

# 우심실-폐동맥 간 도관 이식술의 21년간의 경험

곽재건\* · 유재석\*\* · 김용진\*\* · 김응한\*\* · 이정렬\*\*

## Twenty-one Year Experience with Right Ventricle to Pulmonary Artery Conduit Interposition

Jae Gun Kwak, M.D.\*, Jae-Suk Yoo, M.D.\*\*, Yong-Jin Kim, M.D.\*\*,  
Woong-Han Kim, M.D.\*\*, Jeong-Ryul Lee, M.D.\*\*

**Background:** The aim of this study is to evaluate the long term results of creating various right ventricle to pulmonary artery conduits for treating complex congenital heart disease. **Material and Method:** Between June 1986 and July 2006, we retrospectively reviewed 245 patients who underwent reconstruction of the right ventricular outflow tract with various kinds of conduits. 410 operations were done in 245 patients, the mean age at operation was 3.2±4.9 years (range: 7 days~45 years) and the mean body weight was 12.5±8.7 kg (range: 2.4~76.3 kg). **Result:** We used the following conduits: Polystan conduit, Shelhigh conduit, Carpenter-Edward conduit, Dacron graft with an artificial valve, valveless Gore Tex vascular graft, homograft and hand-made bovine or autologous pericardial conduit. The mean follow up duration was 6.3±5.2 years. Redo operation for RV-PA conduit dysfunction was performed in 131 patients, a second redo was done in 31 and a third redo was done in 3. The reoperation free rates were 67.3%, 48.5% and 39.4% for 5 years, 10 years and 15 years, respectively. The homograft showed the best durability, followed by the Dacron graft with artificial valve and the Carpentier-Edward conduit. The larger sized conduit showed better durability. **Conclusion:** The homograft showed lowest reoperation rate and a smaller size of conduit showed the highest reoperation rate. The reoperation rate for the RV-PA conduit was about 35% at 5 years, so it is mandatory to develop the more durable conduit for RV outflow.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2008;41:417-422)

- Key words:** 1. Conduits  
2. Rastelli operation  
3. Pulmonary atresia  
4. Tetralogy of Fallot

### 서 론

폐동맥 판막 협착 혹은 형성 부전을 동반한 여러 선천성 심기형의 수술적 치료를 위하여, 다양한 종류의 우심

실-폐동맥간 도관이 사용되었다. 가장 이상적으로 여겨지는 동종 이식편은 공급이 제한되어 있어, 이를 대신하기 위하여 이종 판막이나 심낭 조직을 가공한 인공 도관이 다양하게 개발되어 쓰여왔다. 그러나 소아, 청소년 환자들

\*세종병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Sejong General Hospital

\*\*서울대학교 의과대학 서울대학교병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine

†이 연구는 바이오이종장기개발사업단과 보건복지부 의료기술진흥사업의 지원에 이루어진 것임(과제고유번호: A040004).

‡이 논문은 "The 15<sup>th</sup> Annual Meetings of Asian Society for Cardio-Vascular Surgery. Beijing, China, 2007"에서 구연 발표되었던 논문임.

논문접수일 : 2008년 3월 17일, 심사통과일 : 2008년 5월 27일

책임저자 : 김용진 (110-744) 서울시 종로구 연건동 28, 서울대학교병원 흉부외과

(Tel) 02-2072-3638, (Fax) 02-745-5209, E-mail: kyj@plaza.snu.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

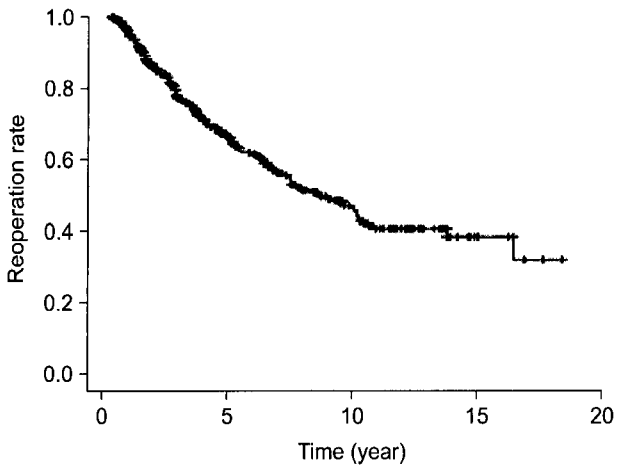


Fig. 1. Reoperation freedom rate.

