

NSAN KALB NDE M TRAL KAPA A A T CHORDAE TEND NEA VE
MUSCULUS PAP LLAR S'LER N MORFOLOJ K NCELENMES *
Morphology Examination of the Chordae Tendineae and Papillary
Muscles of the Mitral Valve in the Human Heart

Ömür KARACA¹, Harun ÜLGER²

Özet : Mitral kapak; anulus fibrosus, cuspis'ler, chordae tendineae'lar ve m. papillaris'lerden oluşmuş ve sol atrium ile sol ventrikül arasında yer alan kompleks bir yapıdır. Chordae tendineae'lar, ventriküler sistol esnasında kalp kapakçıklarının atrium içine eversiyonunu engelleyen ve çönlükla muskulus papillaris'lerin tepesinden başlayarak kapakçıkların ventriküler yüzüne tutunan ince fibröz tendonlardır. Bu çalışmada Anatomi Anabilim Dalı laboratuvarında bulunan 24 kadavra kalbinde mitral kapak a ait chordae tendineae ve muskulus papillaris'lerin morfolojisi araştırıldı. Yapılan çalışmada, chordae tendineae'lar kapakçıklara ve commissura'lara tutunma yerlerine göre sınıflandırılmış olup, anterior kapakçık chordae'ları pürütlü ve strut, posterior kapakçık chordae'ları ise pürütlü, cleft ve basal chordae'lar olarak gruplandırıldı. Anterior kapakçık a tutunan ortalama pürütlü chordae sayısı $27,3\pm 9,8$, strut chordae sayısı ise $1,6\pm 0,5$ olarak bulundu. Ayrıca 5 kalpte basal chordae'ya rastlandı. Bu chordae'ların varlığı literatürde rapor edilmemiştir. Posterior kapakçık a ortalama pürütlü, $8,4\pm 4,3$ cleft ve $8,0\pm 2,2$ basal chordae'nın tutunma u tespit edildi. Papiller kaslardan m. papillaris anterior'un genellikle tek sütün halinde bulunurken m. papillaris posterior'un ise iki sütün dan oluştu u gözlemlendi. M. papillaris anterior'dan çıkan ortalama chordae sayısı 13, m. papillaris posterior'dan çıkan chordae sayısı ise ortalama 15 tane olarak tespit edildi. Sonuç olarak chordae'ların morfolojik dağılımı ve i levsel anatomisi hakkında elde edilen bulgular, mitral kapak ve subvalvüler oluşumların cerrahisinde kayda değer bilgiler olarak görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Mitral kapak, cuspis, chordae tendineae, m. papillaris

¹ Yrd.Dç.Dr.Nev ehir Ün. Sema ve Vefa Küçük SYO, Nev ehir

² Doç.Dr.Erciyes Ün.Tıp Fak.Anatomi AD, Kayseri

Geli Tarihi : 22.10.2008 Kabul Tarihi : 22.07.2009

Summary: The mitral (bicuspid) valve complex of the human heart consists of the annulus fibrosus, valve leaflets, chordae tendineae and papillary muscles. It is found between left atrium and left ventricle. Chordae tendineae are that of preventing the aversion of the free margin of the leaflet into the cavity of the left atrium during ventricular systole and they are fibrous tendinous, going from the top of the papillary muscles to insert to ventricular aspect of leaflets. In this study, the morphology of the chordae tendineae and the papillary muscles were investigated in 24 cadavers heart exist in anatomy laboratory. Chordae tendineae was classified according to inserting into leaflets and commissures. The chordae of the posterior leaflet were termed rough, cleft and basal chordae while the chordae of the anterior leaflet were termed rough and strut chordae. The average chordae tendineae inserting into the anterior leaflet were found the rough $27,3\pm 9,8$ and the strut $1,6\pm 0,5$. The basal chordae of the anterior leaflet, which is not reported in literature, were found in 5 hearts. The average chordae tendineae number inserting into the posterior leaflet were found the rough $32,6\pm 10,3$, the cleft $8,4\pm 4,3$ and the basal $8,0\pm 2,2$. Anterior papillary muscle usually consist of a single major muscle group, whereas the posterior papillary muscle often consists of two major muscle groups. Chordae tendineae number arising from the tips of the anterior papillary muscle was determined to be 13 on average, chordae tendineae number arising from the tips of the posterior papillary muscle was determined to be 15 on average. As a result, the evidences found about the functional anatomy and morphology dissociation of the chordae are considered significant information on the surgery of mitral valve and subvalve constructions.

