

# 신생아개심술의 외과적 경험

이 용 훈\* · 조 은 희\*\* · 최 필 조\*\* · 성 시 찬\*\* · 우 종 수\*\* · 이 형 두\*\*\*

=Abstract=

## Surgical Experience of Open Heart Surgery in Neonates

Yong-Hoon Lee, M.D.\* , Eun-Hee Joe, M.D.\*\* , Pill-Jo Choi, M.D.\*\*

Si-Chan Sung, M.D.\*\* , Jong-Soo Woo, M.D.\*\* , Hyung-Doo Lee, M.D.\*\*\*

From January 1993 to April 1995, 27 neonates (under age of 30 days) underwent open heart surgery in the Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Dong-A Medical Center. Mean age and weight were 12.1 days (2 days ~ 30 days) and 3.29 kg (2.6 kg ~ 4.1 kg) respectively. Cardiac anomalies were simple complete transposition of great arteries (TGA) in 11 neonates, TGA with coarctation of aorta (COA) in 1, total anomalous pulmonary venous connection (TAPVC) in 5, double inlet right ventricle with TAPVC in 1, interrupted aortic arch (IAA) with ventricular septal defect (VSD) in 3, pulmonary atresia (PA) with intact ventricular septum (IVS) in 3, pulmonary stenosis with IVS in 1, Taussig-Bing anomaly with IAA in 1, and hypoplastic left heart syndrome (HLHS) in 1.

Postoperative complications were myocardial and/or pulmonary edema which caused open sternum in 13 patients (54.2%), acute renal failure (ARF) in 10 (37.0%), intractable low cardiac output syndrome (LCOS) including weaning failure from cardiopulmonary bypass in 7 (25.9%), bronchopulmonary dysplasia in 1, wound infection in 1, and paroxysmal supraventricular tachycardia in 1. Nine of 13 patients with postoperative open sternum were recovered with delayed sternal closure, and seven of 10 patients survived postoperative ARF with peritoneal dialysis. There were 8 operative deaths (29.6%): 3 in the patients with simple complete TGA, 1 in TGA with COA, 1 in PA with IVS, 1 in Taussig-Bing anomaly with IAA, 1 in DIRV with TAPVC, and 1 in HLHS. One late death occurred after arterial switch operation in simple TGA. The most common cause of death was low cardiac output syndrome. Our initial experience of open heart surgery in neonates showed high operative mortality and morbidity, especially in complex anomalies.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1996; 29: 828-35)

**Key words:** 1. Neonate  
2. Open heart surgery

---

\* 부산의료원 흉부외과

\* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Pusan City Medical Center

\*\* 동아대학교 의과대학 흉부외과학교실

\*\* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Dong-A University

\*\*\* 동아대학교 의과대학 소아과학교실

\*\*\* Department of Pediatrics, College of Medicine, Dong-A University

# 본 논문은 제 27 차 대한흉부외과학회 추계학술대회에서 구연되었음

논문접수일: 96년 3월 6일 심사통과일: 96년 5월 7일

책임저자: 성시찬, (602-103) 부산광역시 서구 동대신동 3가 1번지 동아의료원 흉부외과 Tel. (051) 240-5190, Fax. (051) 247-8753

**Table 1.** Cardiac Anomalies in Neonates

27 cases 1993. 1-1995. 4

Transposition of great arteries	11
TGA + Coarctation of aorta	1
Total anomalous pulmonary venous connection	5
Double inlet right ventricle + infracardiac TAPVC	1
Interruption of aortic arch with VSD	3
IAA with Taussig-Bing anomaly	1
Pulmonary atresia with intact ventricular septum	3
Pulmonary stenosis	1
Hypoplastic left heart syndrome	1
Total	27

TGA : transposition of great arteries  
TAPVC : total anomalous pulmonary venous connection  
VSD : ventricular septal defect  
IAA : interrupted aortic arch

**Table 2.** Pre-Operative Conditions

27 cases 1993. 1 - 1995. 4

Conditions	Cases	%
PGE <sub>1</sub> dependent	17	63.0
Ventilator dependent	16	59.3
Cyanosis	16	59.3
Cyanosis and congestive heart failure	7	25.9
Congestive heart failure	4	14.8
Generalized edema	4	14.8
Disseminated intravascular coagulopathy	2	7.4
Oligouria	2	7.4
Balloon atrial septostomy	5	18.5
Balloon pulmonic valvotomy	1	3.7
Massive hemothorax with hypovolemic shock due to subclavian puncture	1	3.7

PGE<sub>1</sub> prostaglandin E<sub>1</sub>

## 서론

신생아에서의 개심술은 현재까지도 소아심장외과 분야에서 어려운 문제중의 하나이다. 그것은 체중이 작아서 상대적으로 체외순환에 불리하며, 많은 장기들이 아직 미성숙 단계에 있고, 대부분의 경우 복잡심기형이어서 수술수기가 복잡하고 이로 인하여 긴 심근허혈시간이 요구되기 때문이다. 또한 술전 술후 관리의 어려움 등으로 인하여 아직도 심장수술팀의 경험과 기형의 복잡정도에 따라 많은 사망률의 차이를 보이고 있다. 그러나 신생아학의 발전과 마취 및 수술수기의 발달, 수술전후 관리의 방법 개선 등으로 현재 사망률이 점점 감소되고 있다. 최근 동아대학교 의과대학 흉부외과학 교실에서 실시한 신생아의 개심술에 대한 외과적 경험을 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

1993년 1월부터 1995년 4월까지 2년 4개월동안 본 교실 소아심장외과팀이 시술한 총 27례의 신생아개심술을 대상으로 체중, 성별, 심기형의 종류, 술전상태, 수술방법, 수술후 경과, 수술성적 및 술후 합병증 등을 검토하여 보았다.