의 성장에 따른 상대적인 협착이나, 도관 자체의 변성, 어린 환자에 비하여 빠르게 진행되는 석회화로 인한 퇴행성 변화, 도관 내부의 껍질 형성(intimal peel formation) 등으로 인한 도관 교체를 위한 잦은 재수술이 이들 환자군에서 중요한 문제로 여겨지고 있다[1-3]. 이러한 도관 관련 문제들은, 도관의 종류와 사용된 판막의 종류, 가공 방법에 따라 서로 다른 성적을 보이고 있는 것으로 생각된다[4]. 이 논문에서는 21년간 한 센터에서 사용되어 왔던 우심실-폐동맥간 도관 이식술에 사용되었던 각종 도관들의 수술 성적들을 알아보려고 하였다

**대상 및 방법**

1986년 6월부터 2006년 7월까지 245명의 환자(남 : 여= 135 : 110)에게 시행된 410건의 우심실-폐동맥간 도관 이식술의 수술 결과를 후향적인 방법으로 분석하였다. 환자의 수술 당시의 나이는 재수술 및 그 이후의 수술을 모두 포함하여 3.2±4.9세(7일~45세)였으며, 수술 당시의 체중은 12.5±8.7 kg (2.4~76.3 kg) 이었다. 환자의 진단은 폐동맥 판막 형성 부전 혹은 폐동맥 판막 협착(157), 완전 대혈관 전위(27), 양대혈관 우심실 기시증(20), 수정형 대혈관 전위(17), 총동맥간증(22), 폐동맥 판막 형성부전 증후군(1), 좌심실 유출로 협착을 동반한 대동맥궁 단절증(1) 등이었다. 총동맥간 환자 중 3명은 대동맥궁 단절증을 동반하고 있었으며, 폐동맥 판막 형성 부전 환자 중 1명은 완전 방실 중격 결손을 동반하고 있었다. 환자들에 대한 평균 추적 관찰 기간은 6.3±5.2년이었다.

Table 1. Reoperation freedom rate based on conduit type (p-value=0.031)

Type	2 yrs	5 yrs	10 yrs	15 yrs
Autopericardial roll	85.7%	38.1%		
Bovine pericardial roll	100.0%	62.5%	12.5%	0.0%
Dacron+valve	87.2%	69.2%	53.3%	45.0%
Gore Tex vascular graft	54.2%	42.6%	36.1%	32.8%
Homograft	85.7%	75.0%	52.2%	45.7%
Polystan	83.4%	61.3%	49.1%	
Shelhigh	91.4%	75.1%		
Carpentier Edward	97.1%	86.5%	60.1%	41.8%

Table 2. Reoperation freedom rate based on conduit size (p-value<0.001)

Size (mm)	2 yrs	5 yrs	10 yrs	15 yrs
6	33.3%	16.7%		
8	33.3%	16.7%		
10	100.0%	100.0%	80.0%	
12	58.6%	52.1%		
14	69.2%	44.4%		
15	100.0%	0.0%		
16	86.4%	55.3%	33.8%	
18	88.8%	61.7%	24.9%	
20	92.5%	65.0%	51.6%	45.9%
22	86.0%	72.1%	64.9%	54.1%
23	100.0%	100.0%	0.0%	
24	100.0%	90.6%	84.1%	

