

## 우심실 유출로에 사용된 냉동 동종 판막도관의 중기성적

장윤희\* · 박표원\* · 전태국\* · 민호기\* · 한일용\* · 성기익\* · 이영탁\* · 박계현\*

### Mid-term Follow-Up Results of Cryopreserved Valved Conduit in RVOT Reconstruction

Yun Hee Chang, M.D.\*, Pyo Won Park, M.D.\* , Tae-Gook Jun, M.D.\* , Ho Ki Min, M.D.\*  
Il-Yong Han, M.D.\* , Ki Ick Sung, M.D.\* , Young Tak Lee, M.D.\* , Kay-Hyun Park, M.D.\*

**Background:** Since Ross and Sormeville first reported the use of aortic homograft valve for correction of pulmonary atresia in 1966, homograft valves are widely used in the repair of congenital anomalies as conduits between the pulmonary ventricle and pulmonary arteries. On the basis of these results, we have used it actively. In this report, we describe our experience with the use of cryopreserved valved homograft conduits for infants and children requiring right ventricle to pulmonary artery connection in various congenital cardiac anomalies.

**Material and Method:** Between January, 1996 and December 2001, 27 infants or children with a median age of 16 months(range 9days to 18years) underwent repair of RVOTO using homograft valved conduit by two surgeons. We studied 22 patients who have been followed up at least more than one year. The diagnosis at operation included pulmonary atresia with ventricular septal defect (n=13), truncus arteriosus (n=3), TGA or corrected TGA with RVOTO (n=6).

Homograft valved conduits varied in size from 15 to 26 mm (mean, 183.82 mm). The follow-up period ranged from 12 to 80.4 months (median, 48.4 months). **Result:** There was no re-operation due to graft failure itself. However,

early progressive pulmonary homograft valve insufficiency developed in one patient, that was caused by dilatation secondary to the presence of residual distal pulmonary artery stenosis and hypoplasia after repair of pulmonary atresia with ventricular septal defect. This patient was required reoperation (conduit replacement). During follow-up period, there were significant pulmonary stenosis in one, and pulmonary regurgitation more than moderate degree in 3. And there were mild calcifications at distal anastomotic site in 2 patients. All the calcified homografts were aortic in origin. **Conclusion:** We observed that cryopreserved homograft conduits used in infant and children functioned satisfactorily in the pulmonic position at mid-term follow-up. To enhance the homograft function, ongoing investigation is required to re-establish the optimal strategy for the harvest, preservation and the use of it.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2003;36:384-390)

**Key words:** 1. Cryopreservation  
2. Transplantation, homologous  
3. Conduits  
4. Ventricular outflow tract obstruction, right

\*성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Samsung Seoul Hospital, Sungkyukwan University School of Medicine

†본 논문은 제34차 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

논문접수일 : 2003년 2월 21일, 심사통과일 : 2003년 4월 12일

책임저자 : 박표원 (135-710) 서울시 강남구 일원동 50번지, 성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 흉부외과학교실

(Tel) 02-3410-3481, (Fax) 02-3410-0089, E-mail: pwpark@smc.samsung.co.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

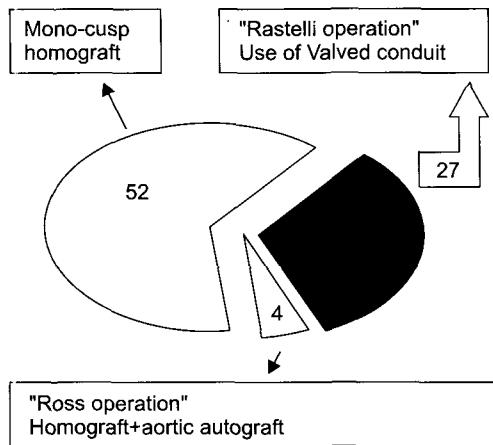


Fig. 1. Homograft uses in RVOT reconstruction RVOT, right ventricle outflow tract.

