

Kronik Aort Yetersizliği Olan Hastalarda, Aort Kapak Replasmanının Aortik Fonksiyonlara Etkisi

Dr. Sinan DAĞDELEN, Dr. Serdar SOYDİNÇ, Dr. Mehmet ERGELEN, Dr. Bengi YAYMACI, Dr. Nuri KURTOĞLU, Dr. Akın İZGİ, Dr. Cevat YAKUT, Dr. İsmet DİNDAR
Koşuyolu Kalp ve Araştırma Hastanesi, Kadıköy - İstanbul

ÖZET

*Kronik aort yetersizliğinde sol ventrikül fonksiyonlarının ve aortik distensibilitenin bozulduğu iyi bilinmektedir. Aort distensibilitesindeki azalma, sol ventrikül fonksiyonlarındaki bozulmaya katkıda bulunmaktadır. Fakat aort yetersizliği olan olgularda, aort kapak replasmanının aortik fonksiyonları nasıl etkilediği konusunda bilgilerimiz sınırlıdır. Çalışmamızın amacı, ileri aort yetersizliği olan olgularda, aort kapak replasmanının aortik fonksiyonlara etkisini göstermektir. **Metod:** Bu amaçla çalışmaya, kronik aort yetersizliği olan ve aort kapak replasmanı gerektiren 13 olgu alındı (2 kadın, 11 erkek, yaş ortalaması 36.8±6.2 yıl). Hastalara operasyondan bir gün önce ve 48 saat sonra standart transtorasik ekokardiyografi yapıldı. İşlem sırasında intraluminal arteryel basınçları kaydedildi. Aortik "strain" ve "distensibilite" ve sol ventrikül sistolik duvar stresi ölçüldü. **Bulgular:** Aort kapak replasmanı öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, sol ventrikül sistolik, diyastolik çapları ve sistolik duvar stresi, sistolik basınç ve nabız basıncının işlem sonrası anlamlı olarak azaldığı görüldü (hepsi için $p<0.001$). Aortik "strain" ve aort "distensibilitesi" anlamlı olarak işlem sonrası arttı (ikisi için $p<0.001$). Aort kapak replasmanı öncesi ve sonrası, aortik "strain" ve aort "distensibilitesi" ile sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, fraksiyonel kısalma ve sistolik duvar stresi arasında anlamlı korelasyon tespit edildi. **Sonuç:** Aort yetersizliği olanlarda aortik "distensibilite" ve aortik "strain" azalmaktadır. Bu azalma sol ventrikül sistolik duvar stresini artırmaktadır. Aort kapak replasmanı, sadece sol ventrikül çaplarında iyileşme ile kalmayıp, aynı zamanda aortik "distensibilite" ve aortik "strain" artışına neden olmaktadır. Operasyon sonrası, aortik fonksiyonlardaki iyileşme sol ventrikül sistolik duvar stresini de azaltmaktadır*

Anahtar kelimeler: Aortik fonksiyonlar, aortik distensibilite, sistolik duvar stresi

Kronik aort yetersizliği olan hastalarda zamanla sol kalp boşlukları ve aortada genişleme meydana gelmektedir. Artan sistolik ve diyastolik volümün sonucu olarak atım volümü artmakta ve proksimal aorta aşırı akım jeti ve yüke maruz kalmaktadır (1). Sol

ventrikülün sistolik ejeksiyonu sırasında, proksimal aorta genişler ve bu genişleme aortik "empedansı" azaltmaktadır. Aort yetersizliğinde artan atım volümü aortik sertleşmeyi artırmaktadır bu sonuç aort distensibilitesinin azalmasına ve sol ventrikül ejeksiyon volümü sırasında aortik empedansın artmasına neden olmaktadır (2,3). Aortadaki volüm ve basınç artışı sol ventrikül ön yükünü sistolde artırmakta, ve diyastolik geri akım ise sol ventrikül diyastolik basıncını artırmaktadır (4,5). Sol ventrikülün sistolik ve diyastolik duvar stresi artmakta (6,7), zamanla sol ventrikül performansında kötüleşmeye neden olmaktadır (8,9). Aorta sadece kan akımı için bir aracı görevi görmekle kalmayıp, elastik özelliği, aortik duvar enerjisi ve sistolo-diyastolik hareket amplitüdü sayesinde kanın periferik damarlara ulaşmasında önemli rol oynamaktadır (10). Sistolde ve diyastolde kan basıncı ayarlanmasına yardımcı olan aort, bu özelliği ile sol ventrikül fonksiyonlarında koruyucu ve koroner kan akımındaki devamlılığı sağlayıcı rol oynamaktadır (11-13).