## 결과

### 1. 나이, 성별 및 체중

평균나이는 12.1일이며 생후 2일부터 30일까지였다. 남

아가 16명, 여아가 11명이었다. 체중은 평균 3.29kg이었고 2.6kg에서 4.1kg이었다.

### 2. 심기형

총 27례 중 대동맥궁차단증과 심실중격결손증이 동반된 경우 3례를 제외하면 모두 청색증 심장기형이었다. 대혈관전위증(transposition of great arteries)이 11례로 가장 많았으며 4례에서 심실중격결손증(ventricular septal defect)을 동반하였으나 3례는 혈액학적으로 의미가 없는 매우 작은 심실중격결손증이었고 1례는 큰 심실중격결손증을 갖고 있었다. 대혈관전위증과 대동맥축착증(coarctation of aorta) 및 심실중격결손증을 동반한 기형이 1례 있었고 총폐정맥환류이상증(total anomalous pulmonary venous connection)이 5례였다. 이 중 3례는 심장상부형(supracardiac type)이었고, 심장내부형(cardiac type)과 심장하부형(infracardiac type)이 각각 1례씩 있었다. 심실중격결손증을 동반한 대동맥차단증(interruption of aortic arch)이 3례 있었는데, 모두 A형이었으며 2례에서는 심방중격결손(atrial septal defect)을 아울러 동반하였다. 온전한 심실중격과 폐동맥폐쇄증(pulmonary atresia with intact ventricular septum)이 3례였고 폐동맥관협착증(pulmonary stenosis), 대동맥궁차단증이 동반된 Taussig-Bing anomaly와 총폐정맥환류이상증(심장하부형)이 동반된 단심실증(double inlet right ventricle), 좌심형성부전증후군(hypoplastic left heart syndrome)이 각각 1례씩이었다 (Table 1).

**Table 3.** Open heart surgeries in neonates  
27 operations 1993. 1 - 1995. 4

Operation	No.	Op. death
Arterial switch operation of TGA	11	3
One-stage repair of TGA and COA	1	1
Correction of TAPVC	5	0
Correction of TAPVC with PA banding	1	1
One-stage repair of IAA and VSD	3	0
One-stage repair of T-B anomaly and IAA	1	1
RVOT Reconstruction of PA with IVS	3	1
PV valvotomy of Critical PS	1	0
Norwood operation	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>8(29.6%)</b>

TGA : transposition of great arteries  
COA : coarctation of aorta  
TAPVC : total anomalous pulmonary venous connection  
PA : pulmonary artery  
IAA : interrupted aortic arch  
VSD : ventricular septal defect  
T-B heart : Taussig-Bing heart  
RVOT : right ventricular outflow tract  
HSLS : hypoplastic left heart syndrome  
PA : pulmonary atresia  
PV : pulmonic valve  
PS : pulmonary stenosis  
IVS : intact ventricular septum

### 3. 술전증상 및 상태

동맥관의 개방유지를 위한 PGEI투여가 17례, 술전 인공호흡이 16례, 청색증 16례, 청색증과 울혈성심부전 동반례가 7례, 심부전 4례, 전신부종 4례, 범발성혈관내용고 장애 2례, 핏뇨증 2례였으며, 5례에서 풍선식 심방중격절개술 시행하였고, 1례에서 풍선식 폐동맥관절개술을 시행하였다. 나머지 1례에서는 마취시 쇄골하정맥천자시 쇄골하동맥에 손상을 주어 심한 저혈성 속에 빠져 심폐소생술을 시행하였다(Table 2).

### 4. 수술방법

대혈관전위증은 전례에서 동맥전환술(arterial switch operation)을 시행하였으며 폐동맥재건술(neopulmonary artery reconstruction)은 신선자가심낭편(fresh auto-pericardium)을 이용하여 충분히 넓게 하였다. 1례에서는 심실중격결손증의 첩포폐쇄(patch closure)도 같이 시행하였다. 대혈관전위증과 대동맥축삭증 및 심실중격결손증이 동반된 1례에서는 먼저 좌측개흉을 하여 절제후 확장된 단단문합술(resection and extended end-to-end arch anastomosis)를 하고 곧바로 환아를 앙와위(supine position)

