

Aortik Pozisyonda Homograft, Biyoprotez, Pulmoner Ototraft Kullanılması

HOMOGRAFT, BIOPROSTHESIS AND PULMONARY AUTOGRAFT IN THE AORTIC POSITION

Selim ERENTÜRK*, Karl DOSSCHE*, Hugo VANERMEN*, Francis WELLENS*, Raphael De GEEST*

*Dr., Onze Lieve-Vrouw Hospital, Aalst, BELGIUM

Özet

Aortik pozisyonda kapak implantasyonu için mekanik kapaklar veya biyolojik kapaklar kullanılmaktadır. Biyolojik kapaklar, otograftlar; homograftlar; stentli ve stentsiz xenograftlar (biyoprotezler)'dir. Bu protezlerin hangi durumda hangilerinin kullanılacağı konusunda çeşitli çalışmalar ve tartışmalar vardır.

Çalışmamızda, 1994-96 yılları arasında kliniğimizde ameliyatı yapılan olgulardan homograft kullanılan 25 olgu (Grup 1), stentsiz biyoprotez kullanılan 30 olgu (Grup 2), stentli biyoprotez kullanılan 50 olgu (Grup 3), ve pulmoner otograft kullanılan 16 olgu (Grup 4) alınmış ve transvalvüler gradiyent, kardiyak Output, etkili orijis alanı ve klinik olarak incelenmiştir.

Pulmoner otograft ve homograft grubundaki olgular hemodinamik yönden diğer gruplara göre daha üstün bulunmuştur ($p < 0.001$). Stentli ve stentsiz biyoprotez grubundaki olgular arasında ortalama ve pik gradiyent yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Homograft grubundan bir olgu, stentsiz biyoprotez grubundan iki olgu, stentli biyoprotez grubundan iki olgu kaybedilmiştir. Postoperatif kapak yetersizliği en az stentli biyoprotez grubunda görülmüştür.

Sonuç olarak; bu çalışmada, homograft ve pulmoner otograftların biyoprotezlere göre daha üstün oldukları saptanmıştır. Buna karşılık yerleştirilmeleri ve elde edilmeleri daha güçtür. Stentli ve stentsiz biyoprotezler arasında gradiyent yönünden istatistiksel olarak belirgin farklılık olmamasına karşın, stentsiz kapakların, daha fizyolojik olmaları, erken sonuçlarının iyi olması, küçük uortalarda daha geniş bir açıklık sağlayabilmeleri, ve kolay elde edilebilmeleri özellikleriyle özellikle uzun dönemde daha iyi sonuçlar verebileceklerini ve bu kapaklar konusunda kesin karar verebilmek için uzun süreli sonuçlara gereksinim olduğu düşüncesindeyiz.

Anahtar Kelimeler: Homograft, Stentsiz biyoprotez, Stentli biyoprotez, Pulmoner otograft

T Kim Kardiyoloji 1999, 12:27-33

Geliş Tarihi: 11.06.1998

Yazışma Adresi: Dr.Selim ERENTÜRK
89 Kasteeldreef, 9340 Lede, Belgium

**Bu çalışma 29 Eylül-3 Ekim 1997'de İzmir'de yapılan XIII. Ulusal Kardiyoloji Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

T Kim J Cardiol 1999, 12

Summary

Mechanical valves or biologic valves used for valve replacement in the aortic position. Biologic valves are classified as autografts, homografts, stented and stentless xenografts.

In our study, 25 patients who received homograft valve (Group1), 30 patients who received stentless bioprosthesis (Group2), 50 patients who received stented bioprosthesis (Group3), and 16 patients who received a pulmonary autograft (Group4) at our clinic between 1994-96 are evaluated with respect to the transvalvular gradient, the cardiac output, the effective orifice area and their clinic.

The patients in Group 1 and Group 4 were found to be superior to the others hemodynamically ($p < 0.001$). No statistical significant difference was found between the mean and peak gradients of the patients in Group 2 and Group 3. One patient in Group 1 died on the 14 th postoperative day as a result of multiorgan failure while 2 patients in Group 2.; one due to sepsis and the other due to an undefined cause had died. In Group 3, two patients died. Postoperative valvular insufficiency was encountered the least in the stented bioprosthesis group (Group3).

