

# 새로운 대동맥판 성형술

울산대학교 서울아산병원 흉부외과학교실,<sup>1</sup> 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실,<sup>2</sup>  
울산대학교 서울아산병원 심장내과학교실,<sup>3</sup> 방사선과학교실<sup>4</sup>

함시영<sup>1</sup> · 정동섭<sup>2</sup> · 제형곤<sup>1</sup> · 주석중<sup>1</sup> · 강덕현<sup>3</sup>  
김재중<sup>3</sup> · 송재관<sup>3</sup> · 서준범<sup>4</sup> · 임태환<sup>4</sup> · 송명근<sup>1</sup>

## Novel Technique of Aortic Valve Repair

Shee Young Hahm, MD<sup>1</sup>, Dong Seob Jung, MD<sup>2</sup>, Hyung Gon Je, MD<sup>1</sup>, Suk Jung Choo, MD<sup>1</sup>,  
Duk Hyun Kang, MD<sup>3</sup>, Jae Joong Kim, MD<sup>3</sup>, Jae Kwan Song, MD<sup>3</sup>,  
Joon Beom Seo, MD<sup>4</sup>, Tae Whan Lim, MD<sup>4</sup> and Meong Gun Song, MD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan, Seoul,

<sup>2</sup>Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Seoul National University, Seoul,

<sup>3</sup>Division of Cardiology and <sup>4</sup>Department of Radiology, Asan Medical Center, University of Ulsan, Seoul, Korea

### ABSTRACT

**Background and Objectives :** The purpose of this study was to assess the results of a newly developed aortic valve repair technique. **Subjects and Methods :** Between December 1997 and April 2005, 75 aortic valvuloplasties were performed using a new technique that addressed the 3 main components of the aortic root; annulus, sinotubular junction and leaflet. An internal synthetic strip and ring were implanted along the fibrous annulus to reduce the annulus and sinotubular junction, and additional leaflets were implanted for leaflet correction. Based on the primary pathology, there were 35, 22 and 18 cases of isolated aortic regurgitation, aortic regurgitation due to ascending aortic aneurysm and aortic regurgitation due to annuloaortic ectasia, respectively. **Results :** The average age of the subjects was  $46.4 \pm 16$  years; there were 51 and 24 males and females, respectively. There was no operative mortality, with a 2-year freedom from reoperation rate of 97%. Follow up echocardiograms showed significant improvements in the grade of aortic regurgitation, from a preoperative mean of  $3.1 \pm 1.2$  to  $1.08 \pm 0.7$  immediate postoperatively, to  $1.15 \pm 0.6$  at the final follow up. **Conclusion :** The results of the current study showed this technique to be effective in the treatment of aortic regurgitation of various causes. Although long-term results are pending, it is our contention that this aortic valve repair technique will be a reliable method in the future. (Korean Circulation J 2006;36:140-149)

**KEY WORDS :** Aortic valve ; Aortic regurgitation ; Aortic aneurysm ; Marfan syndrome.

## 서 론

대동맥판 폐쇄부전증에서 대동맥판 성형술은 크게 판막엽

의 변성을 교정하는 방법과, 대동맥 근부확장증이나 상행대동맥류에서와 같이 대동맥 근부의 이상을 교정하는 두가지 방법으로 나눌 수 있다.

1983년 Carpentier<sup>1)</sup>가 여러 가지 대동맥판 성형술의 술식, 적응증, 그리고 결과들을 일괄적으로 정리하여 발표하였다. 1986년에 Frater<sup>2)</sup>가 대동맥동과 동관연결부 간의 관계가 대동맥판 폐쇄부전증의 진행을 막는데 중요하다는 것을 밝히면서 판막엽과 판막륜이 정상일 경우 확장된 동관연결부만 교정하면 된다는 것을 증명하였다. 1992년 David 등<sup>3)</sup>은 상행대동맥류와 동반된 대동맥판 폐쇄부전증을 치료할 때 판

논문접수일 : 2005년 7월 21일

수정논문접수일 : 2005년 12월 13일

심사완료일 : 2005년 12월 30일

교신저자 : 송명근, 138-736 서울 송파구 풍납2동 388-1

울산대학교 서울아산병원 흉부외과학교실

전화 : (02) 3010-3580 · 전송 : (02) 3010-6966

E-mail : mgsong@amc.seoul.kr

막 자체를 보존하는 술식을 시도하였고, 1993년 Sarsam 등<sup>4)</sup>은 이를 약간 변형한 방법을 발표하였다. 이후에도 판막엽의 기능과 대동맥 근부의 구조와 기능을 보존하려는 노력은 계속되어 왔지만 이러한 술식들은 판막륜의 향후 확장을 예방하지 못하였기 때문에 대동맥판 폐쇄부전증의 재발이 많았다.

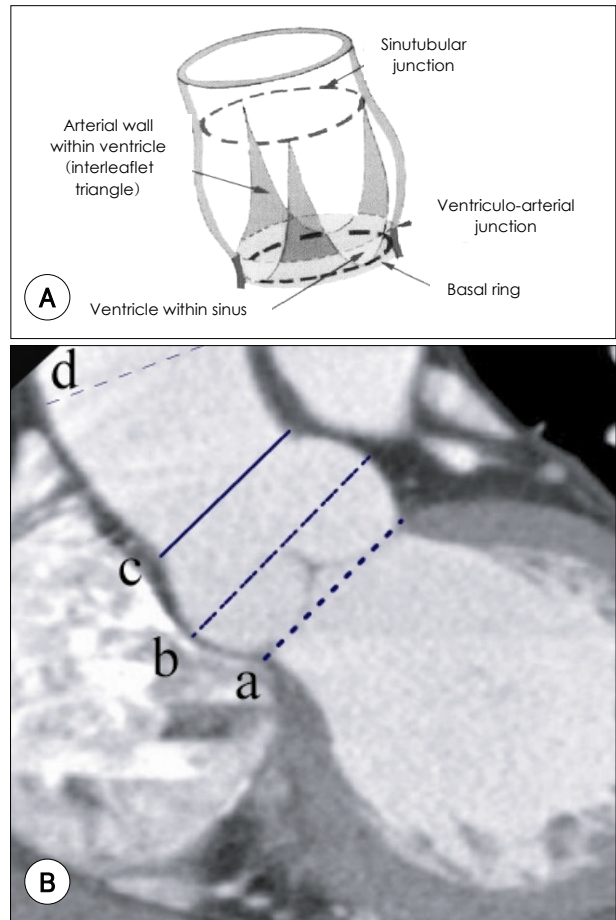
대동맥 근부의 해부학적 구조와 기능을 고려해 볼 때 대동맥판 폐쇄부전증의 근본원인은 판막륜, 동관연결부, 판막엽의 병변에 의한 것이다. 이 3가지 요소 중 판막륜의 병변은 동관연결부나 판막엽과는 달리 처음부터 주도적인 경우는 드물고, 선천적으로 대동맥 조직에 이상이 생기는 Marfan 증후군이거나 만성 대동맥판 폐쇄부전증에서 좌심실이 커져서 2차적으로 확장되는 경우처럼, 판막륜 길이가 증가하여 대동맥판 폐쇄부전증이 발생하게 되고 심하면 복원 불능 상태가 되기도 한다. 동관연결부는 대동맥 근부에서 가장 심하게 팽창과 복원이 반복되는 곳이다. Marfan 증후군에서 대동맥판 폐쇄부전증의 병변은 바로 이 동관연결부에서 시작되기 때문에 판막엽의 변화 없이도 동관연결부가 보상기전의 한계를 넘을 정도로 심하게 확장되면 이완기 때 수축불능으로 대동맥판 폐쇄부전증이 발생한다. 판막엽 병변은 가장 흔하고 중요한 원인으로써 염증, 석회화 등에 의해 대동맥판 폐쇄부전증을 일으킨다.