**Table 4.** Conduct of Cardiopulmonary Bypass

TGA	Flow rate, 100~170 ml/kg Hypothermia, 21°C~24°C (rectal temp.) No total circulatory arrest
TAPVC	Flow rate, 60~170 ml/kg Hypothermia, 18°C Total circulatory arrest
IAA with VSD	Flow rate, 60~170 ml/kg Hypothermia, 18°C Circulatory arrest of arch vessels
T-B anomaly with IAA	Flow rate, 100~170 ml/kg hypothermia, 16°C Total circulatory arrest
HLHS	Flow rate, 150~170 ml/kg Hypothermia, 16°C Total circulatory arrest
PA, PS with IVS	Flow rate, 150~170 ml/kg Mild Hypothermia, 32~34°C

TGA : transposition of great arteries  
TAPVC : total anomalous pulmonary venous connection  
VSD : ventricular septal defect IAA interruption of aortic arch  
T-B anomaly : Taussig-Bing anomaly HSHS hypoplastic left heart syndrome  
PA : pulmonary atresia PS pulmonary stenosis IVS intact ventricular septum

astomosis)를 하고 곧바로 환아를 앙와위(supine position)로 바꿔 동맥전환술과 심실중격결손증을 폐쇄하였다. 본환아에서는 대동맥동 및 관류이 매우 작고 동 2(sinus 2)에서 좌우 관상동맥이 따로 나오며 좌측관상동맥은 intramural course를 가지고 있었다(single sinus double orifice, intramural coronary artery). 대동맥궁차단증을 동반한 Taussig-Bing anomaly 1례에서는 정중흉골절개만으로 상행대동맥과 주폐동맥에 각각 동맥캐놀라를 삽입하여 관류하였으며 초저온(profound hypothermia)하에서 완전순환정지시킨 후 상행대동맥과 하행대동맥을 직접문합하였고 우심실을 종절개하여 심실중격결손을 넓힌 후 좌심실에서 폐동맥쪽으로 혈류가 가도록 첩포를 댄 후 동맥전환술을 실시하였다. 총폐정맥환류이상증 5례에서는 심장의 우측에서 좌심방과 공통폐정맥동(common pulmonary venous sinus)을 충분히 박리한 후 가급적 크게 서로를 문합하고 수직정맥 혹은 하행정맥은 절찰하였다. 총폐정맥환류이상증을 동반한 단심실증 1례는 총폐정맥환류이상증 수술과 함께 폐동맥교약술(pulmonary artery banding)을 실시하였다. 심실중격결손증을 동반한 대동맥차단증 3례는 먼저 좌측개흉술을 실시하고 하행동맥을 거의 횡격막

**Table 5.** Myocardial Protection

Crystalloid cardioplegic solution and topical cooling	8
Cold 1:1 diluted cold blood cardioplegic solution and topical cooling	15
Fibrillating heart with mild hypothermia	4

**Table 6.** Complications in TGA

Myocardial edema (delayed sternal closure)	9/11
Low cardiac output syndrome	3/11
Acute renal failure	6/11
Bronchopulmonary dysplasia	1/11
Paroxysmal supraventricular tachycardia	1/11

TGA: transposition of great arteries

**Table 7.** Result in TGA

Operative Death	3/11 (27.3%)
Late Death	1/8 (sudden cardiac arrest at home 3 weeks after discharge)
Operative death	
1993	2/4
1994	0/5
1995	4 1*/2

\* Preoperative massive hemothorax with hypovolemic shock due to subclavian puncture

TGA: transposition of great arteries

부근까지 박리한 다음 side-biting clamp를 이용하여 하행 대동맥에 4mm Gore-Tex tube graft를 부착시킨 후 폐흉하고 환아를 다시 양와위로 돌려 상행대동맥에 작은 구경의 캐뉴라를 삽관하였다. 다음 상행대동맥과 하행대동맥에 Y연결자(Y-connector)를 이용하여 각각 관류한 다음 체온을 떨어 뜨리면서 심실중격결손증을 철폐시켰다. 이후 체온을 18℃까지 떨어뜨린 후 대동맥궁혈관들을 모두 겹자로 잡고하고 상행대동맥의 모든 캐뉴라를 제거한 후 상행대동맥과 하행대동맥을 7-0 Prolene을 이용하여 직접문합한 후 수술을 마쳤다. 이때 동맥관조직(ductal tissue)은 완전히 제거하였고 하행대동맥으로의 관류는 계속하였다. 온전한 심실중격과 폐동맥폐쇄증 3례중 2례는 폐동맥판막류가 작아 경관류포편을 사용하였으며 1례는 판막절개술후 주폐동맥만 포편으로 넓혀 주었다. 전례에서 동맥관은 묶지 않고 개방된 채로 두었으며 체동맥-폐동맥 단락술은 실시하지 않았다. 폐동맥판협착증 환아는

**Table 8.** Complications and Result in TAPVC

Acute renal failure	2/5
Delayed wound infection	1/5
No operative death	

TAPVC: total anomalous pulmonary venous connection

**Table 9.** Complications and Result in IAA with VSD

Myocardial edema (delayed sternal closure)	3/3
Acute renal failure	1/3
Stenosis (balloon dilatation)	1/3
No operative mortality	

VSD: ventricular septal defect  
IAA: interruption of aortic arch

**Table 10.** Complications and Management

20/27 cases (74.1%)

Complications	Management	Survival
Myocardial Edema	13(54.2%) Delayed sternal closure	9/13
ARF	10(37.0%) Peritoneal dialysis	7/10
LCOS	7(25.9%) Catecholamines and afterload reduction	0/7
BPD	1( 3.7%) Long-term artificial ventilation	1/1
PSVT	1( 3.7%) Digoxin and supportive management	1/1
Wound infection	1( 3.7%) Wound revision	1/1

ARF: acute renal failure  
LCOS: low cardiac output syndrome  
BPD: bronchopulmonary dysplasia  
PVST: paroxysmal supraventricular tachycardia

동맥 단락술은 실시하지 않았다. 폐동맥판협착증 환아는 판막절개술 후 동맥관을 결찰하였다. 좌심형성부전증후군 환아는 전형적인 Norwood operation을 시행하였다 (Table 3).

