

소아 환자에서 Ross 수술 성적 보고: 아산병원 10년 경험

김희중* · 서동만* · 윤태진* · 박정준* · 박인숙** · 김영휘** · 고재곤**

The Ross Procedure in Pediatric Patients: 10 Years Experience at the Asan Medical Center

Hee Jung Kim, M.D.*, Dong Man Seo, M.D.*, Tae Jin Yun, M.D.*, Jeong-Jun Park, M.D.*,
In Sook Park, M.D.**, Young Hwue Kim, M.D.**, Jae Kon Ko, M.D.**

Background: The Ross procedure is known as a good surgical option for a young age group with aortic valve problems, but few reports on the Ross procedure are available in the Korean literature. This study is a review of our midterm results of 10 year experience with the pediatric Ross operation in Asan Medical Center. **Material and Method:** From March 1997 to October 2008, eighteen patients who were aged less than 16 years underwent the Ross procedure. There were 11 males and 7 females. The patients median age was 8.5 years (range: 0.5~14.0). The aortic valve pathophysiology was 6 patients with aortic insufficiency, 4 patients with aortic stenosis, 7 patients with mixed aortic stenoinufficiency and 1 patient with infective endocarditis. The valve morphology was bicuspid in 11 and tricuspid in 7. All the patients were operated on with the root replacement technique. All the pulmonic valves were replaced with an allograft except for one pericardial monocusp valve. The mean follow up duration was 52.8 months (range: 5.8~138.2 months). We reviewed the echocardiographic data with focusing on the autograft dysfunction and reoperation. **Result:** There was no hospital mortality and late mortality. According to the last echocardiographic data, 2 autografts showed aortic regurgitation grade 2, 4 autografts showed aortic regurgitation grade 1 and the others were less than trivial. Reoperation of the pulmonic position conduit was performed 4 times in three patients. The rate of freedom from reoperation at 5 years was 72.2%. On the serial follow up, the Z-values of the aortic annulus/aortic sinus were changed from $1.6 \pm 1.7 / 0.9 \pm 1.7$ at preoperation to 1.8 ± 1.6 ($p=0.64$) / 2.2 ± 0.9 ($p=0.01$) at the last follow-up. There was no significant relation between the growth of the neo-aortic root and neo-aortic insufficiency. **Conclusion:** Our midterm results of the Ross procedure in pediatric patients showed good autograft function and growth potential. Yet reoperation due to allograft dysfunction was a major concern.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2009;42:305-310)

Key words: 1. Ross operation
2. Autograft
3. Allograft
4. Pediatric

서 론

대동맥 판막 또는 대동맥 근부를 폐동맥 자가이식 판막

으로 치환하는 Ross 수술은 1967년에 처음 기술 되었다[1]. Ross 수술은 기계 판막과 달리 항응고 치료가 필요하지 않고, 자가이식 폐동맥 판막의 성장 가능성과, 동종이식 판

*울산대학교 의과대학 서울아산병원 소아심장외과학교실
Division of Pediatric Cardiac Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine

**울산대학교 의과대학 서울아산병원 소아심장외과학교실
Division of Pediatric Cardiology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine

†본 논문은 대한흉부외과학회 제40차 추계학술대회에서 발표되었음.

논문접수일 : 2009년 1월 10일, 심사통과일 : 2009년 2월 11일

책임저자 : 서동만 (138-736) 서울시 송파구 풍납동 388-1, 서울아산병원 소아심장외과

(Tel) 02-3010-3575, (Fax) 02-3010-6811, E-mail: dmseo@amc.seoul.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

막과 조직 판막에 비해서는 보존성이 좋다고 알려져 있다 [2]. 그래서, Ross 수술은 대동맥 판막 치료가 필요한 소아 환자에서 좋은 치료 방법으로 생각되고 있다. 그러나, 수술이 복잡하고, 자가이식 폐동맥 판막의 부전증, 또는 근부 확장 등의 문제로 아직 많은 논쟁이 있다. 국내에서는 강성식 등[3]의 성인에서의 Ross 수술 22예에 관한 중기 성적에 대해 보고와 정동섭 등[4]에 의해서 선천성 대동맥 판막 협착증의 치료에 대한 보고 중 Ross 수술 치험 19예에 대해 보고된 것이 있다. 이에 본원의 경험을 통한 소아 환자에서 Ross 수술의 중기 성적에 대해 조사해 보았다.