Key words: Mitral valve, cuspis, chordae tendineae, papillary muscle

*Bu çalışmada Erciyes Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından 01.11.12 no'lu proje ile desteklenmiş olup, VIII.Ulusal Anatomi Kongresi'nde poster bildirisi olarak sunulmuştur.

Mitral kapak; anulus fibrosus, cuspis'ler, chordae tendinea'lar ve m. papillaris'ler gibi dört önemli parçadan oluşmakta olup, sol atrium ile sol ventrikül arasında yer alan kompleks bir yapıdır. Dolayısıyla fonksiyonu açısından kalbin önemli olu umlarından biridir (1, 2-6).

Mitral kapak yapısında bulunan chordae tendinea'lar sol ventrikülün fonksiyonunu yerine getirmesinde önemli görevi olan tendonlardır. Fakat chordae'lar kısaldığında, birbirlerine yapıştıklarında veya kireçlendiğinde zaman zaman bu fonksiyonlarını yerine getiremezler. Böyle bir durumda mitral kapak anatomisine uygun yerle tirilen bir protez ve sol ventrikül duvarında bulunan m. papillaris'ler sol ventrikülün fonksiyonunu koruyabilirler (1).

Sadece mitral kapak takılan hastalara göre, kapak protezine ek olarak protez chordae tendinea takılan hastaların durumunda daha hızlı bir iyileşme gözlenmiştir (7). Ayrıca kapak cerrahisinde subvalvular olu umların korunması ameliyat sonrası hayatta kalma süresini uzatırken, sol ventrikül fonksiyonlarının düzenli bir şekilde devam etmesini sağlar (8).

Mitral kapak morfolojik yapısının ve chordae'ların sayısı ve yerleşiminin iyi bilinmesi, cerrahi yaklaşımı, seçilecek kapak çeşidini, cerrahi yöntem seçimini kolaylaştırmakla kalmayıp, ameliyat sonrası yaşam süresini de olumlu yönde etkileyecektir.

Bu çalışmanın amacı, mitral kapak ve ilgili yapıların morfolojilerini makroskopik olarak incelemek ve bu konuda yapılan çalışmalara katkıda bulunmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Etik Kurul onayı alınarak Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi laboratuvarında bulunan 24 yetişkin kadavradan elde edilen normal insan kalbi üzerinde mitral kapak a ait chordae tendinea'lar araştırıldı. Formaldehit (%40) ile tespit edilen kadavraların göğüs boşlukları diseksiyon yöntemi ile açılarak kalpler çıkarıldı ve daha sonra %50 Gliserin ve %50 alkol karışımında 15-20 gün bekletilerek kalp dokusunun yumuşaması sağlandı.

M. papillaris'ler ve chordae tendinea'lar üzerinde ölçüm yapabilmek için, öncelikle sol ventrikül, posterior kapakçığın orta çıkıntısının ortasından ve ventrikül duvarının lateral kenarından kesilerek açıldı. Bu işlem esnasında chordae tendinea'lar ve m. papillaris'lerin korunmasına dikkat edildi. Sol ventrikülün iç yüzü görülecek hale getirildikten sonra m. papillaris'lerin sütun ve baş sayısı tespit edildi ve daha önce yapılmış oldu umuz çalışmaya (9) göre mitral kapakçığın kapakçıkları (anterior ve posterior kapakçık) ve commissura'ları belirlendi (ekil 1). Daha sonra chordae tendinea'ların sayısı, yerleşimi ve kapakçıkların ventrikül yüzüne olan tutunma yerleri tespit edildi.