In conclusion, homografts and pulmonary autografts are found to be superior to bioprosthesis. In this study; however; they are more hard to obtain and implant. Despite the fact that no statistically prominent difference exist between the stented and the stentless bioprosthesis when the transvalvular gradients are concerned, we think that stentless bioprosthesis will have more favorable results especially in the long term for they are more physiologic; have good early term results, can create more wider patency in small aortas, and are more easily obtained, however we need long term data for definitive conclusions.

Key Words: Homograft, Stentless bioprosthesis, Stented bioprosthesis, Pulmonary autograft

T Klin J Cardiol 1999, 12:27-33

Son yıllarda kalp kapak cerrahisinde önemli gelişmeler meydana gelmiştir. Onarım teknikleri ve subvalvular apparatusun mitral kapak cerrahisinde ön plana geçmesine karşın aort kapak cerrahisinde halen kapak değiştirilmesi ön plandadır (1).

Günümüzde aortik pozisyonda mekanik kapaklar, allograft-homograftar, stentli perikardiyal veya porcine xenograflar, stentsiz xenograflar ve pulmoner otograflar kullanılmaktadır.

Aortik homografların 24 saat içinde, cryo-reservasyonla hazırlama tekniklerinin geliştirilmesi veya homovital kullanımları sonucu kapağa bağlı yapısal bozukluğun azaltılması nedeniyle kullanılmaları yaygınlaşmıştır (2-7). Homografların düşük transvalvüler gradiyent, endokarditte enfeksiyona direnç, heterograft protezlere göre daha uzun durabilite, antikoagülan gerekmemesi gibi avantajları vardır. Bu kapakların yerleştirme teknikleri, free-hand 120 derece rotasyon, free-hand intakt non-koronar sinüs, aortik root replasmanı, aortik root mklüzyon (mini root) teknikleridir.

Porcine ve perikardiyal xenograflarda yapısal kapak bozulması, yetmezlik, yırtık ve kalsifikasyon birbirine benzer durumdadır ve biyoprotezlerde bu problem en önemli sorundur (8-11). Perikardiyal olanlarda durabilite daha kısadır. Stentsiz biyoprotezler, homografların elde edilme güçlükleri, stentli biyoprotezlerde özellikle küçük anuluslarda transvalvüler gradiyentin yüksek olması nedeniyle geliştirilmişlerdir. Mükemmel hemodinamikleri vardır, akım karakteristikleri iyidir ve akıma minimal direnç gösterirler (8). Özellikle küçük anuluslarda stent düzensiz akıma neden olur. Supraanüler, düşük fiksasyon tekniği ile hazırlanan stentli biyoprotezlerde türbulans azaltılmıştır. Büyük ölçülerinde, mekanik kapaklardan daha iyi akım özellikleri vardır ve shear stress daha az olur (12).

Ross'un 1967'de ilk kez hastanın kendi pulmoner kapağını aortik pozisyonda kullanmasından

(13) sonra teknik güçlük, iki kapak operasyonu olması ve geç sonuçlarının bilinmemesi nedeniyle yeterince yaygınlık kazanmayan pulmoner otografların aortik pozisyonda kullanılması prosedürü, özellikle Donald Ross'un geç sonuçlarının mükemmel olması (14), cerrahi teknikteki gelişmeler nedeniyle daha fazla yaygınlık kazanmıştır. Pulmoner otografların canlı ve otojen bir doku olması, büyüme potansiyeli, non-immün olması, enfeksiyona direnç, antikoagülasyon gerektirmemesi, uzun süreli durabilite, mükemmel hemodinami, teknik güçlüğü öğrenme süreci ile giderilebilir olmasından dolayı, özellikle genç ve çocuklarda olmak üzere, pulmoner otografların aortik pozisyonda yerleştirilmesi yöntemi yaygın kullanım alanı bulmaktadır (14-22).