### 5. 체외순환 및 심근보호

각 질환별 체외순환 방법은 Table 4에 요약하였으며 심근보호는 초기 8례에서 알부민이 첨가된 결정질심정지액(crystalloid cardioplegic solution)을 사용하였으며 이후 15례는 1:1로 희석된 혈액심정지액(blood cardioplegic solution)을 사용하였다. 온전한 심실중격과 폐동맥폐쇄증과 폐동맥판협착증 환아는 심실세동(fibrillating heart)하에서 수술을 진행하였다(Table 5).

Table 11. Mortality Cases

Case	Age/Sex	Body Wt.	Anomaly	Causes	Date
1	3 days/M	2.8kg	TGA	LCOS, ARF	POD 3
2	3 days/M	3.2kg	TGA	LCOS	POD 1
3	6 days/F	2.9kg	TGA	LCOS, ARF	POD 3
4	7 days/M	3.4kg	TGA + COA	LCOS	POD 0
5	27 days/M	3.8kg	T-B anomaly + IAA	LCOS	POD 0
6	2 days/F	2.7kg	PA + IVS	ARF	POD13
7	23 days/F	3.4kg	DIRV + TAPVC	LCOS	POD 0
8	14 days/M	3.3kg	HLHS	LCOS	POD 0

TGA : transposition of great arteries  
COA : coarctation of aorta, T-B anomaly Taussig-Bing anomaly  
IAA : interruption of aortic arch, PA pulmonary atresia  
IVS : intact ventricular septum,  
DIRV : double inlet right ventricle  
TAPVC : total anomalous pulmonary venous connection  
HLHS : hypoplastic left heart syndrome, LCOS low cardiac output syndrome  
ARF : acute renal failure, POD postoperative day

## 6. 술후경과 및 결과

수술 후 총 27명의 환자 중 20명(74.1%)에서 각종 합병증이 발생하여 높은 합병증 발생률을 보였으며 이 중 8명의 환자가 사망하였다. 가장 빈발한 합병증은 지연흉골융합이 필요한 심근 및 폐부종이었는데 심폐기 이탈이 불가능하였던 3례를 제외한 24례 중 13례(54.2%)에서 흉골을 융합하지 못하고 심중환자실로 나왔으며 4례는 지연흉골융합 이전에 저박출증 및 신부전으로 사망하였으며 9례는 모두 술후 3일째 흉골융합을 하고 모두 생존하였다. 지연흉골융합으로 인한 합병증은 없었다. 두번째 빈발한 합병증으로는 급성신부전으로 10례(37%)에서 발생하였으며 이 중 7례에서는 복막투석으로 회복되었으며 3례가 사망하였는데 2례는 저박출증이 지속되었던 환자로 술후 3일째 각각 사망하였고 나머지 1례는 술후 13일째 사망하였다. 심한 저박출증은 모두 7례(25.9%)에서 발생하였는데 3명은 심폐기로 부터 이탈이 불가능하였고 2명은 술후 3일째, 나머지 2명은 수술당일과 술후 1일째 각각 사망하였다. 그 외 합병증으로 발작성 상심실 빈맥증(paroxysmal supraventricular tachycardia), 기관지폐이형성증(bronchopulmonary dysplasia), 창상감염이 각각 1례씩 발생하였으나 극복되었다(Table 10).

모두 8명의 환자가 사망하여 29.6%의 수술 사망률을 나타내었다. 사망원인은 저박출증이 7례, 신부전이 3례였다. 만기사망이 1례에서 발생하였는데 동맥전환술을 받았던 환자로 퇴원 3주후 급작스러운 심정지(sudden cardiac arrest)로 사망하였다. 심정지의 원인은 확실치 않으나 부정맥이 그 원인으로 추정되었다. 심기형에 따른 수술사망은 대혈관전위증의 동맥전환술후 3례, 대동맥축착증이 동반된 대혈관전위증의 1차 완전교정술에서 1례, 총폐정맥환류이상증이 동반된 단심실증의 총폐정맥환류이상증 교정과 폐동맥교약술 1례, 대동맥궁차단증이 동반된 Taussig-Bing anomaly의 1차 완전교정술 후 1례, 온전한 심실중격과 폐동맥폐쇄증의 우심실유출로 성형술 후 1례, 좌심형성 부전증후군의 Norwood operation 후 1례였다(Table 11).

