

## Sorin Soprano ve Sorin More biyoprotezlerin erken dönem klinik ve hemodinamik performansları

Short-term clinical and hemodynamic results of the Sorin Soprano and Sorin More bioprosthesis valves

Murat Başaran, Özer Selimoğlu, Eylül Kafalı, Hamiyet Özcan, Ruken Bengi Bakal,<sup>1</sup>  
İsmet Dindar,<sup>1</sup> Noyan Temuçin Oğuş

Göztepe Şafak Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Bölümü, <sup>1</sup>Kardiyoloji Bölümü, İstanbul

**Amaç:** Genel olarak biyolojik kapakların kullanımı kısıtlı hemodinami ve yetersiz dayanıklılıkları nedeniyle sınırlı tutulmuştur. Mekanik protezler ile kapak replasmanı yapılan olgularda tromboembolik olaylar ve antikoagülasyona bağlı ciddi kanamalar geri dönüşümsüz komplikasyonlara yol açabilmektedir. Günümüzde risk faktörlerine sahip, özellikle yaşlı hastalarda, biyolojik kapakların kullanımı artmıştır.

**Çalışma planı:** Şubat 2005-Nisan 2006 tarihleri arasında, 44 olguya (30 erkek, 14 kadın; ort. yaş 71±6.5) toplam 47 biyoprotez implante edildi. Yaş sınırı aortik ve mitral pozisyonlarda sırasıyla 55 ve 60 olarak belirlendi. Tüm ameliyatlarda elektif şartlarda, standart kardiyopulmoner bypass ile orta dereceli hipotermide (28 °C) yapıldı. Mitral pozisyonda 30 adet, aortik pozisyonda 17 adet kapak kullanıldı. Üç olguya çift-kapak replasmanı ve dokuz olguya eşzamanlı koroner arter bypass ameliyatı uygulandı. On iki olguda pulmoner ven izolasyonu işlemi yapıldı.

**Bulgular:** Toplam mortalite %2.27 (n=1) olarak saptandı. Çift kapak replasmanı ve dörtlü koroner arter bypass ameliyatı geçiren olgu, ameliyat sonrası 12. günde hemodiyaliz sonrası heparine bağlı trombositopeni oluştuğundan kaybedildi. Mekanik ventilasyon süresi 24 saati aşan üç hasta görüldü, bu olgular 72 saat içerisinde ekstübe edildi. Tüm olgularda değiştirilen kapağın hemodinamik performansı hastaneden taburcu olmadan önce ekokardiyografi ile değerlendirildi. Mitral pozisyonda ortalama transvalvüler gradient 5.5±1.5 mmHg, aortik pozisyonda peak transaortik gradient 23±9 mmHg olarak saptandı.

**Sonuç:** Elde ettiğimiz sonuçlar ışığında, ikinci jenerasyon perikardiyal biyoprotezlerin erken dönemde kabul edilebilir hemodinamik bir performansa sahip oldukları ve birçok risk faktörüne sahip yaşlı hastalarda güvenli bir seçenek olarak değerlendirilmeleri gerektiği görüşündeyiz.

**Anahtar sözcükler:** Biyoprotez; kalp kapağı protezleri; hemodinamik işlemler.

**Background:** In the current surgical era, the use of bioprosthetic valves may be limited because of their suboptimal hemodynamic performance and limited durability. Thrombo-embolic events and anticoagulation-related bleeding associated with the use of mechanical valves may lead to irreversible complications. Recently, the use of the bioprosthetic valves has been increased especially in elderly patients having co-morbid risk factors.

**Methods:** Between February 2005-April 2006, 47 bioprosthetic valves were implanted in 44 patients (30 males, 14 females; mean age 71±6.5). The age limits for aortic and mitral bioprosthetic valve replacement were 55 and 60 years, respectively. All operations were performed electively under standard cardiopulmonary bypass at moderate hypothermia (28 °C). Thirty bioprosthetic valves were used in the mitral position while 17 bioprosthetic valves were used in the aortic position. Three patients underwent a double-valve replacement and nine patients underwent concomitant coronary artery bypass grafting procedure. Pulmonary vein isolation was performed in 12 patients.

