

Mekanik Aortik Kapak Protez Çapı ile Sol Ventrikül Hipertrofinin Gerilemesi Arasındaki İlişki

THE RELATIONSHIP BETWEEN MECHANICAL AORTIC VALVE DIAMETER AND REGRESSION OF LEFT VENTRICULAR HYPERTROPHY

Uğur Filizcan, Gökçen Orhan, Zeynep Cetemen, Murat Sargın, Celalettin Karatepe, Süheyla Keser, Onur Göksel, Zeliha Abıçkuş, Hakkı Aydoğan, Serap Aykut Aka, Ergin Eren

Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Merkezi, Kalp Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul

Özet

Amaç: Aort stenozlu hastalarda aort kapak replasmanından sonra sol ventrikül hipertrofinde gerileme gözlenir. Çalışmamızda protez kapak çapları ile sol ventrikül hipertrofinin gerilemesi arasındaki ilişkiyi araştırdık.

Materyal ve Metod: Ciddi aort darlığı nedeniyle aort kapak replasmanı uygulanan 18 hastanın 2'sine 19 mm, 7 hastaya 21 mm, 8 hastaya 23 mm, 1 hastaya 25 mm standard bileşlet aortik prostetik kapak takıldı. Ameliyat öncesi (3 ± 1 gün) ve ameliyattan 6 ay sonra transtorasik ekokardiyografik ölçümler yapıldı. Kullanılan protez kapak çapları ile postoperatif 6 ayda sol ventrikül kitle indeksindeki gerileme arasındaki ilişki araştırıldı.

Bulgular: Postoperatif 6. ay ekokardiyografik kontrollerinde sol ventrikül kitlesi tüm gruplarda azalmış olarak saptandı. Bu azalma 25 mm kapakta ($p < 0.001$) ve 23 mm kapaklarda anlamlı ($p < 0.01$) düzeyde iken 19 mm kapaklarda önemsiz düzeyde idi. Çalışmamızda 19 ve 21 mm kapakların kendi aralarında az bir gradiyent farkı varken bu kapaklarla daha büyük çaplı kapaklar arasında önemli gradiyent farklarının olduğu gözlemlendi.

Sonuç: Takılan küçük çaplı kapakların rezidual gradiyentlerinin daha fazla olması nedeni ile sol ventrikül kitlesindeki azalmaya katkılarının daha az olduğunu saptadık.

Anahtar kelimeler: Aort stenozu, aort kapak replasmanı, ventriküler hipertrofi, hipertrofinin gerilemesi, kitle indeksi

Türk Göğüs Kalp Damar Cer Derg 2002;10:135-138

Summary

Background: Valve replacement in aortic stenosis results in regression of left ventricular hypertrophy. The aim of this study was to define the relation between the diameters of prosthetic valves and the regression in left ventricular hypertrophy.

Methods: The echocardiographic findings, preoperatively and sixth months postoperatively, of 18 patients who underwent aortic valve replacement (in 2 patients 19 mm, in 7 patients 21 mm, in 8 patients 23 mm, in 1 patient 25 mm bileaflet aortic prosthetic valves were used) were obtained. The relation between the diameter of the prosthesis and the regression in ventricular hypertrophy was compared.

Results: We found that left ventricular mass index diminished by echocardiographic controls made in postoperative sixth months after operation. These findings were significant with 25 mm ($p < 0.001$) and 23 mm prosthetic valves ($p < 0.01$), but found insignificant with 19 mm prosthetic valves. We determined that the gradient difference between the 19 and 21 sized valves were not much significant while the difference between them and the larger sized valves were higher.

Conclusions: We found out that the effect of the residual gradient in small sized prosthetic valves was greater, as a result regression in left ventricular mass index was less.

Keywords: Aort stenosis, aortic valve replacement, ventricular hypertrophy, regression in hypertrophy

Turkish J Thorac Cardiovasc Surg 2002;10:135-138

Giriş

Günümüzde aort kapak cerrahisi, açık kalp cerrahisi operasyonlarının önemli bir grubunu oluşturmaktadır. Aort stenoz veya yetmezliği, basınç ya da volüm yükü oluşturarak sol ventrikülde yapısal değişikliklere yol açmaktadır. Aort stenozu vakaları başlangıçta sol ventrikül çökme yolu

obstrüksiyonuna adaptasyon mekanizmaları geliştirebilir, konsantrik hipertrofiye yol açarlar. Sol ventrikül duvar kalınlığı artar ve sol ventrikül kitlesi 2-3 katına kadar çöker. Çaplar relatif olarak artmış olsa bile, ancak ileri dönemde sol ventrikül dilatasyonu görülebilir. Sol ventrikül hipertrofisi, sıklıkla duvar kalınlığına veya miyokardiyum içindeki morfolojik değişikliklerle birlikte görülür. Bunun sonucunda sol ventrikül kompliyansı düşer, dolmuş basınç yükselir. Bu