**결 과**

수술 시 사용된 도관은 Polystan valved conduit (112), Shelhigh porcine pulmonic valved conduit (84), Carpentier Edward valved conduit (64), Dacron 도관에 인공 판막을 넣어 만든 도관(57), 판막을 포함하지 않은 Gore Tex vascular graft (49), 동종 이식편(29), 다양한 종류의 hand made conduit (15) 등이었다. 수술 사망률은 환자들에게 행해진 모든 시술을 통틀어 3.2% (13건)이었으며, 원인은 인공심폐기 이탈 실패, 저심박출증, 패혈증, 급성 폐동맥성 고혈압, 수술 후 발생한 심실성 부정맥 등이었다. 만기 사망은 2.2% (9건)로, 우심 기능 부전, 흡인성 폐렴으로 인한 호흡기계 문제 등이 그 원인이었다. 환자들 중 131명에게서 우심실-폐동맥간 도관의 기능 부전에 의한 폐동맥 판막 역류 혹은 판막이나 도관 자체의 협착 혹은 문합

**Table 3.** Reoperation freedom rate based on individual conduit and size

Type	Size (mm)	2 yrs (%)	5 yrs (%)	10 yrs (%)	15 yrs (%)	p-value
Auto-pericardial roll	12	0				0.3679
	14	100.0	0			
Bovine pericardial roll	8	100.0	0			0.1260
	16	100.0	100.0			
	20	100.0	0			
Dacron graft+valve (homemade)	15	100.0	0			0.4311
	18	100.0	66.7	33.3		
	20	77.8	55.6	33.3		
	22	83.3	66.7	66.7	50.0	
Gore Tex vascular graft	6	20.0	0			0.0385
	8	29.4	17.7			
	10	100.0	100.0	66.7		
	20	50.0				
Homograft	12	0				0.0024
	16	80.0	60.0			
	18	100.0	100.0	40.0		
	20	100.0	83.3	66.7	44.4	
Polystan	12	64.2	55.0			0.0006
	14	44.4	33.3			
	16	88.9	44.4	22.9		
	18	77.8	41.9	27.9		
	20	100.0	55.0	36.7	36.7	
	22	62.5	62.5	62.5	62.5	
	24	100.0	93.1	84.6	84.6	
Shelhigh	12	100.0	66.7			0.1240
	14	87.4	74.9			
	16	73.4	44.1			
	18	100.0	66.7			
	22	100.0	66.7			
Carpentier Edward	16	100.0	80.0	53.3		0.1769
	18	100.0	100.0	0		
	20	100.0	100.0	100.0	100.0	
	22	100.0	83.3	62.5		
	23	100.0	100.0	0		
	24	100.0	0			

부위의 협착으로 인한 우심실압력 증가 등이 발생하여 도관 교체를 위한 재수술이 이루어졌으며, 같은 이유로 31명에서 3번의 수술, 3명에서 4번의 수술이 행해졌다. 재수술로부터의 자유도는 5년, 10년, 15년에 각각 67.3%, 48.5%, 38.4%였다(Fig. 1). 수술 시 사용된 도관의 종류별로 재수술 발생율을 15년까지 비교하였을 때 동종 이식편의 성적이 가장 좋았으며, 다음으로 Dacron 도관에 인공판막을 넣어 제작한 도관, Carpentier Edward valved con-

duit이 각각 좋은 성적을 보였다(p-value=0.031, Table 1). 도관의 크기별 재수술 발생율을 비교하였을 때 크기가 큰 도관일수록 재수술율이 낮음을 보였다(p-value<0.001, Table 2). 도관의 종류와 상관없이 전체적인 도관의 크기와 재수술율만의 관계를 볼 경우, 각 도관의 특징이 간과될 가능성이 있다고 판단, 각 도관의 종류에 따른 동일 도관 내 크기별 재수술률도 같이 확인하여 보았다(Table 3). 대체적으로 도관의 크기가 커짐에 따라서 재수술율이 줄

어드는 경향을 보이기는 하였으나, 크기가 작음에도 불구하고 큰 크기의 도관보다 낮은 재수술율을 보이는 종류의 도관도 있는 등, 일관된 모습을 보이지는 않았다.