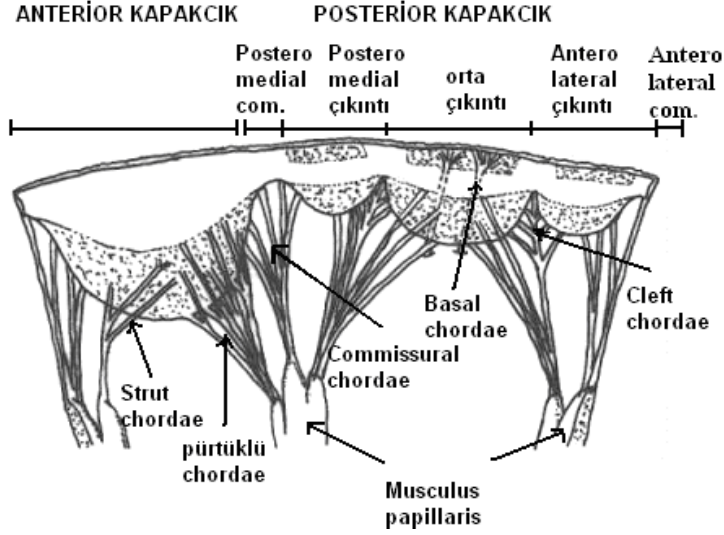
M. papillaris'ler ve chordae tendinea'lar ile ilgili ölçümler aşağıdaki sıraya göre yapıldı.

1-M. papillaris'ler ve tepelerindeki çıkıntı sayısı

2-Her bir m. papillaris'ten çıkan chordae tendinea sayısı ve her bir chorda'nın kaç dala ayrıldı 1,

3-Her bir kapakçık a ve commissura'ya tutunan chordae tendinea sayısı ve chordae tendinea'ların tutunma yerleri tespit edilerek kaydedildi.

Tespit edilen chordae tendinea'lar, literatürde belirtilen üç ayrı sınıflandırmaya göre değerlendirildi. Birinci sınıflandırmada, kapakçıkların serbest kenarına tutunan chordae'lara birinci sıra chordae, kapakçıkların serbest kenarının 0,3-0,6 cm. ötesine tutunan chordae'lara ikinci sıra chordae ve kapakçıkların basalına tutunan chordae'lara ise üçüncü sıra chordae adı verildi (10). İkinci sınıflandırmada, m. papillaris'lerin tepesinden başlayan tek chordae'ya primer chordae, bu chordae'ların iki dala ayrılmasıyla oluşan chordae'ya seconder chordae, seconder chordae'nın tekrar üçüncü bir dala ayrılmasıyla oluşan chordae'ya ise tersiyer chordae adı verildi (11). Üçüncü sınıflandırmada ise chordae'lar; kapakçık chordae'ları ve commissural chordae'lar (anterolateral commissura ve posteromedial commissura) olmak üzere önce ikiye ayrıldı ve kapakçık chordae tendinea'ları, anterior kapakçık için pürtüklü ve strut chordae, posterior kapakçık için ise pürtüklü, cleft ve basal chordae olarak alt gruplara ayrıldı (12).



ekil 1. Kapakçıklar ve chordae tendinea'ların ba lama ve tutunma yerlerinin ematik görünümü

BULGULAR

Chordae tendinea'ların, m. papillaris'lerden çıktık-
tan sonra ya do rudan ya da dallarına ayrılarak
commissuralara veya her iki kapakçı a tutundu u
tespit edildi. Chordae'lar papillar kaslardan çıkı
yerlerinde sayıldı nda; m. papillaris anterior'dan
ortalama 13 tane chordae gövdesinin, m. papillaris
posterior'dan ise ortalama 15 tane chordae gövde-
sinin çıktı ı gözlemlendi. Çalı mamızda üçüncü sınıf-
landırma referans alındı ve anterior kapakçı a,
ortalama 27,3 pürtüklü (Resim 1) ve toplam 7
basal chordae'nın (Resim 2), dı nda ortalama 1,6
strut chordae'nın da (Resim 3) tutundu u tespit
edildi. Posterior kapakçı a ise ortalama 32,6 pür-
tüklü, 8 basal ve 8,4 cleft chordae'nın tutundu unu
belirlendi (Tablo I). Kalplerin hepsinde
commissural chordae'ların (Resim 4) gövdeleri,
commissural bölgeye do ru yönelmi ti ve pervane
eklinde ı nsal dallar vererek commissural bölge-
ye tutunmu lardı. Bu chordae'ların, commissural
bölgenin hem anulusuna, hem de valvuler dokunun
serbest kenarına tutundukları gözlemlendi. Ayrıca

kalplerin hepsinde anterolateral commissural
chordae, m. papillaris anterior'dan ba larken,
posteromedial commissural chordae'nın ise m.
papillaris posterior'dan ba ladı ı tespit edildi.