## 서 론

다양한 복잡 선천성 심장기형을 교정함에 있어, 아직 해결하지 못한 다양한 문제들이 많다. 이 중, 특히 소아에서의 우심실 유출로 재건의 문제는 장기 수명과 관련하여, 재 협착, 역류, 우심실 기능부전 등의 합병증을 극복하기 위한 방향으로 발전해오고 있다. 하지만 1966년 Ross 등에 의해 처음 그 유용함이 보고된<sup>1)</sup> 동종판막 도관의 이식편(이하 동종이식편)을 대신할 수 있는 대치물이 아직은 없는 상황이다<sup>2-7)</sup>. 때문에 아직까지 동종이식편이 우심실 유출로의 재건에 꾸준하게 사용되어 오고 있으며, 잘 알려진 장점으로는 1) 이식 시의 기술적인 면에서의 용이함, 2) 지혈 효과의 우수성<sup>8,9)</sup>, 3) 혈역학적 안정성, 4) 감염에 대한 저항성, 5) 혈전 색전증의 감소, 6) 주변 구조와의 적응성 등이 있다. 하지만 환자의 성장에 따른 수명의 문제와, 이식 편의 석회화 및 퇴화 등에 따른 기능 부전의 문제는 아직 해결해야 할 과제로 남아있다. 이에 본원에서는 초저온 냉동보관 동종판막도관의 사용에 대한 경험을 정리하고, 중, 단기 추적 관찰의 결과를 분석함으로써, 향후 우심실 유출로의 안정적인 재건에 기여하고자 한다.

## 대상 및 방법

본원에서는 1996년 1월부터 2001년까지 총 83명의 환자에서 우심실 유출로의 재건에 동종이식편을 사용하였다. 이중 팔로 사장증 등과 같이 단엽 판막의 이식에 사용한

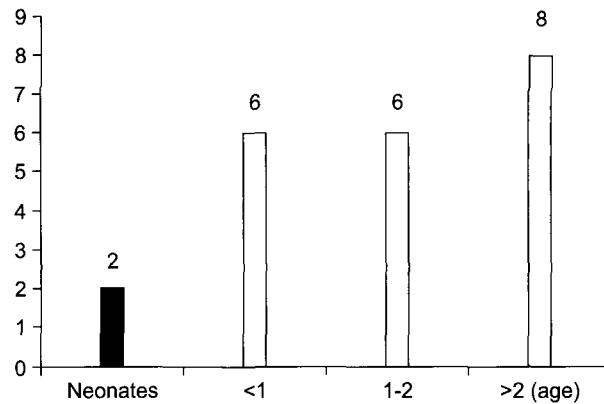


Fig. 2. Age distribution at operation.

예가 52명, Ross 수술에 이엽 판막으로 사용한 예가 4예, 우심실 유출로의 재건에 심장외판막도관(extra-valved conduit)으로 사용한 경우가 27예 있었다(Fig. 1). 이중 1년 이상 추적 관찰이 가능했던 22명의 환자를 대상으로 조사, 연구를 시행하였다. 이들 환자 중 20명의 환자는 완전 교정술에, 2명의 환자는 고식적 단계의 수술에 이용되었다. 수술 시 환자의 연령의 중앙값은 16개월(9일~18세)이었고, 8명의 환자는 1세 이전에 수술을 받았고, 이들 중 2명의 환자는 신생아였다(Fig. 2). 수술 시 진단은 심실 중격에 폐동맥 판막폐쇄가 동반된 환자가 13예로 가장 많았고, 그밖에 총동맥간 3예, 대혈관전이증 혹은 수정 대혈관전이증에 우심실 유출로의 폐쇄가 동반된 예가 각각 3예씩 있었다(Table 1).

우심실 유출로에 사용된 이식편을 살펴보면, 13명의 환자에서 폐동맥이식편이, 9명의 환자에서 대동맥이식편이 사용되었다. 이들 중 7명의 환자에서는 환아의 체표면적에 적합한 크기의 이식편이 없어 이엽화함으로써 크기를 감소시켜 사용하였다. 그리고 모든 환자에서 hood를 사용하여 이식편의 판막이 해부학적 위치에서 벗어나지 않도록 하였다. 모든 이식편은 뇌사 상태의 공여자에서 채취하였으며, 박리 전까지는 항생제 용액(5% HEPES buffer + antibiotics (cefazolin 5 mg/L, lincomycin 600 mg/L, vancomycin 150 mg/L, gentamycin 160 mg/L, amphotericin B 5 mg/L)에 담아 4°C에서 보관하였다. 채취 후 최소 6시간 이후, 최대 24시간 이전에 박리를 하여 초저온 냉동 보관을 하였다. 이식편 사용 전까지의 냉동 보관기간은 평균 28.7 개월이었다. 공여자의 평균연령은 20.5세였다(Table 2).

