大韓胸部外科學會誌 第9卷 第1號
Vol. 9, No. 1, June, 1976

先天性心疾患의 心肺器 開心手術

—4 例 報 告—

金近鎬*·朴永寬*·池幸玉*·金英泰*·李宗培*·鄭崙采*·吳哲洙*

=Abstract=

Open Heart Surgery of Congenital Heart Diseases

—Report of Four Cases—

Kun Ho Kim,* M.D., Young Kwan Park,* M.D., Heng Ok Jee,* M.D., Young Tae Kim,* M.D., Chong Bae Rhee,* M.D., Yun Chae Chung,* M.D., Chull Soo Oh,* M.D.

(Director: Prof. Kun Ho Kim, M.D.)

The present. study reports four cases of congenital heart diseases, who received open heart surgery by the Sarn's Heart-Lung-Machine in the department of Thoracic Surgery, Hanyang University Hospital during the period between July 1975 and May 1976.

The Heart-Lung-Machine consisted of the Sarn's five head roller pump motor system (model 5000), heat exchanger, bubble trap, the Rygg-Kyvsgaard oxygenator, and monitors. The priming of pump oxygenator was carried out by the hemodilution method using Hartman's solution and whole blood. Of the four cases of the heart diseases, three whose body weight were below 30 kg, received the partial hemodilution priming and the remaining one whose body weight was 52 kg received the total hemodilution priming with Hartman's solution alone. The rate of hemodilution was in the average of 60.5 ml/kg. Extracorporeal circulation was performed at the perfusion flow rate of the average 94.0 ml/kg/min, and at the moderate hypothermia between 35′5″C and 30′5″C of the rectal temperature. In the total cardiopulmonary bypass, arterial blood pressure was anged between 30 mmHg and 85 mmHg, generally maintaining over 60 mmHg and venous pressure was measured between 4 and 23 cmH_2O, generally maintaining below 10 cmH_2O.

The first case: The patient, a nine year old girl having the symptoms and physical signs typical to cardiac anomaly was definitely diagnosed as isolated pulmonary stenosis through the cardiac catheterization. There was, however, no cyanosis, no pathological finding by X-ray and E.C.G. tracings. The valvulotomy was performed through the arteriotomy of pulmouary artery under the total cardiopulmonary bypass. Postoperative course of the patient was uneventful, and murmur and the clinical symptoms disappeared.

The second case: A 12 year old boy with congenital heart anomaly was positively identified as having ventricular septal defect through the cardiac catheterization. As in the case with the

* 漢陽大醫大 胸部外科學敎室
* *Department of Thoracic Surgery, Schooc of Medicine, Hanyang University.*

first case, the patient exhibited the symptoms and physical signs typical to cardiac anomaly, but no pathological abnormality by X-ray and E. C. G. tracings. The septal defect was localized on atrioventricular canal and was 2 by 10 mm in size. The septal defect was closed by direct simple sutures under the cardiopulmonary bypass. Postoperative hemodynamic study revealed that the pressure of the right ventricle and pulmonary artery were decreased satisfactory. Postoperative course of the patient was uneventful, and murmur and the clinical symptoms disappeared.

The third case: The patient, a 19 year old girl had been experienced the clinical symptoms typical to cardiac anomaly for 16 years. The pink tetralogy of Fallot was definitey diagnosed through the cardiac catheterization. The patient was placed on an ablolute bed rest prior to the operation because of severe exertional dyspnea, fatigability, and frequent syncopal attacks. However, she exhibited very slight cyanosis. Positive findings were noted on E. C. G. tracings and blood picture, but no evidence of pathological abnormality on X-ray was observed. All of the four surgical approaches such as Teflon patch closure(3 by 4 cm in size) of ventricular septal defect, myocardial resection of right ventricular outflow tract, valvulotomy of pulmonary valvular stenosis, and pericardial patch closing of ventriculotomy wound were performed in 95 minutes under the cardiopulmonary bypass. Postoperative hemodynamic study revealed that the pressure of the right ventricle was decreased and pulmonary artery was increased satisfactorily. Postoperative course of the patient was uneventful, and murmur and the clinical symptoms disappeared.