Daha önceki çalışmalarda sol ventrikül disfonksiyonu gelişen aort yetersizlikli hastalarda ve aort kapak replasmanı ihtiyacı olanlarda olmayanlara göre aort distensibilitesinin daha az olduğu gösterilmiştir (14). Aort yetersizlikli hastalarda aort kapak replasmanı sonrasında sol ventrikül duvar stresinin azaldığı, diyastol sonu volümünün daha fazla olmak üzere sol ventrikül sistolik ve diyastolik volümlerinin azaldığı bilinmektedir (15). Ancak aort kapak replasmanı sonrası bu iyileşme sürecinde kapağın yanısıra aortik fonksiyonların rolü iyi bilinmemektedir. Çalışmamızın amacı ileri aort yetersizliği ve sol ventrikül dilatasyonu gelişmiş olan hastalarda, aort kapak replasmanı sonrası aortik fonksiyonların değerlendirilmesi ve bunun sol ventrikül fonksiyonları üzerine olan etkisini incelemektir.

MATERYEL ve METOD

Olgu seçimi: Çalışmaya ileri aort yetersizliği olan (\geq grade III) ve aort kapak replasmanı yapılan toplam 13 olgu alındı (2 kadın, 11 erkek, yaş ortalaması 36.8 ± 6.2 yıl). Hastaların yaşları 26 ile 46 arasında değişmekte idi. Koroner arter hastalığı, orta-ileri mitral kapak patolojisi, konjenital kalp hastalığı, hipertrofik veya dilate kardiyomyopati olan olgular çalışmaya alınmamıştır. Hastaların tamamında kapak tutulumu etiyolojik olarak romatizmal orijine ilgili bulundu. Bütün olgular normal sinüzal ritimde idi.

Ekokardiyografik inceleme: Hastaların tamamına sol lateral pozisyonda standart transtorasik ekokardiyografi işlemi uygulandı. 3.25 MHz transduserli, ekokardiyografi (Wingmed CFM-800) sistemi kullanılarak, iki-boyutlu ve M-mod ekokardiyografik parametreler elde edildi. M-Mode ölçümleri, Amerikan Ekokardiyografi Derneğinin önerdiği kriterlere göre yapıldı ⁽¹⁶⁾. Olguların elektrokardiyografik kayıtları eşliğinde yapılan ekokardiyogramlarında sol ventrikül segmenter duvar hareketleri normal idi. Parasternal uzun eksende alınan M-mod kayıtlarından sistolik ve diyastolik interventriküler septum, sol ventrikül arka duvar kalınlıkları, ve ventrikül çapları ölçüldü. Sol ventrikül ortalama duvar kalınlığı hesaplanırken sistolik interventriküler septum ve arka duvar kalınlıkları toplamının yarısı alınmak suretiyle hesaplandı. Bu eksen üzerinde sağ koroner kapak ve non-koroner kapak hareketlerinin ve mitral kapak hareketlerinin birlikte izlendiği pozisyonda proksimal aorta görüntüsü net olarak elde edildi. Daha sonra aortik kapakların koaptasyon hattının 2 cm üzerinden M-mod ile proksimal aorta kesitleri alındı. Alınan kesitlerden sistolik ve diyastolik aortik lumen çapları ölçüldü. Ölçüm yapılırken üç ardışık siklütsten alınan verilerin ortalaması esas değer olarak kabul edildi. Elde edilen ekokardiyografik ve hemodinamik veriler kullanılarak aortik "strain", aort "distensibilitesi" ve sol ventrikül sistolik duvar stresi hesaplandı.

Çalışma protokolü: Hastalar aort kapak replasmanı amacıyla hastaneye yatırılmadan önce sol kalp kateterizasyonu, koroner anjiyografi ve aortografi işlemleri yapıldı. Hastaneye yatırıldıktan sonraki takipte, operasyondan 1 gün önce standart transtorasik ekokardiyografi işlemi yapıldı. Hastalara aort kapak replasmanı operasyonu uygulandı ve tamamına mekanik protez yerleştirildi. Hiçbir

hastanın operasyonunda major komplikasyon gelişmedi ve bütün olgular postoperatif birinci günde ekstübe edildi. Aort kapak replasmanı operasyonundan 48 saat kadar sonra aynı ekokardiyografi cihazı kullanılarak aynı kardiyolog tarafından ekokardiyografi işlemi tekrarlandı. Bu işlem sırasında hastalar ile rahatlıkla koordinasyon kuruluyordu ve hemodinamik verileri normal idi. Hastaların ekokardiyografi işlemleri sırasında radial arterden intraluminal basınç traseleri ve nabız monitorizasyonları kaydedildi.