Bu çalışmanın amacı, aortik pozisyonda homograft, stentli veya stentli xenograft ve pulmoner otograft kullanımlarını ve hemodinamik özellikleri incelemek ve karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Çalışmaya, 1994-1996 yılları arasında aortik pozisyonda, homograft kullanılan 25 olgu (Grup 1), stentsiz biyoprotez (Prima-Edwards) kullanılan 30 olgu (Grup 2), stentli biyoprotez (Carpentier-Edwards supraanüler tip, Model 2650) kullanılan 50 olgu (Grup3) ve pulmoner otograft kullanılan 16 olgu alınmıştır. Olguların genel özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Homograflar, 50 yaşın altında, sıcak iskemik zamanın 24 saatten az olduğu kadavralardan, cryo-preserved yöntemle hazırlanmış, herhangi bir kalsi-

Tablo 1. Olguların genel özellikleri

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Yaş	54±8	67±5	70±5	35±7
Cins (kadın/erkek)	17/8	16/9	19/31	6/10
NYHA II	10	12	19	5
III	13	16	27	9
IV	2	2	4	2
Kardiyak output (L/d)	4.9±1.6	4.7±1.7	4.6±1.9	4.5±1.4
Aort kapak darlığı	16	19	32	9
yetmezliği	6	7	11	6
birlikte	3	4	7	1
LVEF (ortalama)	0,72	0,68	0,61	0,76
Gradyent (mmHg)	92	87	90	83

Tablo 2. Kapak çapları

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
19	1	1	-	2
21	5	3	18	0
23	9	7	19	5
25	8	12	11	6
27	2	7	2	1

fiksasyon veya fenestrasyon göstermeyen triküspid kapaklardır ve suprakoroner pozisyonda yerleştirilmiştir. Pulmoner otografların yedisi subkoroner, beşi mini root tekniği, dördü total aortik root tekniği ile yerleştirilmişlerdir. Bu gruptaki olgularda preoperatif olarak yapılan doppler ekokardiyografiler ile pulmoner çapları ölçülmüş ve pulmoner çapın aortik çapa uygun olmasına dikkat edilmiştir.

Stentsiz biyoprotezler (Prima-Edwards model 250); düşük basınçlı fiksasyon tekniği kullanılarak, tamponlanmış glutaraldehitte hazırlanmış, silindirik şeklindeki porcine aortik kapaklardır.

Kullanılan kapak çapları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Ek olarak nomografi grubundan iki olguya aortakoroner bypass, iki mitral onarım operasyonu, stentsiz biyoprotezlerde iki aortakoroner bypass, stentli biyoprotezlerde bir olguya mitral kapak değiştirilmesi operasyonu yapılmıştır.

Aort kapağı eksplorasyonu aortada nonkoroner sinüse doğru vertikal hokey sopası şeklinde insizyon ile gerçekleştirilmiştir. Aort kapağın çıkarılması sonrası bütün homograflar subkoroner pozisyonda, stentsiz biyoprotezler nonkoroner sinüs yerinde

bırakılarak subkoroner pozisyonda yerleştirilmiştir. Kapak dikişi olarak stentli biyoprotezlerde tek tek 2-0 non-absorbabl suture, diğer kapaklarda tek tek 4-0 polipropilen suture kullanılmıştır.

Grup 1, 2, 3 de kapak değiştirilmesi endikasyonları benzerdi. Sıklıkla saptanan bulgu sklerotik kalsifikasyon ve romatizmal kapak hastalığı idi. Homograflar grubunda dört olguda kapak endokarditi vardı. Grup 4'teki olgulardan onunda kongenital aort kapak hastalığı saptandı. Operasyonlarda myokard koruma yöntemi olarak soğuk kristaloid St Thomas II kardiyoplejisi ve orta dereceli (26-28°C) hipotermi veya retrograd soğuk kan kardiyoplejisi kullanılmıştır.

Stentli ve stentsiz biyoprotez ve pulmoner otograflar grubundaki olgularda hastaneden çıkarken, postoperatif 6. ayda ve I. yılda, homograflarda hastaneden çıkarken ve 1. yılda transtorasik doppler akokardiyografi yapıldı. Kapaktaki pik sistolik gradiyent modifiye Bernovili formülü ile hesaplandı (gradiyent = $4 v^2$, v = aortik kapakta maksimal velocity). Ortalama gradiyent saptandı. Aortik kapak alanı hesaplandı. Kardiyak output rutin olarak ölçüldü.

İstatistik analizler t-testi ve küçük gruplarda, non-parametrik Kruskal-Wallis testi kullanılarak yapıldı.

Sonuçlar

21, 23 ve 25 mm kapak gruplarında istatistik karşılaştırmalar için yeterli bulgu vardı. Bu gruplardaki pik, ortalama gradiyent, etkin orifis alanları ve kardiyak outputlar Tablo 3, 4 ve 5'te gösterilmiştir.

