

Kongenital Aort Stenozlu Vak'larda Perkütan Translüminal Balon Valvüloplastinin Erken Sonuçları

EARLY RESULTS OF PERCUTANEOUS TRANSLUMINAL BALLOON VALVULOPLASTY IN PATIENTS WITH CONGENITAL AORTIC STENOSIS

Kami ADALET*, Mehmet MERİÇ*, Yılmaz NİŞANCI*, Fehmi MERCANOĞLU**,
Ümrah AYDOĞAN***, Talat CANTEZ****, Kemalettin BÜYÜKÖZTÜRK*, Güngör ERTEM*

Prof.Dr.Istanbul Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD,
** Uz.Dr.Istanbul Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD,
*** Doç.Dr.Istanbul Tıp Fakültesi Çocuk Hastalıkları ABD,
**** Prof.Dr.Istanbul Tıp Fakültesi Çocuk Hastalıkları ABD, İSTANBUL

ÖZET

Kongenital aort stenozu olan ve yaşları 13-29 arasında değişen ikisi kadın 6 hastamıza perkütan translüminal aort balon valvüloplastisi uyguladık. İki hastamızda aort kapağı biküspit, diğerleri triküspit idi. Aort kapağı hizasında yerleştirilen trefoil balonlu kateter 5, 6 ve 7 atmosfer basınçla şişirildi. Transvalvuler ortalama gradient! işlem sonunda 100+19 mmHg'den 20±8 mmHg'ye indi ($p<0.001$). Kalp debisi başlangıçtaki 3.8+0.32 l/dak değerinden işlem sonucunda 5.2+0.46 l/dak değerine ulaştı ($p<0.001$). Kapak alanı ise 0.5±0.04 cm²'den 0.75+0.03 cm²'ye arttı ($p<0.01$). Bir hastada orta derecede aort yetersizliği gelişti. Akut dönemde hiçbir hastamızda majör komplikasyon gelişmedi.

Bu bulgular konjenital aort darlığının tedavisinde balon valvüloplastinin erken dönemdeki etkinliğini desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Konjenital aort stenozu,
Aort balon valvotomisi

T Klin Kardiyoloji 1996, 9:214-217

Translüminal balonlu kateterler başlangıçta periferik ve koroner arterlerin stenozu için kullanılmıştır. Zamanla aort koarktasyonu, pulmoner stenoz, konjenital aort kapağı darlığı ve mitral darlığı tedavisinde de başarıyla kullanılmaya başlanmıştır (1-7). Aort kapağına balon valvüloplastisi uygulaması ilk kez 1984 yılında yayınlanmıştır (8). O zamandan bu yana balon valvüloplastisi, düşük mortalite ve yüksek akut işlem başarısı ile aort darlığının ciddiyetinin azaltılması için uygulanmaktadır. Başlangıçta daha geniş endikasyonlarla uygulanan aort balon valvüloplastisi (ABV), yaşlıların kalsifik aort darlığında yüksek restenoz oranlarının görülmesi nedeniyle bu hasta grubunda kullanımı sınırlandırılmıştır (9-12). Konjenital aort darlıklı hastalarda ise erken sonuçlar ve kısa ve orta süreli takip sonuçları ümit verici niteliktedir.

Geliş Tarihi: 12.08.1996

Yazışma Adresi: Dr.Kamil ADALET
İstanbul Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD,
İSTANBUL

SUMMARY

Percutaneous balloon valvuloplasty (PBV) was performed in six consecutive patients, aged 13-29 years, with congenital aortic valve stenosis. Two patients had bicuspid, the rest had tricuspid aortic valve. The trefoil balloon catheter was positioned across the aortic valve and inflated to pressure of 5, 6 and 7 atmospheres. The mean transvalvular systolic gradient decreased from 100+19 to 20+8 mmHg after PBV ($p<0.001$). Cardiac output and valve area increased from initial 3.8+0.32 l/min to 5.2+0.46 l/min ($p<0.001$) and from 0.5±0.04 cm² to 0.75+0.03 cm² ($p<0.01$) respectively. Moderate aortic regurgitation occurred in one patient. None of the patients developed any complication. These findings confirm the efficacy of PBV for the treatment of congenital aortic valve stenosis.