본 연구에 사용된 새로운 대동맥판막 성형술인 AMC(Asan Medical Center) technique은 판막륜, 동관연결부와 판막엽의 병변을 정상 대동맥 근부의 기능과 가능한 한 가깝게 교정하고 대동맥 근부의 추가 확장을 방지함으로써 내구성을 유지하였으며, 발살바동을 최대한으로 보존하여 판막엽 확장술 후 발생할 수 있는 확장된 판막의 추가 손상을 최소화하였다. 또한 대동맥판 형상을 이용하여 판막엽의 교정을 간소화하고 체계화함으로써 수술 시간을 단축하였으며, 접변점(hinge point) 기능을 유지함으로써 조직판막의 결점인 석회화를 최소화하려고 노력하였다. 이와 같이 기존 방법에서는 시도된 바 없는 발살바동 보존으로, 동관연결부의 기능이 부분적으로 손실되는 것을 제외하고는 대동맥 근부의 나머지 부분을 정상과 거의 동일하게 교정하였다.

이 연구의 목적은 대동맥판 폐쇄부전증의 효과적인 교정을 위한 새로운 방법을 대동맥 병변을 포함한 다양한 병인의 대동맥판 폐쇄부전증 환자들에게 적용한 후 그 임상결과를 분석하는데 있다.

## 대상 및 방법

AMC technique의 수술 적응증은 대동맥판 폐쇄부전증 환자로서 심박출율 30% 이하의 대동맥 근부확장증, 접변점 기능이 망가질 정도로 심한 석회화를 동반한 대동맥판 협착 및 폐쇄부전증은 상대적인 비적응증이었다. 그리고 대동맥 박리증에 의한 경우는 별도의 발표를 위해 이번 연구에서는 제외하였다.



**Fig. 1.** Measurement of aortic root using MDCT. A: schematic illustration showing structures of aortic root. B: measurement of aortic root on MDCT (a: aortic annulus, b: sinus of valsalva, c: sinotubular junction, d: tubular portion). MDCT: cardiovascular multidetector row computed tomography.

1997년 12월부터 2005년 4월까지 AMC technique을 이용하여 수술한 75명의 환자들을 대상으로 하였는데, 순수 대동맥판 폐쇄부전증 35명, 대동맥 근부확장증에 의한 대동맥판 폐쇄부전증 18명, 상행대동맥류에 의한 대동맥판 폐쇄부전증 22명이 포함되어 있었다. 평균 연령은  $46.4 \pm 16$ 세였으며 남자가 51명, 여자가 24명이었다. 술전 검사로는 심전도 동기화 다절편 전산화 단층촬영(cardiovascular multidetector row computed tomography; MDCT)(Fig. 1), 자기공명영상, 심초음파 검사를 복합적으로 사용하였다.<sup>5)</sup> 수술 전 환자의 임상상은 Table 1과 같다. 대동맥 근부확장증 환자 중 15명이 염색체 검사에서 Marfan 증후군으로 밝혀졌으며, 판막엽 비후가 동반된 환자가 27명이었으며 류마치스성 판막질환이 13명, 이엽성 대동맥판막 3명,<sup>6)</sup> 대동맥판막 협착 및 폐쇄부전 4명 등이 포함되어 있었다. 술전 초음파 검사 결과 대동맥판 폐쇄부전 3도가 13명, 4도가 44명이었다.

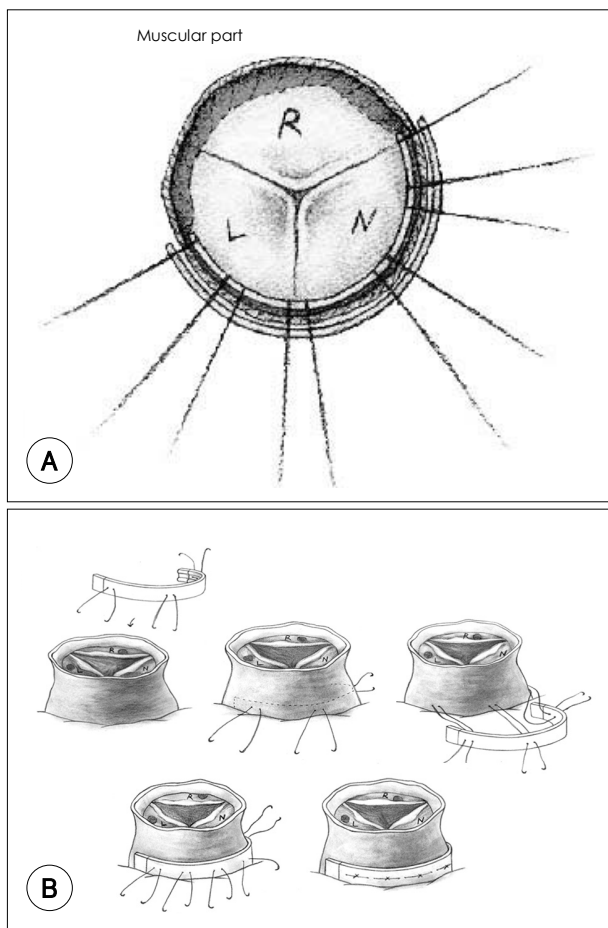
## 수술 방법

정중 흉골절개술을 이용하여 접근하였고 대부분의 경우 상

**Table 1.** Preoperative patient profiles

Number of patients	75
Mean age $\pm$ standard deviation	46.4 $\pm$ 16
Sex (Male : Female)	51 : 24
Causes of AR: Isolated aortic regurgitation	35
Annuloaortic ectasia (Marfan syndrome)	18 (15)
Ascending aortic aneurysm	22
Leaflet pathology: Leaflet thickening	27
Rheumatic	13
Bicuspid aortic valve	3
Aortic steno-insufficiency	4
Commissural detachment	3
Infective endocarditis	2
Associated disease: Coronary artery disease	5
Mitral regurgitation	15
Ventricular septal defect	2
Aortic dissection, type III, chronic	4

AR: aortic regurgitation



**Fig. 2.** Schematic illustrations showing annulus reduction. A: the annulus reduction at the level of fibrous portion. The muscular part is darkened with gray color. B: the annulus was reduced with specially designed strips along the luminal and adventitial aspect of the fibrous portion of the left ventricular outflow tract.