Hemodinamik ölçümler:

Aortik "strain" aşağıdaki formül ile hesaplandı ⁽¹⁷⁾;

Aortik "strain" = (Sistolik-diyastolik aortik çap)/Diyastolik aortik çap.

Aortik "distensibilitesi" aşağıdaki gibi hesaplandı ⁽¹⁸⁻²⁰⁾;

Aort "distensibilitesi" = $2 * (Sistolik-diyastolik aortik çap) / [(Diyastolik aortik çap) * (Aortik nabız basıncı)]$.

Sol ventrikül sistolik duvar stresi aşağıdaki gibi hesaplandı ⁽²¹⁾;

Sistolik duvar stresi = $P(SVSC) / 4h(1+h/SVSC)$,

(P:Basınç, SVSC: Sol ventrikül sistolik çapı, h:Sol ventrikül sistolik duvar kalınlığı)

İstatistiksel analiz: Veriler ortalama \pm standart sapma olarak ifade edildi. Grup içinde parametrik verilerin karşılaştırılmasında eşleştirilmiş "student-t" testi kullanıldı. İstatistiksel olarak $p < 0.05$ olması anlamlı kabul edildi. Parametrik veriler arasında korelasyon araştırılırken "bivariate" korelasyon testi ve Pearson metodu kullanıldı.

BULGULAR

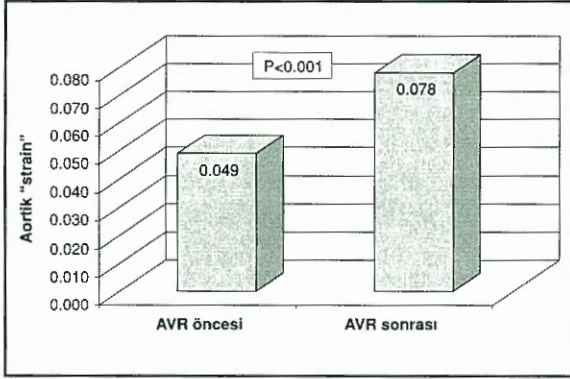
Aort kapak replasmanı öncesi ve sonrası için karşılaştırıldığında sol ventrikül sistolik ve diyastolik çaplarında anlamlı derecede azalma olduğu görüldü. Fakat bu azalmaya rağmen erken dönemde global ejeksiyon fraksiyonu ve fraksiyonel kısalmada anlamlı değişiklik gözlenmedi. Hemodinamik olarak hastaların sistolik tansiyonlarında anlamlı düşme olurken, diyastolik tansiyonlarında ise anlamlı yükselme olduğu görüldü (Tablo-1).

Tablo 1. Aort kapak replasmanı öncesi ve sonrası sol ventrikül ve aortik fonksiyonların karşılaştırılması

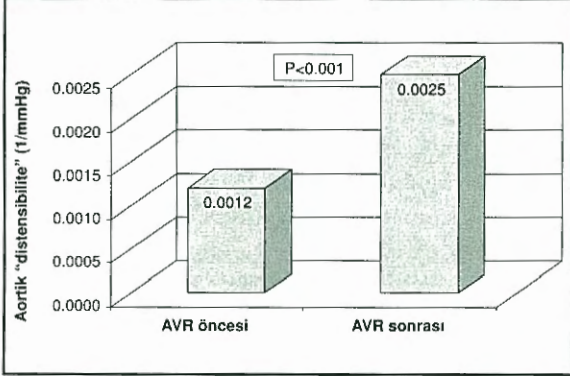
	İşlem Öncesi (0)	İşlem Sonrası (1)	P
SV sistolik çap (mm)	48.6 \pm 2.7	46.6 \pm 2.3	<0.001
SV diyastolik çap (mm)	70.2 \pm 2.6	67.5 \pm 2.7	<0.001
SV ejeksiyon fraksiyonu (%)	52.7 \pm 4.9	52.9 \pm 4.4	NS
SV fraksiyonel kısalma (%)	30.8 \pm 3.6	30.9 \pm 3.0	NS
TA sistolik (mmHg)	153.8 \pm 9.4	138.1 \pm 9.5	<0.001
TA diyastolik (mmHg)	37.7 \pm 2.9	74.2 \pm 7.0	<0.001
Aortik sistolik çap (mm)	39.5 \pm 2.7	38.5 \pm 2.3	<0.001
Aortik diyastolik çap (mm)	37.7 \pm 2.9	35.7 \pm 2.2	<0.001