Key Words: Congenital aortic stenosis,
Balloon aortic valvuloplasty

T Klin J Cardiol 1996, 9:214-217

Bu çalışmamızda konjenital aort kapağı darlığı olan hastalarımızda aort balon valvüloplastisi (ABV)'nin erken sonuçlarının değerlendirilmesini ve işlemin akut dönemdeki etkinlik ve güvenilirliğini belirlemeyi amaçladık.

MATERYEL VE METOD

Çalışma materyalini İÜ İstanbul Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalına ve Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Kardiyoloji Bilim Dalına müracaat eden, 13-29 yaşları arasında (yaş ortalaması 20.8±5.8 yıl) dördü erkek ikisi kadın olmak üzere altı hasta oluşturdu. Hastaların tümüne fizik muayene, EKG, telleröntgenogram, ekokardiyografi ve hemodinamik inceleme uygulandı ve bu tetkikler sonunda konjenital valvüler aort darlığı tanısı konuldu.

Valvüloplastisi işlemi: Hastalar gerekli hazırlıkları yapıldıktan sonra kateter salonuna alındı. Femoral venden ilerletilen termistor uçlu Svvan-Ganz kateteri ile sağ ventrikül kateterizasyonu, kalp debisinin ölçümü ve hastanın hemodinamik parametrelerinin takibi sağlandı.

Daha sonra sağ femoral artere Seldinger yöntemiyle 7F sheath yerleştirildi. Sol ventrikül, aorta, pulmoner arter ve pulmoner kapiller tıkalı basıncı ölçümleri yapıldı. Kalb debisi ölçümleri termodilüsyon yöntemi ile gerçekleştirildi, ilk ölçümlerden sonra 0.038" klavuz tel ile retrograt yolla aort kapağı geçildi. İkinci bir sheath-introducer sistemi sol femoral artere yerleştirilerek arteryel monitorizasyon sağlandı. Hastaya göre seçilen ve balon çapı 3x9-3x12 mm arasında değişen "Trefoil" balonlu kateter klavuz tel üzerinden ilerletildi ve kapak hizasına yerleştirilerek maksimum 5-7 atmosfer basınçla 10-20 san süre ile ve 2-6 kez şişirildi. Transvalvuler gradientin, başlangıç değerinin %50'si veya daha fazla düşmesi veya 50 mmHg altına inmesi halinde "başarılı" kabul edilerek işleme son verildi.

İşlem sonunda tüm hemodinamik ölçümler tekrarlandı, ventrikülografi ve aortografi yapıldı. Bütün hastalara artere girildiğinde 5000 Ü ve ABV'den sonra 5000 Ü olmak üzere toplam 10000 Ü heparin uygulandı. İşlemden sonraki günde Doppler incelemelerini de içeren ekokardiyografik inceleme yapıldı. Aort yetersizliği Hunt ve ark.'nın tarif ettikleri sisteme göre anjiyografik (13) ve "continuous Doppler" ve color Doppler mapping ile ekokardiyografik olarak değerlendirildi.

Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak ifade edildi, istatistiksel karşılaştırmalar "student's pairedttest" kullanılarak yapıldı, "p" değerinin 0.05'den küçük olması anlamlı olarak kabul edildi.

BULGULAR

Altı hastamızın dördünde aort kapağı triküspit, i-kisinde biküspit yapıda idi. Ortalama transvalvuler gradient 100+19 mmHg (75-130 mmHg)'den 20 \pm 8 mmHg ve (10-45 mmHg) düştü. ABV uygulanan altı hastanın hepsinde transvalvuler gradient 50 mmHg'nin altına indi ve transvalvuler gradiyente başlangıç değerine göre en az %50 azalma sağlandı (Tablo 1 ve 2).

Ortalama kalb debisi işlem öncesi 3.8 \pm 0,3 l/dak iken, işlem sonunda 5.2+0.46 l/dak'ya yükseldi (p<0.001). İşlemden önce 0.5 \pm 0.04 cm² olan ortalama aort kapak alanı ise 0.75+0.03 cm²'ye arttı (p<0.01).

İşlem esnasında majör komplikasyon gelişmedi, işlem sonunda bir hastada hafif, diğer bir hastada da (ABV sonrası sağlanan 45 mmHg'lık gradient ile birlikte) orta derecede aort yetersizliği ortaya çıktı. Bir hastamızda geç dönemde sistemik emboli gelişti ve sekel bırakmadan iyileşti.