**Results:** Overall mortality was 2.27% (n=1). The patient who underwent double-valve replacement and four vessel coronary artery bypass grafting died on the postoperative day 12 because of heparin-induced thrombocytopenia following hemodialysis. Prolonged mechanical ventilation was observed in three patients and all these patients were extubated within 72 hours. The hemodynamic performance of the valves were evaluated by echocardiography before discharge. Mean transvalvular gradient was 5.5±1.5 mmHg at mitral position and peak transvalvular gradient was 23±9 mmHg at aortic position.

**Conclusion:** As a result, second generation pericardial valves have an acceptable hemodynamic performance in the early postoperative period and should be considered as safe substitutes in elderly patients having multiple preoperative co-morbid factors.

**Key words:** Bioprosthesis; heart valve prosthesis; hemodynamic processes.

Geliş tarihi: 22 Şubat 2007 Kabul tarihi: 23 Mart 2007

Yazışma adresi: Dr. Özer Selimoğlu, Göztepe Şafak Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Bölümü, Fahrettin Kerim Gökay Cad., No: 192, 34722 Göztepe, İstanbul. Tel: 0212 - 483 18 12 e-posta: ozerselimoglu@hotmail.com

Günümüzde kalp kapağı değiştirme ameliyatlarında biyolojik kapakların kullanımı, kısıtlı hemodinami ve yetersiz dayanıklılıkları nedeniyle sınırlı tutulmuştur. Özellikle yaşlı hastalarda biyolojik kapak dejenerasyon süresinin uzun olması, ortalama yaşam beklentisinin kısa olması ayrıca pek çok hastada geç dönem antikoagülasyon gerektirmemesi nedeniyle bu tür kapaklar tercih edilmektedir.<sup>[1,2]</sup>

Yaşlı hasta grubunda, yaş sınırı ve biyoprotez kullanılması konusunda henüz bir fikir birliği oluşmamıştır. İdeal denilebilecek biyoproteze ulaşılamamış olması bu konudaki çalışmaların devamını gerektirmektedir.

## HASTALAR VE YÖNTEMLER

Çalışmamıza alınan kapak değiştirme ameliyatlarında, aortik konumda Sorin Soprano, mitral konumda ise Sorin More biyolojik kapak materyalleri kullanıldı. Şubat 2005-Nisan 2006 tarihleri arasında, aynı cerrahi ekip tarafından 44 hastada (30 erkek, 14 kadın; ort. yaş 71±6.5) toplam 47 adet adı geçen biyoprotezlerle kapak değiştirme ameliyatı uygulandı. Yaş sınırı aortik pozisyonda 55 yaş ve üzeri, mitral pozisyonda 60 yaş ve üzeri olarak kabul edildi. Yaş kriteri ve biyoprotez kullanımı için kronik böbrek yetmezliği ve hiperkalsemi dışında belirlediğimiz spesifik bir kontrendikasyon olmadı. Ameliyat öncesi, 28 hasta (%63.6) New York Heart Association (NHYA) sınıf III, 16 hasta (%36) ise sınıf IV durumundaydı (Tablo 1). Ameliyatlar elektif şartlarda gerçekleştirildi.