Çalı mamızda m.papillaris'lerden çıkan
chordae'lar dallanmaları dikkate alınmadan sayıldı-
nda ise anterior kapakçı a tutunan ortalama
chordae sayısı 15 adet olup, bunlardan 13 tanesi
pürtüklü, 2 tanesi de strut chordae'dan olu
makta idi. Posterior kapakçı a tutunan ortalama chordae
sayısı ise 21 tane olup, bunlardan 14 tanesi pürtük-
lü, 3 tanesi cleft, 4 tanesi de basal chordae'dan
olu maktadır.

Çalı ılan kalplerin hepsinde, sol ventrikülde m.
papillaris anterior ve m. papillaris posterior'un
bulundu u tespit edildi. Bazı m. papillaris'lerin
tepelerinde ise küçük çıkıntıların oldu u görüldü.
Bu kasların gövdeleri sütun ve tepelerindeki çıkın-
tılar ise ba larak tanımlandı (Resim 5). Tepesinde
bir çıkıntısı olan bir ba lı, iki çıkıntısı olan iki ba lı
ve üç çıkıntısı olan ise üç ba lı olarak isimlendirildi

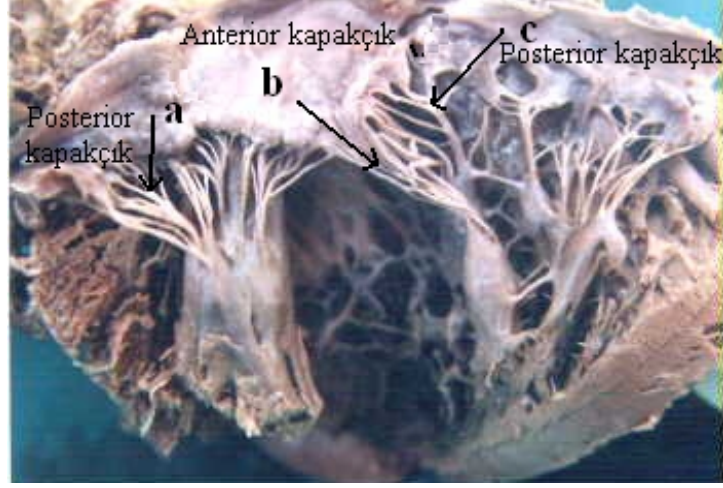
Çalı mamızda m. papillaris anterior'un, ortalama $1,1\pm0,3$ sütun ve $2,0\pm0,9$ ba tan, m. papillaris posterior'un ise ortalama $2,1\pm0,8$ sütun ve $2,7\pm0,9$ ba tan olu tu u tespit edildi. Genel olarak m. papillaris anterior'un tepesinin hemen üstünde commissura'ya klavuzluk eden yukarı do ru uzanan küçük çıkıntıların oldu u gözlemlendi (Resim 5). Ayrıca bir kalpte m. papillaris anterior'un anterior kapakçı a direk olarak tutundu u tespit edildi (Resim 3).

Papillar kaslardan ba layan chordae'lar hem anterior kapakçı a hem de posterior kapakçı a tutunmaktaydı. Yapılan çalı mada m. papillaris'lere ek olarak, trabekülden ba layan chordae tendinea'ların da bulundu u tespit edildi. Fakat trabekülden ba layıp, anterior kapakçı a veya commissura'lara tutunan chordae'lara rastlanmadı.