Tablo 1. İşlemden önce ve sonra saptanan hemodinami bulguları (ortalama + SD)

Basınçlar (mmHg)	İşlem Öncesi	İşlem Sonrası	p
Aorta			
Sistol	106/117	122+17	0.001
Diyastol	78.8/116.6	79.8/110.	AD
Ortalama	88.9/116.9	8	<0.001
		95.8/111.	
		$\frac{0}{b}$	
Sol Ventrikül			
Sistol	206/127	142+27	<0.001
Diyastol sonu	14.6+27	9.8/16.7	<0.001
Gradient	100/119	20+8	<0.001
Kapak Alanı (cm ²)	0.51/0.04	0.75/10.0	<0.01
		$\frac{0}{o}$	
Kalp Debisi (l/dak)	3.8/10.32	5.2/10.46	0.001

İşlem süresince sürekli EKG ve basınç monitörizasyonu yapıldı. Hastalarımız işlemden sonraki iki gün koroner yoğun bakım ünitesinde izlendi.

TARTIŞMA

Otuz yaşından önce aort darlığı gelişen olguların çoğunda etyoloji konjenital kaynaklıdır (14,15). Yetmiş ve üzerindeki yaşlarda ise, aort darlığının en sık sebebi dejeneratif kalsifik aort kapak hastalığıdır. Hastalığın etyolojisi, aort kapağının küspis sayısı ve kapaklardaki fizyopatolojik değişikliklerin niteliği yapılacak invazif girişimin başarısını ve hastalığın doğal seyrini kısmen etkilemekle birlikte, hemen bütün aort darlığı vakalarındaki ortak nokta, ciddi semptomların gelişmesiyle birlikte prognoz hızla kötüleşmesi ve bu durumun invazif bir tedavi girişimini gerekli kılmasıdır. Konjenital aort darlığı olguların çoğundan biküspid aort kapak morfolojisi sorumludur. Biküspid kommissürlerin insizyonu ve kalsifikasyonların temizlemesi ile gerçekleştirilen açık aort valvotomisi seçilmiş vakalarda %2-5 civarında bir mortalite oranı ile uygulanmaktadır (16,17). Bu yöntem olguların çoğunda hemodinamik ve klinik düzelme sağlamakla birlikte, tam bir anatomik tamir meydana getirememekte ve hastaların yaklaşık yarısında 10 sene sonra restenoz nedeniyle aort kapak replasmanı ihtiyacı doğmaktadır (16). Aort kapak replasmanının yaygınlaşması ile ilgili teknik terkedilmeye başlanmıştır. Daha az invazif bir yöntem olan perkutan aort balon valvotomisi (ABV)

Tablo 2. Altı hastaya ait işlem öncesi ve sonrası hemodinamik değerler

Vaka	Aort Basınçları (mmHg)		Sol Ventrikül Basınçları (mmHg)		Gradient (mmHg)	
	Önce	Sonra	Önce	Sonra	Önce	Sonra
O.Y.	110/80(92)	105/80(88)	205/15	120/0	95	15
M.D.	90/60(72)	125/90(105)	170/12	135/12	80	10
O.I.	86/56(72)	110/64(80)	190/18	135/15	100	25
S.Y.I.	110/80(95)	135/85(102)	240/12	160/12	130	25
Ş.Y.	105/65(85)	110/70(90)	180/0	130/0	75	25
B.A.G.	135/100(117)	150/90(110)	225/16	195/6	90	45

ise 1984'den beri uygulanmaktadır. ABV ile elde edilen erken hemodinamik sonuçlar oldukça iyidir. ABV transvalvüler aort gradiyentinde %50-70 azalmaya, aort kapak alanında %60-70 artışa yol açmakta; yanısıra kardiyak debide hafif-orta derecede bir artış, pulmoner arter basıncı ile sol ventrikülün doluş basıncında orta derecede bir düşüş sağlanmaktadır (1,18-20). Bu hemodinamik değişikliklerle birlikte hastaların yaklaşık %90'mda erken dönemde semptomatik düzelme meydana gelmektedir.

