

## 동맥전환술 후의 신생대동맥근부 확장과 대동맥판막폐쇄부전의 관계

박한기\* · 박영환\* · 김도균\* · 홍유선\* · 이종균\*\* · 최재영\*\* · 조범구\*

### Relation of Neoaortic Root Dilation and Aortic Insufficiency after Arterial Switch Operation

Han Ki Park, M.D.\*, Young Hwan Park, M.D.\*, Do Kyun Kim, M.D.\*, Yoo Sun Hong, M.D.\*  
Jong Kyun Lee, M.D.\*\*, Jae Young Choi, M.D.\*\*, Bum Koo Cho, M.D.\*

**Background:** Arterial switch operation (ASO) has been the most effective surgical option for transposition of the great arteries. But, the inappropriate dilation of the neo-aortic root has been reported and its effect on neo-aortic valve function and growth of aorta has not been well documented. **Material and Method:** Forty-eight patients who underwent cardiac catheterization during follow up after arterial switch operation were included in this study. Arterial switch operation was performed at a median age of 18 days (range 1~211 days). Preoperative cardiac catheterization was performed in 26 patients and postoperative catheterization was performed in all patients at  $15.8 \pm 9.6$  months after ASO. Postoperative ratios of the diameters of neo-aortic annulus, root and aortic anastomosis against the descending aorta were compared to the size of preoperative pulmonary annular, root and sinotubular junction. Preoperative and operative parameters were analyzed for the risk factors of neo-aortic insufficiency. **Result:** There were two clinically significant neo-aortic insufficiencies (grade  $\geq$  II/IV) during follow up, one of which required aortic valve replacement. Another patient required reoperation due to aortic stenosis on the anastomosis site. Post-operatively, neo-aortic annulus/DA ratio increased from  $1.33 \pm 0.28$  to  $1.52 \pm 0.033$  ( $p=0.01$ ) and neo-aortic root/DA ratio increased from  $2.02 \pm 0.40$  to  $2.56 \pm 0.38$  ( $p < 0.0001$ ). However, the aortic anastomosis/DA ratio showed no statistically significant difference ( $p=0.06$ ). There was no statistically significant correlation between the occurrence of neo-aortic insufficiency and neo-aortic annulus/DA ratio and neo-aortic root/DA ratio. Non-neonatal repair (age  $> 30$  days) ( $p=0.02$ ), preoperative native pulmonary valve stenosis ( $p=0.01$ ), and bicuspid pulmonary valve ( $p=0.03$ ) were the risk factors for neo-aortic insufficiency in univariate risk factor analysis. **Conclusion:** After ASO, aortic anastomosis site showed normal growth pattern proportional to the descending aorta, but neo-aortic valve annulus and root were disproportionately dilated. Significant neo-aortic valve insufficiency rarely developed after ASO and neo-aortic annulus and root size do not correlate with the presence of postoperative neo-aortic insufficiency. ASO after neonatal period, preoperative native pulmonary valve stenosis, and bicuspid native pulmonary valve are risk factors for the development of neo-aortic insufficiency.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2003;36:921-927)

\*연세대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Yonsei Cardiovascular Center, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

\*\*연세대학교 의과대학 소아과학교실

Department of Pediatrics, Yonsei Cardiovascular Center, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

† 본 논문은 2001년 연세대학교 강사연구비 지원으로 시행되었음.

논문접수일 : 2003년 7월 31일, 심사통과일 : 2003년 10월 1일

책임저자 : 박영환 (120-752) 서울특별시 서대문구 신촌동 134, 연세대학교 의과대학 흉부외과학교실

(Tel) 02-361-7285, (Fax) 02-313-2992, E-mail: yhpark@yumc.yonsei.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