대상 및 방법

후향적 연구 방법으로 1997년 3월부터 2008년 1월까지 시행된 Ross 수술 중에서 16세 이하 환자만 추출하였다. 모두 18명의 환자가 등록되었고, 남자 환자는 11명 여자 환자는 7명이었다. 환자의 중위수 나이(median age)는 8.5세(범위, 0.5~14세)였다. 대동맥 판막 병태생리는 대동맥 부전증이 6예, 대동맥 협착증이 4예, 폐쇄 부전을 동반한 대동맥 협착증이 7예 그리고 감염성 심내막염이 1예였다.

판막 형태는 이첨판이 11예, 삼첨판이 7예였다(Table 1). 모든 환자의 수술은 근부 치환술로(root replacement technique) 시행하였다. 수술 방법은 정중 흉골 절개술로 심장을 노출 시킨 후 대동맥 캐뉼라를 상행 대동맥에 거치시키고, 정맥 캐뉼라를 우심방에 거치 시켰다. 체온은 중간 단계로 낮춘 후(28°C) 전향적으로 심정지액을 주입하였다. 대동맥 근부를 확인하고 제거한 뒤, 폐동맥 판막을 채취하여 대동맥 근부로 이식하였다.

Ross 수술 이전에 환자에게 시행된 수술로는 대동맥축착 교정술 3예, 좌심실 유출로 교정술 2예, 동맥관 개존 결찰술이 시행되었고, 풍선 대동맥관 확장술 5예, 부정맥 교정술 1예가 시술되었다. Ross 수술과 함께 시행된 수술은 대동맥축착 교정술 1예, 동맥관 개존 결찰술 2예, Nick procedure 1예, Myectomy 1예가 있었다.

폐동맥 판막은 심막으로 만든 단엽판막 패취를 이용한 1예를 제외하고, 모두 동종이식 판막으로 대체되었다.

추적 관찰은 평균 52.8개월이었고 범위는 5.8개월에서 138개월이었다. 심장 초음파 자료와 의무 기록지를 검토하여 자가이식 판막 부전 기간, 동종 이식 판막 부전 기간, 그리고 재수술 시기를 조사하였다. 대동맥 근부의 대동맥 판막륜(aortic annulus)와 대동맥굴(aortic sinus)은 Pettersen 등[5]이 발표한 심장 구조에 대한 정상치에 대한

Table 1. Patients characteristics

| | |
|------------------------------|----|
| Aortic insufficiency | 6 |
| Aortic stenosis | 4 |
| Aortic stenoin insufficiency | 7 |
| Infective endocarditis | 1 |
| Bicuspid | 11 |
| Tricuspid | 7 |
| Prior operation | |
| CoA repair | 3 |
| LVOTO relieve | 2 |
| PDA ligation | 1 |
| BAV | 5 |
| Ablation for WPW syndrom | 1 |
| Concomitant procedure | |
| Nick procedure | 1 |
| CoA repair | 1 |
| PDA ligation | 2 |
| Myectomy | 1 |

CoA=Coarctation of aorta; BAV=Balloon aortic valvuloplasty; LVOTO=Left ventricular outflow obstruction; PDA=Patent ductus arteriosus.

z-value를 계산한 방법을 이용하여 측정하였다.

통계는 SPSS 14.0K를 이용하였고, 연속성 변수에 대한 비교는 비모수 검정인 Mann-Whitney test를 이용하였다. 통계적 유의성은 p-value가 0.05 미만일 때 의미있다고 해석하였다.

결 과

1) 사망률과 유병률

추적 관찰 기간중 병원내 사망(early mortality)과 후기 사망(late mortality)은 없었다. 수술 후 좌심실 부전을 보이는 환자가 2명이 있었다. 한 명은 수술 시 대동맥 판막 성형술을 두차례 시도하였으나, 성공하지 못하고 Ross 수술을 시행한 경우로 긴 대동맥 차단 시간으로 인한 좌심실 기능 저하와 수술 후 상심실성 빈맥으로 Intraaortic ballon pump support 시행 받은 1예와 수술 후 심실 세동으로 재개흉 후 지연 흉골 봉합이 필요했던 1예가 있었다.