The fourth case: The patient, a 7 1/4 year old girl had the symptoms of cardiac anomaly for only three years prior to the operation. She was positively identified as having acyanotic tetralogy of Fallot by open heart surgery. The patient showed positive findings by X-ray and E. C. G. tracings, but exhibited no cyanosis and normal blood picture. All of the three surgical approaches, such a myocardial resection of hypertrophic sight ventricular outflow tract, direct suture closing of ventricular septal defect and pericardial patch closing of ventriculotomy wound were carried out in 110 minutes under the cardiopulmonary bypass. Postoperative hemodynamic study revealed that the pressure of the right ventricle was decreased and pulmonary artery was increased satisfactorily. Postoperative course of the patient was uneventful, and the symptoms disappeared.

緖　　論

直視下 心臟內手術이 임상적으로 처음 성공된 것은 1953年 1月 Lewis와 Taufic[1]가 低溫法을 이용하여 心血流遮斷 開心으로 心房中隔缺損을 봉합폐쇄 시킨 것이고 同年 9月에 Swan[2]이 肺動脈瓣膜狹窄 3例를 低溫法을 이용하여 直視下에 手術을 성공시킨 것이 시초였다. 그후 Lillehei et al[3]은 azygos flow principle을 이용한 人工心臟으로 心室中隔缺損의 縫合閉鎖 手術成功例를 발표하였고 이것을 그후 交叉體外循環으로 발전시켰다.

人工心肺器에 의한 直視下 心臟內手術의 처음 成功例는 1955年에 Mayo Clinic의 Kirklin et al[4]이 발표하였는데 이때 사용한 心肺器는 Gibbon씨가 제작한 Mayo-Gibbon type였다. Lillehei team도 交叉體外循環法을 토대로 人工心肺器를 제작하여 Kirklin team과 더불어 美國에서는 본격적인 人工心肺器를 이용한 先天的疾患에 대한 開心術이 시작된 것이다.

이무렵 歐羅巴에서는 Sweden의 Crafoord씨도 독자적으로 人工心肺器裝置를 제작하여 臨床成功例를 발표하기 시작하였다. 西獨의 Derra team도 1956年 부터 人工心肺器를 이용하여 先天的心畸形에 대한 開心術을 작하였다.

이리하여 待望의 人工心肺裝置에 대하여 여러나라의 많은 학자들이 계속 활발하게 硏究한 결과 初創期인 10數年前에 비하면 心肺器의 裝置와 操作이 많이 간소화 되었고 人工心肺器를 이용한 體外循環의 발달은 급속도로 진전함과 동시에 開心術에 필요한 모든 要素들도 改善과 發達을 거듭하여 普及 되었고 手術死亡率도 많이

감소되어서 현재는 좋은 成績으로 施術되고 있으며 그동안 발표된 實驗과 臨床에 관한 論文들은 이루 헤아릴 수 없을 정도로 막대한 수에 달하고 있다는 것을 周知하는 바이다.

우리나라에서는 人工心肺器를 이용한 臨床手術에 관한 발표는 誌上으로는 16編가량 된다.[5-20]

症　　例

症 例 1

9세 여아이며(Hosp. No. 144847) 國民校身檢에서 先天的心疾患이 지적된바 있으며 약 1년전부터 약간의 運動性 呼吸困難이 나타나기 시작하여 某病院에서 心導子法을 포함한 검사에서 ASD를 합병한 肺動脈狹窄(PS)를 추측하였다.

발육은 정상범위로 체중 21 kg이며 cyanosis나 貧血像은 없으며 運動性 呼吸困難, 心悸亢進 등이 主訴이나 학교공부에는 지장이 없는 상태였다.