재수술시 관찰한 결과, Shelhigh 도관의 경우 잘 알려진 대로, 원위부와 폐동맥간의 문합 부위에 발생한 내막증식으로 인한 협착 소견이 주소견이었으며 비교적 판막 자체는 양호한 상태를 보이는 경우가 많았다. Polystan 도관은 전체적인 도관 내의 내막 증식 및 판막 부위의 석회화 소견이 심한 경우가 대부분이었다. 동종 이식 도관은 도관 및 판막 모두에 발생한 심한 석회화 소견이 협착의 원인으로 가장 많이 관찰되었다. 재수술에 관한 성적은 사용한 도관 가운데 가장 양호한 편이었으나, 재수술에 이르렀을 때의 도관 및 내부의 판막의 변형 정도는 가장 심해 보였다. Dacron 도관에 인공판막을 이식하여 만든 도관의 수명은 인공판막의 수명에 따랐던 것으로 생각되는데, 도관 안에 삽입한 판막의 석회화로 인한 협착이 가장 많았으며, 비교적 도관 자체에는 도관의 원위부와 폐동맥간의 문합 사이에 발생한 내막 증식 및 도관과 양측 폐동맥간의 혈류 주행 각도 문제로 인한 심한 꺾임으로 인한 협착 소견이 많았다. Gore Tex vascular 도관과 자가, 혹은 우심낭을 말아서 만든 도관의 경우, 도관의 수명에 의한 재수술이라기 보다는 주로 다음 단계의 완전 교정술, 혹은 다음 단계의 고식적 수술을 위한 재수술이었기 때문에 도관의 추적관찰 기간도 짧았으며, 도관 자체에 큰 문제가 있다고 보기는 어려운 수술 소견이었다.

## 고 찰

폐동맥 판막 협착 혹은 폐동맥 판막 형성 부전을 동반한 선천성 심기형 질환에서 우심실-폐동맥간 연결을 위한 도관의 사용은 1964년 Kirklin 등에 의하여 처음 시도되었으며, 이후 Ross 등은 1966년 동종 대동맥 이식편을 이용하여 대동맥 및 폐동맥 판막을 치환하는 수술을 시작한 바 있다[5,6]. 동종 이식편의 공급의 제한으로 여러 저자들은 다양한 종류의 이종 판막, 심낭을 이용하여 만들어진 도관을 개발, 사용해왔다[7-10]. 동종 이식편을 비롯하여 인공적으로 개발된 이러한 도관을 소아에게 적용할 때에는 몇 가지 고려해야 할 점들이 있다. 먼저, 이러한 도관들은 주로 소아 환자에게 사용되므로 환자의 성장에 따른 상대적인 협착이 발생할 수 있어, 이로 인해 추가적으로 발생하는 재수술을 피하기 힘들다. 또, 새로 삽입한 도관에 자연적으로 생기게 되는 석회화 등의 퇴행성 변화

는, 어른에 비하여 대사가 더 활발한 성장기의 소아 환자들에게 있어서 더욱 그 진행 속도가 빠르다고 할 수 있다. 이와 관련하여, 인공적으로 개발된 여러 판막을 포함한 도관들을 사람에게 적용하기 위하여 다양한 종류의 화학적, 면역학적인 과정을 거치게 되는데, 이러한 과정에서 처리했던 여러 가지 물질들이 시간이 흐름에 따라 도관의 퇴행성 변화를 더 조장할 수 있음이 밝혀지고 있다[4]. 이러한 점들은 지금까지 개발된 다양한 종류의 도관 다양한 수술 성적을 설명할 수 있는 요인들이라고 할 수도 있다.