행대동맥과 상, 하대정맥에 동맥관 및 정맥관을 삽입한 후 심 폐기를 사용하였다. 상행대동맥 삽관이 어려운 경우에는 액 와동맥을 통하여 동맥관을 삽입하였다. 대동맥절개는 우관

상동맥 기시부 5~7 mm 직상방에서 부분적으로 혹은 완전히 절단하였다. 절개 후 관상동맥이 기시하는 부위를 잘 관찰하고 이후 수술과정에서 판막엽이나 교련부에 인공적인 손상이 가해지지 않도록 여유 거리를 확보하였다. 대동맥 근부 조작시 시야를 잘 확보하기 위해서 대동맥 근부와 좌심방 사이를 판막륜 2 mm 상방까지 박리하였다.

제일 먼저 판막륜의 교정을 시행하였다. 대동맥 판막륜의 직경은 annulus sizer®(ScienCity Co., Seoul, Korea)를 이용하여 근육성 부분(Fig. 2A)을 측정한 후, 남은 섬유성 부분과 비교하여 섬유성 부분이 15% 이상 늘어나 있는 경우에만 교정하였다(24명, 32%). annulus strip®(ScienCity Co., Seoul, Korea)(Fig. 3A)을 섬유성 부분의 내강과 바깥쪽에 삽입한 후 다섯개의 단속 봉합을 이용하여 원하는 크기로 줄여 주었다(Fig. 2B).

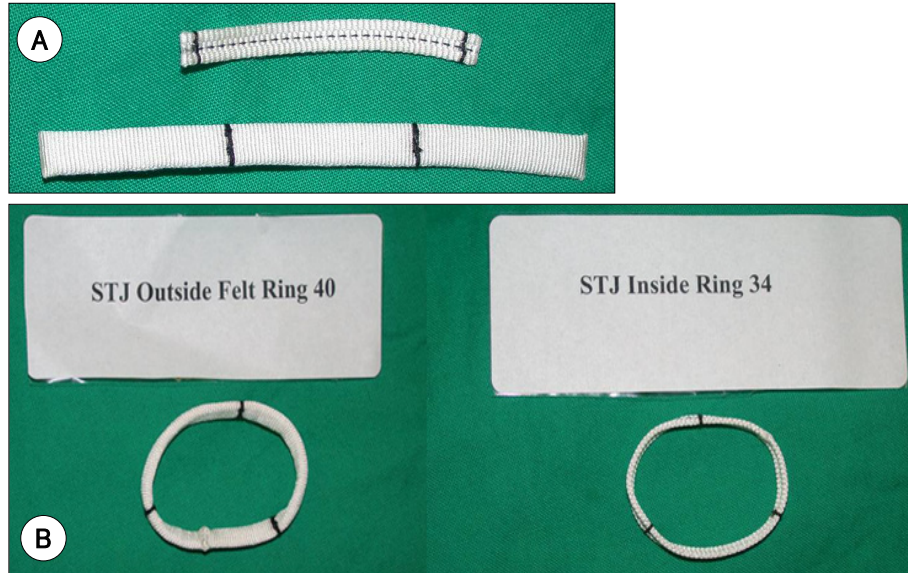
둘째로 동관연결부의 교정을 시행하였는데 이는 모든 환자에 적용되는 핵심과정이었다. Frater stitch<sup>2)</sup>를 시행한 후 STJ sizer®(ScienCity Co., Seoul, Korea)를 이용하여 동관연결부의 직경을 측정하고, 대동맥벽이 약한 대동맥 근부확장증이나 상행대동맥류에서는 대동맥벽의 안쪽과 바깥쪽에 STJ ring®(ScienCity Co., Seoul, Korea)(Fig. 3B)을 이용하여 확장된 동관연결부를 정상적인 크기로 줄여 주면서 대동맥을 강화하였다. 먼저 같은 거리를 두고 교련부에 해당하는 부분에 세 개의 단속 봉합을 시행한 다음 연속 봉합을 이용하여 샌드위치 모양으로 안팎 링들과 본래의 대동맥벽을 고정하였다(Fig. 4). 동맥벽이 비교적 정상인 순수 대동맥판 폐쇄부전증에서는 안쪽 링만으로 충분하다고 판단되어 대동맥 절개는 부분적으로 시행하고 바깥쪽 고리 대신 Teflon felt를 이용하였다(Fig. 5). 판막륜과 동관연결부의 비는 정상인에서는 1.2 : 1이지만 나이가 들면 동관연결부가 늘어나서 대략 1.1 : 1이 된다. 이를 참고로 하고 환자의 몸무게나 체표면적 등을 고려하여 판막륜, 동관연결부 크기를 결정하며, 너무 심하게 줄이면 술 후 대동맥 협착이 올 수도 있으니 주의해야 한다.

마지막으로 판막엽에 대한 술식을 시행하였다. 판막엽 교정이 필요한 경우 소심낭(Supple Peri-Guard®(Synovis®, U.S.A.))을 준비하거나 자가심낭 일부를 잘라서 0.625% 그루탈알데히드 용액에 미리 10분간 고정하였다. 판막엽 교정은 최근에는 소심낭을 이용한 판막엽 첨가술을 주로 시행하였으며 초창기에는 간혹 판막엽 확장술을 사용하였고, 새로운 교련부 형성술, 교련부 성형술 등 다양한 술식을 병행하였다(52명, 69%)(Table 2). 일단 동관연결부의 크기가 결정되면 그에 맞는 template®(ScienCity Co., Seoul, Korea)(Fig. 6)에 따라 소심낭이나 앞서 고정해 두었던 자가심낭을 재단한 후, 판막엽 교정을 시행하는데 이 때 정상 점변점 기능을 최대한 유지함으로써 판막 손상과 조직판막의 결점인 석회화를 최소화하려고 노력하였다.