도관은 체표면적을 기준으로 한 정상폐동맥판률 크기보다 큰 것을 선택하여 사용하였는데, 이식편의 내경은

Table 1. Patient diagnoses

Diagnosis	No. of pts.
PA c VSD	13
Truncus arteriosus	3
corr-TGA c VSD c RVOTO	3
DORV or TGA c RVOTO	3

PA, pulmonary atresia; VSD, ventricular septal defects; corr, corrected; TGA, transposition of great arteries; RVOTO, right ventricular outflow tract obstruction; DORV, double outlet right ventricle.

Table 2. Homograft characteristics

Characteristic	Value
Pulmonic valve use	13
Aortic valve use	9
(Bi-cuspalization)	(7)
Retrieval to cryopreservation time	6~24 hr in all
Amphotericin B use	In all
Duration of cryopreservation (months)	28.7±31.0
Homograft diameter (mm)	18±3.82
Beating heart donor	In all
Donor age (years)	20.5±11.4

15~26 mm로 다양하였으며(평균 18±3.82 mm), 환자의 체표면적에 따른 정상 폐동맥판막의 크기보다 평균 7 mm 정도 커졌으며, 1명을 제외하고는 Z-value가 모두 2 이상이었다(Fig. 3).

수술을 시행받은 모든 환자에서 퇴원 전, 퇴원 후 3~6 개월 사이 그리고, 이후 1년마다 심초음파를 시행하였으며, 추적 관찰기간의 중앙값은 48개월(범위 12~80.4개월)이었다.

## 결 과

추적 관찰 중, 사망 혹은 이식 편 자체의 변성으로 인한 재수술은 없었다. 또한 수술술기상의 문제로 이식편이 기계적으로 놀리거나, 환자의 성장에 따른 문제로 인한 재수술도 없었다. 하지만 말단 폐동맥의 반복적인 협착으로 인한 이식편의 확장 및 폐동맥판막의 역류의 진행, 우심실 기능부전으로 도관의 교체를 시행 받은 환자가 한

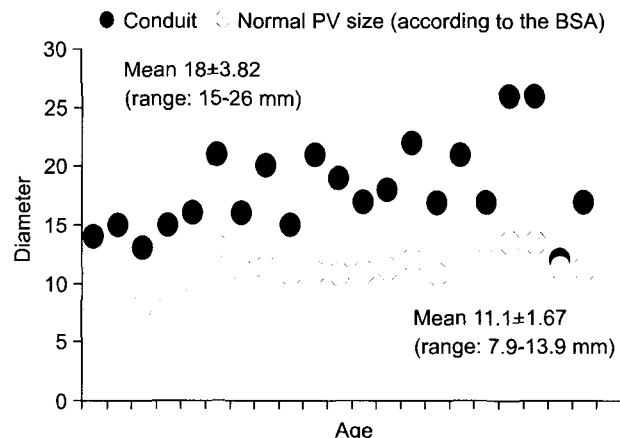


Fig. 3. Comparison of Internal diameter of the conduit and normal pulmonic valve.

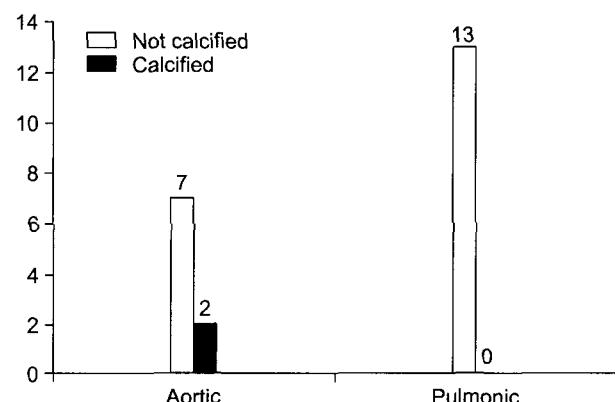


Fig. 4. Incidence of calcification in aortic and pulmonic homograft.