Adres: Dr. Uğur Filizcan, Manastır Mevki Yakamoz Sokak, Belde 2 Sitesi No: 8 Tuzla, İstanbul
e-mail: ugurfilizcan@ixir.com

durum özellikle stres sırasında belirgin hale gelir. Biz çalışmamızda aort stenozlu, prostetik kapak takılan vakalarda kullanılan mekanik kapakların boyutu ile sol ventrikül fonksiyonlarının etkileşimini araştırdık.

Materyal ve Metod

Ocak 1998 ve Aralık 1999 arasında aortik valvuler stenozdan dolayı merkezimizde opere edilen 25 hasta prospektif olarak çalışmaya alındı. Çalışmaya alınan hastaların hiçbiri daha önce herhangi bir kardiyak operasyon geçirmemişti. Postoperatif dönemde 7 hasta gelişen kardiyak komplikasyonlar (2 hasta gelişen atriyal fibrillasyon, 1 hasta orta derecede mitral yetmezlik, 2 hasta postperikardiyotomi sendromu, 1 hasta hemiparezi, 1 hasta NYHA klas III) sonucu çalışmadan çıkarıldılar. Kalan 18 hasta aşağıda sıralanmış retrospektif kriterlere göre çalışmaya dahil edildiler.

1. Operasyon öncesi hastaların sinüs ritminde olması.
2. Aort darlığının belirgin olması
3. Operasyon sonrası NYHA fonksiyonel sınıflarının 1-2 olması
4. Hiçbir hastaya aortik kapak takılması durumunda ek bir cerrahi girişimin gerekmemesi
5. Hastaların operasyondan önceki 1-4. hafta içinde ekokardiyografik ölçümlerinin yapılmış olması
6. Hastaların postoperatif periyotta sinüs ritminde devam etmiş olmaları

Onsekiz hastanın 9'u erkekti. Hastaların yaş ortalaması 55 ± 7 yaş idi. Çalışmaya uygun bulunan 18 hastaya St Jude Medical (St. Jude Medical Inc, One Lilliehei Plaza St. Paul, MN 55117 USA) biliflet mekanik kapak takıldı. Hastalardan 2'sine 19 no, 7 hastaya 21 no, 8 hastaya 23 no, 1 hastaya 25 no kapak takıldı. Çalışmaya uygun bulunan 18 hastanın kontrol ekokardiyografileri operasyondan sonraki 6 ile 8. aylar arasında yapıldı. Ekokardiyografik iki boyutlu, M - Mode ve Doppler ölçümleri Hewlett - Packard Sonos 1000 (Hewlett Packard Co, Palo Alto, Calif) sistem 3.5 Mhz. transducer ile yapıldı. Tüm ölçümler Super VHS video bandına kaydedildi. M - mode ölçümler telediyastolik interventriküler septum kalınlığı (IVSK), sol ventriküler posterior duvar kalınlığı (PDK), sol ventrikül diyastol sonu çapları (SVDSÇ) ve telesistolik sol ventrikül sistol sonu çapları (SVSSÇ) papiller kasların hemen üzerindeki korda tendinalar seviyesinden Amerikan Ekokardiyografi Derneği önerileri doğrultusunda ölçüldü. Tüm ölçümler 4-5 kez tekrarlandı. Sol ventrikül kitlesi (SVK) Devereux ve Reishek formülü ile hesaplandı. Sol ventrikül kitlesi (gr) = $1.04 \times [(SVDSÇ + IVSK + PDK)]^3 - 13.6$ formülü ile hesaplandı. Sol ventrikül kitle indeksi (SVKI) = (SVK / vücut yüzey alanı) olarak hesaplandı. Ejeksiyon fraksiyonu (SVDSÇ - SVSSÇ / SVDSÇ) formülü ile hesaplandı. Doppler Ekokardiyografi; renkli akım doppler ile apikal beş bölümlükten ve kapak seviyesinden sol ventrikül çıkış yolu üzerindeki akım hızı kaydedildi. Pik transaortik gradiyent

Tablo 1. Hasta gruplarının preoperatif demografik ve hemodinamik verileri.