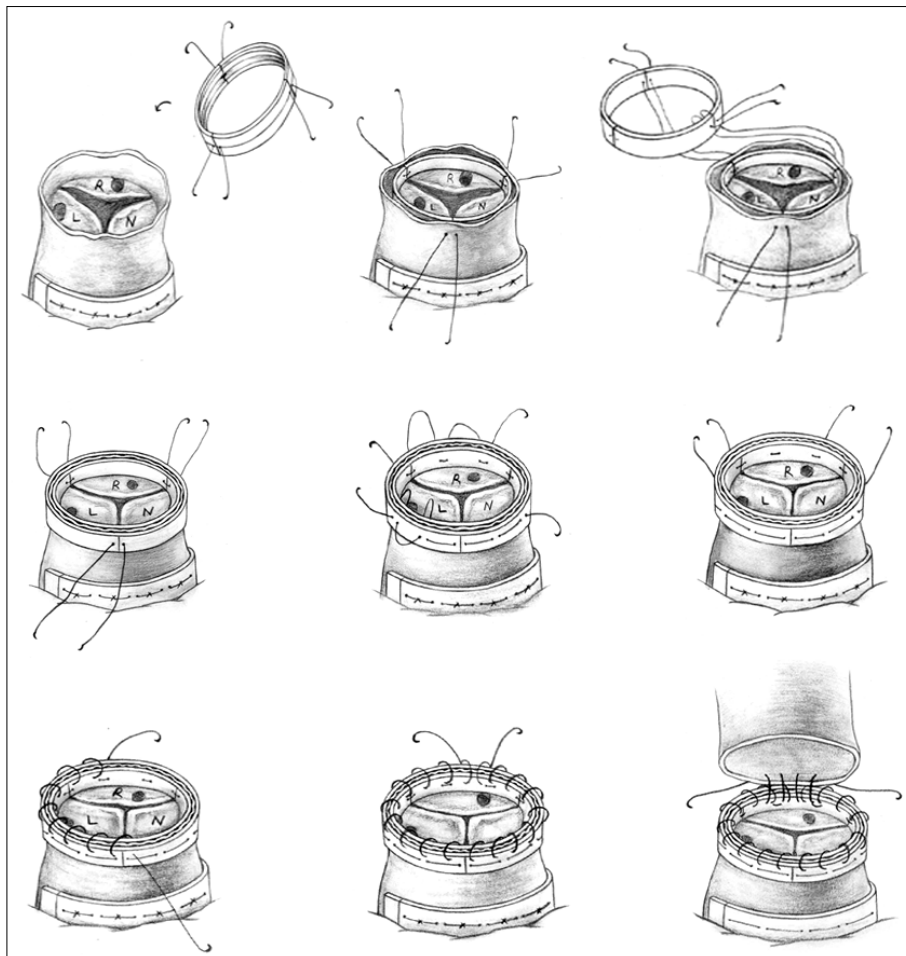
심한 대동맥 근부 확장으로 인해 관상동맥 기시부가 상방

전위되어 있는 경우에는 각각을 박리하여 그 사이로 링을 넣거나, 관상동맥 입구를 잘라낸 뒤 나중에 단추 모양으로 재부착하고 절단된 근위부와 원위부 대동맥을 연결하였다. 직

경 6 cm 이하의 경증 상행대동맥류가 동반된 경우 자기혈관을 인조혈관으로 둘러 싸는 술식을 시행하였고, 6 cm 이상의 심한 상행대동맥류의 경우에는 인조혈관 치환술을 하였다.



**Fig. 3.** Photographs of newly devised annulus strip and STJ ring. A: annulus strip,<sup>®</sup> B: STJ ring<sup>®</sup> (ScienCity Co., Seoul, Korea). STJ: sinotubular junction.



**Fig. 4.** Schematic illustrations of sinotubular junction reduction in weak aortic wall.

대동맥 봉합선은 추후 출혈의 위험이 예상되는 경우 자가심낭피를 이용하여 강화하였다.

앞서 밝힌 것처럼 이러한 3가지 술식들을 모든 환자에서 동일하게 사용하는 것이 아니라, 대동맥 근부 병변의 상태에 따라 다르게 적용하였다(Table 2). 그리고 관상동맥 우회술, 심실중격결손 교정술, 심방중격결손 교정술, 승모판 교정술, 승모판 치환술, 삼첨판 교정술, Nuss 술식 등이 동시에 시행되었다. 판막륵을 줄이는 데 사용한 띠, 동관연결부를 줄이는 데 사용한 링 그리고 판막엽 첨가술에 쓰이는 형판은 Sciencity Corporation(Seoul, Korea)에서 제작하여 한국 식약청의 승인을 받았다.

### 주적 관찰

모든 환자는 3개월간 Coumadine을 복용하였으며, 임상결과는 모두 Edmunds 등<sup>7)</sup>이 보고한 심장 판막수술 후 합병증과 사망률을 보고하는 지침에 따라 분석되었다. 술 후 MDCT를 시행하여 대동맥 근부(판막륵, 대동맥동, 동관연결부, 관부)의 변화를 측정하였으며, 심초음파 검사는 수술 후 7~10일, 술 후 3~6개월, 술 후 1년, 그 이후는 1년에 1회 시행하였다. 추적 관찰 기간의 평균값은  $16.7 \pm 12$ 개월이었다.