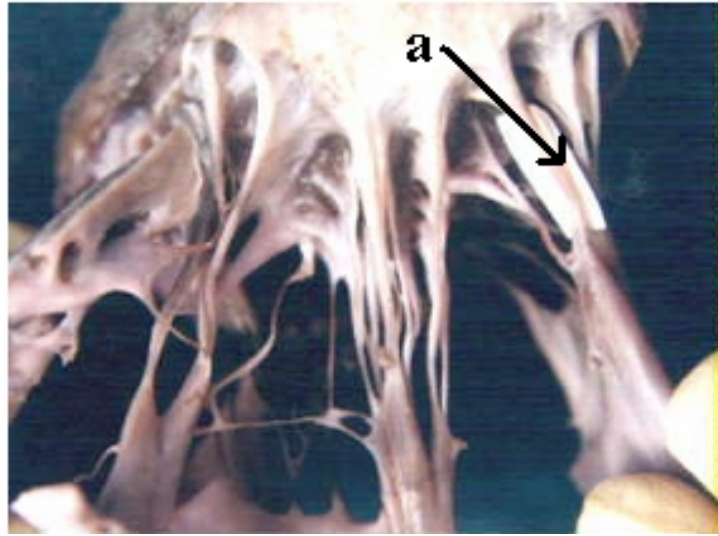
Tablo I. Chordae tendinea'ların dallanmaları dikkate alınarak yapılın üç ayrı sınıflandırmaya göre, mitral kapak kapakçıklarına ve commissura'lara tutunan ortalama chordae tendinea sayısı

Sınıflandırma	Chordae Tendineae	Anterior Kapakçık (n:24)	Posterior Kapakçık (n:24)	Anterolateral commissura (n:24)	Posteromedial commissura (n:24)
I. (Tandler 1913)	Birinci sıra	20,6±8,3	33,5±10,7	-	-
	kinici sıra	8,3±3,1	4,8±2,8	-	-
	Üçüncü sıra	7*	10,6±2,4	-	-
II. (William ve ark., 1972)	Primer	3,3±1,6	4,1±2,4	-	-
	Seconder	8,6±5,1	9,5±4,3	-	-
	Tersiyer	17,6±10,8	35,0±14,5	-	-
III. (Lam ve ark, 1970)	Pürtüklü	27,3±9,8	32,6±10,3	-	-
	Basal	7*	8,0±2,2	-	-
	Strut	1,6±0,5	-	-	-
	Cleft	-	8,4±4,3	-	-
	Commissural	-	-	5,9±2,6	4,7±2,1
	Ortalama chordae	29,4±10,0	49,0±13,8	5,9±2,6	4,7±2,1

* Toplam chordae sayısı



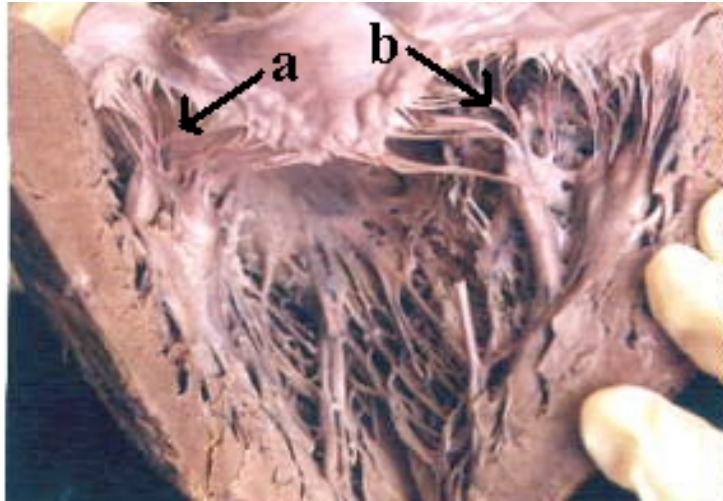
Resim 1. Mitral kapak ve chordae tendineae'ların görünümü, a: cleft chordae, b: pürtüklü chordae, c: commissural chordae.



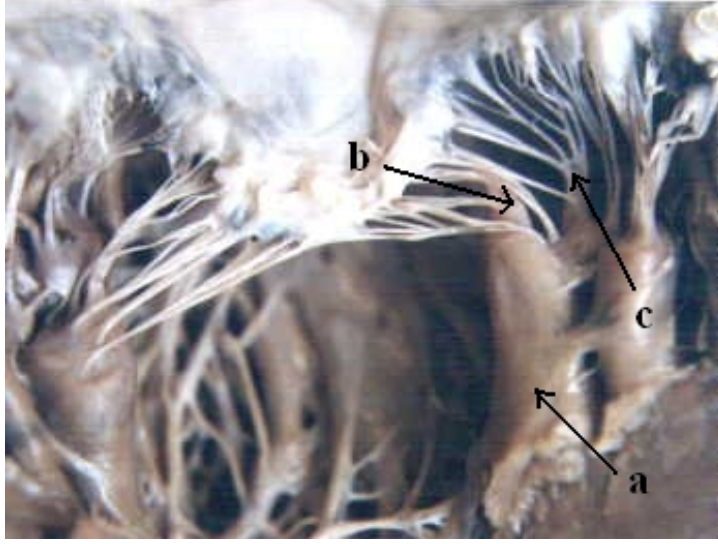
Resim 2. Strut chordae'nin anterior kapakçı a tutunma ekli (a)