**Key words:** 1. Arterial switch operation  
2. Aortic valve  
3. Aorta

## 서 론

대혈관전위증의 치료에 있어서 동맥전환술은 가장 효과적인 치료로 받아들여지고 있으며, 단기 수술 성적이 좋아졌을 뿐만 아니라 장기 추적 검사에서도 환자들이 우수한 운동능력을 유지하는 것으로 보고되고 있다[1-4]. 이러한 결과는 형태학적 우심실보다 수축기능 및 압력형성이 뛰어난 형태학적 좌심실이 전신순환을 담당하기 때문이다. 그러나 형태학적으로 얇은 폐동맥판막이 압력이 높은 전신순환에서 기능적 대동맥판막으로써 역할을 해야 하며 결과적으로 동맥전환술 후 신생대동맥근부가 과도하게 늘어나는 현상이 나타난다고 알려져 있다[5-8]. 이러한 신생대동맥근부의 형태학적 변화는 대동맥판막폐쇄부전을 일으키는 원인으로 추정되지만[6,7], 대동맥판막의 확장과 폐쇄부전의 발생이 직접적 상관관계를 보이지 않는다는 보고도 있다[5,8]. 또한 대동맥근부의 확장이 대동맥판막의 기능에 미치는 장기적 영향에 대해서는 확실하게 밝혀져 있지 않다.

이 연구에서는 동맥전환술 후 신생대동맥판막과 대동맥의 크기 변화와 판막의 기능의 변화를 조사하기 위해 환자들의 수술 전과 수술 후의 대혈관 조영술을 검토하였고 대동맥판막의 기능에 영향을 미치는 요인을 조사하였다.

## 대상 및 방법

### 1) 연구 대상

1994년 1월부터 2001년 2월까지 연세심장혈관병원 심혈관외과에서 영아기에 동맥전환술을 시행 받은 환자는 77명이었으며, 이 중 추적관찰기간 중 심도자술 및 대혈관 조영술을 시행 받은 48명을 대상으로 연구를 시행하였다.

동맥전환술을 시행 받았을 때의 나이의 중앙값은 18일 이었고(1~211 days), 체중의 중앙값은 3.55 kg (2.5~6.7 kg)이었다. 심장내 기형은 온전심실중격을 동반한 대동맥 전위증이 26예, 심실중격결손을 동반한 대동맥전위증이 17예, 폐동맥하 심실중격결손을 동반한 양대혈관우심실기시(Taussig-Bing anomaly)가 5예이었다. 대동맥궁 기형이 3

명의 환자에서 동반되어 있었다. 심실중격결손을 동반한 대혈관전위증이 있는 환자 중 2명에서 대동맥축착증이 발견되었으며, Taussig-Bing 기형이 있는 환자 중 1명에서 대동맥궁단절이 동반되어 있었다. 수술 전 심초음파 검사에서 폐동맥 협착(pressure gradient >20 mmHg)이 발견된 경우는 6명이었으며, 4명의 환자에서 이엽성폐동맥판막을 가지고 있었다.

3명의 환자에서 동맥전환술 전 고식적 수술을 시행 받았으며, 폐동맥조이기가 2명에서, 체폐동맥단락술과 폐동맥조이기를 같이 시행 받은 환자가 1명이 있었다.

### 2) 동맥전환술

동맥전환술은 중등도 저체온 체외심폐순환 상태에서 시행되었으며, 환자의 체격에 따라 하나 또는 두 개의 정맥관을 우심방에 삽입하였다. 극저체온하 심폐정지는 대동맥궁 이상을 교정하거나, 체중이 작은 환자의 심실중격결손을 막을 때에만 시행하였다. 심실중격결손의 크기가 작아 임상적으로 유의한 단락을 만들지 않으리라 판단된 경우를 제외하고는 모든 심실중격결손을 첩포를 이용해 막아 주었다.

상행대동맥과 주폐동맥을 절단하고, 이식을 위해 대동맥뿌리 부분으로부터 관상동맥을 대동맥 벽의 일부를 등글게 포함하여 분리하였다. 26명의 환자에서는 신생대동맥의 발살바동(sinus of valsalva)에 해당하는 부위에 천공기를 이용해 구멍을 내고 관상동맥을 이식하여 주었으며, 16명의 환자에서는 관상동맥의 꺾임이나 당겨지는 현상을 최소화하기 위해, 신생대동맥 근위부에 세로 절개를 하고 문짝모양으로(trapdoor) 관상동맥을 이식하였다. 4명에서는 위의 방법을 각각의 관상동맥 이식에 모두 사용하였고, 2명의 환자에서는 단일관상동맥(single coronary artery)과 관상동맥의 대동맥 벽 내부 주행으로(intramural coronary artery)로 관상동맥을 이식하며 심낭막을 이용해 성형술을 같이 시행하였다.