**Cerrahi teknik.** Ameliyatlar, standart kardiyopulmoner bypass ile orta dereceli hipotermi (28 °C) altında

yapıldı. Miyokardiyal korunma için antegrad ve retrograd (integrated) kan kardiyoplejisi kullanıldı. Nativ kapak dokusu eksiz edilirken mitralde posterior yaprak bütün olgularda rutin olarak, anterior yaprak ise altı olguda Miki tekniğiyle korundu. Aort kökü dar bulunan üç olguda modifiye Nicks prosedürü uygulanarak, kök genişletildi. Uygun ebattaki biyoprotez firmaya özgün ölçekler ile belirlendi, tek tek pledgetli sütür tekniği kullanılarak supra-annular olarak implante edildi. Olguların dokuzunda eşzamanlı koroner arter bypass ameliyatı da uygulandı. On iki olguda pulmoner ven izolasyonu işleme ilave edildi. Tüm olgularda implante edilen kapağın hemodinamik performansı hastaneden taburcu olmadan önce değerlendirildi. Cerrahi sonrası tüm olgulara üç ay süresince, international normalized ratio (INR) düzeyi klinik rutinimize uygun olacak şekilde, antikoagulan (warfarin sodyum) (Tablo 2) ve beraberinde antiplatelet (asetil salisilik asit 300 mg/gün) tedavi önerildi.

**Ekokardiyografik inceleme.** Bütün hemodinamik ölçümler aynı ekip tarafından M-mod, iki boyutlu spektral ve renkli akım Doppler ekokardiyografi cihazı (VIVID 3 Pro; GE Healthcare, Horten, Norway) ile yapıldı. Değerlendirilecek kriterler ejeksiyon fraksiyonu, efektif açıklık oranı (EAO, cm<sup>2</sup>), efektif açıklık oranı indeksi (EAOİ, cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>), kapak gradienti (mmHg), hasta-protez uygunsuzluğu (EAOİ<0.85 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) olarak belirlendi.

## BULGULAR

İmplant edilen 47 adet biyoprotez kapağın 17'si aortik pozisyona 30'u mitral pozisyona aitti. Olguların demografik ve klinik bilgileri Tablo 1'de özetlenmiştir.

**Tablo 1. Ameliyat öncesi hasta özellikleri**

	Sayı	Yüzde	Ort±SS
Hipertansiyon	30	68	
Diabetes mellitus	12	27	
Atriyal fibrilasyon	16	36	
M. obezite	5	11	
Ortalama ejeksiyon fraksiyonu (%)			
İzole aort kapak lezyonu (n=14)			51±6.4
İzole mitral kapak lezyonu (n=27)			45±5.5
Kombine aortik ve mitral kapak lezyonu (n=3)			42±5.5
Aort darlığı	5	11	
Aort yetmezliği	3	5	
Kombine aort darlığı ve yetmezliği	6	13	
Mitral darlığı	6	13	
Mitral yetmezliği	8	18	
Kombine mitral darlığı ve yetmezliği	13	29	
Kombine aort ve mitral yetmezliği	3	7	
Ortalama vücut yüzey alanı (m <sup>2</sup> )			1.89±0.4
Aortik kapak alanı (AS*) (cm <sup>2</sup> )			0.6±0.1
Ortalama transaortik gradient (AS*) (mmHg)			62±11
Mitral kapak alanı (MS*) (cm <sup>2</sup> )			0.9±0.1
Ortalama transmitral gradient (MS*) (mmHg)			17±5

EF: Ejeksiyon fraksiyonu; MS: Mitral darlığı; AS: Aort darlığı.

**Tablo 2. Ameliyat sonrasında antikoagülan takip stratejimiz**

	INR
Mitral kapak replasmanı + Atriyal fibrilasyon	2.5-3.0
Mitral kapak replasmanı + Normal sinüs ritmi	2.0-2.5
Aort kapak replasmanı	2.0
Çift kapak replasmanı + Atriyal fibrilasyon	2.5-3.0
Çift kapak replasmanı + Normal sinüs ritmi	2.0-2.5

INR: International normalized ratio.

**Tablo 3. Replase edilen protez ölçüleri**

Ölçü	Aortik (n=17)		Ölçü	Mitral (n=30)	
	Sayı	Yüzde		Sayı	Yüzde
18	1	5.8	25	1	3.4
20	3	17.6	27	5	16.6
22	10	59	29	19	63.4
24	3	17.6	31	3	10
			33	2	6.6

Olguların üçünde çift kapak replasmanı uygulandı. Bir olgu (%2.27) ameliyat sonrası dönemde kaybedildi. Çift kapak replasmanı ve dört damar koroner bypass ameliyatı yapılan 72 yaşındaki hasta, 12. günde akut böbrek yetmezliği nedeniyle uygulanan hemofiltrasyon sonucu, heparine bağlı trombositopeni-trombozis nedeniyle kaybedildi.