Tablo 3. 21 mm kapak takılan olgularda hemodinamik parametreler

	Grup 1 (n=5)		Grup 2 (n=3)			Grup 3 (n=18)			Grup 4 (n=2)		
	pik	ort	pik	ort	EOA	CO	pik	ort	EOA	CO	ort
<1 hafta	9.9	4.9	30.8	15.5	12	4.9	30.9	14.7	1.6	4.7	8.2
	±2.6	±1.4	±5.5	±3.4	±0.2	±1.0	±9.6	±4.7	±0.3	±1.2	±2.1
6 ay	-	-	24.9	13.2	12	4.4	27.5	14.3	1.5	6.1	2.8
	-	-	4.6	3.5	0.1	0.6	7.9	4.7	0.5	2.2	1.4
12 ay	11.2	5.4	28.8	13.7	7.4	4.9	28.6	13.8	1.5	5.2	6.4
	3.1	1.6	6.0	1.9	0.7	2.9	7.1	3.0	1.2	1.5	2.4

ori=ortalama, EOA = Etkili orifis alanı, CO— Kardiyak output

Tablo 4. 23 mm kapak takılan olgularda hemodnamik parametreler

	Grup 1 (n=9)		Grup 2 (n=7)				Grup 3 (n=19)			Grup 4 (n=5)	
	pik	ort	pik	ort	EOA	CO	pik	ort	EOA	CO	ort
<1 hafta	10.2	5.7	23.5	11.9	1.4	4.1	26.9	12.9	1.5	4.7	8.4
	3.5	3.8	9.3	3.7	0.3	0.8	8.8	4.0	0.3	1.0	2.6
6 ay	-	-	21.9	11.1	1.3	5.1	26.9	13.8	1.6	5.7	8.2
	-	-	8.6	4.2	0.3	1.0	8.5	4.0	0.3	1.2	2.4
12 ay	9.2	5.0	21.5	11.5	1.5	5.1	24.9	12.7	1.7	6.0	8.2
	2.0	1.7	7.5	4.9	0.3	0.7	9.0	5.4	0.6	2.0	2.4

Tablo 5. 25 mm kapak takılan hastalarda hemodinamik parametreler

	Grup 1 (n=8)		Grup 2 (n=12)				Grup 3 (n=11)			Grup 4 (n=6)	
	pik	ort	pik	ort	EOA	CO	pik	ort	EOA	CO	ort
<1 hafta	11.4	5.7	24.6	11.1	1.7	4.9	21.7	9.6	1.9	5.6	9.3
	5.5	2.5	8.9	3.2	0.5	1.5	5.8	2.5	0.4	1.2	3.1
6 ay	-	-	22.2	10.4	1.9	5.8	19.7	9.5	1.9	5.5	8.5
	-	-	8.5	4.4	0.8	2.0	5.8	3.1	0.5	1.4	2.8
12 ay	10.5	4.5	22.1	11.6	1.8	6.2	21.2	9.7	2.0	6.6	-
	3.9	1.7	12.5	7.2	0.5	1.8	5.1	2.5	0.4	1.0	

Tablo 6. Postoperatif ekokardiyografi sonuçlarına göre aort yetmezliği

		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
<15 gün	1. derece AY	8	3	1	1
6 ay	1. derece AY	Kayıt yok	4	2	1
12 ay	1. derece AY	8	4	2	1
	2. derece AY	3	1	2	1

AY= Aort yetmezliği

Homograft ve pulmoner otograft gruplarında diğer gruplara göre istatistiksel olarak belirgin derecede daha düşük gradiyent saptanmıştır ($p<0,001$). Stentsiz biyoprotez grubunda stentli biyoprotez grubuna göre nisbeten daha düşük gradiyent saptanmasına karşın istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.