Resim 3. Anterior kapakçı a tutunan basal chordae'lar (b) ve direk olarak kapakçı a tutunan m.papillaris (a).



Resim 4. Commissural chordae'lar. Anterolateral commissural chordae (a), posteromedial commissural chordae (b).



Resim 5. M. papillaris'lere ait sütun (a) ve başlıklar (b) ve m. papillaris'lerden commissuraya uzanan çıkıntı (c).

TARTI MA

Mitral kapak cerrahisinde subvalvular olu umların korunması ve kapak onarımlarında en iyi sonucu veren çalı malar olarak gösterilmesine ra men yaygın olarak kullanılmamaktadır. Subvalvular olu umları koruyarak yapılan kapak de i imleri veya kapak onarımları hastaların küçük bir kısmında sınırlı olarak yapıldı ndan bu olayın de eri anla ılamamı tır ve bu tekniklerin kullanılabilmesi için mitral kapak ve ilgili yapıların morfolojisinin daha iyi bilinmesi gerekmektedir (8). Bu amaçla chordae'lar ve papiller kaslar ile ilgili yapılan çalı malarda birinci sınıflandırmaya göre chordae'ların da ılımı de erlendirildi inde, birinci sıra chordae'ların her iki kapakçıkta fazla bulundu u ve bu chorda'ların fazla olmasının nedeni olarak ise ventriküler sistol boyunca kapakçıkların serbest kenarının atrium içine eversiyonunun engellemesinin sa lanması oldu u ifade edilmi tir (1, 10, 13). Bizim çalı mamızda da bu bilgilere paralel olarak birinci sıra chordae'ların daha fazla oldu u görüldü.

Bulgularımız ikinci sınıflandırmaya göre de erlendirildi inde, her iki kapakçıkta da primer chordae sayısının az, tersiyer chordae sayısının ise fazla oldu u ve seconder chorda'nın ise daha çok posterior kapakçığı a tutundu u tespit edildi. Ayrıca posterior kapakçıkta primer chordae'ların ço unlukla kapakçığı ın basalına tutundu u tespit edildi. Bu chordae'ların sayısı ile ilgili geni literatür bilgisine rastlanılmadı.

Chordae tendinea'lar için di er bir sınıflandırma (üçüncü sınıflandırma), Lam ve arkadaşları (12) tarafından yapılmı tır Onlar anterior kapakçığı a ait chordae'ların, pürütlü chordae ile pürütlü chordae içinde kalınlı ı ile dikkat çeken ve ara tırılan kalplerin %90'ından fazlasında tespit edilen strut chordae'lardan olu tu unu belirtmi lerdir. Anterior kapakçığı ın basalına olan chordal tutunmalardan bahsetmemi lerdir. Chordae'ları m. papillaris'lerden çıkı yerinden saydıklarında 9 tane chordae'nın anterior kapakçığı a tutundu unu, bu chordae'lardan 7 tanesinin pürütlü ve 2 tanesinin de strut chordae oldu unu belirtmi lerdir. Bizim çalı mamızda anterior kapakçığı a tutunan orta-

lama chordae sayısı 15 adet olup, bunlardan 13 tanesi pürtüklü, 2 tanesi ise de strut chordae'dan oluşmaktadır. Chordae'ların dallanması dikkate alınarak yapılan ölçümlerde ise, anterior kapakçı a ortalama 27,3 tane pürtüklü, 1,6 tane strut ve toplam 7 tane basal chordae'nın bulunduğu görüldü. Elde edilen bu sonuçlar, strut chordae'nın az bulunduğunu anterior kapakçıkta, basal chordae'ların da bulunabileceğini göstermektedir. Strut ve basal chordae fonksiyonu açısından karışılmamıştır, basal chordae'ların ventriküler sistol boyunca kapakçıkların atrium içine eversiyonunu engellediği, strut chordae'ların ise mitral kapakçık fonksiyonunda etkili en güçlü chordae'lar olduğu ve rüptüründe diğer chordae'lardan daha fazla mitral yetmezli sebebe sebep olduğu tespit edilmiştir (1, 5, 12-15). Buna göre anterior kapakçıkta strut chordae sayısı az olduğu için, buraya tutunan basal chordae'ların, mitral kapakçık fonksiyonunda strut chordae'lara destek olduğu düşünülebilir.