2) 재수술

재수술은 3명의 환자에서 모두 4예 있었다. 4예 모두 폐동맥에 위치한 판막의 문제로 재수술이 시행되었다. 1예는 심막을 이용하여 단엽판막 패취로 재건한 경우였고 수술 후 34개월째 동종이식 판막으로 치환되었다. 1예는 동

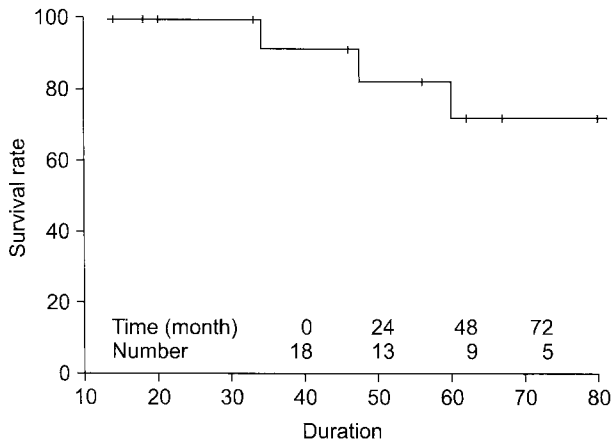


Fig. 1. Survival curve of freedom from reoperation. This graph showed 5 year freedom from reoperation 72.2% by Kaplan-Meier method.

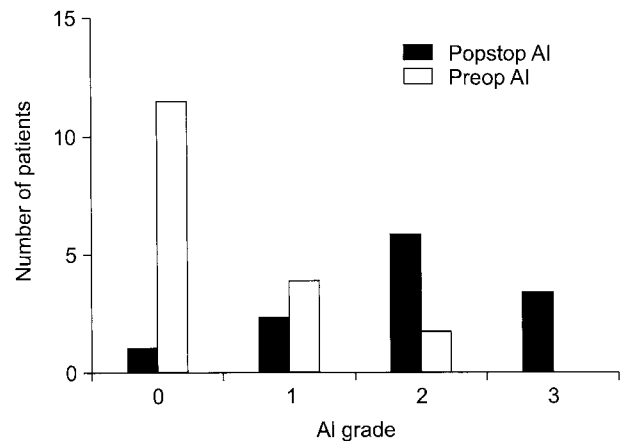


Fig. 2. Change of Aortic insufficiency (AI) between preoperative aortic valve and postoperative neo-aortic valve. This graph showed preoperative and postoperative AI.

Table 2. Echocardiographic results

| | Preoperative | At discharge | Last follow-up | p-value |
|-------------------------------------|----------------------|--------------|----------------------|---------------------|
| Ejection fraction (%) | 71.4±11.3 | 58.4±15.8 | 61.9±13.4 | p=0.05 |
| Δ AV in AS, ASR (mmHg) | 68.5±38.2 | N.S. | N.S. | |
| LVMI in AS, ASR (g/m ²) | 198.9±43.5* | 125.6±45.9 | 97.5±33.5* | p=0.02* |
| AV annulus (Z-value) | 1.6±1.7 [†] | 2.1±1.3 | 1.8±1.6 [†] | p=0.64 [†] |
| AV sinus (Z-value) | 0.9±1.7 [†] | 2.2±0.9 | 2.6±0.9 [†] | p=0.01 [†] |

Δ=Pressure gradient; AV=Aortic valve; LVMI=Left ventricle mass index; N.S.=No significance; AS=Aortic stenosis; ASR=Aortic stenosis/insufficiency; *,[†]=Statistic significance compared between preoperative data and last follow-up data.

종이식 판막의 협착증으로 60개월에 우심실 폐동맥 도관(RV-PA conduit)으로 치환하였다. 다른 1예는 동종이식 판막의 부전증으로 47개월 때 우심실 폐동맥 도관(RV-PA conduit)으로 치환하고 삼첨판 성형술을 동시에 시행하였고, 72개월 때 다시 폐동맥 도관을 기계 판막으로 치환하고 삼첨판 성형술을 시행하였다. 평균 재수술 시기는 수술부터 47.2개월(±13.0)이었다. 폐동맥 위치 도관에 의한 재수술에 대한 생존률은 5년에 72.2%였다(Fig. 1).