Aort pozisyonunda 10 olguda (%59) 22 no protez, mitral pozisyonunda 19 olguda (%63.4) 29 no kapak kullanıldı (Tablo 3). Ameliyat öncesi 16 olguda atriyal fibrilasyon vardı, 12 olguda pulmoner ven izolasyonu uygulandı. Ameliyat sonrası iki olguda atriyal fibrilasyon kalıcı olarak devam etti. Ameliyat ve sonrası erken dönem bulgular Tablo 4'te sunulmuştur. Üç hastada 24 saati aşan mekanik ventilasyon süresi görüldü, tüm olgular ameliyat sonrası 72 saat içerisinde ekstübe edildi.

Implante edilen kapakların hemodinamik performansları hastalar taburcu olmadan önce (ameliyat sonrası 4-6. günlerde) değerlendirildi. Mitral kapak replasmanı yapılan hastaların erken dönem ekokardiyografi

değerleri Tablo 5'te sunulmuştur. Antikoagülan tedavi, atriyal fibrilasyonu devam eden iki olgu haricinde, ameliyat sonrası üçüncü ayda kesildi.

## TARTIŞMA

İdeal bir biyoprotezde olması gereken unsurlar dayanıklılık, endokardite direnç, hasta-protez uygunsuzluğuna yol açmayacak hemodinamik performans ve cerrahi uygulama kolaylığı olmalıdır. Gelişen teknolojiye paralel olarak birçok farklı tür ve yapıda biyoprotez üretilmiştir. Domuz aortundan yapılan stentli biyoprotezlerin yaşlı hastalarda uzun dönem sonuçları oldukça tatminkardır. Ancak bu tür kapaklardaki yüksek gradiyent ve yüksek strut profili dezavantaj oluşturmaya devam etmektedir. Hemodinamik performansları stentli domuz aortik biyoprotezlerine göre çok daha iyi olan birinci jenerasyon sığır perikardiyal biyoprotezleri, ne yazık ki "prematür dejenerasyon" nedeniyle kısa sürede piyasadan çekilmiştir.<sup>[3]</sup> Son yıllarda geliştirilen ikinci jenerasyon sığır perikardiyal biyoprotezler ile ilgili sonuçlar daha yüz güldürücüdür.<sup>[4,5]</sup> Bu konuda en önemli sıkıntı ise, özellikle ülkeyimizde ikinci jenerasyon sığır perikardiyal biyoprotezlerin sonuçlarını bildiren ileriye dönük çalışmaların azlığıdır.

Sorin Soprano aortik biyoprotez; supra-annular replasman için dizayn edilmiş, kan akımını azami derecede artıran ve annulus-açıklık oranını tama yakın sağlayan biyolojik bir protezdir. Ortalama kardiyak debi (efektif açıklık oranı) 3-8 L/dk'dır.<sup>[6]</sup> Kapak yaprakları sığır perikardından gluteraldehit ile muamele edilerek hazırlanmıştır. Çift sıralı perikardiyal bir yapıya sahip olduğundan, etrafındaki ring ile perikardiyal yaprakçıklar arasındaki temas ve aşınma riski minimaldir. Kapağın ringi, silikon üzerine karbon kaplı stent (Sorin Biomedica S.p.A, Saluggia, Italy) üzerine polyester örgü ile kaplanmış bir yapıdadır. Aortik pozisyon için beş adet (No: 18-26) alternatifi bulunmaktadır.

Sorin More mitral biyoprotez; benzer yapıda hem aortik hem de mitral replasmanda kullanılabilen bir biyoprotezdir. Aortik pozisyon için altı adet (No: 19-29), mitral pozisyon için ise sekiz adet (No: 19-33) alternatifi bulunmaktadır.