중요질환의 수술후 합병증과 결과는 Table 6,7,8,9에서 요약하였고 술후 합병증의 관리 및 결과는 Table 10에 기술하였다. 사망환아의 심기형 및 수술방법에 따른 사망원인을 Table 11에서 요약하였다.

## 고 찰

신생아는 태아와 유아 사이의 이행단계이므로 일반적으로 또한 직관적으로 외과적 침습에 약하다고 생각하고 있다. 그러나 체외순환의 기술적인 발전과 각 심질환에 대한 적절한 임상적용의 축적, 선천성 심기형의 해부학적 병리생리학적인 이해의 발전 등으로 신생아의 개심술의 빈도가 증가하고 있으며 그 수술성적도 점점 좋아지고 있는 추세이다.

신생아에서의 개심술의 어려운 점은 첫째 환아가 작음(small body size)으로 인하여 체외순환에 불리하며, 둘째 심장이 작음으로서 상대적으로 성인에 비해 수술조작이 힘들며, 세째 복합기형으로 인하여 상대적으로 긴 심근허혈 시간이 필요하며 네째 장기의 미성숙으로 인하여 신부전, 전신부종을 잘 유발하며 다섯째 술전상태가 열악하여 응급수술을 요하는 경우가 많다는 것이다.

미성숙심근이 저산소증(hypoxia)이나 허혈(ischemia)과 재관류에 대해 성숙한 심근에 비해 더 잘 견디는지 혹은 더 못 견디는지는 현재도 논란이 많고 실험동물의 종류에 따른 차이도 있다. 여러 실험에서 토끼나 쥐에서 미성숙심근이 성숙한 심근에 비해 허혈에 더 잘 견디는 것을 보여 주었다<sup>1-3)</sup>. 신생아기 심장이 허혈에 더 잘 견디는 것은 재관류손상에 덜 약하고<sup>4)</sup> 산혈증에 더 강하며<sup>5)</sup>, adenosine tri-phosphate(ATP)가 더 잘 보존되기 때문이라고 한다<sup>6)</sup>. 그러나 쥐와 돼지에서 반대되는 실험결과도 있는데<sup>7,8)</sup> 혈

기성대사(anaerobic metabolism)에 의한 더 많은 젖산(lactic acid)의 세포내 축적으로 성숙심장에서보다 신생아기 심장에서 허혈에 대해 더 낮은 내구성을 보여 주었다<sup>7)</sup> 임상적으로도 Bull등<sup>8)</sup>에 의하면 성인심장에서 보통 잘 견디는 85분이상의 심근허혈에서 유아에서는 의미있는 사망위험과 관련된다고 하였다. Friedman<sup>10)</sup>은 태어나 신생아기 동물의 근질(sarcomere)의 길이는 성숙동물의 것과 같으나 직경은 훨씬 작고 그 수는 같은 단위면적당 반에 지나지 않는다고 하였다. 이것이 신생아기 심근의 낮은 탄성도(compliance)의 중요한 이유라고 하였다. 그러므로 신생아기 심장은 말초혈관 확장과 증가된 용적부하(volume loading)에 대한 조절 능력이 감소되어 있다고 한다. 그러나 임상적으로 불안정한 폐혈관저항과 술전 대사성산혈증과 혈액학적 이상이 나이보다는 중요한 위험인자라고 알려지고 있다<sup>11)</sup>.

대혈관전위증의 교정술은 80년대 초반 이전에는 심방내 전환술이 많이 행하여 졌으나 이의 불량한 만기성적으로 인해 현재는 신생아기에 대혈관전환술이 보편화되어 있다. 본 보고에서는 11례중 3례가 수술사망을 하였으며 1례가 만기사망을 하여 이의 사망률은 현재 구미의 잘 갖추어진 소아심장센터의 사망률 0.5%~5%에<sup>12,13)</sup> 비하면 매우 높다고 할 수 있다. 그러나 1994년의 5례 수술에서 수술사망이 없었으며 1995년의 경우는 2례중 1례 사망하였는데 이 사망한 1례는 수술전 마취시 쇄골하정맥천자를 하다 쇄골하동맥의 손상으로 심한 실혈성쇼크로 심폐소생술을 시행하였고 이로 인한 불량한 술전상태가 사망과 관련된 증례였다. 많은 증례를 수술하고 있지는 못하지만 경험의 축적으로 조만간 좋은 성적을 기대하고 있다.

총폐정맥환류이상증은 그형태에 따라 수술접근방법이 다를 수 있으나 대체로 심장의 우측에서 좌심방을 박리하고 문합하는 방법, 대동맥과 상공정맥, 우폐동맥사이로 좌심방의 상부(roof)로 접근하는 상부접근방법(superior approach), biatrial incision으로 교정하는 방법, 심장을 들어 올린 상태에서 좌심방과 공통폐정맥동(commom pulmonary sinus)과 문합하는 방법등이 있다. 본 논문의 증례들에서는 전례 모두 심장의 우측에서 좌심방 뒤쪽으로 박리하여 들어가서 공통폐정맥동과 7-0 Prolene을 이용하여 문합하는 방법을 이용하였다. 모두 5례 수술하였고 수술사망도 없었으며 현재까지 폐정맥협착의 합병증도 없었다. 총폐정맥환류이상증의 수술사망률은 최근의 여러 소아심장센터에서 10%이내로 발표하고 있으며 문합부협착은 5% 내지 10%정도 발생한다고 한다<sup>14,15)</sup>.