신대동맥 판막(neoaortic valve) 부전이나 신대동맥 근부확장에 의한 재수술은 없었다.

3) 심장초음파

수술 직후 시행한 심장초음파에서 대동맥 협착증과 부전증은 모두 호전되었다. 수술 전 대동맥판막 부전증의 등급이 3등급이 5예, 2등급이 9예, 1등급이 3예, 근소한 역류(trivial) 1예에서 마지막 초음파 검사에서는 자가이식 폐

동맥 판막(신대동맥 판막)은 2예에서 대동맥 부전이 2등급이었고, 4예의 자가이식 판막은 대동맥 부전이 1등급이었고 나머지는 모두 근소하여 의미있는 대동맥 부전증은 없었다(Fig. 2). 두 예의 대동맥 역류 2등급 환자는 수술 후 합병증에 의해 좌심실 부전이 동반된 경우였다. 또한 수술 전 대동맥 협착이 있는 11명의 환자에서 평균 대동맥 압력차가 68.5±38.2 mmHg에서 수술 후 모든 환자가 10 mmHg 이하의 낮은 압력차로 감소하였다. 환자들의 박출계수(ejection fraction)는 수술 전 71.4±11.3%에서 수술 후 마지막 초음파 상 61.9±13.4%로 약간 감소하였으나 통계적으로는 경계선 상에 있었다(p=0.052). 좌심실 질량 지수(left ventricular mass index)는 대동맥 협착증이 있는 환자(역류증 동반 포함) 11명에서 198.9±43.5 g/m²에서 97.5±33.5 g/m²로 감소하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.09) (Table 2).

수술 전과 후의 대동맥 근부 대동맥륜(aortic annulus)과

대동맥굴(aortic sinus)의 직경을 심장초음파를 이용하여 측정하여 z-value를 구하였다. 수술 전 대동맥류의 평균 z-value는 1.6 ± 1.7 이었고 수술 직후는 2.1 ± 1.3 , 마지막 초음파 결과는 1.8 ± 1.6 으로 관찰되어 수술 전과 마지막 검사 결과는 통계적 차이가 없었다($p=0.64$). 대동맥굴의 평균 z-value는 수술 전 0.9 ± 1.7 에서 수술 직후 2.2 ± 0.9 , 마지막 검사상 2.6 ± 0.9 로 측정되었고 수술 전과 마지막 검사 결과는 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.29$) (Table 2). 5년 이상 장기 초음파 결과를 가지고 있는 환자 5명의 자료를 분석하였는데, 대동맥류의 평균 z-value가 2.9 (범위 1.2~4.6)였고, 대동맥굴의 평균 z-value가 3.1 (범위 1.6~4.4)이었다.

4) 기능적 등급

수술 전의 기능적 등급이나 증상은 기록의 부족으로 확인하기 어려웠다. 수술 후 최근 외래 기록과 전화 조사로 대부분의 환자는 일상생활에 문제없이 생활하고 있었고, 2명의 환자에서 New York Heart Association Class 2~3 등급 정도의 불편을 호소하고 있었다. 이 2명의 환자는 수술 직후 합병증으로 좌심실 부전이 있었던 환자들이었다.

고 찰

대동맥 판막 치환 수술시 다른 대체물로 기계 판막 (mechanical prosthesis), 조직 판막(tissue prosthesis), 그리고 동종 이식 판막(allograft) 등을 사용할 수 있다. 조직 판막과 동종 이식 판막의 경우 소아에서 특히 변성과 재수술률이 높아 사용하기 적당하지 않다고 보고되었다[6-8]. 기계 판막의 경우 몇몇 보고에서 장기 성적이 만족할 만하다고 발표되고 있으나[9,10], 소아에서 성장을 고려한 큰 판막을 넣기 위해 판막륜을 넓히기 위한 절개가 필요한 경우가 많고, 장기간 항응고제를 복용해야 하기 때문에 여자 환자의 임신 문제, 활동 제한과 출혈성 사고가 일어나기 쉬워 쉽게 선택하기는 어렵다.