**Tablo 4. Ameliyat ve ameliyat sonrası erken veriler**

	Sayı	Yüzde	Ort±SS
Ortalama aortik kros klemp süresi (dk)			35±7
Mekanik ventilasyon süresi (s)			12±4.5
İnotropik destek gereken hasta sayısı	19/44	43	
İntra-aortik balon pompası gereken hasta sayısı	5/44	11	
Ortalama yoğun bakımda kalış süresi (gün)			2.7±0.8
Kanama revizyonu	1/44	2.2	
Ameliyat sonrası kalıcı atriyal fibrilasyon	2	4.5	
Yüzeysel yara enfeksiyonu	-	-	
Mediastinit	-	-	
Ameliyat sırasında miyokard infarktüsü	-	-	

**Tablo 5. Aort ve Mitral biyoprotezlerde erken dönem hemodinamik performans değerleri**

	Sayı	Yüzde	Ort±SS
<b>Aort biyoprotez</b>			
Ejeksiyon fraksiyonu (%)			52±5.7
Efektif açıklık oranı (EAO, cm <sup>2</sup> )			2.1±0.2
Efektif açıklık oranı indeksi (EAOİ, cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )			1.1±0.3
Hasta-protez uygunsuzluğu (<0.85 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	2	11.7	
Ortalama transaortik gradient (mmHg)			11±3
Peak transaortik gradient (mmHg)			23±9
Sol ventrikül sistol sonu çapı (cm)			4.1±1.5
Sol ventrikül diyastol sonu çapı (cm)			6.2±1
<b>Mitral biyoprotez</b>			
Ortalama transvalvüler gradient (mmHg)			5.5±1.5
Efektif kapak alanı (cm <sup>2</sup> )			2.6±0.3
Ortalama EF (%)			49±4.5
Ortalama PAP (mmHg)			42±1

EF: Ejeksiyon fraksiyonu; PAP: Pulmoner arter basıncı; EAO: Efektif açıklık oranı; EAOİ: Efektif açıklık oranı indeksi.

Carpentier-Edwards (biyoprotez) ile St Jude Medical (mekanik) protez kapağın mitral pozisyonda 10 yıllık dönem sonucunda birbiriyle anlamlı farklılık olmadığı, aynı türde kapakların aortik pozisyonda eğer 10 yılı aşan yaşam beklentisi varsa mekanik protezin üstünlüğünü gösteren çalışmalar vardır.<sup>[7,8]</sup>

Marchand ve ark.,<sup>[5]</sup> Perimount biyoprotez kapakların 15 yıllık takipte 60 yaş ve üzeri olgularda güvenli olduğunu savunmuşlardır. Carpentier-Edwards aortik perikardiyal biyoprotezlerin 65 yaş ve üzeri olgularda kullanılabilmesi yönünde de çalışmalar vardır.<sup>[9]</sup>

Oral antikoagulan kullanımı gerekli olan atriyal fibrilasyon gibi durumlar, biyolojik kapak kullanım avantajını azaltmaktadır. Bu yüzden çalışmamızda yaş sınırı aortik pozisyonda 55 yaş ve üzeri, mitral pozisyonda 60 yaş ve üzeri olarak kabul edilmiştir. Çalışmamızda atriyal fibrilasyona yönelik cerrahi işlem olarak 12 olguda pulmoner ven izolasyonu uygulanmıştır.

Totaro ve ark.nın<sup>[10]</sup> 63 hastalık aortik kapak replasmanı yapılan çalışmasıyla bizim çalışmamız karşılaştırıldığında efektif açıklık oranı (EAO) Sorin biyoprotezlerde daha iyi bulunmuştur (Tablo 6). Bunun neden-

lerinden biri, kullanılan büyük ebattaki kapak sayısının bizim çalışmamızda daha fazla olması olabilir. Efektif açıklık oranı indeksinin de (EAOİ) daha iyi bulunması, Sorin biyoprotezlerin, “erken hemodinamik performans açısından” Carpentier-Edwards Perimount Magna biyoprotezlere göre “daha iyi” olduğunu düşündürmektedir.