온전한 심실중격과 폐동맥폐쇄증 혹은 폐동맥판 협착증

의 수술방법으로, 폐쇄식 경심실 관막절개술(closed transventricular valvotomy), 유입혈류차단(inflow occlusion)하에 관막제거술 혹은 관막절개술, 좌측개흉술하에 주폐동맥을 통한 관막절개술, 체외순환하의 관막절개술 혹은 경관륜포편확장술등이 있다. 그러나 특히 폐동맥 폐쇄증은 우심실의 발육정도와 우심실과 관상동맥의 연결유무에 따라 수술방법이 달라질 수 있다. 또한 대부분의 경우 폐동맥으로의 혈류량을 충분히 유지시켜 주기 위해 체동맥-폐동맥 단락술을 동시에 해 주거나 동맥관을 개존시킬 수 있도록 PGE1을 술후에도 당분간 계속 사용하여야 한다. 저자들의 경험은 전례에서 체외순환하에 직시하 관막절개술 혹은 경관륜포편확장술을 시행하였고 온전한 심실중격과 폐동맥폐쇄증 3례에서는 술후에 수일간씩 PGE1을 계속 투여하였고 체동맥-폐동맥 단락술은 하지 않았다. 폐동맥판협착증 1례에서는 관막절개술 후 동맥관을 결찰하였다. 모두 4례중 1례에서 사망하였는데 술전 급성신부전이 계속되어 회복되지 않아 술후 13일만에 사망하였다.

심실중격결손증을 동반한 대동맥차단증은 PGE1의 출현으로 술전상태가 안정되면서 수술결과가 현저히 향상된 기형으로, 1차 완전교정술이 2차 단계적수술법보다 훨씬 수술성적이 좋으며 최근 그 수술성적이 많이 향상되고 있다. 최근의 1차 완전교정술은 대부분 정중흉골절개술을 통해 순환정지하에서 인공도관(prosthetic graft)을 쓰지 않고 상행대동맥과 하행대동맥의 직접문합을 한 후 심실중격결손증을 교정한다. 그러나 저자들은 Hisataka 등<sup>16)</sup>이 사용한 방법을 이용하여 3례 모두 생존하였다. 저자들이 사용한 방법은 먼저 좌측개흉술을 하여 동맥관과 하행대동맥을 횡격막 근처까지 박리한 다음 하행대동맥에 4mm Gore-Tex tube graft를 부착시킨 다음 폐흉한다. 환아를 다시 앙와위로 돌리고 정중흉골절개술후 상행대동맥에 작은 캐뉼라를 꼽고 좌측늑막강으로 부터 하행대동맥에 부착된 Gore-Tex tube graft를 끄집어 내어 Y모양의 동맥회로선(arterial line)에 연결하여 상행대동맥과 하행대동맥에 동시에 관류하면서 심실중격결손증을 폐쇄하고 상행대동맥과 하행대동맥을 문합하였다. 상행대동맥과 하행대동맥 문합시는 하행대동맥으로의 관류를 계속하였다. 이방법은 작은 상행대동맥에 손상을 덜 주며 반회후두신경의 손상을 방지할 수 있고 하행대동맥을 충분히 박리함으로써 긴장(tension)없이 대동맥을 문합할 수 있으며 좌측주기관지의 압박도 피할 수 있다. 그러나 수술이 조금 복잡하고 동맥관이 거의 닫겨 가는, 상태가 좋지 않는 환아에서는 빠른 시간내에 체외순환을 할 수가 없는 단점이 있다 하겠

다.

대동맥축착증 및 심실중격결손증을 동반한 대혈관전위증과 대동맥궁차단증을 동반한 Taussig-Bing anomaly는 1차 완전교정술을 시행하였으나 심한 저박출증으로 사망하였고 총폐정맥환류이상증을 동반한 단심실증은 심장하부형의 총폐정맥환류이상증을 교정하고 향후 Fontan type operation을 위해 폐동맥교약술을 시행하였으나 역시 저박출증으로 사망하였다. 좌심형성부전증후군 1례는 Norwood operation을 하였으나 사망하였다. 이와 같이 복잡기형들은 빈도는 낮았으나 수술사망률이 매우 높았다. 향후 이들 복잡기형에 대한 수술성적을 개선시키기 위해 술전, 술중, 술후관리 더 큰 노력을 기울여야 할 것으로 생각된다.