청진상 左胸骨緣의 제2~3 肋間에서 강한 收縮期雜音이 들리며 강한 thrill도 촉지 되었다. 그외 心音에는 이상이 없었다.

腹部는 腹水, 肝 및 脾肥大가 없는 正常所見이다. X-ray와 心電圖檢査도 病的所見이 없는 정상범위였다

右心導子法에서 나타난 各房室의 血液酸素含量과 壓力은 PA가 76.9 vol.%, 10/ommHg, RV는 77.1vol.%, 30/0 mmHg, RA는 78.6 vol.%, 0/−4mmHg였다. 결과로 RA와 RV의 酸含素量差異는 1.5 vol.%였으므로 心房中隔缺損을 의심시킨다.

이상 진찰 및 검사소견을 종합하여 PS를 확진하고 ASD의 합병을 의심하고 手術을 계획하였다.

術前檢査인 血液像, 出血 및 血液凝固要素, 肝과 腎機能, 尿와 糞便, 寒冷凝集反應, 電解質과 血液 gases, 喀痰과 鼻腔內細菌등은 病的所見이 없는 正常範圍였다.

手術: 은기관삽관 전신마취하에 먼저 左腕의 動靜脈에 monitor用 cannulation에 이어 右腸骨動脈을 노출시키고 胸骨正中切開로 개흉하고 심낭의 종절개로 心장을 노출시킨바 크게 확대되었고 강한 thrill이 촉지되는 肺動脈이 있었다.

Heparin(2 mg/kg)를 주사한후 右腸骨動脈에 cannula를 또 上下空靜脈에는 右心耳를 통하여 2개의 cannulae를 각각 삽입하고 吸引系와 더불어 心肺器의 각 해당 motor에 연결하였다. bypass는 部分的에서 全體的 체외순환으로 이행시키고 ASD를 확인하기 위하여 右心房을 切開하였다. 그러나 ASD는 없었으므로 다시 봉합폐쇄하였다.

크게 확대된 肺動脈을 차단하고 縱切開 한바 漏斗形의 肺動脈瓣膜狹窄이 노출되었다. 이것을 二尖瓣으로 정확히 切開한 다음 示指를 右心室에 삽입하여 판막하부인 右心室出口部에 이상이 없음을 확인하고 肺動脈切開創을 봉합폐쇄 하였다. 開心術中과 術後에 心搏動에 이상이 없었다.

心搏動이 양호함을 확인하고 40分間의 bypass를 종료시켰다. 上下空靜脈의 cannulae를 발거하면서 Protamin sulfate(1 : 2)를 주입하고 酸化器의 혈액을 추가로 주입시키고 동맥 cannula를 발거하였다.

心肺器는 Sarns five head roller pump motor system(model 5000)이며 heat exchanger, bubble trap 吸引血의 reservoir, Rygg-Kyvsgaard 酸化器 등으로 組立하였고 Hartman's 용액 1500 ml와 혈액 430 ml로 充塡하여 血稀釋率은 71.4 ml/kg였으며, bypass 血流量은 1600~2000 ml/min.로서 76.1~95.2 ml/kg/min.였다. 直腸 최하온도는 31°8′C 가되는 저온법을 이용하였다. bypass 중 혈압은 30~70 mmHg를 기록하였으나 30 mmHg는 순간적인 하강이였고 대체로 70 mmHg 전후를 유지하였다.

술후 Hb과 Ht가 상당이 낮았으나 수혈로 교정하였고 그외 合併症없이 양호한 경과로 퇴원하여 현재 학교에 다니고 있다.

症例 2: 12세 少年이며(Hosp. No. 157539) 先天的心疾患이있다는 사실은 校醫가 지적하였으나 학교통학에는 별지장이 없었다. 6개월전부터 운동시 呼吸困難과 心悸亢進이 나타났으므로 내원하였다.