Aort kapak yetmezliği yönünden gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 6). Pulmoner otograft grubundaki yetmezlik olgularının tamamı subkoroner yerleştirme tekniği kullanılan hastalar idi. İlk dönemde uygulanan bu teknik gözlenen bu komplikasyon nedeniyle bırakılmış ve total aortik root replasmanı tekniğine geçilmiştir. Diğer komplikasyonlar Tablo 7'de gös-

terilmiştir. 2. grupta bir olguda, 3. grupta iki olguda tam atrio-ventriküler blok saptanmıştır. Yine 2. ve 3. gruplarda birer olguda prostetik endokarditis gelişmiştir. Homograft grubundan bir olguda leflet yırtılması nedeni ile, pulmoner otograft grubundan bir olguda postop miyokard infarktüsü (Mİ) nedeni ile reoperasyon gerekmiştir. Hiçbir olguda tromboemboli komplikasyonu ile karşılaşılmamıştır.

Homograft grubundan bir olgu 14. gün multi-organ yetmezliğinden dolayı, stentsiz biyoprotez grubundan iki olgu (biri sepsis nedeniyle erken, diğeri nedeni belli olmayan geç ölüm), stentli biyoprotez grubundan 2 olgu (biri intraoperatif miyokard infarktüsü nedeniyle 10. gün, diğeri subdural hematom nedeniyle 4. ay) kaybedildi.

Tablo 7. Postoperatif komplikasyonlar

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Tam atrio-ventriküler blok	-	1	2	-
Prostetik endokarditis	-	1	1	-
Reoperasyon	1	-	-	1
Peroperatif miyokard infarktüsü	-	-	-	1
Tromboemboli	-	-	-	-

Tartışma

Homograft aortik kapaklar mükemmel hemodinamikleri, kapağa bağlı komplikasyonların az olması, taze olarak ve cryopreserved yöntemle hazırlanan kapaklarda on yıllık durabilitenin %90-94'c yükselmiş olması (2,3,7,23,24) nedeniyle biyoprotezlerden üstün durumdadır. Homograflarda yapısal bozulma 10. yıldan sonra hızla artmakta ve 14. yılda yapısal bozulmadan uzak kalma oranı %50-56'ya düşmektedir. Ayrıca genç hastalarda da durabilite düşüktür. Bu kapakların bir başka dezavantajları, kolay elde edilememeleridir. Bu nedenlerle bu kapaklara alternatif olarak stentsiz porcin biyoprotezler geliştirilmiş ve çeşitli yayınlarda erken sonuçların iyi olduğu bildirilmiştir (8,25-27). Bu kapakların kontrendikasyon ve dezavantajları olarak ileri kalsifik aortalarda ve geniş (>30 mm) aortik anülüslerde yerleştirme güçlükleri ve leflet koaptasyonlarının bozulmasından dolayı erken dönemde aort kapak yetmezliğinin görülebileceği ve implantasyon tekniğinin daha zor olması gösterilmiştir (8,12,26).

Stentsiz kapaklar, stent olmadığından dolayı, stentli biyoprotezlere göre daha geniş etkin orifis alanına sahiptirler. Bu yapı özellikle küçük aortik rootlarda önemli bir avantajdır (5). Ayrıca daha fizyolojik yapı nedeni ile stentsiz kapakların daha uzun süreli dayanıklılıklarının olduğu düşünülmektedir. Pekçok yazar, leflet hareketlerini araştırmışlar ve lefletlerde oluşan erken kalsifikasyonu, stent nedeni ile fizyolojik olmayan stresin arttırdığını saptamışlardır (28-30).

Pulmoner otograft yerleştirilmesi teknik olarak daha güçtür ve daha uzun ameliyat süresi ve aort klemp süresi gerektirir. Ancak en önemli avantajı, canlı ve otojen doku olması, büyüebilme potansiyeli, 20 yıllık sonuçlarının mükemmel olması, enfeksiyonlara dirençtir. Ayrıca pulmoner pozisyonda

kullanılan homograft düşük basınç nedeniyle daha uzun süreli olarak (20 yıl) yapısal bozulmadan uzaktır ve hafif-orta pulmoner kapak yetmezlikleri iyi tolere edilmektedir. Günümüzde özellikle çocuk ve gençlerde ve endokardite bağlı aort kapak hastalıklarında yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

Çalışmamızın sonuçlarını değerlendirmeden önce, çalışmamızın sonuçlarını sınırlayıcı bazı etmenlerden söz etmek gerekmektedir. Bunlar; homograft ve pulmoner otograflar belirgin olarak daha genç hastalara uygulanmıştır. Gruplarda ventrikül fonksiyonlarını etkileyebilecek kombine girişimler çalışma dışı bırakılmamıştır. Olgu sayısı istatitiki olarak kesin değerlere ulaşmak için yeterli değildir. Gruplarda miyokard koruması için aynı yöntemler kullanılmamıştır. Cerrahi ekip stentli biyoprotez ve homograft yerleştirmesinde daha deneyimlidir. Pulmoner otograft grubunda görülen komplikasyonlar, yalnızca ilk olgularda uygulanan subkoner yerleştirme tekniği sonrası görülmüştür.