소아 환자에서 Ross 수술의 중기와 장기 결과는 만족할 만한 결과를 보인다. Elkins 등[11]에 의한 보고에서 487명의 환자를 대상으로 하여 16년 실제 생존율은 82%이고 자가이식 판막의 부전이 없는 16년 생존율은 74%로 좋은 성적을 보여 주고 있고, Pasquali 등[12]도 121명의 환자에서 자가이식 판막 재시술이 없는 8년 생존율은 83%라고 보고하였다. 우리나라의 경우 정 등[4]이 19명의 소아 환자에서 2명의 사망과 2예의 자가이식 판막 부전에 의한

재수술을 보고 한 바가 있다. 본 연구에서도 자가 이식 폐동맥 판막은 수술 후 좋은 혈액학적 결과를 보여 주었고, 부전증이나 협착증 없이 관찰 기간 동안 기능이 보존되었다. 수술 사망은 없었고 폐동맥 도관에 의한 4예의 재수술을 제외하고는 신대동맥(neoaortic) 판막에 의한 재수술은 없었다. 수술 후 경과 관찰 결과 16명의 환자는 New York Heart Association 등급 1로 무리 없이 정상 생활하고 있고, 2명은 각각 수술 후 심근 경색을 보인 환자와 저심박출증과 심실 세동으로 인한 심부전을 보인 환자로 일상 생활에서 NYHA 등급 2~3 정도의 불편감을 호소하고 있어, 전반적으로 수술 후 기능적인 결과도 좋았다. 신대동맥 근부에 대한 지속적인 초음파 조사 결과에서 소아 환자에서 성장에 따른 신대동맥 근부의 Z-value 감소가 없어 성장 잠재력이 충분한 것으로 보인다.

Ross 수술의 자가 이식 폐동맥의 성장 잠재력은 소아에서 매우 중요한 장점이다. Elkins 등[13]은 Ross 수술을 시행 받은 환자의 대동맥 근부의 측정을 통해 자가 이식 폐동맥 판막이 성장에 따라 커짐을 보여 주었다. 또한, 다른 여러 논문에서도 대동맥 근부의 성장을 확인하였고[2,14-16] 조직학적 검사에서도 장기간 동안 살아있는 세포가 관찰되어 근부의 재형성이 이루어지는 것을 뒷받침 하고 있다[17]. 이 연구에서도 수술 후 추적 초음파 검사 상 대동맥류의 평균 Z-value가 1.8로, 대동맥굴의 평균 Z-value가 2.2로 증가하여 신대동맥 근부가 성장하는 것을 확인 할 수 있었다. 그러나, 일부에서 신대동맥 근부의 넓이가 정상 범위 이상 커져 성장이 아닌 확장으로 병적인 변화가 일어날 수 있다는 보고가 있다[18]. 특히, 이런 신대동맥 근부의 확장이 대동맥 판막 부전을 일으킬 수 있다는 보고가 있으나[14], 아직 논쟁의 여지가 있다. 우리의 경험에도 5년 이상 관찰한 환자 5명의 대동맥류와 대동맥굴의 5년 이후 평균 Z-value가 각각 2.9, 3.1로 정상 범위 이상의 커짐을 보였다. 그러나, 대동맥 판막 부전과는 연관이 없어 장기적인 관찰이 필요할 것으로 보인다.

부정맥은 Ross 수술의 주요 합병증으로 보고되고 있다. Ross 수술 후 심실 세동은 18%[14], 21%[19] 정도의 높은 빈도로 보고 되었으며, 이의 치료가 수술 직후 환자의 관리에 중요하다고 한다. 본 연구에서도 2예에서 각각 상심실성 빈맥과 심실 세동이 발생하였고 현재 심부전 증상을 보이고 있어 수술 직후 적절한 부정맥 치료가 장기 성적도 영향을 줄 것으로 생각된다. Pasquali 등[20]은 Ross 수술 후 중기 관찰 결과 15%의 동율동 이상과 15%에서 심실 세동이 관찰되어 장기적인 관찰이 필요하다고 보고하

였다. 심근 경색은 Ross 수술에서 빈번한 합병증은 아니지만 생길 경우 치명적인 결과를 보일 수 있다. 폐동맥 판막 채취시 관상동맥의 first septal perforator의 손상으로 수술 후 심근 경색을 경험했다는 보고[21]가 있고, Luciani 등 [22]은 100명의 소아 Ross 수술 후 1명(1%)에서 심근 허혈이 발생하여 사망하였다는 보고와, Bohm 등[23]도 60명의 소아 Ross 수술 후 1명에서 심근 경색이 발생하여 관상동맥 우회술을 시행하였으나 사망했다는 보고가 있다.