Lam ve arkadaşlarının (12) sınıflandırmasına göre posterior kapakçık a tutunan chordae'lara bakıldığında, onlar posterior kapakçık chordae'larını pürtüklü, cleft ve basal olmak üzere üç grupta incelemişler ve yaptıkları çalışmada chordae'ları m. papillaris'lerden çıkışı yerinden saydıklarında 14 chordae'nın posterior kapakçık a tutunduğunu ve bunlardan 10 tanesinin pürtüklü, 2 tanesinin cleft, 2 tanesinin de basal chordae olduğu ifade etmişlerdir. Çalışmamızda dallanmalar dikkate alınmadan yapılan değerlendirilmede posterior kapakçık a ortalama 21 chordae'nın bulunduğu ve bunlardan 14 tanesinin pürtüklü, 3 tanesinin cleft, 4 tanesinin ise basal chordae olduğu tespit edildi. Chordae'ların dallanması dikkate alınarak yapılan ölçümlerde, posterior kapakçık a ortalama 32,6 pürtüklü, 8 basal ve 8,4 tane de cleft chordae'nın bulunduğu görüldü. Bu sonuçlara göre çalışmamızda, basal chordae sayısının daha fazla olduğu ve bütün kalplerde basal chordae'ya rastlanıldığı belirlendi. Posterior kapakçık a tutunan basal chordae sayısı önemlidir. Özellikle commissural çıkıntılara tutunan basal chordae, bu çıkıntılarının ventrikül sistoli boyunca atrium içine olan prolapsusunu engellemektedir (12).

Yapılan çalışmalarda ortalama iki tane chordae'nın commissural bölgeye tutunduğu ve anterolateral commissuraya giden chordae'ların m. papillaris anterior'dan, posteromedial commissuraya tutunan chordae'ların ise m. papillaris posterior'dan çıktığı belirtilmiştir. Posteromedial commissural chordae'nın dallarının daha uzun ve daha geniştir ve commissural chordae'ların, commissural doku ve kapakçıkların uygun çalışmasına yardımcı olduğu ve onların pervane eklemlerinde düzenlenmesi, anterior ve posterior kapakçıkların commissural bölgeyle ilgili kasın lamada, menteşe gibi bir harekete neden olduğu belirtilmiştir (2,12). Çalışmamızda commissural chordae'lar m. papillaris'lerden çıkışı yerinde sayıldığında anterolateral commissuraya ortalama iki commissural chordae'nın, posteromedial commissuraya ise, bir commissural chordae'nın bulunduğu ve bu chordae'ların hepsinin aynı isimli kaslardan çıktığı tespit edildi. Bu bulgular literatürle benzerlik göstermektedir. Commissural chordae'ların pervane eklemlerinde dallar vererek commissural dokuya doğru uzandığı gözlemlendi. Bu chordae'lar commissural dokuya tutunma yerinde sayıldığında ise anterolateral commissural chordae'nın ortalama 6, posteromedial commissural chordae'nın ise 5 tane olduğu ve posteromedial commissural chordae sayısının daha az, fakat daha geniştir ve yayılmış olduğu tespit edildi. Posteromedial commissural chordae'nın yayılımının fazla olmasının ve bu bölgedeki valvüler dokunun az olmasının bu commissural doku mitral yetmezli e hassas kıldığını bildirilmektedir (1,2).

Yapılan çalışmalarda, her m. papillaris'ten ortalama 12 chordae gövdesinin çıktığı ve her bir kastan çıkan chordae tendinea'ların her iki kapakçıkın yarısına tutunduğu ifade edilmiştir (1, 3, 4, 11). Bizim çalışmamızda m. papillaris anterior'dan ortalama 13, m. papillaris posterior'dan ise 15 chordae'nın çıktığı tespit edildi ve elde edilen bulgular literatür bulguları ile benzerlik göstermekteydi.

