Stokłosa P, Nieznańska M, Szymański P. Association between calcifications of mitro-aortic continuity and mitral regurgitation in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement. Kardiol Pol. 2021;79(6):669-675. doi: 10.33963/KP.15987. Epub 2021 May 20. PMID: 33926170.

414. Barbanti M, Yang TH, Rodès Cabau J, et al.. Anatomical and procedural features associated with aortic root rupture during balloon-expandable transcatheter aortic valve replacement. Circulation 2013;128(3):244–253.

415. Hansson NC, Nørgaard BL, Barbanti M, et al.. The impact of calcium volume and distribution in aortic root injury related to balloon-expandable transcatheter aortic valve replacement. J Cardiovasc Comput Tomogr 2015;9(5):382–392.