이 연구에서 재수술의 원인은 모두 폐동맥 위치의 도관에 인한 것이었다. 본원에서는 폐동맥 위치에 1예를 제외하고 모두 동종이식 판막(allograft)을 사용하였는데, 재수술이 없는 생존률이 5년에 72.2%였다. 다른 연구에서는 동종이식 판막의 10년 재수술 없는 생존률이 76%[2], 다른 보고에서는 8년 재수술 없는 생존률이 90%로[24] 보고되고 있다. 우리의 경험에서 심낭을 이용한 단일판막 플랫취 폐동맥 재건의 재수술 경우를 제외하면, 동종이식 판막의 5년 재수술 없는 생존률은 90.9%이고 10년은 80.8%로 다른 연구와 큰 차이는 없었다.

이 연구의 한계점으로 연구에 참여된 환자가 적고 후향적으로 장기적인 자료를 분석하여 통계적인 유의성의 확인이나 임상적 의미를 끌어 내기 부족하였다. 그러나, 신대동맥 판막의 기능적인 면과 재수술 없이 잘 기능하는 것을 확인하여 Ross 수술의 임상적 의의를 확인하는 데는 부족함이 없을 것으로 생각된다.

결 론

Ross 수술은 대동맥 판막 치료가 필요한 소아 환자에서 좋은 치료 방법이 될 수 있다. 그러나, 신대동맥 판막의 확장과 폐동맥 위치 도관의 재수술은 지속적인 연구와 관찰이 필요하다.

참 고 문 헌

1. Ross DN. Replacement of aortic and mitral valves with a pulmonary autograft. *Lancet* 1967;2:956-8.
2. Kirkpatrick E, Hurwitz R, Brown J. A single center's experience with the Ross procedure in pediatrics. *Pediatr Cardiol* 2008;29:894-900.
3. Kang SS, Jung SH, Lee JW, et al. Mid-term results of the Ross procedure. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 38:23-8.
4. Jeong DS, Kim WH, Ra YJ, et al. Clinical experiences of congenital aortic stenosis. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*

- 2007;40:17-24.
5. Pettersen MD, Du W, Skeens ME, Humes RA. Regression equations for calculation of Z scores of cardiac structures in a large cohort of healthy infants, children, and adolescents: an echocardiographic study. *J Am Soc Echocardiogr* 2008; 21:922-34.
6. Wada J, Yokoyama M, Hashimoto A. Long-term follow-up of artificial valves in patients under 15 years old. *Ann Thorac Surg* 1980;29:519-21.
7. Williams DB, Danielson GK, McGoan DC. Porcine heterograft valve replacement in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982;84:446-50.
8. Takkenberg JJM, Klieverik LMA, Bekkers JA, et al. Allografts for aortic valve or root replacement: insights from an 18-year single-center prospective follow-up study. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007;31:851-9.
9. Alexiou C, McDonald A, Langley SM, Dalrymple-Hay MJR, Haw MP, Monro JL. Aortic valve replacement in children: are mechanical prostheses a good option? *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17:125-33.
10. Masuda M, Kado H, Ando Y, et al. Intermediate-term results after the aortic valve replacement using bileaflet mechanical prosthetic valve in children. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;34:42-7.
11. Elkins RC, Thompson DM, Lane MM, Elkins CC, Peyton MD. Ross operation: 16-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;136:623-30.e5.
12. Pasquali SK, Shera D, Wernovsky G, et al. Midterm outcomes and predictors of reintervention after the Ross procedure in infants, children, and young adults. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;133:893-9.
13. Elkins RC, Knott-Craig CJ, Ward KE, McCue C, Lane MM. Pulmonary autograft in children: realized growth potential. *Ann Thorac Surg* 1994;57:1387-93; discussion 93-4.
14. Kouchoukos NT, Masetti P, Nickerson NJ, Castner CF, Shannon WD, Dávila-Román VG. The Ross procedure: long-term clinical and echocardiographic follow-up. *Ann Thorac Surg* 2004;78:773-81.
15. Simon P, Aschauer C, Moidl R, et al. Growth of the pulmonary autograft after the Ross operation in childhood. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;19:118-21.
16. Solymar L, Süow GA, Holmgren D. Increase in size of the pulmonary autograft after the Ross operation in children: Growth or dilation? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;119:4-9.
17. Chambers JC, Somerville J, Stone S, Ross DN. Pulmonary autograft procedure for aortic valve disease: long-term results of the pioneer series. *Circulation* 1997;96:2206-14.
18. Simon-Kupilik N, Bialy J, Moidl R, et al. Dilatation of the autograft root after the Ross operation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;21:470-3.
19. Bockoven JR, Wernovsky G, Vetter VL, Wieand TS, Spray TL, Rhodes LA. Perioperative conduction and rhythm dis-