SV: Sol ventrikül, TA:Tansiyon arteriyel

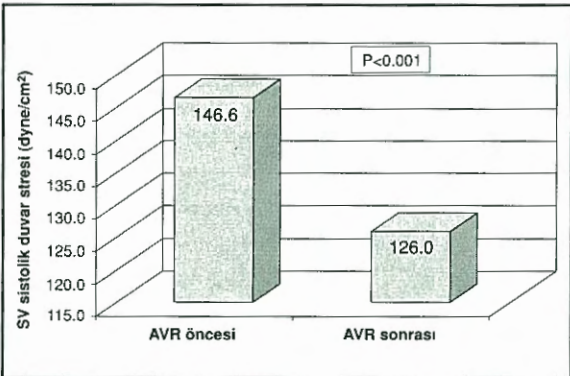
Bu hemodinamik değişikliklerle birlikte hastaların aort kapak replasmanı öncesi ve sonrası aortik fonksiyonları karşılaştırıldı ve aortik "strain" ve "distensibilite"de anlamlı artış olduğu görüldü (Şekil 1,2). Aortik fonksiyonlardaki iyileşmenin sol ventrikül duvar stresi üzerine olan etkisi araştırıldı ve sistolik duvar stresinin replasman sonrası anlamlı olarak azaldığı görüldü (Şekil 3).



Şekil 1. Aort kapak replasmanı (AVR) öncesi ve sonrası Aortik "strain" değişimi



Şekil 2. Aort kapak replasmanı (AVR) öncesi ve sonrası Aortik "distensibilite" değişimi



Şekil 3. Aort kapak replasmanı (AVR) öncesi ve sonrası sol ventrikül (SV) sistolik duvar stresi(dyne/cm²)

Hastalarda işlem öncesi ve sonrasında, aortik fonksiyonlar ile sol ventrikül fonksiyonları arasında korelasyon araştırıldı. Aort kapak replasmanı öncesi aortik "strain" ve "distensibilite" ile sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (sırasıyla $r = 77$ ve 75 , $p=0.002$ ve $p=0.003$) ve fraksiyonel kısalma (sırasıyla $r = 79$ ve 78 , $p=0.001$ ve $p=0.002$) arasında ileri derece korelasyon olduğu görüldü. İşlem öncesi aortik "strain" ve "distensibilite" ile sol ventrikül sistolik duvar stresi arasında ise iyi derecede negatif korelasyon tespit edildi (sırasıyla $r = -71$ ve -62 , $p=0.007$ ve $p=0.023$). Tablo-2

Tablo 2. Aort kapak replasmanı öncesi aortik "strain" ve "distensibilite" nin işlem öncesi sol ventrikül fonksiyonları ile olan ilişkisi

		Aortik "Strain"-0	Aortik "Distensibilite"-0
Yaş	r	-36	-33
	p	0.23	0.27
SV ejeksiyon fraksiyonu-0	r	77**	75**
	p	0.002	0.003
SV fraksiyonel kısalma-0	r	79**	78**
	p	0.001	0.002
SV sistolik duvar stresi-0	r	-71**	-62*
	p	0.007	0.023

0: Aort kapak replasmanı öncesi, SV: Sol ventrikül
* ; <math><0.05</math> , ** ; <math><0.01</math>

Aort kapak replasmanı sonrası aortik "strain" ve "distensibilite" ile sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (sırasıyla $r = 60$ ve 61 , $p=0.030$ ve $p=0.026$) ve fraksiyonel kısalma (sırasıyla $r = 59$ ve 62 , $p=0.033$ ve $p=0.024$) arasında iyi derece korelasyon olduğu görüldü. İşlem sonrası aortik "strain" ve "distensibilite" ile sol ventrikül sistolik duvar stresi arasında ise iyi derecede negatif korelasyon tespit edildi (sırasıyla $r = -65$ ve -59 , $p=0.016$ ve $p=0.034$). Tablo-3