### 통계 분석

상업적으로 구입이 가능한 통계 프로그램인 SPSS 10.0을

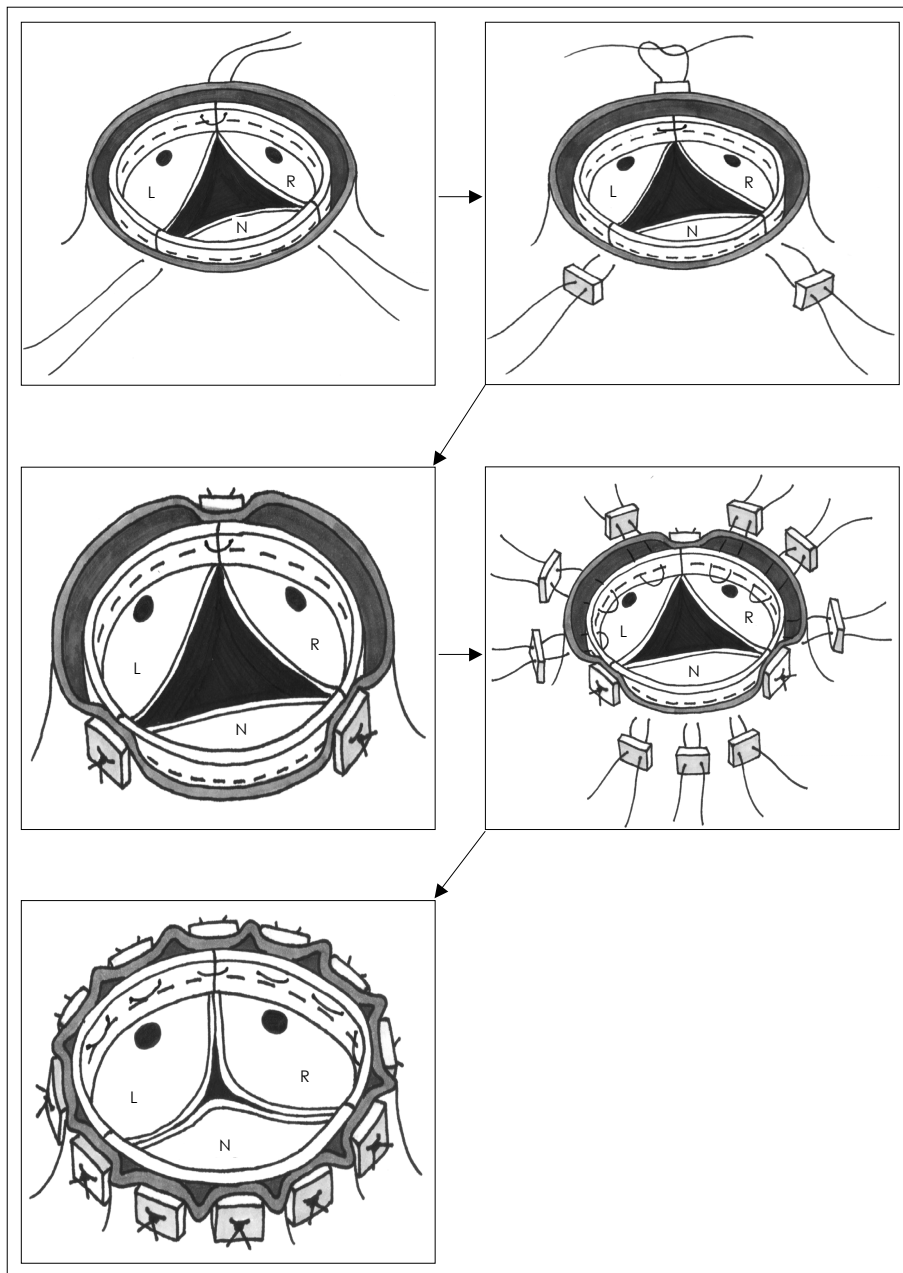


Fig. 5. Schematic illustrations of sinotubular junction reduction in normal aortic wall.

**Table 2.** Summary of operative data

Total number of patients	75
1) Annulus reduction	24
2) STJ reduction	75
3) Leaflet correction	52
Additional leaflet	31
Leaflet extension	20
New leaflet formation	1
Tricuspidization	3
Commissurotomy	2
Slicing	1
Decalcification	1
New commissure formation	35
Autologous pericardium	14
Bovine pericardium	30
4) Tube correction	75
Replacement	18
Wrapping	21
Native aorta	36
Both coronary transfer	4
Right coronary transfer	9
Infra coronary STJ ring implantation	3

STJ: sinotubular junction

이용하여 자료를 분석하였다. 기술적 통계량은 평균±표준편차의 형식으로 나타내었고 그룹간의 비교는 student t-test를 이용하였다. 2년 실제 생존율과 2년 재수술 회피율은 Kaplan-Meier 방법을 이용하였다. 통계적 유의성은  $p < 0.05$  이하일 때 인정하였다.

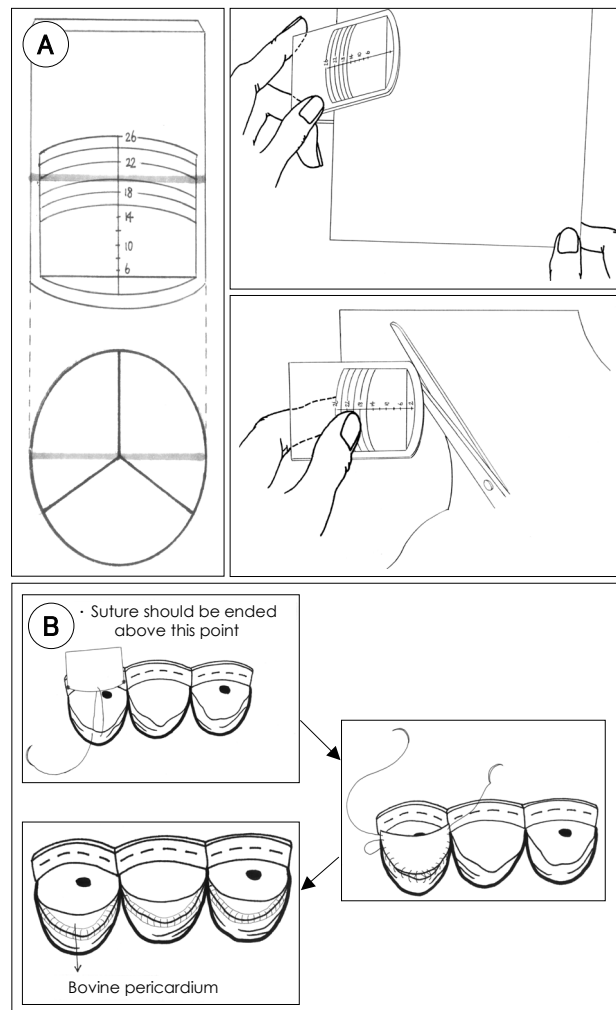
## 결 과

### 수술 직후 심조음파 결과

수술 직후 75명 중 69명(92%)의 환자에서 대동맥판 폐쇄부전증의 등급이 2도를 넘지 않았다. 3도 환자는 6명이었는데, 이 중 3명은 수술 전 4도에서 호전되었으며 나머지 3명은 수술 전과 변화가 없었다. 순수 대동맥판 폐쇄부전증 환자에서는 총 35명 중 33명(94%)에서 향상을 보였다. 2명의 환자는 수술 전 3도의 폐쇄부전을 보였으나 수술 후 변화가 없었다. 총 40명의 상행대동맥류와 대동맥 근부확장증 환자 중에서 38명(95%)이 임상적 호전을 보였다. 수술 전 2도 폐쇄부전 1명과 3도 폐쇄부전 1명은 수술 후 변화가 없었으며 술전에 비해 악화된 경우는 없었다. 대동맥 근부 각각 구조물의 크기는 수술 전보다 감소하였다( $p < 0.001$ )(Table 3). Fig. 7은 MDCT를 이용한 심장 평가에서 수술 전후 모습을 나타낸 예이다.

### 주적 관찰 중 심조음파 결과

술 후 3~6개월에 시행한 심조음파 검사 결과 46명 중 순수 대동맥판 폐쇄부전 1명에서만 폐쇄부전 악화(4도)를 보였을 뿐 나머지 환자(98%)에서는 임상적으로 의미있는 변화는 없었다. 이 환자는 수술 후 18개월째 대동맥판막 치환술을



**Fig. 6.** Schematic illustrations showing sequence of additional leaflet creation A: template for leaflet correction. After selection of template according to STJ size, pericardium was prepared. B: the tailored pericardium is sutured onto the remnant native aortic valve. STJ: sinotubular junction

시행하였는데 수술 소견에서 교정술에 이용한 Prolene 실이 끊어져 있었다. 평균 17개월의 추적관찰기간 동안 시행한 가장 최근의 심조음파 검사에서는 30명의 환자 중 1명이 3도, 다른 한명이 4도(상기 환자와 동일인)의 대동맥판 폐쇄부전증을 보였고 나머지 28명(93%)에서는 임상적으로 의미있는 대동맥판 폐쇄부전증의 악화는 없었다.