1예를 제외하고는 모든 경우에 원위부 폐동맥을 대동맥의 앞으로 이동시키는 Lecompte 술식을 시행하였다. 6/0 또는 7/0 polydioxanone을 이용해 연속봉합으로 원위부 대

동맥을 신생대동맥과 단단문합 해 주었다. 신생폐동맥에서 관상동맥을 절제해서 생긴 결손부위는 자가 심낭막을 이용해 교정해 주었으며 원위부 폐동맥과 흡수성 봉합사를 이용해 단단문합하였다.

### 3) 신생대동맥판막과 대동맥의 크기 측정

수술 전 심도자술은 이 연구에 포함된 48명의 환자 중 26명에서 시행하였으며(54.2%), 수술 후 추적 관찰 중 심도자술 및 대동맥 조영술은 모든 환자에서 시행하였다.

수술 전과 추적관찰기간 중 시행한 대혈관조영술 사진을 검토하여 신생대동맥판막과 대동맥의 직경을 측정하였다. 직경의 측정은 가능한 한 수축기의 중간 시점에서 시행하였으며, 4곳에서 측정하였다. 신생대동맥판막륜(neo-aortic valve annulus)의 내경은 판막엽의 부착부위에서, 대동맥근부(neoartoric root)의 내경은 발살바동(sinus of Val-salva)의 가장 넓은 부분에서, 대동맥문합부(aortic anasto-mosis)의 내경은 문합부로 생각되는 부분이 관찰되지 않는 경우에는 대동맥근부의 바로 위에서, 하행대동맥(descending aorta, DA)의 내경은 횡격막 높이에서 측정하였다.

신생대동맥의 크기의 변화를 환자의 성장에 따라 표준화하기 위해 측정한 대동맥의 부분별 내경을 하행대동맥의 내경으로 나눈 비(ratio)로써 표시하였으며(Neoartoric annulus/DA ratio, Neoartoric root/DA ratio, aortic anastomosis/DA ratio), 수술 전과 후에 측정한 값을 비율로 계산하여 비교하였다.

수술 후 심도자술을 시행한 후에도 환자들을 추적관찰하여 가장 최근에 시행한 심초음파검사서 신생대동맥판막폐쇄부전을 측정하여, 폐쇄부전이 없는 경우(grade 0)에서 심한 경우(grade IV/IV)까지 분류하여 표시하였다.

### 4) 신생대동맥판막폐쇄부전의 위험인자 분석

수술 후 신생대동맥판막의폐쇄부전과 수술 후 neoartoric annulus/DA ratio 또는 neoartoric root/DA ratio의 상관관계를 분석하였다.

수술 전과 수술에 관계된 인자들을 이용하여 대동맥판막폐쇄부전의 단변수 위험인자 분석을 하였으며, 위험인자 분석에는 동맥전환술 시의 나이(<30일), 심실중격결손의 유무에 따른 심장내 기형(단순 대혈관전위증 대 심실중격결손을 동반한 대혈관전위증과 Taussig-Bing 기형), 대동맥궁 기형, 수술 전 폐동맥협착, 이엽성 폐동맥판막, 수술 전 폐동맥조이기, 관상동맥형태, 관상동맥 이식 방법이 포함되었다.

### 5) 통계분석

자료는 평균±표준편차로 표시하였다. 수술 전과 후의 대동맥의 부위별 크기는 paired t-test를 이용하여 분석하였으며, 신생대동맥판막폐쇄부전과 신생대동맥판막륜, 대동맥근부의 상관관계는 Wilcoxon signed rank test를 이용하여 분석하였다. 항목변수 분석을 위해서는 Fisher exact 검사와  $\chi^2$  검사를 사용하였다. p값이 0.05보다 작은 경우 통계학적으로 유의 있다고 보았다.

## 결 과

### 1) 신생대동맥판막의 기능 및 임상적 결과

수술 후 심도자술은 동맥전환술 후 15.8±9.6개월 후에 시행하였으며, 이 때 10명의 환자에서 신생대동맥판막폐쇄부전이 발견되었다(10/48=20.8%). 이 중 9명에서는 폐쇄부전이 grade I/IV이었으나, 수술 전 이엽성폐동맥판막과 폐동맥협착(pressure gradient 35 mmHg)이 있던 1명의 환자에서 grade III/IV의 대동맥폐쇄부전과 중등도의 대동맥협착이 발견되었다.