TARTIŞMA

Çalışmamız aortik fonksiyonlar hakkında önemli bilgiler içermekle kalmayıp, aynı zamanda aort kapak replasmanı sonrası bu fonksiyonların önemi bakımından dikkat çekici veriler içermektedir. Aort yetersizliği olan hastalarda sol ventrikül dilatasyonuna aortik disfonksiyonun eşlik etmesi sürpriz bir bulgu

Tablo 3. Aort kapak replasmanı sonrası aortik "strain" ve "distensibilite" nin işlem sonrası sol ventrikül fonksiyonları ile olan ilişkisi

		Aortik "Strain"-1	Aortik "Distensibilite"-1
Yaş	r	-32	-36
	p	0.28	0.1
SV ejeksiyon fraksiyonu-1	r	60*	61*
	p	0.03	0.026
SV fraksiyonel kısalma-1	r	59*	62*
	p	0.033	0.024
SV sistolik duvar stresi-1	r	-71**	-72*
	p	0.006	0.006

1: Aort kapak replasmanı sonrası, SV: Sol ventrikül
*: <0.05, **: <0.01

değildir. Ancak bu hasta grubunda operasyon sonrası aortik fonksiyonların hızla düzelmeye eğiliminde olması ve bunun sol ventrikül sistolik duvar stresindeki azalmaya eşlik etmesi oldukça önemlidir.

Aort yetersizliğinde aortik intraluminal basınç artışı, aortik fonksiyonların bozulmasına neden olmaktadır. Aortik fonksiyonlarda bozulma, zamanla ön yükün artmasına, sol ventrikülün dilatasyonuna ve disfonksiyonuna katkıda bulunmakta (14), ve aortanın elastik özelliğinde bozulmaya neden olmaktadır (22,23). Uzun dönemde, basınç yüklenmesinin progresyonu ile birlikte mural aortik kalınlaşma olduğu ve aorta duvarındaki elastinin kollajene oranının azaldığı patolojik incelemelerde gösterilmiştir (24,25). Bu değişiklikler aortada sertleşmeye (stiffness) ve duvar hareket amplitüdünde azalmaya neden olmaktadır (26). Yüksek olasılıkla, media tabakasındaki hücre kalınlaşması ve yeniden yapılanma (arterial remodeling) bu sertleşmeye katkıda bulunmaktadır. Bu doğal süreç, beraberinde arteriyel kompliyansın azalması ile sonuçlanmaktadır (27). Daha önce gerek normal sağlıklı kişilerde ve gerekse aort yetersizliği olanlarda yaş ile birlikte aort distensibilitesinin azaldığı gösterilmiştir (28,29). Bizim çalışmamızda da 13 hastada yaş ile aortik distensibilite ve "strain" arasında hafif negatif korelasyon izlenmektedir. Aort kökündeki yapısal bozukluk ve elastik özelliğin azalması, aort kökünde oluşan dilatasyon karşısında duvar stresini normale yaklaştırmak gayesiyle duvar kalınlaşmasına neden olmaktadır (30). Ayrıca aort yetersizliğinde artan atım volümü, hipertansiyonda oluşan aortik pa-

tojiye benzer patolojiye neden olmaktadır (31,32). Çalışma bulgularımız, aort yetersizliğinde sol ventrikül dilatasyonuna ve sistolik duvar stresi artışına eşlik eden aortik fonksiyon bozukluğuna işaret etmektedir. Atım volümündeki kronik artış, ve bunun getirdiği sistolik tansiyon artışı aort kökünde genişlemeye ve sertleşmeye yol açmış görünmektedir. Şu ana kadar yapılan çalışmalarda, yukarıda bahsedildiği gibi aort yetersizliğinde beklendiği üzere aort distensibilite artışı gösterilmiş, ancak aort kapak replasmanının buradaki rolü üzerinde durulmamıştır. Bizim bulgularımız arasında en önemlisi, aort kapak replasmanının sağladığı yararın sadece sol ventrikülün diyastolik yükünü azaltmak olmadığı, aynı zamanda aort fonksiyonlarındaki düzelmesinde, gerek sol ventrikül sistolik duvar stresini azaltıcı ve gerekse aort ön yükü azaltarak yararlı etkisini devam ettirmesidir.