본원에서도 지난 86년이래 다양한 종류의 도관들을 사용하여 왔다. 각각의 도관은 개발된 시점이나 도관 자체의 장단점의 발견 여부에 따라 사용된 시기가 달랐다. 동종 이식편 도관과 Polystan valved conduit은 주로 연구 초기에 사용되었었고, Shelhigh conduit은 연구 후반기인 2002년부터 주로 사용하였다. 동종 이식편의 장기 재수술율의 성적이 좋다는 결과는 국내에서도 발표된 바가 있는데[11] 공급의 문제에서 자유로울 수 없다는 점에서 초기에는 많이 쓰이다가 현재는 많이 쓰고 있지 못한 상황이다. 이 연구에서 보여지고 있는 Shelhigh 도관의 성적은 재수술로부터의 자유도가 2년째 91.4%, 5년째 75.1%로 수치상으로는 그다지 나빠 보이지는 않으나, 2년째에서 5년째로 넘어가는 사이에 재수술율이 급격히 증가하고, 2년 내 도관 안의 내막 껍질 형성(intimal peel formation)등으로 인한 도관 근위부 및 원위부 협착 소견 등을 이유로 재수술을 2~3차례 받는 환자들이 급증하고 있는 추세로, 본원에서는 이에 관련한 보고를 한 바 있다[12]. 이를 이유로 2005년부터는 Shelhigh 도관은 사용하지 않고 있으며, 연구 초창기에 사용하였고, 현재도 생산되고 있는 Carpentier Edward valved conduit을 2005년경부터 다시 사용하기 시작하였다. 수술 진행하면서 Dacron 도관에 기존에 상품화되어 판매하던 인공 판막을 꿰매 넣어 만든 도관은 연구 초창기에 많이 사용하다가 Polystan valved conduit 혹은 Shelhigh conduit, Carpentier Edward valved conduit 등의 상품화된 도관이 나오면서 사용이 줄어들었으나, Polystan valved conduit, Shelhigh conduit 등이 생산되지 않거나, 조기 기능 부전등으로 사용이 제한되면서, 2005년부터는 다시 Carpentier Edward valved conduit과 병용하여 쓰기 시작하였다. 이 시기에 사용한 Dacron conduit에 인공 판막을 꿰매 넣어 만든 도관은 주로 25 mm 이상의 valve를 사용할 수 있을 정도가 되는 성인 체격에 도달한 환자들을 주로 대상으로 하여 사용하였다. 그 이하의 크기를 넣을 수 밖에 없는 도관을 사용해야 할

경우에는 주로 Carpentier Edward valved conduit을 사용하였다. 그러나 Dacron 도관에 상품화된 판막을 삽입한 도관 역시 10년째의 재수술로부터의 자유도가 53.3%, Carpentier Edward 도관이 60.1%를 보이고 있어(Table 1), 이들의 장기 성적 역시 만족할만하다고 하기는 어렵다. 특히 이미 성인의 체격에 도달한 청소년에게는 남은 평생을 쓸 수 있는 반영구적인 도관의 개발이 절실하다고 할 수 있겠다.

도관의 크기를 고려해볼 때, 24 mm의 도관의 10년째 재수술로부터의 자유도가 84.1%, 22 mm가 64.9%, 20 mm가 51.6%를 보이고 있다(Table 2). 도관의 크기가 클수록 재수술율이 낮아진다는 결과는, 환자의 성장에 따른 상대적인 변화 및 혈액학적인 측면을 도관의 크기가 적은 경우에 비하여 고려해볼 때 충분히 예상할 수 있는 일이지만, 다른 측면으로 생각해볼 때, 이러한 결과는 이미 성인의 체격에 도달하여 어느 정도 큰 크기의 도관을 삽입할 수 있는 청소년에게는 도관의 재질이나 도관의 퇴행성 변화를 야기하는 여러 가지 처리 과정에서의 개선을 통해 더욱 좋은 성적을 보일 수 있는 가능성이 있음을 시사하는 것이다.