명 있었고, 추적관찰시 시행한 심초음파 검사상, 이식편의 협착이 있어 협착부위 전후로 유의한 압력 차이( $\Delta P$ )를 보이는 환자가 1명 있었으며, 중등도 이상의 폐동맥 판막 역류를 보인 환자가 3명 있었다. 그리고 2명의 환자에서는 이식편과 폐동맥의 문합 부위에 경미한 석회화가 관찰되었는데, 모두 대동맥 이식편을 사용한 환자였다(Fig. 4).

재수술을 시행 받은 환자의 수술시 진단은 심실증격 결손이 동반된 폐동맥 판막폐쇄증이었으며, 신생아 시기에 우측 Blalock-Taussing 단락 수술을 시행 받았었다. 완전 교정술 시의 폐동맥지수(Nakata index)는 94였고, 나이는 10.3개월이었으며, 우심실 유출로의 재건에 동종 폐동맥 판막도관 21 mm를 사용하였으며, 당시 우측 폐동맥 성형술을 같이 시행하였다. 동종 이식편의 공여자의 나이는

Table 3 Reported risk factors causing homograft failure or dysfunction

Individual cardiac diagnosis
Weight
Immune systems
Use of pulmonic or aortic graft
Distal pulmonary artery size
Pulmonary artery pressure
Mechanical factors – sternal compression
Graft size
Age
Donor age
Tissue processing steps
– Warm or cold ischemic time
– Antibiotic disinfection
– Cryopreservation
– Thawing…
Others

12세, 초저온 냉동 보관의 기간은 60일이었다. 이 환자는 수술 후 양측 폐동맥의 반복적인 협착으로 우측 폐동맥의 풍선 확장술 및 stent 삽입을 하였으며, 좌측 폐동맥은 입구부의 내경이 2.7 mm로 풍선확장술이 불가능하였다. 이 때의 두심실조영술상 동종 이식편의 판막 및 동(sinus)의 직경은 정상이었으나, 몸체(shaft)의 비정상적인 확장이 관찰되었고, 중증도의 폐동맥판막역류 소견 및 우심실 기능의 감소가 진행되어 재수술을 결정하였다. 환자의 나이 20개월에 동종 이식편을 제거하고, Hancock 조직 판막 21 mm를 삽입하고, 양측 폐동맥의 성형술을 시행하였다.

추적 관찰 기간 중 폐동맥의 협착이 진행된 환자의 병변은 판막이었으며, 판엽(leaflet)의 비후가 관찰되었다. 이 환자의 수술시 진단은 총동맥간(truncus arteriosus)이었고, 수술시 연령은 5.9개월이었으며, 동종 폐동맥 판막 도관 24 mm를 이엽화(bicusplization)하여 15 mm로 만들어 사용했다. 동종이식편의 공여자의 나이는 18세였고, 초저온 냉동 보관의 기간은 17개월이었다. 수술 후 1년에 시행한 심초음파 검사상, 50 mmHg의 압력 차이를 보였으며, 이로부터 6개월후의 심초음파 검사상 77 mmHg의 압력 차이를 보여 우심실의 기능 및 임상증상을 중심으로 관찰 중이다.

세 명의 환자에 있어서의 폐동맥 판막의 역류는 각각 다른 시기(술 후 3~6개월, 1년, 2년)에 진행하였다. 수술시 진단은, 두 명의 환자는 심실중격결손이 동반된 폐동

맥 판막폐쇄증이었고, 다른 한명의 환자는 총동맥간(truncus arteriosus)이었다. 두명의 환자는 1세 이후에 수술을 받았으며 한명의 환자는 신생아 때 수술을 받았다. 수술전 검사상 세 환자 모두 말단 폐동맥의 유의한 협착 혹은 폐동맥 고혈압 소견은 없었다. 도관의 크기는 모두 Z-value가 2 이상이었으며, 두 명의 환자에서는 대동맥 이식편을, 한 명의 환자에서는 폐동맥 이식편을 사용하였다.