Aort kapak replasmanı sonrasında diyastolik tansiyonda anlamlı artış ve sistolik tansiyonda anlamlı azalma beklendiği gibi gelişmiştir. Aort kapak replasmanı sonrasında aortadaki distensibilite ve "strain" artışı birkaç mekanizma ile açıklamak mümkün gözükmemektedir. Bunlardan birincisi nabız basıncındaki azalmadır. Nabız basıncındaki azalma sistolik tansiyonda azalma ve diyastolik tansiyonda artışın bir sonucu olarak meydana gelmektedir. Nabız basıncının azalması aortik yüklenmeyi azaltarak distensibilitede artışa neden olmaktadır. Aortadaki basıncı azalıp, akımın artışı ve bu oranın olumlu yönde azalması (aortic impedance), aortun sistolik-diyastolik hareket amplitüdünün artmasına ve dolayısı ile aortik "strain"ın artışına neden olmuştur. Kapağın engellediği regürjitasyon ve sonuç olarak sistol sonu volümünde azalma sol ventrikül sistolik stresini azaltmaktadır. İkinci mekanizma aortik atım volümünde azalma ve sistolik tansiyondaki düşmedir. Aort yetersizliği nedeni ile genişlemiş olan anuler yapı ve sol ventrikül diyastol sonu volüm artışı sonucu olarak atım volümü artmaktadır. Beraberinde aortada hafif sistolik tansiyon artışı ortaya çıkmaktadır. Zamanla aortadaki sertleşmenin eklenmesi ile sistolik tansiyon kontrolsüz olarak artmaya devam etmektedir. Bu kısır döngü aortanın sertleşmesine, hareket amplitüdünün azalmasına ve distensibilite artışına neden olmaktadır. Sistolik tansiyon artışı ve aşırı volüm yükü karşısında sol ventrikül dilatasyonu, sol ventrikül sistolik duvar stresini artırmaktadır.

Sistolik duvar stresindeki artış ise sol ventrikül dilatasyon ve disfonksiyonu ile kısır döngü oluşturmaktadır. O'Rourke ve arkadaşları (25) yaptıkları çalışmada artan sistolik aortik basıncı aortik sertleşmeyi artırdığını ve aort "distensibilite"sinin azaldığını göstermiştir. Siemienczuk ve arkadaşları da (33), çalışmalarında aort yetersizliği olan hastalarda artan aortik ön yükün sol ventrikül diyastolik volümünü ve sistolik duvar stresini artırdığını, ve bu sürecin aort kapak replasmanına gidişi hızlandırdığını göstermişlerdir.

Hastalarımızda işlem öncesi ve sonrası, aortik ve sol ventrikül sistolik fonksiyonları arasındaki korelasyon anlamlıdır. Her iki fazda da, aortik ve sol ventrikül fonksiyonları arasında anlamlı korelasyon mevcuttur. Aort kapak replasmanı öncesi ve sonrasında hastaların sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonları ve fraksiyonel kısalmaları arasında anlamlı fark izlenmemiştir. Bunun nedeninin, hastalara yapılan kontrol ölçümlerinin işlemden sonraki erken yoğun bakım döneminde yapılmış olmasıdır. Aort kapak replasmanı sonrasında sol ventrikül sistolik fonksiyonlarındaki iyileşmenin daha sonraki dönemlerde olması daha beklenen bir gelişmedir. Ancak aort kapak replasmanı sonrasındaki hemodinamik iyileşme erken dönemde etkisini göstermekte ve sol ventrikül duvar stresinde azalma ile kendisini göstermektedir. Bu nedenle kanaatimizce ileri aort yetersizlikli vakalarda, aort kapak replasmanı sonrası erken dönemde sol ventrikül çaplarında ve ejeksiyon fraksiyonunda iyileşmenin beklenmesi doğru bir yaklaşım değildir. Postoperatif yoğun bakım döneminde, hemodinamik iyileşme için sistolik duvar stresinin, aortik "strain" in ve "distensibilite"nin takibi daha hızlı ve kolay ölçülebilir bir ekokardiyografik yöntem olacaktır. Bununla beraber bu hastalarda sol ventrikül volüm ve çaplarındaki anlamlı iyileşme daha sonraki dönemlerde beklenmelidir.