Çalışmanın sınırlayıcılarına karşın, kesin olarak pulmoner otografların ve homografların erken dönemde biyoprotezlerden daha üstün oldukları saptanmıştır (p<0.001). Bu çalışmada pik ve ortalama gradient yönünden stentli ve stentsiz kapaklar arasında 1 yıllık dönemde istatitiksi olarak belirgin farklılık saptanmamıştır. Çeşitli çalışmalarda stentsiz biyoprotezlerde daha düşük gradient saptanmıştır (8,25-27). Bu durum erken dönemde gradient yönünden stentin varlığının yamsıra kapağın hazırlanış tekniği ve yerleştirme yönteminin de önemli olduğunu düşündürmektedir.

Komplikasyon ve mortalité tüm gruplarda benzerdir. Farklı olarak, pulmoner otograft hazırlanması sırasında sol ön inen daim 1. Septal dalının yaralanmasından dolayı peroperatif Mİ riski vardır. Bu konuda preparasyon sırasında dikkatli olunması gerekmektedir. En düşük postoperatif erken dönem

aort yetmezliği oram stentli biyoprotez grubundadır. Bunun nedeni diğer gruplarda subkoroner implantasyon sırasında koaptasyon noktasının bozulmasıdır. Pulmoner otoplasti grubunda total aortik root değiştirilmesi yapılan olguların hiçbirisinde erken dönem aort kapak yetmezliği görülmemiştir.

Sonuç olarak, tüm hastalar için ideal mükemmeliyette bir kapak yoktur. Kapak seçiminde belirleyici olan özellikler, yaş, cins, ülke, kapağın patolojisi, ilişkili başka hastalıklar, uzun süreli atikoagülasyon sorunu, beklenen ömür ve cerrahi ekibin deneyimleridir.