## 고 칠

일반적으로, 동종판막도관 이식편은 10년 내에 40% 이상이 망가져 재수술이 불가피하다고 알려져 있고, Table 3에서 보여주는 것처럼 다양한 요인들이 동종이식편의 수명에 관여한다고 알려져 있다. 이들 요인을 크게 네 가지 정도로 나누어 설명하면, 첫째, 이식 도관의 기계적인 요소 둘째, 환자의 양측 폐동맥 크기 및 폐동맥 압력 세째, 이식 도관 세포의 생존력 네째, 이식 도관 세포의 면역 반응이다. 첫째 요소로 대표적인 문제가 되는 것은, 환자의 성장에 따른 크기까지 고려 할 때, 과연 어느 정도의 크기의 도관이 적절한가의 문제이다. 이 부분이 적절하게 고려되지 못할 경우, 수술 직후 혹은 시간이 지남에 따라, 형태학적 뒤틀림을 초래하여 불가피하게 재수술을 하게 되는 경우가 종종 있게 됨을 여러 저자들이 보고하고 있다<sup>8,10)</sup>. 이에 대한 보고를 살펴보면, 내경이 15 mm 이하의 도관을 사용하였을 경우 Leblanc 등은 1년 내에 도관 교환이 필요한 경우가 20%, 5년 내에는 47%라고 보고하였고<sup>5)</sup>, Homann 등<sup>11)</sup>은 도관 교환이 5년 내에 필요하였던 경우가 23%, 10년 내에는 51%라고 보고하였다. 최근에는 Caldarone 등<sup>12)</sup>과 Tweddell 등<sup>13)</sup>에 의해서 동종이식편의 Z-value의 중요함이 강조되었고, 이것이 2 이하일 경우 도관의 수명에 유의한 영향을 끼친다고 보고하였다. 또한 Winfield 등<sup>14)</sup>은 심장 자체의 형태학적인 특징으로 인해 우심실-폐동맥 도관이 흉골의 바로 밑을 지나야 할 때 너무 큰 도관의 사용은 흉골에 의한 압박을 초래하며, 이는 도관의 뒤틀림, 비정상적인 외류를 형성함으로써 도관의 급속한 퇴화를 초래한다고 보고하였다<sup>10)</sup>. 두 번째 요소는 환자의 진단 및 연령과도 밀접한 관계가 있어, 불가피하게 조기 재수술 혹은 반복적인 중재 시술을 하게 되는 요인이 된다. DeLeon 등은 폐동맥이 적절하게 성장하지 않은 경우, 혹은 폐동맥 저항이 증가되어 있는 경우가 이식 도관의 수명 단축에 의미 있게 관여되어 있음을 보고하였다<sup>15)</sup>. 세번째, 네번째 요소는 주로 공여자의 나이와 조직