각각의 도관의 종류별로 각 도관에서의 크기별 재수술율을 분석하였을 때, 대체적으로 크기가 큰 도관일수록 재수술율이 감소하는 경향을 보이기는 하였으나, 모든 도관에서 그러한 경향이 일관되게 나타나지는 않았다(Table 3). 자가심낭 혹은 우심낭 조직을 말아서 만든 도관의 경우 각각의 사용 건수가 5건, 7건으로 그 수가 적어 통계적인 의미를 언급하기 어렵다고 생각된다. 판막을 넣지 않은 Gore Tex vascular graft의 경우에는 6, 8, 10, 20 mm의 크기가 사용되었으며, 이 중에서 특히 6, 8, 10 mm 크기의 도관의 경우 비교적 짧은 추적관찰 기간 내에 완전 교정술이 이루어져야 하는 전 단계로서의 고식적인 수술의 과정으로 사용되었으며, 이로 인하여 도관의 성적에 대한 추적관찰 기간이 2년 이상이 되기 힘든 경우였기 때문에 2년 이상의 추적관찰 기간의 결과에 통계적인 의미를 부과할 수는 없을 것이다. 한편, 동종 이식편과 Polystan 도관의 경우 크기에 따른 재수술율의 차이가 통계적으로 의미 있게 나타났다. 이들은 사용된 도관의 수도 비교적 많았으며, 추적관찰 기간도 10년 이상 되는 증례가 많아, 이들에 대한 통계학적인 결과는 의미를 부여할 수 있을 것이다. Carpentier Edward 도관의 경우, 크기에 따른 재수술율의 차이가 의미 있게 나타나지 않았지만, 5년 이상의 추적관찰 결과 24 mm 도관을 제외하고 모두 17% 이하의

재수술율을 보이고 있어 크기에 상관없이 비교적 일관된 중장기적 도관 기능을 보인다고 볼 수 있다. 또한 이 도관의 경우 과거에 사용을 중지하였다가 최근에 다시 사용하기 시작하여, 추적관찰 기간에 연속성이 없다는 점을 고려하여 결과를 해석하여야 할 것으로 생각된다. 즉, 과거에 사용하였던 같은 크기의 도관의 장기 성적, 최근에 사용된 같은 크기의 도관의 장기 성적을 그대로 반영한다고 보기에는 무리가 있는 것이다. 한편 Shelhigh 도관의 경우에도 크기에 따른 재수술율의 차이가 통계학적으로 의미있게 나타나지 않았는데, 이 경우는 Carpentier Edward 도관의 경우와는 다르게 해석하여야 할 것이다. Shelhigh 도관의 경우에는 5년 이상의 추적관찰 결과는 얻을 수 없었는데, 모든 크기의 도관에서 5년 동안의 추적관찰 결과 최소 25% 이상의 재수술율을 보이고 있다. 특히 16 mm 크기의 경우 5년째의 재수술율이 55%에 달하는 좋지 않은 성적을 보이고 있어, Carpentier Edward 도관에서 관찰되었던 통계학적인 의미의 경우와는 다른 식의 결과에 대한 해석을 해야 할 것이다.

## 결 론

다양한 종류의 도관들이 개발, 사용되어 왔지만, 이 논문에서는 동종 이식편이 가장 좋은 내구성을 보였으며, 크기가 큰 도관일수록 오래 사용할 수 있음을 다시 확인하였다. 우심실-폐동맥간 도관의 기능 부전으로 인한 재수술율은 5년간 35%에 육박하여 이러한 질환군의 환자들 내구성을 가진 우심실-폐동맥간 도관의 개발은 필수적이라고 할 수 있겠다.

## 참 고 문 헌

1. Jamieson WRE, Rosado LJ, Munro AI, et al. Carpentier Edwards standard porcine bioprosthesis: primary tissue failure (structural valve deterioration) by age groups. *Ann Thorac Surg* 1988;46:155-62.
2. David TE, Ivanov J. Is degenerative calcification of the native aortic valve similar to calcification of bioprosthetic heart valves? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126:939-41.
3. Human P, Zilla P. Characterization of the immune response to valve bioprostheses and its role in primary tissue failure. *Ann Thorac Surg* 2001;71(Suppl):S385-8.
4. Park SS, Kim WH, Kim KH, et al. Removal of  $\alpha$ -Gal epitopes in aortic valve and pericardium of pig using green coffee bean  $\alpha$ -Galactosidase. *Korean J Thorac Cardiovasc*