Bu çalışmada, homograflar ve pulmoner otoplastilerin biyoprotezlerden daha üstün olduğu saptanmıştır. Buna karşı elde edilmeleri ve yerleştirilmeleri daha güçtür. Stentsiz xenoplasti kapaklar ve stentli olanlar arasında erken dönemde gradient yönünden istatistiksel olarak belirgin farklılık saptanmamıştır. Ancak stentsiz kapakların, daha fizyolojik olmaları, çeşitli yayınlarda bildirilen mükemmel erken sonuçları, küçük aortalarda daha geniş bir açıklık sağlayabilmeleri ve kolay elde edilebilmeleri yönünden aortik pozisyonda kullanılacak iyi bir alternatif protez oldukları ve kesin karar verebilmek için uzun süreli sonuçlara gereksinim olduğu düşüncesindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Grunkmeier GL, Bodnar E. Comparative assessment of bioprosthesis durability in the aortic position. *J Heart Valve Dis* 1995; 4(1):49-55.
2. Dearani JA, Orszulak TA, Daly RC, et al. Comparison of techniques for implantation of aortic valve allografts. *Ann Thorac Surg* 1996; 62:1069-75.
3. Ross DN. Homograft replacement of the aortic valve. *Lancet* 1962; 2:487.
4. O'Brien MF, Stafford EG, Gardner MAH, et al. Allograft aortic valve replacement: long-term follow-up. *Ann Thorac Surg* 1995; 60:65-70.
5. Ross DN. Application of allografts in clinical surgery. *J Cardiac Surg* 1987; 1(Suppl): 175-84.
6. Özdoğan ME, Halit V, Oktar L, et al. Homograft valve replacement in the aortic position. *Japanese Annals of Thoracic Surgery* 1993; 13(6):519.
7. Tuna IC, Orszulak TA, Schaff HV, Danielson GK. Results of allograft aortic valve replacement for active endocarditis. *Ann Thorac Surg* 1990; 49:619-24.
8. O'Brien MF. Composite stentless xenograft for aortic valve replacement: clinical evaluation of function. *Ann Thorac Surg* 1995; 60:406-9.
9. Sicvers HH, Lange PE, Bernhard A. Implantation of a xenogenic stentless aortic bioprosthesis: first experience. *Thorac Cardiovasc Surg* 1988; 33:225-6.
10. Angelí WW, Pupello DF, Bessone LN, Hiro SP, Brock JC. Effect of stent mounting on tissue valves for aortic valve replacement. *J Card Surg* 1991; 6(Suppl 4):595-9.
11. David TE, Bos J, Rakowski H. Aortic valve replacement with the Toronto SPV bioprosthesis. *J Heart Valve Dis* 1992; 1:244-8.
12. Jamieson WRE, Burr LH, Miyagishima RT, et al. Structural deterioration in Carpentier-Edwards standard and supraannular porcine bioprosthesis. *Ann Thorac Surg* 1995; 60:241-7.
13. Ross DN. Replacement of aortic and mitral valves with a pulmonary autograft. *Lancet* 1967; 2:956-8.
14. Ross DN, Jackson M, Davies J. Pulmonary autograft aortic valve replacement: long-term results. *J Card Surg* 1991; 6:529-33.
15. Erentürk S, Vanermen H, Wellens F, De Geest R. Aortik kapak replasmanında pulmoner otoplasti kullanımı-Ross operasyonu. *Haydarpaşa Kard ve Kardvask Cerr Biilt* 1997; 5:75-81.
16. Yankah AC. Surgical management of infective endocarditis: Pulmoner otoplasti or allograft? *J Heart Valve Dis* 1994; 3:380-3.
17. Austin EH. The pulmonary autograft for aortic valve replacement in the young. *J Ky Med Assoc* 1993; 91:58-64.
18. Sudow G, Solymer L, Berggen H, et al. Aortic valve replacement with a pulmonary autograft in infants with critical aortic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 112:433-6.
19. Elkins RC, Santangelo K, Stelzer P, Randolph JD, Knott-Craig CJ. Pulmonary autograft replacement of the aortic valve: an evaluation of technique. *J Card Surg* 1992; 7:108-16.
20. Pratt AG, Doisy VC, Savoye C, et al. Total aortic root replacement with pulmonary autografts: short term results in 45 consecutive patients. *J Heart Valve Dis* 1995; 4:368-73.
21. Özdoğan ME, Günaydın S, Sinci V, et al. İnfektif aort kapak endokarditlerin cerrahi tedavisinde Ross prosedürü. *GKDC Derg* 1997; 5:61-4.
22. Oury JH, Angelí WW, Eddy AC, Cleveland JC. Pulmonary autograft: past, present and future. *J Heart Valve Dis* 1993; 2:365-75.
23. O'Brien MF, Stafford EG, Gardner MAH, Pohlner PG, McGriffin DC. A comparison of aortic valve replacement with viable cryopreserved and fresh allograft valves, with note on chromosomal studies. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; 94:812-23.
24. Angelí WW, Oury JH, Lamberti JJ, Koziol J. Durability of the viable aortic allograft. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989; 98:48-56.

25. Jin XY, Gibson DG, Yacoub MH, Pepper JR. Perioperative assessment of aortic homograft, Toronto stentless valve, and stented valve in the aortic position, *Ann Thorac Surg* 1995; 60:391-401.
26. Wong K, Shad S, Waterworth PD, Kliaghani A, Pepper JR, Yacoub **MH**. Early experience with the Toronto stentless porcine valve. *Ann Thorac Surg* 1995; 60:402-5.
27. David TE, Feindel CM, Bos J, et al. Aortic valve replacement with a stentless porcine aortic valve: a six year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 108:1030-36.
28. Sabbah HN, Hamid MS, Stein PD. Mechanical stress on closed cusps porcine bioprosthesis valves: correlation with sites of calcification. *Ann Thorac Surg* 1986; 42:93-6.
29. Thubrikar M, Skinner JR, Aouad J, Finkelmeier B, Nolan SP. Analysis of the design and dynamic of aortic valvular prosthesis in vivo. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982; 84:282-90.
30. Thubrikar M, Deck DJ, Aouad J, Nolan SP. Role of mechanical stress in calcification of aortic bioprosthesis valves. *L Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 86:115-25.