신생아개심술후 합병증으로 지연홍골불합이 필요한 심근 및 폐부종과 급성신기능부전이 상당히 높은 빈도로 발생하였다. 심폐기 이탈이 불가능하였던 3례를 제외한 24례 중 13례(54.2%)에서 홍골을 불합하지 못하고 심중환자실로 나왔으며 4례는 지연홍골불합 이전에 저박출증 및 신부전으로 사망하였으며 9례는 모두 술후 3일째 홍골불합을 하고 모두 생존하였다. 신생아개심술후 지연홍골불합은 센터마다 그 빈도의 차이가 크다. The children's hospital in Boston의 경험은 대혈관전환술 후 5.7%에서 지연홍골불합을 하였다고 하고<sup>13)</sup> Hakimi 등<sup>17)</sup>은 술중사망을 제외한 89례의 신생아개심술후 61.8%에서 홍골불합이 불가능하였다고 하였다. 이렇게 센터마다 빈도의 차이는 있으나 개심술후 발생한 심근부종 혹은 폐부종으로 인한 저박출증 및 호흡장애를 치료하는데 비교적 안전하고 효과적인 방법으로 생각된다. 본 교실에서는 신생아개심술의 경험 축적으로 최근에는 지연홍골불합의 빈도가 매우 감소하고 있다.

급성신기능부전은 신생아의 개심술후 소아나 성인의 개심술후보다 높은 빈도를 보이는데 이는 신생아 신장의 미발육에 원인이 있을 것으로 생각된다. 정상 신생아 신장은 소아나 성인의 신장에 비해 사구체여과율(glomerular filtration rate)이 감소되어 있고 신혈류(renal blood flow) 역시 감소되어 있으며 외부신피질부(outer cortical area)보다는 수질옆사구체(juxta-medullary glomeruli)에 많은 혈류가 간다고 알려져 있다. 소아의 개심술후 급성신기능부전의 빈도는 5.3%에서 8%라고 보고하고 있다<sup>18~20)</sup>. Rigden 등<sup>20)</sup>은 456명의 심폐기를 이용한 소아심장수술후 5.3%에서 급성신부전이 발생하였다고 하였다. 이 중 생후 4주 이내 환자 21명 중 6명에서 발생하여 신생아에서는 29%의 높은 빈도를 보였다. 본 교실의 경험은 37%의 높은 빈도

를 보였으나 10례 중 7례가 복막투석으로 생존하였다. 최근 본 교실에서는 신생아개심술후 복막투석 카테터를 항상 유치하고 나오며 환자의 술후 심한 부종 및 신기능부전의 치료에 적극적으로 복막투석을 이용하고 있다.

## 결 론

동아대학교 병원 흉부외과 교실에서는 1993년 1월부터 1995년 4월까지 신생아개심술 27례를 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 연령은 2일에서 30일까지이며 평균 12.1일이었다.
2. 성별비는 남아 16명 여아 11명이었다.
3. 체중은 2.6kg에서 4.1kg이며 평균 3.29kg이었다.
4. 20명(74.%)에서 각종 술후합병증이 발생하여 높은 합병증 발생률을 보였으며 빈발한 합병증은 지연홍골불합이 필요한 심근 및 폐부종(54.2%) 과 급성신부전(37%) 이었다.
5. 총사망률은 27례 중 8례로 29.6%였으며 대혈관전위증 환자에서 11례 중 3례 사망하였으며 온전한 심실중격과 폐동맥폐쇄증, 대동맥축착증을 동반한 대혈관전위증, 대동맥궁차단증을 동반한 Taussig-Bing anomaly, 총폐정맥환류이상증을 동반한 단심실증, 좌심형성부전증후군 환자에서 각각 1례씩 사망하였다.

## 참 고 문 헌

1. Baker JE, Boerboom LE, Olinger GN. Age-related changes in the ability of hypothermia and cardioplegia to protect ischemic rabbit myocardium. J Thorac Cardiovasc Surg 1988;96:717-24
2. Bove EL, Stammers AH. Recovery of left ventricular function after hypothermic global ischemia: Age-related differences in the isolated working rabbit heart. J Thorac Cardiovasc Surg 1986;91:115-22
3. Yano Y, Braimbridge MV, Hearse DJ. Protection of the pediatric myocardium: Differential susceptibility to ischemic injury of the neonatal rat heart. J Thorac Cardiovasc Surg 1987;94:887-96
4. Pridjian AK, Levitsky S, Krukenkamp I, Silverman NA, Feinberg H. Developmental changes in reperfusion injury: a comparison of intracellular cation accumulation in the newborn, neonatal, and adult heart. J Thorac Cardiovasc Surg 1987;93:428-33
5. Nakanishi T, Okuda H, Nakazawa M, Takao A. Effect of acidosis on contractile function in the newborn rabbit heart. Pediatr Res 1985;19:482-8
6. Nishioka K, Jarmakani JM. Effect of ischemia on mechanical

*function and high-energy phosphates in rabbit myocardium.* Am J Physiol 1982; 242: H1077-83