- Surg 2008;41:12-24.
5. Ross DN, Somerville J. *Correction of pulmonary atresia with a homograft aortic valve.* Lancet 1966;288:1446-7.
  6. Ross DN. *Replacement of the aortic and mitral valves with a pulmonary autograft.* Lancet 1967;290:956-8.
  7. Merin G, McGoon DC. *Reoperation after insertion of aortic homograft as a right ventricular outflow tract.* Ann Thorac Surg 1973;16:122-6.
  8. Bowman FO Jr, Hancock WD, Malm JR. *A valve-containing Dacron prosthesis: its use in restoring pulmonary artery-right ventricular continuity.* Arch Surg 1973;107:724-8.
  9. Agarwal KC, Edwards WD, Feldt RH, et al. *Clinicopatho-logical correlates of obstructed right-sided porcine-valved extracardiac conduits.* J Thorac Cardiovasc Surg 1981;81:591-601.
  10. Jonas RA, Freed MD, Mayer JE Jr, et al. *Long term follow-up of patients with synthetic right heart conduits.* Circulation 1985;72(Suppl 2):77-83.
  11. Chang YH, Park PW, Jun TG, et al. *Mid-term follow-up results of cryopreserved valved conduit in RVOT reconstruction.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2003;36:384-90.
  12. Kim WH, Min SK, Choi CH, et al. *Follow-up of Shelhigh porcine pulmonic valve conduits.* Ann Thorac Surg 2007;84:2047-51.

=국문 초록=

배경: 폐동맥 판막 협착 혹은 형성 부전에 대한 수술적 치료로서 다양한 종류의 우심실-폐동맥간 도관들이 사용되었다. 이 논문에서는 한 센터에서 시행되어 왔던 우심실-폐동맥간 도관 이식술에 사용된 각종 도관들의 수술 성적을 비교 분석하였다. 대상 및 방법: 1986년 6월부터 2006년 7월까지 245명의 환자(남 : 여=135 : 110)에게 시행된 410건의 우심실-폐동맥간 도관 이식술의 수술 결과를 후향적인 방법으로 분석하였다. 환자의 수술 당시의 나이는 재수술 및 그 이후의 수술을 모두 포함하여 3.2±4.9세(7일~45세)였으며, 수술 당시의 체중은 12.5±8.7 kg (2.4~76.3 kg)이었다. 환자의 진단은 폐동맥 판막 형성 부전 혹은 협착, 완전 대혈관 전위, 양대혈관 우심실 기시증, 수정형 대혈관 전위, 총동맥간증, 폐동맥 판막 형성부전 증후군, 좌심실 유출로 협착을 동반한 대동맥궁 단절증 등이었다. 결과: 수술 시 사용된 도관은 Polystan valved conduit, Shelhigh, Carpentier Edward valved conduit, Dacron 도관에 인공 판막을 넣어 제작한 도관, 판막을 포함하지 않은 Gore Tex vascular graft, 동종 이식편, hand made conduit 등이었다. 환자들의 평균 추적 관찰 기간은 6.3±5.2년이었다. 수술 사망은 5.3% (13명)였으며, 만기 사망은 3.6% (9명)이었다. 환자들 중 131명에게서 재수술이 이루어졌으며, 31명에서 세 차례, 3명에서 네 차례의 수술이 행해졌다. 재수술로부터의 자유도는 5년, 10년, 15년에 각각 67.3%, 48.5%, 38.4%였다. 수술 시 사용된 도관의 종류별 성적을 비교하였을 때 동종 이식편의 성적이 가장 좋았으며, 그 다음으로 Dacron 도관에 인공 판막을 넣어 제작한 도관, Carpentier Edward valved conduit이 각각 좋은 성적을 보였다(p-value=0.031). 도관의 크기별 성적을 비교하였을 때 크기가 클수록 재수술율이 낮음을 보였다(p-value<0.001). 결론: 다양한 종류의 도관들이 개발, 사용되어 왔지만, 동종 이식편이 가장 좋은 내구성을 보였으며, 크기가 큰 도관일수록 오래 사용할 수 있음을 확인하였다. 우심실 폐동맥간 도관의 5년 재수술율은 35%에 달하여, 내구성이 뛰어난 새로운 도관의 개발이 절실하다고 할 수 있다.

- 중심 단어 : 1. 도관  
2. 라스텔리술식  
3. 폐동맥판막형성부전  
4. 활로씨사징증