추적관찰기간은 최고 9.2년이었으며(3.8±2.3년) 추적관찰기간 중 특별한 문제가 없는 경우에는 1년에 1회의 심초음파검사로 대동맥판막의 기능을 조사하였다. 마지막 초음파 검사에서 37명의 환자에서는 폐쇄부전이 없었다. 폐쇄부전이 있는 환자는 11명이었으며, 이 중 9명의 환자에서 폐쇄부전의 정도는 grade I/IV이었고, 2명의 환자에서만 중등도 이상의 폐쇄부전을 나타냈다. 심도자술을 시행할 당시 grade III/IV의 폐쇄부전과 협착을 보였던 환자는 폐쇄부전의 진행으로 인해 동맥전환술 후 5.6년만에 대동맥판막치환술을 받았으며, 환자 1명에서 grade II/IV의 폐쇄부전이 발견되었는데 이 환자의 경우에도 동맥전환술 전 폐동맥판막협착(pressure gradient 30 mmHg)이 단순 대혈관전위증에 동반되어 있었다.

추적 관찰기간 동안 2명의 환자가 대동맥과 관련된 원인으로 재수술을 받았다. 대동맥판막을 치환 받은 1명과, 대동맥문합부위의 협착으로 침포성형술을 시행 받은 환자가 1명이 있었다.

### 2) 신생대동맥판막륜, 대동맥근부, 대동맥문합부의 변화

수술 전과 후에 심도자술을 모두 시행 받은 26명의 환자들을 대상으로 수술 전과 후의 neoartoric annulus/DA

**Table 1.** Comparison of preoperative and postoperative neo-aortic valve annulus, root and aortic anastomosis site dimension

	Preoperative	Follow up	p value
Neoaortic annulus/ DA ratio	1.33±0.28 (0.94~2.05)	1.52±0.33 (0.97~2.34)	0.01
Neoaortic root/ DA ratio	2.02±0.40 (1.47±3.02)	2.56±0.38 (1.64±3.51)	2×10 <sup>-6</sup>
Aortic anastomosis/ DA ratio	1.46±0.25 (1.12~2.00)	1.60±0.32 (0.93~2.11)	NS

DA=Descending aorta

ratio, neo-aortic root/DA ratio와 aortic anastomosis/DA ratio를 비교하였다. 수술 전에 비해 수술 후의 neo-aortic annulus/DA ratio와 neo-aortic root/DA ratio는 증가하였으나(p=0.01, p=2×10<sup>-6</sup>), aortic anastomosis/DA ratio는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.06)(Table 1).

### 3) 신생대동맥판막폐쇄부전에 영향을 미치는 요인

신생대동맥판막폐쇄부전과 neo-aortic annulus/DA ratio, neo-aortic root/DA ratio는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.23, 0.13)(Table 2).

수술 전과 수술 시의 인자 중 신생아기 이후(>30일)에 동맥전환수술을 한 경우와(p=0.02), 폐동맥판막협착(p=0.01), 이엽성폐동맥판막(p=0.03)이 신생대동맥판막폐쇄부전의 위험인자로 분석되었다(Table 3).

## 고 찰

동맥전환술은 대동맥과 폐동맥을 모두 절단한 뒤 다시 문합하고, 관상동맥을 이식하는 과정을 거치므로, 수술 후 대동맥 및 폐동맥 판막의 기능과 대혈관의 성장이 관심의 대상이 되어왔다[5-10]. 더불어 폐동맥판막이 전신순환의 압력을 받으며 대동맥판막으로서 기능을 해야 되는 환경적 변화를 만나게 되고, 동맥전환술 뒤에 대동맥판막과 근부가 과도하게 늘어나는 현상이 보고되었다[5-8]. 성장하는 소아에서 대동맥근부가 과도하게 확장되는가를 판단하기 위해서는 혈관의 크기를 신체 크기의 성장에 맞추어 표준화하는 것이 필요하며, 이러한 표준화는 심혈관계통의 발달에 비례하여야 한다. 동맥전환술 후 대혈관의 성장에 대한 이전 연구들에서는 환자들의 심혈관계통의 크

**Table 2.** Neo-aortic annulus and root dimension related to the presence of neo-aortic insufficiency at follow-up cardiac catheterization.