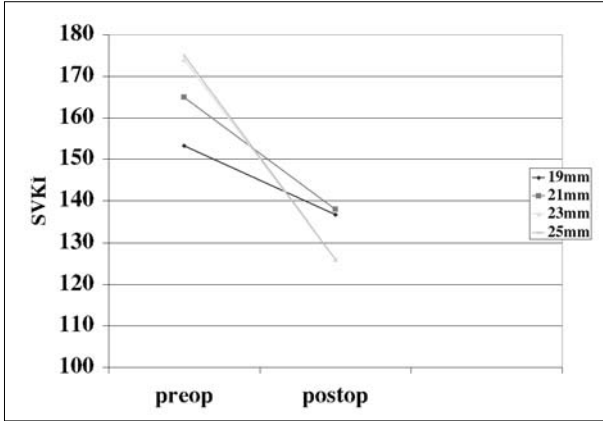
Kapak numarası	19 mm (2)	21 mm (7)	23 mm (8)	25 mm (1)
Yaş (y)	55.5 ± 5.5	58.1 ± 4.9	53.3 ± 11.4	61
Vücut yüzey alanı (m ²)	1.7 ± 0.12	1.64 ± 0.11	1.71 ± 0.18	1.78
Erkek	-	3	5	1
Kadın	2	4	3	-
NYHA sınıfı	1-2	1-2	1-3	1-2
Sistolik arteriyel basınç (mmHg)	128 ± 12	121 ± 14	130 ± 14	125 ± 11
Diyastolik arteriyel basınç (mmHg)	70 ± 5	68 ± 8	74 ± 5	70
Kalp hızı	84 ± 5	83 ± 12	76 ± 11	78

Tablo 2. Grupların preoperatif ve postoperatif ekokardiyografik verilerinin karşılaştırılabilir tablosu.

	19 mm (n = 2) preop - postop	21 mm (n = 7) preop - postop	23 mm (n = 8) preop - postop	25 mm (n = 1) preop - postop
SVDSÇ (mm)	40.4 ± 2.5 - 40.6 ± 2.6	41.1 ± 4.6 - 40.9 ± 5	43 ± 4.5 - 43.2 ± 3	45 - 46
SVSSÇ (mm)	20.1 ± 1.8 - 20.2 ± 1.6	20.2 ± 2 - 20.4 ± 1.2	20.5 ± 1.8 - 21.1 ± 2	22 - 24
IVST (mm)	14.3 ± 1.2 - 13.4 ± 1.3	15.2 ± 2.1 - 13 ± 2	*15.2 ± 1.2 - 12.2 ± 1.4	14.9 - 12.3
PDK (mm)	13.9 ± 1.3 - 12.6 ± 1.2	14.3 ± 2.3 - 12.6 ± 1.8	*14.7 ± 2.1 - 11.9 ± 2.3	14.8 - 12.1
SVKI (gr/m ²)	153.2 ± 24 - 136.7 ± 25	165 ± 34 - 138 ± 36	*174 ± 45 - 126 ± 39	**175 - 126
EF %	65 ± 5 - 64 ± 6	66 ± 4 - 64 ± 4	63 ± 6 - 60 ± 5	61 - 60
FS	34 ± 3 - 33 ± 3	35 ± 2 - 34 ± 2	32 ± 3 - 31 ± 2	32 - 31
MSG (mmHg)	*61 ± 12 - 17.5 ± 8	*56 ± 15 - 15 ± 6	*55 ± 21 - 12 ± 6	**58 - 10

* = p < 0.01; ** = p < 0.001; EF = ejeksiyon fraksiyonu; FS = fraksiyonel kalsalma; IVST = interventriküler septum kalınlığı; MSG = maksimum sistolik gradiyent; PDK = posterior duvar kalınlığı; SVKI = sol ventrikül kitle indeksi; SVDSÇ = sol ventrikül diyastol sonu çapı; SVSSÇ = sol ventrikül sistol sonu çapı

Şekil 1. Aort valv replasman› sonrasında sol ventrikül kitle indeksinde (SVKI(gr/m^2)) regresyon.



SVK< = sol ventrikül kitle indeksi

modifiye Bernouilli formülü ile hesaplandı.

Kullanılan protez kapak çaplarına göre ameliyat öncesi ve altı ay sonraki SVKI hesaplanarak, değerler istatistiksel olarak SPSS program›nda paired t testi ile karşılaştırıldı.