Kongenital aort darlığında ABV ile ilgili ilk tecrübeleri gerçekleştiren Lababidi (8), yaşları 2 ila 17 arasında değişen 23 çocuk hastasında ABV ile transvalvüler ortalama zirve aort gradiyentinin 113+48 mmHg'den 32+15 mmHg'ye azaldığını göstermiştir. Daha sonra gerçekleştirilen daha geniş serilerde de ABV ile transvalvüler aortik gradiyentte benzer düzeylerde azalma sağlandığı bildirilmiştir (18-22). Diğer yandan ilgili çalışmalarda, işlem öncesi 0.4-0.5 cm² civarında olan aort kapak alanının ABV ile 0.7-1 cm²'ye arttığı ifade edilmektedir (1,18-21). Serimizde daha önce bildirilenlere benzer sonuçlar elde edilmiş, işlem öncesi ortalama transvalvüler aortik gradiyent 100+19 mmHg ve aort kapak alanı 0.5-0.03 cm² olmuştur. Hemodinamik parametrelerde elde edilen bu düzelme istatistiksel olarak da anlamlı düzeylerde bulunmuştur.

Aort balon valvüloplastisi sonrası kalb debisi veya kalb indeksindeki değişimler bazı çalışmalarda anlamlı bulunurken (23) bazılarında bu parametrelerde belirgin değişiklik olmamıştır (18,19,24). Serimizde ise kalb debisi işlem öncesi 3.8+0.32 l/dk iken işlem sonrasında anlamlı oranda artarak (p<0.001) 5.2±0.46 l/dk'ya ulaşmıştır. Kardiyak debideki bu değişim, gradientin azalması, kapak alanının artması ve sol ventrikül miyokardının kontraktilesinin artmasına bağlanmaktadır (23-25).

İşlem esnasında bir veya multipl balon veya tek shaft üzerinde birden fazla (iki balon= bifoil, üç balon= trefoil) "kompleks" balon kullanılabilir. Başarı üzerine balonun dizaynının etkili olmadığı, ancak komplet oklüzyon yapmadığından trefoil gibi kompleks balonların şişirme esnasında daha iyi tolere edildiği bildirilmektedir (19). Biz de dilatasyon için trefoil balon kullandık. Balon çapının aort kapağı anulus çapına oranının balon lehine düşük olması komplikasyonları azaltmaktadır (18,20). Düşük çaplı balonların kullanımı ise başarıyı düşürmektedir. Bu nedenle düşük çaplı balonla başlanıp efektif emin sonuç alınana kadar balon çapı artırılarak balon valvüloplastisi tekrarlanabilmektedir (20). Serimizde kullandığımız balon çapı 3x9-3x12 mm idi ve kapak anulus çapından küçük tutulmuştur.

Aort balon valvüloplastisinin etki tarzının açıklanabilmesi için düzenlenmiş çalışmalar sonucunda orifis dilatasyonunun üç yolla mümkün olduğu saptanmıştır. Deneysel modellerde ve postmortem kalpler üzerinde yapılan bu incelemeler küspislerin yapıştıkları yerlerden ayrıldıklarını, yaprakçıkların herhangi bir yerden yırtıldığını veya ring genişlemesi sonucunda kapak alanında kısmi bir artışın olduğunu göstermişlerdir (18,26-28).

Aort balon valvüloplastisi ile gelişen ciddi komplikasyonlar içerisinde ölüm %1-4, perforasyon %0-1, ritm bozuklukları %1-17, ciddi aort yetersizliği %1-10 ve serebral emboli %0-1 oranında bildirilmiştir (18,20,29). Gerçek mortalité, gerek morbidité oranları cerrahi valvotomi girişiminin komplikasyonları ile kıyaslanabilir seviyelerdir (30-31). Serimizde bir hastamızda geç dönemde ortaya çıkan ve kısa sürede iyileşen sistemik emboli dışında majör komplikasyon gelişmemiştir. Bir hastamızda orta, bir hastamızda ise hafif aort yetersizliği gelişmiştir.