	No AR (n=38)	AR (grade≥I/IV) (n=10)	p value
Neo-aortic annulus/ DA ratio	1.46±0.36	1.48±0.30	NS
Neo-aortic root/ DA ratio	2.55±0.42	2.55±0.21	NS

AI=Aortic insufficiency; NS=Not statistically significant

**Table 3.** Univariate risk factor analysis for postoperative neo-aortic insufficiency

Preoperative and operative parameters	p value
Age > 30 days	0.02
VSD	NS
PAB	NS
Aortic arch anomaly	NS
Pulmonary stenosis (>20 mmHg)	0.01
Bicuspid pulmonic valve	0.03
Coronary pattern except ILCxR	NS
Coronary artery transfer technique	NS

PAB=Pulmonary artery banding; NS=Not statistically significant; VSD=Ventricular septal defect

기를 체표면적이나 나이에 따른 정상적인 소아들의 수치와 비교하였다[6-8]. 그러나 출생 전과 후에 정상 소아와 다른 혈액학적 환경을 가지는 환자들을 정상인의 수치와 비교하는 것은 신생대동맥혈관의 성장과 크기 변화를 정확히 알 수 있는 방법은 아니라고 생각된다. 이전 연구자들의 자료에서도 수술 전 폐동맥판막(장차 대동맥판막이 될)의 크기가 정상 소아들의 크기와 차이를 보이는 것을 확인할 수 있다[6]. Hutter 등[8]의 연구에서는 발살바동의 직경과 대동맥문합부의 직경을 대동맥판막륜의 직경에 비교한 값(sinus/valve ratio, anastomosis/valve ratio)으로 대동맥의 성장을 검사하였다. 신생대동맥판막륜도 대동맥근부의 확장에 직접적으로 영향을 받을 수 있으며, 대동맥판막윤도 확장되는 것으로 보고되었다[5,6]. 이에 비해 횡격막 높이에서 측정된 하행대동맥의 크기는 심혈관계통에 비교적 영향을 적게 받는 것으로 알려져 있으므로 본 연구에서는 하행대동맥의 크기와 대동맥판막과

대동맥의 크기를 표준화하였다. 또 다른 방법으로서 체표면적으로 표준화하는 방법이 있지만 심장과 혈관의 성장과 체표면적의 증가가 직선적 비례관계를 가지지 않기 때문에[11-13] 좋은 방법이라 할 수 없다.

이전의 연구에서와는 다른 표준화 방법을 사용하여 대동맥의 크기를 비교하였지만, 본 연구의 자료도 신생대동맥판막륜과 대동맥근부의 이상적 확장을 증명하였다[6-8]. 동맥전환술과 마찬가지로 폐동맥이 전신순환에서 대동맥판막으로서 기능을 하게 되는 Ross 수술 후에도 이식된 폐동맥판막 근위부의 확장이 관찰되었다[14-16]. 신생대동맥근부에 관상동맥을 이식하게 되면 대동맥 벽의 일부가 같이 이식되므로 발살바동의 직경이 커지게 된다. 그러나 이보다는 폐동맥과 대동맥의 조직학적 차이와 물리적 특성의 차이가 대동맥근위부 확장에 더욱 중요한 원인이 되는 것으로 생각된다. 비록 출생시에는 폐동맥과 대동맥근위부에 조직학적 차이가 없어 보이지만, 근섬유의 조성은 상당히 다르다[17]. 자가폐동맥을 좌심실유출로에 이식하는 Ross 수술을 시행한 동물실험에서[18] 보면, 폐동맥판막이식편은 세포외간질에 콜라겐(collagen)이 증가하며 구조적으로 변화하는 과정을 거치게 되지만, 폐동맥 자체의 조직학적 특성을 유지하였다. 그러므로, 폐동맥판막에 미치는 압력부하가 동맥근부를 확장시키는 것으로 생각되고 있다. 그러나 이 실험에서 보여진 긍정적인 점은 폐동맥이식편에 다시 혈관이 형성되고 이식편이 대사작용을 유지하고, 성장을 한다는 것이다. 임상적으로도 폐동맥판막이 수술 초기에는 외부의 압력에 의해 확장되지만 점차 능동적으로 성장하는 것을 보여주고 있다[15,16].