적합 항원-항체의 적합성, 이식 편의 채취 및 보관의 방법 등이 관련되어 있는데, 예를 들면, 온(溫)허혈 시간(warm ischemic time), 냉장 보관 시의 항생제 종류 및 용량, 초저온 냉동 보관의 방법 및 기간, 도관 이식시 녹이는 기술 등이 이의 내용이다. 과거에는 모든 과정에서 세포의 생존력(viability)을 극대화시키는 것이 중요하다고 강조되어 왔으나, 최근에는 도관의 퇴화에 면역 반응이 주된 역할을 하고 있음이 밝혀지고 있다. 이들 요소는 같은 조건에서 서로 상반되는 결과를 초래하여, 여러 논의가 많이 되고 있지만 아직은 정형화된 기준은 없다. 이처럼 동종이식편의 퇴화가 다양한 과정에서 기인하지만, 결국은 이식 도관의 판막률 직경의 유의한 감소와 도관내의 압력 차이의 증가가 시간이 흐름에 따른 두드러진 현상으로 보고되고 있으며, 재수술의 중요한 원인으로 보고 있다<sup>10,15)</sup>. 폐동맥 판막의 폐쇄 부전은 재수술의 일차적인 요인이 되기보다는, 협착에 다양한 정도로 동반되어, 역류에 의한 심실의 과부하가 도관의 협착 부분을 전후로 하여 압력 차이를 높이는 것에 중요하게 기여한다고 할 수 있다. 본원에서는 재수술 1예를 경험하였는데, 이 환자의 경우는 말단 폐동맥의 협착으로 발생한 와류(turbulence)가 이식편의 압력을 증가시켜 이식 편의 기능 장애 및 우심실의 기능 감소를 초래하였다고 판단이 된다<sup>15)</sup>. 또한 이식편의 종류의 선택에 있어 우심실 유출로의 재건에는 폐동맥 이식편이 좀 더 나은 판막기능을 유지할 뿐 아니라, 석회화(calcification)로 인한 퇴화(degeneration)의 빈도가 낮은 것으로 알려져 있다<sup>16-22)</sup>. 이에 대한 근거는 석회화는 대부분이 혈관의 탄성 조직(elastic tissue)에서 생기는데 폐동맥에서의 혈관 내측면(medial surface)에서 탄성 조직이 차지하는 비율이 대동맥의 것에 비하여 약 50~60% 밖에는 안 된다는 것이다<sup>23)</sup>. 하지만 영아 특히 신생아에 있어, 폐동맥의 성장에 장애가 있거나 폐동맥의 저항이 높은 복잡 선천성 심장기형의 경우에는 대동맥 이식편이 높은 압력에 잘 견딜 수 있다는 특징으로 인해, 신중하게 선택되어 사용되고 있다. 이러한 사실에 근거할 때 폐동맥 이식편의 선택 또한 이식편의 조기 제거에 기여하였다고 판단이 된다. 앞서 언급한 바와 같이, 영아 및 신생아에 있어 신체의 빠른 성장이 이식편의 수명에 비교적 커다란 영향을 미친다고 알려져 있다<sup>24)</sup>. 저자들은 영아 및 소아의 성장을 고려하여 체표면적을 기준으로 한 정상 동맥판률의 내경보다 평균 7 mm 정도 큰 것(Z-value > 2)을 사용하였는데, 지금 까지는 뚜렷하게 도관의 크기와 관련된 문제는 보이지 않고 있다. 동종 판막도관을 이식하는 기술에서도 중요한

부분이 여러 가지가 있겠지만, 이중 저자들이 중요하게 생각하는 부분은 도관의 기부문함(proximal anastomosis) 시 자가심막 혹은 소심막을 이용하여 hood를 만들어 사용함으로써 우심실 유출로의 혈액의 흐름을 보다 순조롭게 만드는 것이다. 이는 앞서 중요하게 언급한 바와 같이, 와류의 형성을 예방함으로써 동종 이식편의 수명을 연장하는 것에 기여하고 있다고 판단이 된다. 또한 아직 명확히 규명되어 있지는 않지만, 이식편 자체의 수명에 세포의 생존력(viability)의 중요성을 강조하던 과거와는 달리, 최근에는 이와 비례하여 상승된 면역 반응이 이식편의 수명에 역으로 작용한다는 보고가 활발히 되고 있다<sup>25)</sup>. 때문에 세포의 생존력을 적정선에서 유지하며 면역 반응을 최소화할 수 있는 채취, 보관 방법 등에 대한 적절한 원칙을 만드는 것이 앞으로의 중요한 과제라고 생각한다. 또한 동종 판막이식편의 수요는 늘고 공급은 이를 따라가지 못하고 있는 시점에서 우심실 유출로에 사용할 수 있는 새로운 대치물에 대한 개발 및 연구도 조속히 해결해야 할 문제라고 생각한다.