- turbances after the Ross procedure in young patients. Ann Thorac Surg 1998;66:1383-8.
20. Pasquali SK, Marino BS, Kaltman JR, et al. Rhythm and conduction disturbances at midterm follow-up after the ross procedure in infants, children, and young adults. Ann Thorac Surg 2008;85:2072-8.
21. Daenen WJ, Vanhove MA, Gewillig MH. Extended aortic root replacement with pulmonary autografts: experience in 14 cases. Ann Thorac Surg 1995;60:S180-S4.
22. Luciani GB, Favaro A, Casali G, Santini F, Mazzucco A. Ross operation in the young: a ten-year experience. Ann Thorac Surg 2005;80:2271-7.
23. Böhm JO, Botha CA, Horke A, et al. Is the ross operation still an acceptable option in children and adolescents? Ann Thorac Surg 2006;82:940-7.
24. Elkins RC. The Ross operation: a 12-year experience. Ann Thorac Surg 1999;68:S14-8.

=국문 초록=

배경: Ross 수술은 대동맥 질환을 가진 소아 환자에서 좋은 치료 방법으로 알려져 있으나, 국내에서는 이에 대한 보고가 드물다. 이 연구는 소아에서의 Ross 수술에 관하여 아산병원의 10년 동안의 중기 성적을 조사하였다. **대상 및 방법:** 1997년 3월부터 2008년 10월까지 16세 이하인 18명의 환자가 Ross 수술을 시행 받았다. 남자 환자는 11명, 여자 환자는 7명이었다. 환자의 중위수 나이는 8.5세 (0.5~14세)였다. 대동맥 판막 병태생리는 대동맥 부전증이 6예, 대동맥 협착증이 4예, 대동맥 협착부전증이 7예 그리고 감염성 심내막염이 1예였다. 판막 형태는 이첨판이 11예, 삼첨판이 7예였다. 모든 환자의 수술은 근부 치환술로 시행하였다. 폐동맥 판막은 심막으로 만든 단엽판막 팻취를 사용한 1예를 제외하고, 모두 동종이식 판막으로 대체되었다. 추적 관찰의 평균 기간은 52.8개월이었다(5.8~138.2개월). 심장 초음파 자료를 검토하여 자가이식 판막 부전, 동종 이식 판막 부전, 그리고 재수술 여부를 조사하였다. **결과:** 추적 관찰 기간중 병원 내 사망과 후기 사망은 없었다. 2예에서 자가이식 판막 부전이 2등급이었고, 4예에서 자가이식 판막 부전이 1등급이었으며 나머지 경우는 역류가 없거나 근소하였다. 폐동맥 위치 도관에 의한 재수술이 3명에서 4회 있었다. 5년 재수술이 없는 생존률은 72.2%였다. 연속적인 경과 관찰에서, 대동맥륜(aortic annulus)과 대동맥굴(aortic sinus)의 z-value는 수술 전 $1.6 \pm 1.7 / 0.9 \pm 1.7$ 에서 마지막 검사에서 1.8 ± 1.6 ($p=0.64$) / 2.2 ± 0.9 ($p=0.01$)로 변화되었다. 신대동맥 근부의 성장과 신대동맥 부전의 의미 있는 연관성은 없었다. **결론:** 소아 환자에서 Ross 수술의 중기 결과는 좋은 자가이식판막의 기능과 성장 잠재력을 보여줬다. 그러나, 동종 이식 판막의 기능 부전으로 인한 재수술은 주요 문제로 관찰되었다.

중심 단어 : 1. Ross operation
2. 자가이식
3. 동종이식
4. 소아