본 연구의 결과에서 보면 신생대동맥 판막륜과 근부는 확장되지만 문합부위의 크기는 수술 전과 후에 차이가 없었다. 대혈관전위증이 심실중격결손이 있거나 동맥관개존증과 대동맥축착이 동반되어 있는 경우는 좌-우 단락을 통한 폐동맥혈류가 증가하고 폐동맥압력이 상승하므로 폐동맥근부의 크기가 큰 경향이 있다. 그러나 동맥전환술을 시행하는 경우에는 폐동맥판막 근부의 직상부와 상행대동맥의 근위부를 단단문합하게 되면 실제로 대동맥문합부의 크기는 상대적으로 작은 상행대동맥의 근위부 크기에 의해 결정 될 것이다. 본 연구결과에서 신생대동맥판막륜과 근부는 동맥전환술 후 확장되었으나 문합부위의 크기는 차이가 없는 것은 이와 같은 효과에 의한 것일 수도 있을 것으로 생각된다. 그러므로 수술 전 폐동맥의 근부 바로 위에서 측정된 직경과 수술 후 문합부위의 직경을 비교하는 것은 무리가 있을 수 있다. 그러나 신생대동맥판막 및 근부

의 생리학적 형태유지와 이에 따른 기능을 보기 위해서는 판막륜, 근부, 및 근부의 바로 상부에서의 직경을 측정해 비교하는 것이 유용하다고 생각된다.

대동맥근부의 이상 확장이 임상적으로 가지는 가장 중요한 영향은 신생대동맥판막의 기능에 미치는 효과일 것이다. 동맥전환술 후 장기 결과에서는 대동맥판막폐쇄부전의 유병률이 약 10~35%로 보고되고 있다[2-4,6,19]. 대동맥근위부의 확장이 대동맥판막의 기능에 미치는 영향에 대해서는 상반된 결과들이 보고되고 있다[5-8]. 일부 연구에서는 신생대동맥판막폐쇄부전이 있는 환자들에서 대동맥근위부가 더욱 확장되어 있다고 보고하였으나[6,7], Hutter 등의 연구에서는 대동맥근위부의 확장과 대동맥판막 폐쇄부전과는 상관관계가 없었다[5,8]. 본 연구에서도 대동맥근위부와 신생대동맥판막륜의 크기가 과도하게 커지지만, 동맥판막폐쇄부전의 유무와는 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 이러한 상반되는 결과는 신생대동맥판막의 성장 능력에 의해 나타날 수 있다고 생각된다[16,18]. Ross 수술에서처럼 동맥전환술 후에도 신생대동맥판막이 수술 직후에는 외부의 영향으로 늘어나게 되지만 점차 활동적으로 성장하는 것으로 보인다. 오히려 Ross 수술과는 달리 폐동맥판막의 근위부를 문합하는 과정이 없기 때문에 폐동맥판막과 근위부의 성장은 장애를 더 적게 받을 것으로 생각된다. 신생대동맥 판막과 근위부가 능동적으로 성장하고 구조적으로 재형성되면 지속적으로 확장되는 현상은 더 이상 진행되지 않고 따라서 대동맥판막의 기능도 보전되는 것으로 보인다. 그러므로 연구마다 환자를 수술 하고 추적 관찰하는 시기와 기간이 틀리므로 상이한 결과를 보고할 수 있다고 생각된다. 실제로 과도한 신생대동맥근위부의 과도한 확장에 비해서는 임상적으로 의미 있는 중등도 이상의 폐쇄부전은 상당히 드물게 나타나는 것으로 보고되고 있다[3,19]. 대동맥근위부의 크기보다는 동맥전환술을 시행한 나이, 수술 전 폐동맥협착 또는 이엽성 폐동맥의 여부가 대동맥판막폐쇄부전을 일으키는 더욱 중요한 원인이었다. 폐동맥협착이 있거나 폐동맥판막이 이엽성인 경우에는 동맥전환술을 하며 교련부절개와 같은 폐동맥을 수선하는 수술이 동반되며 이에 따라 신생대동맥판막의 기능에 직접적으로 영향을 미치리라 추정이 가능하다. 본 연구에 포함된 환자 중 6명에서 수술 전 심초음파 검사에서 폐동맥협착 발견되었다. 이 중 폐동맥판막부위에 협착이 있는 환자 중 3명에서 판막륜을 절개하고 그 중 한 명은 두꺼워져 있는 판엽을 얇게 성형해 주었으며, 이 환자들에서 모두 수술 후 대동맥판막폐쇄부전이 관찰