Firstenberg ve ark.nın<sup>[11]</sup> yaptıkları, mitral konumda Carpentier-Edwards Perimount perikardiyal biyoprotez implantasyon çalışmasında, ortalama transvalvular gradiyent 4.4±1.8 mmHg, EAO 2.5±0.5 cm<sup>2</sup>; bizim çalışmamızda transvalvular gradiyent 5.5±1.5 mmHg ve EAO 2.6±0.3 cm<sup>2</sup> bulunmuştur. Çalışmamızdaki basınç ve EAO'nun minimal olarak yüksek görülmesi, olguların ortalama vücut yüzey alanının diğer çalışmaya göre düşük olmasına bağlanabilir.

Fibrokalsifik aortik annulus, sol ventrikül hipertrofi bulunan olgular, aort kapak annulusunun dar olduğu ya da özellikle kadın ve vücut yüzey alanı düşük olan olgular hasta-protez uygunsuzluğu açısından risk taşımaktadır.<sup>[12]</sup> Olgularımızın üçünde kök genişletme amacıyla modifiye Nicks prosedürü uygulanarak bir olguya 22 no, diğer iki olguya 24 no aortik kapak implante edilmiştir.

**Tablo 6. Totaro ve ark.nın<sup>[10]</sup> yayınladıkları çalışma ile bizim çalışmamızın karşılaştırılması**

	PEM			CEP			PPS			Çalışmamız		
	Sayı	Yüzde	Ort.±SS	Sayı	Yüzde	Ort.±SS	Sayı	Yüzde	Ort.±SS	Sayı	Yüzde	Ort.±SS
EAO (cm <sup>2</sup> )			1.92±0.8			1.48±0.8			1.47±0.4			2.1±0.2
EAOİ (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )			1.07±0.4			0.80±0.2			0.87±0.3			1.1±0.3
PPM (<0.85 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	3	15		9	47		5	27		2	11.7	
PTA (mmHg)			20±6			28±12			27±8			23±9

PEM: Carpentier Edwards Perimount Magna; CEP: Carpentier-Edwards Perimount stented biyoprotez; PPS: Edwards Prima Plus stenless porcine biyoprotez; EAO: Efektif açıklık oranı; EAOİ: Efektif açıklık oranı indeksi; PPM: Hasta-protez uygunsuzluğu; PTA: Peak transaortik gradient.

Badano ve ark.<sup>[13]</sup> aortik konumda supra-annular biyoprotez replasmanının hemodinamik performansının, intra-annular biyoprotez replasmanlarına göre daha iyi olduğu ve daha önemli seviyede sol ventrikül regresyonuna neden olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda aynı konumda kullanılan Sorin Soprano da supra-annular bir kapak olup EAO'su oldukça tatminkar bulunmuştur.

Literatürde Sorin biyoprotezlerin dayanıklılığı hakkında çeşitli çalışmalarla olumlu sonuçlar bildirilmiştir.<sup>[14,15]</sup> İleride çalışmamızın geç dönem sonuçlarını inceleyerek, kapakların uzun dönemdeki hemodinamik etkileri ve kapağın dejenerasyonu açısından yorum yapmamız mümkün olacaktır.

Sonuç olarak, elde ettiğimiz sonuçlar ışığında, ikinci jenerasyon perikardiyal biyoprotezlerin, erken dönemde oldukça iyi bir hemodinamik performansa sahip olduklarını söyleyebiliriz.

Özellikle antikoagülasyonun ciddi komplikasyonlara yol açabileceği ve yaşam beklentisinin nispeten kısa olduğu yaşlı hastalarda biyoprotez kapakların ilk sırada tercih edilmeleri gerektiğine inanıyoruz.