## 결 론

본 병원의 경험이 동종 이식편의 사용에 따른 판막의 기능장애 혹은 석회화 및 퇴화의 현상이 비교적 적어 지금까지 적극적으로 사용하여 좋은 결과를 보이고 있다. 뿐만 아니라 영아 및 신생아에 있어서 적절한 크기의 도관이 없는 경우는 이엽화(bicupitalization)하여 사용함으로써 동종 이식편의 사용의 한계를 확대하고 있다. 하지만, 추적 관찰 기간이 짧고 결과물이 부족하여 이식편 자체의 변성과 관련된 구체적인 연구를 시행하지 못하였는데, 앞으로 꾸준한 관찰을 통하여 이에 대한 객관적인 검증이 필요할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. Ross DN, Sormerville J. Correction of pulmonary atresia with an allograft aortic valve. Lancet 1966;2:1446-7.
2. Kay PH, Ross DN. Fifteen years' experience with the aortic homograft: the conduit of choice for right ventricular outflow tract reconstruction. Ann Thorac Surg 1985;40:360-4.
3. Sano S, Karl TR, Mee RBB. Extracardiac valved conduits in the pulmonary circuit. Ann Thorac Surg 1991;52:285-90.
4. Hawkins JA, Bailey WW, Dillon T, et al. Midterm results with cryopreserved allograft valved conduits from the right ventricle to the pulmonary arteries. J Thorac Surg 1998;104:910-6.

5. LeBlanc JC, Russell JL, Set SS, et al. *Intermediate follow-up of right ventricular outflow tract reconstruction with allograft conduits*. Ann Thorac Surg 1998;66:S174-8.
6. Bull C, Macartney FJ, Horvath P, et al. *Evaluation of long-term results of homograft and heterograft valves in extracardiac conduit*. J Thorac Cardiovasc Surg 1987;94:12-9.
7. Albeit JD, Bishop DA, Fullerton DA, et al. *Conduit reconstruction of the right ventricular outflow tract*. J Thorac Cardiovasc Surg 1993;106:228-35.
8. Reddy MV, Rajasinghe HA, McElhinney DB, Hanley FL. *Performance of right ventricle to pulmonary artery conduits after repair of truncus arteriosus; a comparison of Dacron-housed porcine valves and cryopreserved allograft*. Semin Thorac Cardiovasc Surg 1995;7:133-8.
9. Albert JD, Bishop DA, Fullerton DA, Campbell DN, Clarke DR. *Conduit reconstruction of the right ventricular outflow tract. Lessons learned in a twelve-year experience*. J Thorac Cardiovasc Surg 1993;106:228-36.
10. Wells WJ, Jr HA, Bremmer RM, Wood J, Starnes VA. *Homograft conduit failure in infants is not due to somatic outgrowth*. J Thorac Cardiovasc Surg 2002;124:88-96.
11. Homann M, Haehnel JC, Mendl N, et al. *Reconstruction of the RVOT with valved biologic conduits: 25 years experience with allograft and xenografts*. Eur J Cardiothorac Surg 2000;17:624-30.
12. Caklarone CA, McCrindle BW, Van Arsdell GS, et al. *Independent factors associated with longevity of prosthetic pulmonary valves and valved conduits*. J Thorac Cardiovasc Surg 2000;120:1022-31.
13. Tweddell JS, Pelech AN, Frommelt PC, et al. *Factors affecting longevity of homograft valves used in right ventricular outflow tract reconstruction for congenital heart disease*. Circulation 2000;102(suppl.III):130-5.
14. Wells WJ, Aroyo Jr. H, Bremner RM, Wood J, Starnes VA. *Homograft conduit failure in infants is not due to somatic outgrowth*. J Thorac Cardiovasc Surg 2002;124:88-96.
15. DeLeon SY, Tuchek JM, Bell TJ, et al. *Early pulmonary homograft failure from dilatation due to distal pulmonary artery stenosis*. Ann Thorac Surg 1996;61:234-7.
16. Bando K, Danielson GK, Schaff HV, Mair DD, Julsrud PR, Puga FJ. *Outcome of pulmonary and aortic homograft for right ventricular outflow tract reconstruction*. J Thorac Cardiovasc Surg 1995;109:509-18.
17. Niwaya K, Knott-Craig CJ, Lann MM, et al. *Cryopreserved homograft valves in the pulmonary position: risk analysis for intermediate-term failure*. J Thorac Cardiovasc Surg 1999;117:141-6.
18. Daenen W, Narine K, Goffin Y, et al. *Right ventricular outflow reconstruction with homografts*. Eur J Cardiothorac Surg 1995;9:448-51.
19. Heinemann MK, Hanley FL, Fenton KN, Jonas RA, Mayer JE, Castaneda AR. *Fate of small homograft conduits after early repair of truncus arteriosus*. Ann Thorac Surg 1993;55:1409-11.
20. Clarke DR, Campbell DN, Hayward AR, Bishop DA. *Degeneration of aortic valve allografts in young recipients*. J Thorac Cardiovasc Surg 1993;105:934-41.
21. Clarke DR, Bishop DA. *Allograft degeneration in infant pulmonary valve recipients*. Eur J Cardiovasc Surg 1993;7:365-70.
22. Schorn K, Yankah AC, Alexi-Meskishvili VA, Weng Y, Lange PE, Hetzer R. *Risk factors for early degeneration of allografts in the pulmonary circulation*. Eur J Cardiothorac Surg 1997;11:62-9.
23. Livi U, Abdulla AK, Parker R, Oslen EJ, Ross DN. *Viability and morphology of aortic and pulmonic homograft, a comparative study*. J Thorac Cardiovasc Surg 1987;93:755-60.
24. Perron J, Moran AM, Gauvreau K, et al. *Valved homograft conduit repair of the right heart in early infancy*. Ann Thorac Surg 1999;68:542-8.
25. Shaddy RZ, Hawkins JA. *Immunity and failure of valved allografts in children*. Ann Thorac Surg 2002;74:1271-5.