되어 폐동맥판막 협착과 그에 따른 판막성형이 신생대동맥판막의 기능에 중요한 결정인자인 것을 추정할 수 있었다. 그러나 환자의 수술 시 나이와의 상관관계는 연구된 것이 없다. 저자들의 생각으로는 신생아에서 수술 받는 경우 세포외간질의 구조적 재구성(remodeling)이 좀더 활발하게 진행되는 것이 아닌가 생각되지만, 이에 대해서는 추후 연구가 더욱 필요하리라 생각된다. 또한 대동맥근위부 확장이 신생대동맥의 기능과 대동맥의 성장에 미치는 영향을 정확히 판단하기 위해서는 더욱 장기적인 추적 관찰이 필요하다고 생각된다.

## 결 론

동맥전환술 후 대동맥문합부는 하행대동맥과 비례하는 성장을 보이지만, 신생대동맥판막륜과 신생대동맥근부는 이상 확장을 하게 된다. 신생대동맥판막륜과 대동맥근부의 크기는 대동맥판막폐쇄부전과 직접적으로 상관관계를 가지지 않으며, 임상적으로 유의한 중등도 이상의 폐쇄부전의 발생은 드물다. 신생아기 이후에 동맥전환술을 한 경우나, 수술 전 폐동맥 협착 또는 이엽성 폐동맥이 있었던 경우가 수술 후 대동맥판막폐쇄부전의 발생 위험이 높다.

## 참 고 문 헌

1. Sung SC, Bang JH, Pyun SH, et al. *Early results of the arterial switch operation in neonates.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1998;31:931-8.
2. Blume ED, Wernosky G. *Long-term results of arterial switch repair of transposition of the great vessels.* Semin Thorac Cardiovasc Surg 1998;1:129-37.
3. Losay J, Touchot A, Serraf A, et al. *Late outcome after arterial switch operation for transposition of the great arteries.* Circulation 2001;104[suppl I]:I-121-6.
4. Hvels-Grich HH, Seghaye MC, Ma Q, et al. *Long-term results of cardiac and general health status in children after neonatal arterial switch operation.* Ann Thorac Surg 2003;75:935-43.
5. Lee JR, Park JJ, Chang WI, et al. *Study on the growth of the aortic annulus, root and anastomosis after arterial switch operation in infancy.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1997;30:479-85.
6. Hourihan M, Colan SD, Wernovsky G, Maheswari U, Mayer JE, Sanders SP. *Growth of the aortic annulus and root after the arterial switch procedure performed in infancy.* Circulation 1993;88:615-20.
7. Srinivas A, Ranjit M, Kachaner J, et al. *Hemodynamic and angiographic findings following arterial switch repair for complete transposition.* Cardiol Young 1996;6:298-307.
8. Hutter PA, Thomer BJ, Jansen P, et al. *Fate of the aortic root after arterial operation.* Eur J Cardiothorac Surg 2001; 20:82-8.
9. Massin MM, Nitsch GB, Dbritz S, Seghaye MC, Messmer BJ, von Bernuth G. *Growth of pulmonary artery after arterial switch operation for simple transposition of the great arteries.* Eur J Pediatr 1998;157:95-100.
10. Nogi S, McCrindle BW, Boutin C, Williams WG, Freedom RM, Benson LN. *Fate of the neopulmonary valve after the arterial switch operation neonates.* J Thorac Cardiovasc Surg 1998;115:557-62.
11. Henry WL, Ware JH, Gardin JM, Seymour I, McKay J, Weiner M. *Echocardiographic measurements in normal subjects: growth-related changes that occur between infancy and early adulthood.* Circulation 1978;57:278-85.
12. Sievers HH, Onnasch DGW, Lange PE, Bernhard A, Heintzen PH. *Dimensions of the great arteries, semilunar valve roots, and right ventricular outflow tract during growth: normative angiographic data.* Pediatr Cardiol 1983;4:189-96.
13. Daubeney PE, Blackstone EH, Weintraub RG, Slavik Z, Scanlon J, Webber SA. *Relationship of the dimension of cardiac structures to body size: an echocardiographic study in normal infants and children.* Cardiol Young 1999;9(4): 402-10.
14. Puntel RA, Webber SA, Etedgui JA, Tacy TA. *Rapid enlargement of neo-aortic root after the Ross procedure in children.* Am J Cardiol 1999;84:747-9.
15. Solowiejczyk DE, Bourlon F, Apfel HD, et al. *Serial echocardiographic measurements of the pulmonary autograft in the aortic valve position after the Ross operation in a pediatric population using normal pulmonary artery dimensions as the reference standard.* Am J Cardiol 2000;85: 1119-23.
16. Solymar L, Sdow G, 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. Sakurai H, Matsuoka R, Furutani Y, Imamura S, Takao A, Momma K. *Expression of four myosin heavy chain genes in developing blood vessels and other smooth muscle organs in rabbits.* Eur J Cell Biol 1996;69:166-72.
18. Schoof PH, Gittenberger-de Groot AC, de Heer E, Bruijijn JA, Hazekamp MG, Huysmans HA. *Remodeling of the porcine pulmonary autograft wall in the aortic position.* J Thorac Cardiovasc Surg 2000;120:55-65.
19. Yoon MJ, Cheon EJ, Lee JY, et al. *Aortic insufficiency after arterial switch operation in transposition of the great arteries.* Kor Circulation 1998;28:331-8.