#### KAYNAKLAR

1. ACC/AHA guidelines for the management of patients with valvular heart disease. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association. Task Force on Practice Guidelines (Committee on Management of Patients with Valvular Heart Disease). J Am Coll Cardiol 1998; 32:1486-588.
2. Carpentier A, Dubost C, Lane E, Nashef A, Carpentier S, Relland J, et al. Continuing improvements in valvular bioprostheses. J Thorac Cardiovasc Surg 1982;83:27-42.
3. Pelletier LC, Carrier M, Leclerc Y, Lepage G, deGuise P, Dyrda I. Porcine versus pericardial bioprostheses: a comparison of late results in 1,593 patients. Ann Thorac Surg 1989; 47:352-61.
4. Banbury MK, Cosgrove DM 3rd, Lytle BW, Smedira NG, Sabik JF, Saunders CR. Long-term results of the Carpentier-Edwards pericardial aortic valve: a 12-year follow-up. Ann Thorac Surg 1998;66(6 Suppl):S73-6.
5. Marchand MA, Aupart MR, Norton R, Goldsmith IR, Pelletier LC, Pellerin M, et al. Fifteen-year experience with the mitral Carpentier-Edwards PERIMOUNT pericardial bioprosthesis. Ann Thorac Surg 2001;71(5 Suppl):S236-9.
6. Folliguet TA, Le Bret E, Bachet J, Laborde F. Pericarbon pericardial bioprosthesis: an experience based on the lessons of the past. Ann Thorac Surg 2001;71(5 Suppl):S289-92.
7. Cen YY, Glower DD, Landolfo K, Lowe JE, Davis RD, Wolfe WG, et al. Comparison of survival after mitral valve replacement with biologic and mechanical valves in 1139 patients. J Thorac Cardiovasc Surg 2001;122:569-77.
8. Peterseim DS, Cen YY, Cheruvu S, Landolfo K, Bashore TM, Lowe JE, et al. Long-term outcome after biologic versus mechanical aortic valve replacement in 841 patients. J Thorac Cardiovasc Surg 1999;117:890-7.
9. Banbury MK, Cosgrove DM 3rd, White JA, Blackstone EH, Frater RW, Okies JE. Age and valve size effect on the long-term durability of the Carpentier-Edwards aortic pericardial bioprosthesis. Ann Thorac Surg 2001;72:753-7.
10. Totaro P, Degno N, Zaidi A, Youhana A, Argano V. Carpentier-Edwards PERIMOUNT Magna bioprosthesis: a stented valve with stentless performance? J Thorac Cardiovasc Surg 2005;130:1668-74.
11. Firstenberg MS, Morehead AJ, Thomas JD, Smedira NG, Cosgrove DM 3rd, Marchand MA. Short-term hemodynamic performance of the mitral Carpentier-Edwards PERIMOUNT pericardial valve. Carpentier-Edwards PERIMOUNT Investigators. Ann Thorac Surg 2001;71(5 Suppl):S285-8.
12. Pibarot P, Dumesnil JG. Hemodynamic and clinical impact of prosthesis-patient mismatch in the aortic valve position and its prevention. J Am Coll Cardiol 2000;36:1131-41.
13. Badano LP, Pavoni D, Musumeci S, Frassani R, Gianfagna P, Baldassi M, et al. Stented bioprosthetic valve hemodynamics: is the supra-annular implant better than the intra-annular? J Heart Valve Dis 2006;15:238-46.
14. Thiene G, Laborde F, Valente M, Gallix P, Talenti E, Calabrese F, et al. Morphological survey of a new pericardial valve prosthesis (Pericarbon): long-term animal experimental model. Eur J Cardiothorac Surg 1989;3:65-74.
15. Eichinger WB, Botzenhardt F, Wagner I, Bleiziffer S, Ruzicka DJ, Guenzinger R, et al. Hemodynamic evaluation of the Sorin Soprano bioprosthesis in the completely supra-annular aortic position. J Heart Valve Dis 2005;14:822-7.