심조음파 검사결과 대동맥판 폐쇄부전증의 등급은 술전 평균  $3.1 \pm 1.2$ 에서 수술직후  $1.08 \pm 0.7$ , 가장 최근의 검사에서  $1.15 \pm 0.6$ 로 변화하였으며 통계적으로 유의하였다( $p < 0.001$ ). 수축기말 좌심실직경과 확장기말 좌심실직경, 좌심실 질량은 수술 전보다 감소하였다( $p < 0.001$ ). 수술 직후 감소하였던 심박출율은 추적 관찰 중 수술 전 수준으로 회복되었다(Table 3).

### 사망률

수술 사망은 없었으며, 2년 실제 생존율은 100%였다(Fig. 8).

**Table 3.** Sequential changes in echocardiographic data at preoperative, immediate postoperative and 3-6 months follow-up period

Variables*	Preoperative	Immediate postoperative	3-6 months follow-up	p <sup>†</sup>
Patient number	75	75	46	
LVESD (mm)	43 ± 10 (20,79)	41 ± 10 (23,77)	35 ± 8 (19,56)	<0.001 <sup>†</sup>
LVEDD (mm)	64 ± 10 (37,89)	54 ± 9 (36,85)	51 ± 6 (34,67)	<0.001 <sup>†</sup>
LV mass(gr)	296 ± 145 (88,630)	259 ± 123 (111,579)	247 ± 105 (118,472)	<0.001 <sup>†</sup>
EF (%)	54 ± 9 (27,71)	47 ± 12 (19,67)	55 ± 11 (26,77)	0.25 <sup>†</sup>
LA (mm)	40 ± 9 (21,60)	39 ± 7 (26,56)	41 ± 7 (23,54)	0.67 <sup>†</sup>
AR Grade	3.1 ± 1.2	1.08 ± 0.7	1.15 ± 0.6	<0.001 <sup>†</sup>
Annulus (mm)	29 ± 5 (21,44)	27 ± 3 (23,33)		<0.001 <sup>†</sup>
Sinus (mm)	46 ± 11 (33,90)	40 ± 5 (31,51)		<0.001 <sup>†</sup>
STJ (mm)	37 ± 10 (23,65)	23 ± 3 (20,33)		<0.001 <sup>†</sup>
Tubular portion (mm)	38 ± 12 (22,84)	30 ± 6 (20,53)		<0.001 <sup>†</sup>

\*: data are expressed as mean ± standard error (min, max), †: statistical significance was tested between preoperative and 3-6 months follow-up period, ‡: statistical significance was tested between preoperative and immediate postoperative. LVESD: left ventricular end systolic diameter, LVEDD: left ventricular end diastolic diameter, LV: left ventricle, EF: ejection fraction, LA: left atrium, AR: aortic regurgitation, STJ: sinotubular junction

## 유병율

2명의 대동맥 근부확장증 환자에서 출혈로 인한 지혈수술이 있었다. 1명에서 대동맥판막 교정술이 재수술의 근본적인 원인이 되었다(유병율 4%). 이 환자는 순수 대동맥판 폐쇄부전증 환자로 심박출율, 좌심실질량이 술전 27%, 835 gram에서 술 후 41%, 470 gram으로 좋아지고 증상도 호전되었지만 잔존 폐쇄부전 때문에 술 후 18개월째 대동맥판막 치환술을 시행하였는데, 수술 소견에서 교정술에 이용한 Pro-lene 실이 끊어져 있었다(Table 4). 대동맥판막과 관련된 2년간 재수술 회피율은 97%였다(Fig. 8).

## 고 찰

대동맥판 폐쇄부전증을 치료하는 이상적인 수술 방법은 병변이 있는 판막을 정상으로 회복시키고 그 기능을 향상시키고 도움없이 지속시키는 것이다. 그러나 아직까지 그런 술식은 존재하지 않으며, 가장 많이 사용되고 있는 것은 판막 치환술이다. 그런데 이때 사용되는 모든 판막은 구조적 문제로 상당한 압력차를 감수해야 하기 때문에 장기적으로 심장 기능에 손상을 주는 단점이 있다. 이와 같은 이유로 다양한 판막 성형술이 시도되고 있다. 판막 성형술은 자신의 판막을 고치기 때문에 항응고제를 사용할 필요도 없고 심내막염의 빈도도 낮으나, Duran 등<sup>8)</sup>과 Starr 등<sup>9)</sup>이 보고한 바에 의하면 판막엽 확장술을 시행한 후 각각 6.1%와 18%의 재수술율을 보여 판막폐쇄부전이 자주 재발한다는 단점이 있다.

대동맥 병변이 동반된 대동맥판 폐쇄부전증은 더욱 치료하기 어려운데 가장 먼저 Bentall 술식<sup>10)</sup>이 고안되었다. 이 술식은 병변이 있는 대동맥 판막과 상행대동맥을 인공판막이 부착된 인조혈관으로 치환하는 술식으로 관상동맥의 부착방법에 따라 Cabrol 방식<sup>11)</sup>으로 나뉘기도 한다. 하지만 이 술식은 인공 판막의 단점을 그대로 이어 받았을 뿐만 아니라 혈전이나 관상동맥 부착에 따른 출혈의 위험도 높고 정상적

인 대동맥 근부의 기능을 모두 잃게 되어 상당한 문제점을 안고 있다. Kouchoukos 등<sup>12)</sup>은 Bentall 술식의 11년 경험에서 7년 재수술 회피율을 89%로 보고하였는데 이 중 Marfan 증후군 환자가 78%로서 대동맥 근부의 병변과 재발이 서로 관련있음을 시사하였다. 또한 Gott 등<sup>13)</sup>은 Bentall 술식의 24년 경험을 보고하였는데 혈전색전증, 심내막염, 그리고 재수술의 20년 회피율이 각각 93%, 90%, 74%로 장기성이 그리 좋지 않았지만, 최근에는 판막 보존술식으로 보다 좋은 결과를 얻었다고 주장하였다. 최근에는 대동맥 근부를 보존하려는 여러 가지 방법들이 고안되었는데 가장 많이 알려진 판막보존술식은 David 등<sup>14)</sup>과 Yacoub 등<sup>16)</sup>이 고안한 방법이다.