Çalışma olgularımız, vakaların çalışmaya alınma özellikleri nedeni ile az sayılabilir. Fakat çalışmanın güvenilirliğini artırmak ve yön vermek amacıyla selektif bir grup hasta seçilmiştir. Bu hastaların düzenli takipleri hastaların sosyal şartları nedeni ile zorluklar içermektedir. Takip edilebilen olguların ekokardiyografik takipleri halen devam etmektedir. Bu hastaların sayılarının artırılması ve uzun dönemde elde edilecek olan sol ventrikül ve aortik fonksiyon değişikliklerinin takibi, çalışmanın değerini daha da

artıracak ve aortik fonksiyonların aort kapak replasmanına giden hastalardaki önemini vurgulayacaktır.

Sonuç

Aort kapak replasmanı ihtiyacı gerektiren aort yetersizlikli hastalarda, sol ventrikül dilatasyonu ile birlikte sol ventrikül sistolik stresi artmaktadır. Bu olgularda aortik fonksiyonlarda bozulma meydana gelmekte ve aortik "distensibilite" ve aortik "strain" azalmaktadır. Bu azalma sol ventrikül sistolik duvar stresine olumsuz yönde katkıda bulunmaktadır. Aort kapak replasmanı sadece sol ventrikül çaplarında iyileşme ile kalmayıp, aynı zamanda aortik "distensibilite" ve aortik "strain" artışına neden olmaktadır. Aortik fonksiyonlardaki iyileşme sol ventrikül sistolik duvar stresini de azaltmaktadır. Aort kapak replasmanı ihtiyacı gerektiren aort yetersizlikli hastalarda, aort kapak replasmanı öncesi ve sonrasında, aortik fonksiyonlar ile sol ventrikül sistolik fonksiyonları ve sistolik duvar stresi arasında anlamlı korelasyon mevcuttur. İleri aort yetersizlikli hastalarda, operasyon öncesinde yapılan rutin ekokardiyografik işlemlerinde aortik fonksiyonlar ve sol ventrikül sistolik duvar stresleri ölçülmeli ve postoperatif dönemdeki takipte, erken değişkenler olarak kullanılmalıdır. Aortik fonksiyonların, operasyona erken cevabının olup olmasının gösterilmesi ve bu gelişmenin sol ventrikül fonksiyonlarının iyileşmesi üzerine olan katkısının anlaşılması bakımından önemlidir.

KAYNAKLAR

1. **St John Sutton M, et al:** Early postoperative changes in left ventricular chamber size, architecture, and function in aortic stenosis and regurgitation and their relation to intraoperative changes in afterload: a prospective two-dimensional echocardiographic study. *Circulation* 1987;76:77
2. **Boucher CA, Wilson RA, Kanarek DJ, et al:** Exercise testing in asymptomatic or minimally symptomatic severe aortic regurgitation: the usefulness and limitations of ejection fraction as a measure of cardiac performance. *Circulation* 1983;67:1091-110
3. **O'Rourke MF, Blazek JV, Morreels CI Jr, Krovetz LG:** Pressure wave transmission along the human aorta: change with age and in arterial degenerative disease. *Circ Res* 1968;23:567-79
4. **Kumpuris AG, et al:** Importance of preoperative hypertrophy, wall stress and end systolic dimension as echocardiographic predictors of normalizations of left ventri-

cular dilatation after valve replacement in chronic aortic insufficiency. *Am J Cardiol* 1982;49:1091

5. Bonow RO, et al: The natural history of asymptomatic patients with aortic regurgitation and normal left ventricular function. *Circulation* 1983;68:509

6. St John Sutton MG, Plappert TA, Hirshfeld JW, Reichel N: Assessment of left ventricular mechanics in patients with asymptomatic aortic regurgitation: a two-dimensional echocardiographic study. *Circulation* 1984;69:259

7. Florenzano F, Glantz SA: Left ventricular mechanical adaptation to chronic aortic regurgitation in intact dogs. *Am J Physiol* 1987;252:H969

8. Goldschlager N, Pfeifer J, Cohn K, Popper R, Selzer A: The natural history of aortic regurgitation. *Am J Med* 1973;54:577-88

9. Ross J Jr: Adaptations of the left ventricle to chronic volume overload. *Circ Res* 1974;34(Suppl):II-64-70

10. Streeter DD: Gross morphology and fiber geometry of the heart. In Dow P(ed.): *Handbook of Physiology*. Vol 1. Baltimore, Williams and Wilkins, 1962