Aort balon valvüloplastisi sonrası uzun süreli takip sonuçları erişkin ve kongenital aort stenozunda bazı farklılıklar göstermektedir. Yaşlıların kalsifik aort stenozunda ABV ile erken dönemde tatminkar hemodinamik ve klinik düzelme sağlanmasına rağmen, yüksek restenoz oranları (senelik %50'nin üzerinde) nedeniyle işlem yaygın klinik kullanım alanı bulamamıştır (32,33). Bugün için, yaşlıların kalsifik aort darlıklarında ancak seçilmiş bir hasta grubunda (aort kapak replasmanı operasyonunu kaldıramayacak ciddi aort darlıklı vakalar, başka bir nedenle acil ameliyatı gereken veya aort darlığı sebebiyle kardiyojenik şokta bulunan hastalar) ABV uygulanmaktadır (34). Kongenital aort darlığında ABV sonrası geç dönem sonuçları ile ilgili veriler nisbeten az sayıda vaka grupları ise sınırlıdır (21,22,31,35,36). Yaklaşık iki seneye kadar yapılan takiplerde hastaların tamamına yakınında transaortik gradiyentte anlamlı bir artış olmadığı bildirilmektedir (22,35,36). Bununla beraber hastaların %25 ila 30'unda geç dönemde aort yetersizliğinde anlamlı derecede ilerleme görülmektedir (35,36).

Sonuç olarak, serimizde de görüldüğü gibi kongenital aort darlığı bulunan hastalarda ABV'nin akut dönemde belirgin hemodinamik düzelme sağlayan güvenli bir tedavi yöntemi olduğunu söylemek mümkündür. ABV'nin geç dönemdeki etkinliği ve güvenilirliği ise daha geniş ve uzun süreli takip çalışmaları sonunda belirlenecektir.

KAYNAKLAR

1. Allen HD, Mullins CE. Results of the valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry. Am J Cardiol 1990; 65:772-4.
2. Arora R, Goel PK, Lochan R, et al. Percutaneous transluminal dilatation in discrete subaortic stenosis. Am Heart J 1988; 116:1091-92.
3. Ankeney JL, Tzeng TS, Liebman J. Surgical therapy for congenital aortic valvular stenosis. J Thorac Cardiovasc Surg 1983; 85:41-8.
4. Block PC, Tuzcu EM, Palacios IF. Percutaneous mitral balloon valvotomy. Cardiol Clin 1991; 9:271-87.
5. Lababidi Z, Madigan N, Wu JR, Murohy TJ. Balloon coarctation angioplasty in an adult. Am J Cardiol 1984; 53:350-1.
6. Tyagi S, Arora R, Kaul UA, et al. Percutaneous dilatation in supravalvular aortic stenosis. Am Heart J 1989; 118:1040-44.
7. Walls JT, Lababidi Z, Curtis JJ, Silver D. Assessment of percutaneous balloon pulmonary and aortic valvuloplasty. J Thorac Cardiovasc Surg 1984; 88:352-6.