Bulgular

Büyük nolu kapak implante edilen hastalar, küçük nolu kapak implante edilen hastalara göre daha büyük vücut yüzey alanına sahipti. Gruplar arasında yaş, cins, kan basıncı, kalp hızı, fonksiyonel kapasiteleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (Tablo 1).

Grupların preoperatif ve postoperatif 6. aya ait ekokardiyografik değerleri Tablo 2’de özetlenmiştir. Postoperatif kontrollerde hiçbir hastada perivalvuler kaçak gözlenmedi. Hastaların %50’sinde hafif derecede santral regurjitan kaçak mevcuttu. Sol ventrikül çapları ve sol ventrikül sistolik fonksiyon parametrelerinde istatistiksel önemi olan değişiklikler saptanmadı. Ancak sol ventrikül kitle indeksi tüm gruplarda azalmış olarak bulundu. Bu azalma 25 nolu kapakta ($p < 0.001$) ve 23 nolu kapaklarda anlamlı olarak ($p < 0.01$) düzeyde iken, 21 ve 19 nolu kapaklarda istatistiksel olarak önemsiz düzeyde idi (Şekil 1).

Doppler ultrasonografi ile belirlenen transvalvular akım hızı ve gradientlerinin kapak büyüklüğüne artı-kça azaldığı görüldü. 19 ve 21 nolu kapaklar arasında az miktarda gradient farkı varken bu kapaklarla büyük kapaklar (23-25 mm) arasında önemli gradient farkı olduğu görüldü (Tablo2).

Tartışma

Aort stenozlu hastalarda sol ventrikül basıncı kronik olarak artmıştır. Sol ventrikül duvar stresi (miyokardiyumun birim ünitesi tarafından oluşturulan güç) ile ejeksiyon fraksiyonu arasındaki ilişkiyi korumak için sol ventrikül kitle ve geometrisinde adaptif değişiklikler meydana gelir, konsantrik sol ventrikül hipertrofisi gelişir. Bu adaptasyon mekanizmaları sayesinde yüksek intrakaviter basınç kompanse edilir [1,2]. Postoperatif yapay kapakların değerlendirilmesinde doppler

ekokardiyografi ile güvenilir sonuçlar alınmıştır [3-6]. Posterior duvar kalınlığı, sol ventrikül enddiastolik çapına bölünmesi ile elde edilen diyastolik relatif duvar kalınlığı, > 0.66 olduğu hastalarda aort kapak cerrahisi sonrasında belirgin bir mortalite artışına saptanmıştır [7]. Bu muhtemelen iki nedenden dolayı olabilmektedir. Hipertrofik kalpte intraoperatif miyokard koruması optimal düzeyde sağlamak güçtür. Hipertrofik kalpte koroner kan akımı rezervinde değişiklikler olmaktadır [8]. Literatürde aort kapak replasmanı sonrası intrakaviter akım akselerasyonu belirgin olan hastalarda postoperatif komplikasyon oranının arttığı görülmektedir [9]. Preoperatif olarak saptanan ventriküler ektopik atımlar, antianjinal tedavi, antiaritmik tedavi, ileri yaş ve erkek cinsiyet risk faktörleri olarak belirlenmiştir [10,11]. Bizim çalışmamızda erkek cinsiyet hariç diğer risk faktörlerini taşıyan hasta bulunmamaktadır.

Aort kapak stenozunun yapay kapak replasmanı yapılarak tedavisi sonucunda, sol ventrikül fonksiyonlarında düzelme ve hipertrofiye gerileme olmaktadır. Preoperatif ve postoperatif kardiyak kateterizasyon verileri karşılaştırıldığında sol ventrikül kitesinde azalma, ortalama akım hızında, çevresel miyofibriler kısalma (circumferencial fiber shortening) ve ejeksiyon fraksiyonunda artma, sol ventrikül diyastol sonu volüm indeksi ve kardiyak indekste ise değişimler olabilir [12]. Aort yetmezliğinin etkili vakalarda biplan sol ventrikül anjiyografi kateterizasyonu ile sol ventrikül diyastol sonu volüm/ m^2 , sistol sonu volüm/ m^2 , ejeksiyon fraksiyonu, sol ventrikül kitle/ m^2 ve strok volümünde önemli miktarda düzelme saptanabilir [13]. Bizim çalışmamızda tüm gruplarda sol ventrikül kitle indeksinde azalma saptandı. Ejeksiyon fraksiyonu ile ilgili bir değişiklik ise saptanmadı, fakat bizim çalışmamızdaki hastaların preoperatif ejeksiyon fraksiyon değerleri bozulmuş değildi.