11. Murgo JP, Westehof N, Giolma JP, Altobelli SA: Aortic input impedance in normal man: relation to pressure waveforms. *Circulation* 1980;62:105-15

12. Kelly RP, Tunin R, Kass DA: Effect of reduced aortic compliance in cardiac efficiency and contractile function of in situ canine left ventricle. *Circ Res* 1992;71:490-502

13. Bogren HG, Mohbiadin RH, Klipstein RH, et al: The function of the aorta in ischemic heart disease: a magnetic resonance angiographic study of aortic compliance and blood flow patterns. *Am Heart J* 1989;118:234-7

14. Wilson RA, McDonalds RW, Briston JD, et al: Correlates of aortic distensibility in chronic aortic regurgitation and relation to progression to surgery. *J Am Coll Cardiol* 1992;19:733-8

15. Carabello BA: Aortic regurgitation: Hemodynamic determinations of prognosis. In Cohn LH, DiSesa VJ, eds. *Aortic regurgitation: Medical and Surgical Management*. New York: Marcel Dekker, 1986

16. Sahn DJ, De Maria, Kisslo J, Weyman A: Recommendations regarding quantitation in M-Mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978; 58: 1072-82

17. Stefanadis C, Dernellis J, Vlachopoulos C, et al: Aortic Function in Arterial Hypertension Determined by Pressure-Diameter Relation: Effects of Diltiazem *Circulation* 1997;96:1853-8

18. Michelfelder E, Kudomirsky A, Lloyd TR, Beekman RH, Krauzowicz B, Vermilion RP, et al: Echocardiographic assessment of aortic compliance and distensibility

before and after coarctation of the aorta repair [abstract]. *J Am Soc Echo* 1994;7:S13

19. Hirai T, Sasayama S, Kawasaki T, Yagi S-I: Stiffness of systemic arteries in patients with myocardial infarction. A noninvasive method to predict severity of coronary atherosclerosis. *Circulation* 1989;80:78-86

20. Sehested J, Baandrup U, Mikkelsen E: Different reactivity and structure of the prestenotic and poststenotic aorta in human coarctation. *Circulation* 1982;65:1060-5

21. Grossman W, Jones D, McLaurin LP: Wall stress and patterns of hypertrophy in the human left ventricle. *J Clin Invest*, 1975 Jul, 56:1, 56-64

22. Isnard RN, Pannier BM, Laurent S, London GM, Diebold B, Safar ME: Pulsatile diameter and elastic modulus of the aortic arch in essential hypertension: a noninvasive study. *J Am Coll Cardiol* 1989;13:399-405

23. Honda T, Yano K, Matsuoka H, Hamada M, Hiwada K: Evaluation of aortic wall distensibility in patients with essential hypertension by using cine magnetic resonance imaging. *Angiology* 1994;45:207-12

24. Safar ME, London GM: Arterial and venous compliance in sustained essential hypertension. *Hypertension* 1987;10:133-9

25. O'Rourke MF: Arterial stiffness, systolic blood pressure and logical treatment of arterial hypertension. *Hypertension* 1990;15:339-47

26. Wolinsky H: Long-term effects of hypertension of the rat aortic wall and their relation to concurrent aging changes: morphological and chemical studies. *Circ Res* 1972; 30:301-9

27. Dzau VJ, Safar ME: Large conduit arteries in hypertension: role of the vascular renin angiotensin system. *Circulation* 1988;77:747-54

28. Schlatmann TDM, Becker AE: Histological changes in the normal aorta: implications for dissecting aortic aneurysm. *Am J Cardiol* 1977;39:13-20

29. Nakashima T, Tanikawa J: A study of human aortic distensibility with relation to atherosclerosis and aging. *Angiology* 1971;22:477-90

30. Hass GC: Elastic tissue. III. Relations between structure of the aging aorta and the properties of the isolated aortic tissue. *Arch Pathol* 1943;35:29-33

31. Marcus M, Heisted DD, Armstrong ML, Abboud FM: Effects of chronic hypertension on the vasa vasorum in the thoracic aorta. *Cardiovasc Res* 1985;19:777-81

32. Kosan RL, Burton AC: Oxygen consumption of arterial smooth muscle as a function of active tone and passive stretch. *Circ Res* 1966;18:79-88

33. Seimienczuk D, Greenberg B, Morris C, et al: Chronic aortic insufficiency: factors associated with progression to aortic valve replacement. *Ann Intern Med* 1989;110:587-92