Chiechi ve arkadaşları (1) çalışmaları 105 kalbin, 4/5'inde anterior kasın tek olduğu ve 2/3'ünde ise posterior kasın genellikle daha fazla tutunduğunu ifade etmişlerdir. Onlar 105 kalbin 57

tanesinde m. papillaris posterior'un iki ba lı, 12 tanesinde ise üç ba lı oldu unu bulmu lardır. Ayrıca ba ka çalı malarda da m. papillaris posterior'un, m. papillaris anterior'dan daha küçük oldu u ve tek de il de genelde iki veya üç sutundan olu tu u ve m. papillaris anterior'un tepesinde commissura'ya kılavuzluk eden bir olu un bulundu u ifade edilmi tir (2, 3, 11,14). Bu özellik, m. papillaris posterior'da daha azdır. Çünkü bu kasın sayısı olarak fazla olması chordae'lar ve commissura arasında bo luk olu masına neden olur. Ayrıca bir kalpte m. papillaris'in commissura'ya direk olarak tutundu u bildirilmektedir. (14) Çalı mamızda da, benzer sonuçlar elde edildi ve bir kalpte m. papillaris anterior'un direk olarak anterior kapakçı a tutundu u gözle ndi.

Sonuç olarak chordae'ların morfolojik da ılımı ve i levsel anatomisi hakkında elde edilen bulguların, mitral kapak ve subvalvüler olu umların cerrahisinde dikkate alınması gereken bilgiler oldu u dü ünüldü.

KAYNAKLAR

1. Chiechi M, Lees W, Thompson R. Functional anatomy of the normal mitral valve. *J Thoracic Surgery* 1956; 32:378-398.
2. Ranganathan N, Lam JHC, Wigle ED, et al. Morphology of the human mitral valve: u. the valve leaflets. *Circulation* 1970; 41: 459-467.
3. Roberts Wc. Morphologic features of the normal and abnormal mitral valves. *Am J Cardiol* 1983; 51:1005-28.
4. Spuy J.C. The functional and clinical anatomy of the mitral valve. *Thoracic Surgery* 1957, 16:471-478.
5. Gray H. *Gray's Anatomy 38th. ed. Churchill Livingstone, Elsevier Ltd, London 1995.*
6. Millington C, Meir A, Lawrence L, et al. Structure of chorda tendineae in the ventricle of the human heart. *J Anat* 1998; 192:573-581.
7. Bernhard A, Sievers H, Nellesen U, et al I. Improved mitral valve replacement. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 1990; 4:224-225.
8. Lee EM, Shapiro LM, Wells FC. Importance of subvalvular preservation and early operation in valve surgery. *Circulation* 1996; 94: 2117-2123.
9. Karaca Ö, Unur E, Acer N, Aycan K, Ekinci N, Ülger H. nsan kalbinde mitral kapa a ait cuspid'lerin morfolojik ve morfometrik incelenmesi. *Erciyes Üniversitesi Sa lık Bilimleri Dergisi* 2003; 12 (3): 44-51.
10. Tandler J. *Anatomie des Herzens: handbuch des anatomie des menschen. bandelben gustav fischer. Abt i, Jena, Verlagsbuchhandlung 1913; 3:84.*
11. William C, Cohen LS. Left ventricular papillary muscles. *Circulation* 1972; XLVI:138-154.
12. Lam JHC, Ranganathan N, Wigle E, et al. Morphology of the human mitral valve i. chordae tendineae: A new classification. *Circulation* 1970; XLI:449-458.
13. Obadia F, Chassignolle F. Mitral subvalvular apparatus: different functions of primary and secondary chordae. *Circulation* 1997; 96: 3124-3128.
14. Rusted E, Scheifley H, Edwards E. Studies of the mitral valve: anatomic features of the normal mitral valve and associated structures. *Circulation* 1952; VI:825-831.
15. Lim KO, Boughner DR. Mechanical properties of human mitral valve chordae tendineae: variation with size and strain rate. *Can. J. Physiol Pharmacol.* 1975; 53:330-339.