7. Chiu CJ, Bindon W. *Why are newborn hearts vulnerable to global ischemia?* Circulation 1987; 76(suppl V): V-146-9
8. Wittnich C, Peniston C, Ianuzzo D, Abel JG, Salerno TA. *Relative vulnerability of neonatal and adult hearts to ischemic injury.* Circulation 1987; 76(suppl V): V-156-60
9. Bull CM, Cooper J, Stark J. *Cardioplegic protection of the child's heart.* J Thorac Cardiovasc Surg 1984; 88: 287-93
10. Friedman WF. *The intrinsic physiologic properties of the developing heart.* Progress Cardiovasc Dis 1972; XV: 1: 87-111.
11. Castaneda AR, Mayer JE, Jonas RA, Lock JE, Wessel DL, Hickey PR. *The neonate with critical congenital heart disease: Repair-A surgical challenge.* J Thorac Cardiovasc Surg 1989; 98: 869-75
12. Lupinetti FM, Bove EL, Minich LL, et al. *Intermediate-term survival and functional results after arterial repair of transposition of the great arteries.* J Thorac Cardiovasc Surg 1992; 103: 421-7
13. Castaneda AR, Jonas RA, Mayer JE, Hanley FL. *Cardiac surgery of the neonate and infant.* Philadelphia: W. B. Saunders Company. 1994: 409-38
14. Castaneda AR, Jonas RA, Mayer JE, Hanley FL. *Cardiac surgery of the neonate and infant.* Philadelphia: W. B. Saunders Company. 1994: 157-66
15. Sano S, Brawn WJ, Mee RBB. *Total anomalous pulmonary venous drainage.* J Thorac Cardiovasc Surg 1989; 97: 886-92
16. Hisataka Y, Hideaki K, Kunihiko Y, et al. *Revised technique of cardiopulmonary bypass in one-stage repair of interrupted aortic arch complex.* Ann Thorac Surg 1993; 55: 1166-71
17. Hakimi M, Walters III HL, Pinsky WW, Gallagher MJ, Lyons JM. *Delayed sternal closure after neonatal cardiac operations.* J Thorac Cardiovasc Surg 1994; 107: 925-33
18. Chesney RW, Kaplan BS, Freedom RM, Haller JA, Drummond KN. *Acute renal failure: An important complication of cardiac surgery in infants.* J Pediatr 1975; 87: 381-8
19. Hanson J, Loftness S, Clarke D, Campell D. *Peritoneal dialysis following open heart surgery in children.* Pediatr Cardiol 1989; 10: 125-8
20. Rigden SPA, Barratt TM, Dillon MJ, de Leval M, Stark J. *Acute renal failure complicating cardiopulmonary bypass surgery.* Arch Dis Child 1982; 57: 425-30

**=국문초록=**

1993년 1월부터 1995년 4월까지 2년 4개월동안 본 교실에서 시술한 신생아개심술 총 27례를 대상으로 조사하였다. 남아가 16명, 여아가 11명이었고 평균나이는 12.1일이며 생후 2일부터 30일까지였다. 체중은 평균 3.29kg이었고 최저 2.6kg에서 최고 4.1kg이었다.

심기형은 대혈관전위증이 11례, 대혈관전위증과와 대동맥축착증 및 심실중격결손증을 동반한 기형이 1례, 총폐정맥환류이상증이 5례, 총폐정맥환류이상증이 동반된 단심실증(Double inlet right ventricle)이 1례, 심실중격결손증을 동반한 대동맥차단증이 3례, 온전한 심실중격과 폐동맥폐쇄증 및 폐동맥관협착증이 각각 3례, 1례였고 대동맥궁차단증이 동반된 Taussig-Bing anomaly와 좌심형성부전증후군이 각각 1례씩이었다.

총 27명의 환자 중 20명(74.1%)에서 각종 합병증이 발생하여 높은 합병증 발생률을 보였으며 가장 빈발한 합병증은 지연흉골봉합이 필요하였던 심근 및 폐부종이었다. 심폐기 이탈이 불가능하였던 3례를 제외한 24례 중 13례(54.2%)에서 심근 및 폐부종으로 흉골을 봉합하지 못하고 심중환자실로 나왔으며 4례는 지연흉골봉합 이전에 저박출증으로 사망하였고 9례는 모두 술후 3일째 흉골봉합을 하고 모두 생존하였다. 두번째 빈발한 합병증으로는 급성신부전으로 10례(37%)에서 발생하였으며 이중 7례에서는 복막투석으로 회복되었다. 심한 저박출증은 모두 7례(25.9%)에서 발생하였는데 3명은 심폐기로 부터 이탈이 불가능하였다. 그 외 합병증으로 발작성 상심실 빈맥증(paroxysmal supraventricular tachycardia), 기관지폐이형성(bronchopulmonary dysplasia), 창상감염이 각각 1례씩 발생하였으나 극복되었다.

모두 8명의 환아가 사망하여 29.6%의 수술사망률을 나타내었다. 사망원인은 저박출증이 7례, 신부전이 3례였다. 심기형에 따른 수술사망은 대혈관전위증의 동맥전환술후 3례, 대동맥축착증이 동반된 대혈관전위증의 1차 완전교정술에서 1례, 총폐정맥환류이상증을 동반한 단심실증 환이에서 총폐정맥환류이상증교정과 폐동맥교약술 후 1례, 대동맥궁차단증이 동반된 Taussig-Bing anomaly의 1차 완전교정술 후 1례, 온전한 심실중격과 폐동맥폐쇄증의 우심실유출로 성형술 후 1례, 좌심형성부전증후군의 Norwood operation 후 1례였다.

저자들의 신생아 개심술에 대한 초기경험으로서 높은 수술사망률과 합병증 발생률을 나타내었고 특히 신생아의 복잡심기형에서는 사망률이 매우 높았다.