=국문 초록=

**배경:** 1966년 Ross와 Sommerville에 의해서 폐동맥 판 폐쇄 환자의 우심실 유출로 재건에 동종 대동맥 판막 도관이 처음으로 이식되어 보고된 이후 최근까지 다양한 복잡 선천성 심장기형의 완전 교정술에 꾸준히 사용되어 오고 있다. 이렇게 축적된 경험에 힘입어, 국내에서도 여러 병원에서 적극적으로 사용하고 있지만 아직 임상 경험 및 결과에 대한 국내의 보고가 드물어 본원의 경험을 공유하고자 한다.

**대상 및 방법:** 1996년 1월부터 2001년 12월까지 우심실 유출로에 심장 외 판막 도관(extra-valved conduit)으로 동종이식편을 사용한 예가 27예 있었는데, 이들 중 1년 이상 추적 관찰이 가능한 22명의 환자들을 대상으로 하였다. 환자의 연령의 중앙값은 16개월(9일~18세)이었다. 수술 시 진단은 심실 중격 결손에 폐동맥 판막 폐쇄가 동반된 환자가 13예로 가장 많았고, 그밖에 총 동맥간 3예, 대 혈관 전위증 혹은 수정 대 혈관 전위증에 우심실 유출로의 폐쇄가 동반된 예가 각각 3예씩 있었다. 이식 편의 크기는 15~26 mm로 다양하였으며, 평균  $18 \pm 3.82$  mm였다. 추적 관찰 기간의 중앙값은 48개월(기간 12~80.4개월)이었다.

**결과:** 이식 편 자체의 변성으로 인한 재수술은 없었으나, 말단 폐동맥의 협착으로 인한 이식 도관의 비정상적 확장 및 폐동맥 판막의 역류, 우심실의 기능부전으로 이식 도관의 교체가 필요했던 환자가 1명 있었다. 추적 관찰 시 시행한 심초음파상, 유의한 폐동맥 판막의 협착을 보인 환자가 1명 있었고 폐동맥 판막의 역류가 관찰된 환자가 3명 있었는데, 각각 3~6개월, 1년, 2년에 중등도 이상으로 진행하였다. 그리고, 2명의 환자에서 문합 부분의 경미한 석회화가 관찰되었는데, 모두 대동맥 판막 도관을 이식 받은 환자였다.

**결론:** 성인과 달리, 소아에서의 우심실 유출로의 재건에 있어서는 아직은 이상적인 대치물이 없다. 본원에서는 초저온 냉동 보관한 동종 판막 도관을 적극적으로 사용하여, 중, 단기 추적 관찰상 비교적 좋은 결과를 보이고 있다. 하지만 향후 동종이식편의 수명에 관련되는 요인들에 대한 면밀한 연구를 통하여, 동종이식편의 채취 및 보관, 사용 등에 대한 기준을 재정립하는 것이 중요할 것이다.

- 중심 단어 : 1. 초저온 냉동 보관  
2. 동종 판막 도관  
3. 우심실 유출로