David 술식<sup>14)</sup>은 병변이 있는 대동맥벽을 인조 혈관으로 치환한다는 점에서는 Bentall 술식과 비슷하지만, 대동맥 판막은 그대로 둬으로써 판막륜 또는 판막엽의 기능을 보존하는 술식으로 대동맥 판막엽이 정상이거나 대동맥 병변이 심하지 않은 경우 7년 대동맥판막 치환술 회피율을 97%로 보고하였다. 하지만 Casselman 등<sup>15)</sup>은 이 술식을 대동맥 박리증 환자들에게 적용한 후 1년, 5년, 10년 재수술 회피율을 각각 95%, 89%, 69%라고 보고하면서 판막륜이 확장된 대동맥 박리증의 경우 대동맥 근부에 대한 보다 광범위한 처치가 필요하다고 주장하였다. Yacoub 등<sup>16)</sup>은 대동맥 병변이 동반된 질환군에 대해서 병변이 있는 발살바동을 제거한 후 인공 조직으로 원래의 모양을 재형성하는 보다 생리학적으로 발전된 판막 보존술식을 발표하였는데 이들 술식의 10년 판막치환술 회피율은 89%였고 전체 환자의 1/3에서 중등도 이상의 만기 대동맥판 폐쇄부전증이 나타났다. 이후 David 등<sup>17)</sup>은 Marfan 증후군이나 대동맥근부 확장증 환자에서 Yacoub 술식보다 판막륜 성형술을 추가할 것을 제안한 후 발표한 판막 보존술식 임상보고서에서 120명 환자 중 2명의 수술사망과 88%의 10년 생존율을 보였고, 10년 판막치환술 회피율과 중등도 이상 폐쇄부전 회피율은 각각 99%와 83%로서 장기 성적의 향상을 시사하였다.



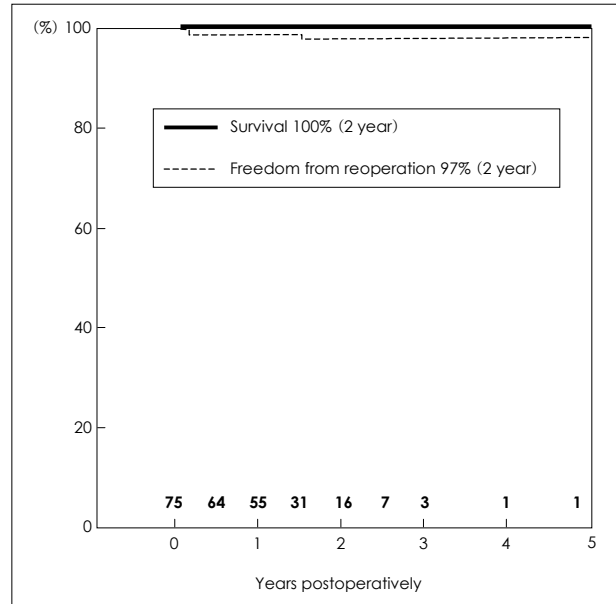
**Fig. 7.** Preoperative and postoperative images on MDCT. MDCT illustrations of annuloaortic ectasia. A: preoperative images showed incomplete coaptation of the valve leaflets in diastole and restriction of the aortic valve in systole. B: postoperative aortic valve was normal in both systole and diastole. The bottom images of 3D reconstructed MDCT showed dramatic postoperative size reduction of the aortic root. MDCT: cardiovascular multidetector row computed tomography.

본 연구자들이 새롭게 고안한 대동맥판막 성형술인 AMC technique은 현재까지 해결하지 못한 대동맥판 폐쇄부전의 장기 재발을 해결하기 위해 대동맥 근부의 구조와 기능, 그리고 대동맥판 폐쇄부전증의 기전 및 진행 양상을 모두 고려하였다. 대동맥 근부의 구조와 기능을 보면 심박동과 함께 대동맥 판막륜과 발살바동, 그리고 동관연결부가 팽창하고 수축하는 것을 확인할 수 있다. 좌심실 수축시에는 좌심실 용량이 평균 29.8% 감소하며, 동관연결부를 통하는 용량은 평균 63.7% 증가했다 이완기말에 줄어든다. 이러한 이완기

**Table 4.** Postoperative complications

Complication	Number	Comments
Bleeding	2	Bleeding control
Reoperation	1	Remnant AR-AVR: 18 mon.

AR: aortic regurgitation, AVR: aortic valve replacement



**Fig. 8.** Kaplan-Meier curve showing survival and freedom from reoperation.

말 현상은 대동맥 근부의 중요한 기능으로서 판막엽 보호와 관상동맥혈류의 유지에 매우 중요하다.<sup>18)</sup> 또한 동관연결부는 수축기에는 6.3°, 이완기에는 16.3° 기울어져 좌심실 수축시 단면적을 넓혀주어서 심박출을 용이하게 하고 이완시에는 충격 흡수를 도와준다. 따라서 대동맥 근부를 이루는 구조물 즉 판막륜, 발살바동, 동관연결부, 판막엽 어느 하나라도 이상이 발생하게 되면 최종적으로는 폐쇄부전에 이르게 된다. 병인과 무관하게 이미 어느 정도 진행된 폐쇄부전으로 인해 발생한 역류된 혈류가 일으키는 이차적이고 만성적인 충격에 의해 동관연결부와 판막륜이 확장됨으로써 병변이 진행되는 데, Grande 등<sup>19)</sup>에 의하면 대동맥 근부가 약간 확장(5~15%)하는 정도로는 자극을 줄 수는 있지만 보상기전에 의해 판막첨의 접합에는 지장을 주지 않는 반면, 30~50% 이상 확장하게 되면 폐쇄부전을 피할 수 없다고 하였다. 이와 같은 결과를 바탕으로 고정술식으로 동관연결부의 술 후 확장을 조기에 차단하면 병변의 재발을 막을 수 있다고 판단하였다.

AMC technique의 핵심은 판막륜과 동관연결부를 줄이고, 판막엽의 병변을 교정하는 3가지 술식이다. 이 technique은 동관연결부를 고정함으로써 약간의 기능을 잃는 대신 나머지 대동맥 근부의 기능과 구조를 보존할 수 있으며, 대동맥 벽의 자연 조직을 최대한 이용하고 외부 물질의 삽입을 최소화하였다. 판막엽 교정은 이전 준비단계에서는 판막에 주름을 만들거나(leaflet wrinkling) 주머니 모양으로 만들어주는

(leaflet pocketing) 성형술도 시도하였지만 그 결과가 좋지 않았으며, 본 연구에서는 주로 소심낭을 이용하여 판막엽 첨가술을 시행하였으며, 간혹 판막엽 확장술을 사용하였다.