Operasyondan sonra 6. ayda oluşan sol ventrikül kitle regresyonu 19 nolu kapaklarda sınırlı miktarda, 21 nolu kapaklarda biraz daha fazla ve daha büyük kapaklarda önemli miktarda bulundu. Yapılan çalışmalarda doppler ultrasonografi ve transseptal kateterizasyon uygulanarak belirlenen transvalvular akım hızı ve gradientlerinin kapak numarasına artı-kça azaldığı saptanmıştır [14-16]. Bizim çalışmamızda da 19 ve 21 nolu kapaklar arasında az miktarda gradient farkı varken bu kapaklarla büyük kapaklar arasında önemli gradient farkı bulundu.

Tüm kapaklarda saptanan sol ventrikül kitle indeksi azalması küçük kapaklarda, kapak takılan hastaların vücut yüzey alanı daha ufak olmasına rağmen daha az idi. Küçük kapaklarda gözlemlenen bu regresyonun daha az olması faktörlere bağlı olabilir:

1. Yukarıda bahsettiğimiz gibi küçük numaralı kapaklarda rezidüel bir gradient kalmaktadır. Bu rezidüel gradient küçük kapakların egzersiz sırasında suboptimal hemodinami göstermelerine yol açmaktadır. Küçük aortik mekanik protezlerde eksersiz sırasında gradient 125 mmHg’ya kadar yükselir [17,18].

2. Sol ventrikül kitle regresyonu geniş kapak takılanlara oranla küçük kapak takılanlarda daha yavaş olabilir. Aort stenozundaki diyastolik katılma aort kapak replasmanı sonrası erken dönemde interstisyel fibrozisin relatif artışına paraleldir. Halbuki relaksasyon hızı sol ventriküldeki kas

kitlesinin düzensizliği ile azalır. Böylece disfonksiyondaki geriye dönüşümler ve bu interstisyel fibrozisteki yavaş regresyon ile birliktedir [19,20]. Cerrahi sonrası sol ventriküler miyokardiyal katılaşma aort stenozlu hastalarda belirgin olarak artar, aort yetmezlik hastalarında ise değişmez. Miyokardiyal yapıdaki postoperatif değişiklikler miyofibriller çaplarında azalma ve interstisyel fibroziste relatif artışla karakterizedir; halbuki fibrozis içeriği meden kalmaktadır [21]. Dolayısıyla fibrozisteki regresyon uzun zaman alabilir.

Günümüzde birçok yazar 19 ve 21 nolu kapak vücut yüzey alanı 1.7 m²'den büyük olan hastalara takmamayı, mümkünse kök genişletmesi yaparak en az 23 numara kapak takmayı önermektedirler [22,23]. Uzun dönem aortik kapak replasman takiplerinde vücut yüzey alanı > 1.9m² olup yüksek risk grubu olarak değerlendirilen hastalardan 19 ve 21 numara kapak takılanların ancak %10'unun 10 yıllık sağ kalım gösterdikleri saptanmıştır [10].

Aort stenozlu hastalarda oluşan sol ventrikül hipertrofisi aort kapak replasman sonrası gerilemektedir. Bu gerileme ufak numaralı standart kapaklarda yeterli miktarda olmamaktadır. Transvalvular akım hızı ve gradiyenti, küçük kapak numaralı hastalarda (19-21 mm) daha yüksek kalmaktadır. Aort stenozlu hastalarda mevcut sol ventrikül hipertrofisinin yeterli regresyonunun sağlanabilmesi ve rezidüel gradiyentin en minimale indirilebilmesi amacıyla, replasman için standart biliflet mekanik protez, mümkünse en az 23 no mekanik protez ile kapak replasmanı yapılması gerektiğini söyleyebiliriz.