=국문 초록=

**배경:** 동맥전환술은 대혈관전위증의 가장 효과적인 수술 방법이 되어왔다. 그러나 동맥전환술 후 신생대동맥근부가 과도하게 확장되는 현상이 보고되었으며, 이에 따른 신생대동맥판막의 기능과 대동맥의 성장에 미치는 영향에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 본 연구에서는 신생대동맥판막과 대동맥의 수술 후 크기의 변화와 신생대동맥판막의 기능 및 기능에 영향을 미치는 요인을 조사하였다. **대상 및 방법:** 대동맥전환술을 받고 추적관찰기간 중 심도자술을 시행 받은 48명의 환자들이 연구 대상이 되었으며, 동맥전환술은 나이 중앙값 생후 18일(1~211일)에 시행받았다. 수술 전 심도자술은 26명의 환자에서 시행되었고, 수술 후 15.8±9.6개월에 모든 환자에서 심도자술을 시행하였다. 수술 후의 하행대동맥에 대한 신생대동맥륜, 대동맥근부와 대동맥문합부위의 직경 비율을 수술 전의 폐동맥륜, 근위부 및 동관경계부위의 크기와 비교하였다. 수술 전과 수술 시의 변수에 대한 신생대동맥판막폐쇄부전의 위험인자를 분석하였다. **결과:** 추적관찰 중 2명의 환자에서 중등도 이상의(grade≥II/IV) 대동맥판막폐쇄부전이 있었으며 이 중 1명은 대동맥판막치환술이 필요하였다. 1명의 환자에서 대동맥문합부 협착으로 재수술이 필요하였다. 수술 후 neoartoric annulus/DA 비는 1.33±0.28에서 1.52±0.33로 증가하였고(p=0.01), neoartoric root/DA 비도 2.02±0.40에서 2.56±0.38로 증가하였다(p<0.0001). 그러나 aortic anastomosis/DA 비는 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p=0.06). 신생대동맥판막폐쇄부전의 발생과 neoartoric annulus/DA 비, neoartoric root/DA 비율에는 통계적으로 유의한 상관관계는 없었다. 신생아기 이후의 교정(나이>30일)(p=0.02), 수술 전 폐동맥판막협착(p=0.01)과 이엽성폐동맥판막(p=0.03)이 단일변수 분석에서 대동맥판막폐쇄부전의 위험인자이었다. **결론:** 동맥전환술 후 대동맥문합부는 하행대동맥의 성장에 비례하는 정상 성장을 보이나 신생대동맥판막륜과 대동맥근부는 이상 확장을 보였다. 신생대동맥판막륜과 대동맥근부의 크기는 대동맥폐쇄부전과 직접적으로 연관되어 있지 않았으며, 임상적으로 의미 있는 대동맥판막폐쇄부전은 동맥전환술 후 드물게 발생했다. 신생아기 이후의 동맥전환술, 수술 전 폐동맥협착, 이엽성 폐동맥판막이 신생대동맥판막 폐쇄부전의 위험인자였다.

- 중심 단어 : 1. 동맥전환술  
2. 대동맥 판막  
3. 대동맥