8. Lababidi Z, Wu JR, Walls JT. Percutaneous balloon aortic valvuloplasty; results in 23 patients. *Am J Cardiol* 1984; 53:194-9.
9. Fiore AC, Barner HB. A high restenosis rate and other problems outweigh the benefits of dilatation of stenotic aortic valves, except in a critically ill minority who are poor surgical risks. *Cardiology* 1988; 71-4.
10. Block PC, Palacios IF. Clinical and hemodynamic follow-up after percutaneous aortic valvuloplasty in the elderly. *Am J Cardiol* 1988; 62:760-3.
- H. Dorros G, Lewin RF, Stertz SH, et al. Percutaneous transluminal aortic valvuloplasty- the acute outcome and follow-up of 149 patients who underwent the double balloon technique. *Eur Heart J* 1990; 11:429-40.
12. Cribier A, Remadi F, Koniing R, Kortsartz, Stix G, Letac B. Emergency balloon valvuloplasty as the primary procedure in patients with aortic stenosis and cardiogenic shock. *Circulation* 1991; 84(Suppl II):II-26.
13. Hunt D, Baxley WA, Kennedy JW, et al. Quantitative evaluation of cineangiography in the assessment of aortic regurgitation. *Am J Cardiol* 1973; 31:696-700.
14. Cohen LS, Friedman WF, Braunwald E. Natural history of mild congenital aortic stenosis elucidated by serial hemodynamic studies. *Am J Cardiol* 1972; 30:1-5.
15. El-Said G, Galioto FM, Mullins CE, McNamara DG. Natural hemodynamic history of congenital aortic stenosis in childhood. *Am J Cardiol* 1972; 30:6-12.
16. King RM, Pluth JR, Giuliani ER, et al. Mechanical decalcification of the aortic valve. *Ann Thorac Surg* 1986; 42:269-76.
17. Graver JM. Aortic valve debridement by ultrasonic surgical aspirator: A word of caution. *Ann Thorac Surg* 1990; 49:746-52.
18. Rocchini AP, Beekman RH, Shachar GB, et al. Balloon aortic valvuloplasty: Results of the valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry. *Am J Cardiol* 1990; 65:784-9.
19. Safian RD, Kuntz RE, Berman AD. Aortic valvuloplasty. *Cardiology Clinics* 1991; 9:289-99.
20. Sholler GF, Keane JF, Perry SB, et al. Balloon dilatation of congenital aortic valve stenosis. Results and influence of technical and morphological features on outcome. *Circulation* 1988; 78:351-60.
21. Rosenfeld HM, Landzberg MJ, Perry SB, Colan SD, Keane JF, Lock JE. Balloon aortic valvuloplasty in the young adult with congenital aortic stenosis. *Am J Cardiol* 1994; 73:1112-17.
22. Osaza H, Echigo S, Mori C, et al. Medium-term results of percutaneous transluminal balloon aortic valvuloplasty with Inoue balloon catheter or congenital aortic stenosis. *Acta Paediatr Jpn* 1993; 35:518-24.
23. McKay RG, Safian RD, Lock JE, et al. Assessment of left ventricular and aortic valve function after aortic balloon valvuloplasty in adult patients with critical aortic stenosis. *Circulation* 1987; 75:192-203.
24. Harpole DH, Davidson C, Skelton T, et al. Serial evaluation of ventricular function after percutaneous aortic balloon valvuloplasty. *Am Heart J* 1990; 119:130-5.
25. Mindich BP, Guarino T, Goldmann ME. Aortic valvuloplasty for acquired aortic stenosis. *Circulation* 1986; 74(Suppl):1-130.
26. Kalan JM, Mann JM, Leon MB, et al. Morphologic findings in stenotic aortic valves that have had "successful" percutaneous balloon valvuloplasty. *Am J Cardiol* 1988; 62:152-4.
27. McKay RG, Safian RD, Lock JE, et al. Balloon dilatation of calcific aortic stenosis in elderly patients: postmortem, intraoperative, and percutaneous valvuloplasty studies. *Circulation* 1986; 74:119-25.
28. Robiscek F, Harbold NB, Scotten LN, Walker DK. Balloon dilatation of the stenosed aortic valve: How does it work? Why does it fail? *Am J Cardiol* 1990; 65:761-6.
29. Weesner KM. Ventricular arrhythmias after balloon aortic valvuloplasty. *Am J Cardiol* 1990; 66:1534-35.
30. Zeevi B, Keane JF, Castaneda AR, et al. Neonatal critical valvular aortic stenosis: A comparison of surgical and balloon dilatation therapy. *Circulation* 1989; 80:831-9.
31. Gatzoulis MA, Rigby ML, Shinebourne EA, Redington AN. Contemporary results of balloon valvuloplasty and surgical valvotomy for congenital aortic stenosis. *Arch Dis Child* 1995; 73:66-9.
32. Safian RD, Berman AD, Diver DJ, et al. Balloon aortic valvuloplasty in 170 consecutive patients. *N Engl J Med* 1988; 319:125-30.
33. Kuntz RE, Leonard BM, Erny RE, et al. Follow-up of balloon aortic valvuloplasty: Results in 192 cases. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13:16 (Abstr.).
34. Block PC, Palacios IF. Aortic and mitral balloon valvuloplasty: The united states experience. In: Topol EJ, ed. *Textbook of interventional cardiology*. Philadelphia: WB Saunders Company, 1994: 1189-1205.
35. O'Connor BK, Beekman RH, Rocchini AP, Rosenthal A. Intermediate-term effectiveness of balloon valvuloplasty for congenital aortic stenosis. A prospective follow-up study. *Circulation* 1991; 84:732-8.
36. Shaddy RE, Boucek MM, Sturtevant JE, Ruttenberg HD, Orsmond GS. Gradient reduction, aortic valve regurgitation and prolapse after balloon aortic valvuloplasty in 32 consecutive patients with congenital aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1990; 16:451-6.