Kaynaklar

1. Grossman WJ, Laurin M. Wall stress and pattern of hypertrophy in human left ventricle. *J Clin Invest* 1975;56:56-64.
2. Gaasch WH. Left ventricular radius to wall thickness ratio. *Am J Cardiol* 1979;43:1189-94.
3. Devereux RB, Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass in men: Anatomic validation of the method. *Circulation* 1977;55:13-8.
4. Chambers J, Fraser A, Lawford P, Nihoyannopoulos P, Simpson I. Echocardiographic assessment of artificial heart valves. *British Society of Echocardiography position paper. Br Heart J* 1994;71(Suppl):6-14.
5. Chamber JB, Deverall PB. Limitations and pitfalls in the assessment of prosthetic valves with Doppler ultrasonography. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;104:495-501
6. Alam M, Rosman HS, Lakier JB et al. Doppler and echocardiographic features of normal and dysfunctioning bioprosthetic valves. *J Am Coll Cardiol* 1987;10:851-8
7. Orsinelli D, Aurigemma G, Battista S, Krendel S, Gaasch W. Left ventricular hypertrophy and mortality after aortic valve replacement for aortic stenosis. A high risk subgroup identified by preoperative relative wall thickness. *J Am Coll Cardiol* 1993;15:1679-83.
8. Maras ML, Harrison DG, Chilion WM, et al. Alterations in the coronary circulation in hypertrophied ventricles. *Circulation* 1987;75:19-25.
9. Aurigemma G, Battista S, Orsinelli D, Sweener AM, Pape L, Cvenoud H. Abnormal left ventricle intracavitary flow acceleration in patients undergoing aortic valve

- replacement for aortic stenosis: A marker for high postoperative morbidity and mortality *Circulation* 1992;86:926-36.
10. Kratz J, Sade R, Crawford F, Crumbley A, Stroud M. The risk of small St. Jude aortic valve prostheses. *Ann Thorac Surg* 1994;57:114-9.
11. Lund O. Preoperative risk evaluation and stratification of long term survival after valve replacement for aortic stenosis. *Circulation* 1990;82:124-139.
12. Pantley G, Morton M, Rahimtoola SH. Effects of successful uncomplicated valve replacement on ventricular hypertrophy, volume and performance in aortic stenosis and aortic incompetence. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978;75:383-91.
13. Kuhl HP, Franke A, Puschmann D, Schondube FA, Hanrath P. Regression of left ventricular mass one year after aortic valve replacement for pure severe aortic stenosis. *Am J Cardiol* 2002;89:408-13.
14. Gonzalez-Juanatey JR, Vega Fernandez M, Gude F, Duran Munoz DD, Roman V, Iglesias C. Influence of prosthesis size and left ventricular mass on left ventricular diastolic reserve in patients with aortic valve prostheses. *J Heart Valve Dis* 2001;10:611-8.
15. Gelsomino S, Frassani R, Morocutti G et al. Time course of left ventricular remodeling after stentless aortic valve replacement. *Am Heart J* 2001;142:556-62.
16. Wiseth R, Levang O, Sande E, Tangen G, Skjaerpe T, Hatle L. Hemodynamic evaluation by doppler echocardiography of small (< 21 mm) prostheses and bioprostheses in the aortic valve position. *Am J Cardiol* 1992;70:240-6.
17. Jaffe W, Coverdale A, Roche A, Whitlock L, Neutze J, Barratt-Boyes B. Rest and exercise hemodynamics of 20 to 23 mm allograft, Medtronic Intact (porcine), and St. Jude Medical valves in the aortic position. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990;100:167-74.
18. Ikonomidis I, Tsoukas A, Parthenakis F et al. Four year follow up of aortic valve replacement for isolated aortic stenosis: A link between reduction in pressure overload, regression of left ventricular hypertrophy, and diastolic function. *Heart* 2001;86:309-16.
19. Wiseth R, Levango OW, Tangen G, Rein KA, Skjaerpe T, Hatle L. Exercise hemodynamics in small (<21) aortic valve prosthesis assessed by doppler echocardiograph. *Am Heart J* 1993;124:138-41.
20. Villari B, Vassalli G, Monrad S, Chiariello M, Turina M, Hass O. Normalization of diastolic dysfunction in aortic stenosis late after valve replacement. *Circulation* 1995;91:2353-8.
21. Hess ON, Schneider J, Grimm J, Turina M, Krayenbull HP. Diastolic stiffness and myocardial structure in aortic valve disease before and after aortic valve replacement. *Circulation* 1984;69:855-65.
22. Murakami T, Kikugawa D, Endou K et al. Changes in patterns of left ventricular hypertrophy after aortic valve replacement for aortic stenosis and regurgitation with St. Jude Medical cardiac valves. *Artif Organs* 2000;24:953-8.
23. Okutan H, Oto Ö, Uurlu B ve ark. Aort kapak replasmanı sonrası sol ventrikül kitle değişikliklerinin küçük çaplı St. Jude Medical ve Carbomedics protezlerinde