술식 고안 중 가장 집중했던 질환은 Marfan 증후군이었다. Marfan 증후군은 병변의 시작도 다른 질환과는 달리 동관연결부에서 시작하고, 판막륵의 확장과 판막엽의 손상이 혼하게 일어나며 대동맥벽이 약하기 때문에, 재발의 가능성을 염두에 두고 폐쇄부전이 진행되기 전에 미리 수술을 시도하려고 노력하였다. 동관연결부의 직경을 엄격한 기준으로 줄여주어서 이로 인해 대동맥벽의 평균 두께가 증가하여 선천적으로 약한 동맥벽의 확장을 막아주었고, 동시에 판막륵을 줄이고 단단히 고정하여 대동맥벽에 대한 장력을 줄이는 데 성공하였다. 본 연구에서는 이러한 술식으로 수술한 Marfan 증후군 환자 15명 중 현재까지는 대동맥판 폐쇄부전증의 재발은 없었다. 환자의 수가 15명으로 아직 충분하지 않아 보다 많은 경험의 축적이 필요하겠지만 지금까지의 결과로 보아 술전 대동맥판 폐쇄부전증이 없거나 경미하더라도 동관연결부를 미리 줄여주는 것이 병변 진행 예방의 의미에서 필요하리라 예상된다. 혈전이나 부정맥 등의 합병증은 없었다.

AMC technique의 2년 실제 생존율과 2년 재수술 회피율은 상당히 좋은 결과가 나왔지만 보다 많은 환자와 보다 오랜 기간의 추적이 새로운 술식의 효과 및 내구성을 증명하는데 필요하다고 생각된다.

## 결론

대동맥판 폐쇄부전증을 치료하기 위한 새로운 판막 교정술인 AMC technique은 사망률과 유병율이 매우 낮을 뿐만 아니라 일부에서는 추적 관찰 기간 중 폐쇄부전증이 호전되는 결과를 보였다. 보다 정확한 비교를 위해서는 좀더 오랜 기간 동안의 추적 관찰이 필요하겠지만, AMC technique은 추후 대동맥판막 성형술의 한 방법으로서 자리잡을 것으로 기대된다.

## 요약

### 배경 및 목적 :

이 연구의 목적은 새로이 개발된 대동맥판 성형술의 결과를 알아보기 위한 것이다.

### 방법 :

대동맥 근부의 세가지 중요한 요소인 판막륵, 동관연결부, 판막엽의 교정에 중점을 둔 새로운 대동맥판 성형술이 1997년 12월부터 2005년 4월까지 75명의 환자에서 시행되었다. 이는 ring과 strip을 이용해 대동맥 판막륵과 동관연결부의 직경을 줄이고 주로 판막엽 첨가술을 이용하여 비정상적인 판막엽을 교정하는 술식으로 구성되어 있다. 병리학적 소견에 따라 순수 대동맥판 폐쇄부전증 35명, 상행대동맥류에 의한 대동맥판 폐쇄부전증 22명, 그리고 대동맥 근부확장증에 의

한 대동맥판 폐쇄부전증 18명이 있었다.

### 결과 :

평균 연령은  $46 \pm 16$ 세였고 남자가 51명, 여자가 24명이었다. 수술 사망은 없었으며, 2년 재수술 회피율은 97%였다. 심초음파 검사결과 대동맥판 폐쇄부전증의 등급은 술전 평균  $3.1 \pm 1.2$ 에서 수술직후  $1.08 \pm 0.7$ , 가장 최근의 검사에서  $1.15 \pm 0.6$ 로 감소하였다.

### 결론 :

다양한 병인에 의한 대동맥판 폐쇄부전증을 치료하기 위한 새로운 대동맥판 성형술은 성공적이었다. 장기 추적 관찰 결과가 요구되지만, 이는 앞으로 대동맥판 성형술에서 신뢰할 만한 방법이 되리라 기대된다.

**중심 단어 :** 대동맥 판막 ; 대동맥판 폐쇄부전증 ; 상행대동맥류 ; Marfan 증후군.

### ■ 감사문

본 논문은 2003 대한순환기학회 연구비 지원에 의해 이루어진 것으로 감사드립니다.

## REFERENCES

- 1) Carpentier A. Cardiac valve surgery: the "French correction." *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983;86:323-37.
- 2) Frater RW. Aortic valve insufficiency due to aortic dilatation: correction by sinus rim adjustment. *Circulation* 1986;74:1136-42.
- 3) David TE, Feindel CM. An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;103:617-21.
- 4) Sarsam MA, Yacoub M. Remodeling of the aortic valve annulus. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;105:435-8.
- 5) Park JC. Imaging study of diseases of the aorta. *Korean Circ J* 2002;32:941-8.
- 6) Choi SH, Chang KY, Jeon HK, et al. A case of ascending aortic aneurysm associated with congenital bicuspid aortic valve. *Korean Circ J* 2002;32:526-9.
- 7) Edmunds LH Jr, Clark RE, Cohn LH, Grunkemeier GL, Miller DC, Weisel RD. Guidelines for reporting morbidity and mortality after cardiac valvular operations. *Ann Thorac Surg* 1996;62:932-5.
- 8) Duran CM, Gometza B, Kumar N, Gallo R, Bjornstad K. From aortic cusp extension to valve replacement with stentless pericardium. *Ann Thorac Surg* 1995;60:S428-32.
- 9) Starr A, Haydar HS, He GW, Hovaguimian H, McIrvine DM, King DH. Valve repair for aortic insufficiency: surgical classification and techniques. *Eur J Cardiothoracic Surg* 1997;11:258-65.
- 10) Bentall H, de Bono A. A technique for complete replacement of the ascending aorta. *Thorax* 1968;23:338-9.
- 11) Cabrol C, Pavie A, Mesnildrey P, et al. Long-term results with total replacement of the ascending aorta and reimplantation of the coronary arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;91:17-25.
- 12) Kouchoukos NT, Marshall WG, Wedige-Stecher TA. Eleven-year experience with composite graft replacement of the ascending aorta and aortic valve. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;92:691-705.
- 13) Gott VL, Cameron DE, Alejo DE, et al. Aortic root replacement in 271 Marfan patients: a 24-year experience. *Ann Thorac Surg* 2002;73:438-43.
- 14) David TE, Armstrong S, Ivanov J, Webb GD. Aortic valve sparing operations: an update. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1840-2.

- 15) Casselman FP, Tan ES, Vermeulen FE, Kelder JC, Morshuis WJ, Schepens MA. *Durability of aortic valve preservation and root reconstruction in acute type A aortic dissection. Ann Thorac Surg* 2000;70:1227-33.
- 16) Yacoub MH, Gehle P, Chandrasekaran V, Birks EJ, Child A, Radley-Smith R. *Late results of a valve-preserving operation in patients with aneurysm of the ascending aorta and root. J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;115:1080-90.
- 17) David TE, Ivanov J, Armstrong S, Feindel CM, Webb GD. *Aortic valve-sparing operations in patients with aneurysm of the aortic root or ascending aorta. Ann Thorac Surg* 2002;74:S1758-61.
- 18) Lansac E, Lim HS, Shomura Y, et al. *A four-dimensional study of aortic root dynamics. Eur J Cardiothoracic Surg* 2002;22:497-503.
- 19) Grande-Allen KJ, Cochran RP, Reinhall PG, Kunzelman KS. *Recreation of sinus is important for sparing the aortic valve: a finite element study. J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;119:753-63.