신체발육은 정상이었으며 체중 29 kg이고 cyanosis와 貧血像이 없었다. 청진상 左胸骨緣의 제 3 筋間에서 강한 수축기잡음이 들리고 thrill도 촉지 되었고 잡음은 전 심장부위에 전파 되었다. 腹部 肝이 1횡지 밑에서 촉지되는 외에는 이상이 없었다. X-ray 上 cardiac series와 ECG 所見은 정상범위였다.

右心導子에서는 酸素含量과 압력은 각각 PA 12.31 vol.%, 26/4 mmHg, RV 12.40 vol.%, 30/2 mmHg, RA 10.39 vol.%, 4/0 mmHg였다.

이상 검사성적을 종합하여 VSD를 진단하고 수술을 계획하였다.

術前檢査는 症例 1과 같이 실시하였고 성적은 모두정상범위였다.

手術: 기관삽관 전신마취하에 monitor 기록용 動靜脈 cannulation 후 右腸骨動脈을 노출시키고 heparin 투여후 上下空靜脈, 腸骨動脈, 左心室 vent cannula를

삽입하고 吸引系와 더불어 각각 心肺器의 해당 motor에 연결하고 체외순환을 실시하였다.

胸骨中切開로 개흉하고 右心室出口部를 종절개로 開心한바 crista supraventricularis의 下後方이며 atrioventricular canal에 해당되는 心室中隔이며 三尖판막부에 가깝게 있으며 일부 가리워져 있는 3×10 mm 되는 전죽한 결손공이었다. 이 결손공을 단순한 결찰봉합으로 폐쇄하였다.

心肺器稼動 체외순환 시간은 40分이었으며 대동맥 차단 10分間 心室의 除細動 1回 등 조작과 처치가 필요하였으나 心搏動은 순조로왔다.

心肺器의 組立은 症例 1과같고 Hartman's 용액 1500 ml과 혈액 430 ml로 충전하며 65.5 ml/kg 혈회석율이 었으며 체외순환 血流量은 2400~3500 ml/min으로 82.7~120.6 ml/kg/min의 높은 血流였으며 直腸溫度최하가 33°5'C였고 혈압은 30~80 mmHg였으나 대체로 60 mmHg 이상을 유지하였다. 心肺器 가동중에는 acid base, 전해질, 혈액 gases를 주기적으로 측정하면서 결함을 교정하였다.

手術前과 術後에 실시한 右心房, 右心室, 肺動脈의 壓力測定値는 術前이 RA 4/0mmHg, RV 40/20mmHg, PA 40/20 mmHg였는데 術後는 RA 4/0mmHg, RV 20/0 mmHg, PA 40/5 mmHg으로 만족스러운 압력변동을 나타냈다.

手術後 약 6시간 후에 정맥압이 상승하면서 心搏이 弱化하여지므로 再開胸한 바 出血로서 血餠이 心囊內에 충만하여 cardiac tamponade를 야기하였으므로 혈액을 제거한 바 心搏이 정상으로 호전하였다. 그외는 합병증없이 양호한 경과로 퇴원하여 현재 등교하고 있다.

症例 3: 19세 女高生이며(Hosp. No. 144303) 운동시 호흡곤란과 cyanosis는 生後 약 1년부터 있었으며 그후 호흡곤란은 계속적으로 심하여졌으나 cyanosis는 항상 輕微하였다. 失神發作도 小兒時 부터 있었고 운동시의 호흡곤란, 피로감, 실신발작 때문에 女中高 시절에는 休校와 佛教의 坐禪을 많이 하여 왔다고 한다. 최근에는 便所出入時도 失神할때가 있을 정도에서 거이 절대안정상태를 취하였다.

신체발육은 외관상 정상이어서 체중이 52 kg이다 貧血像은 없고 指端肥大나 cyanosis는 看過할수 있을 정도로 경미하였다.

청진상 左胸骨緣의 제 3~4 筋間에서 강한 수축기 雜音이 있고 thrill도 촉지 되었으며 잡음은 전 심장영역에 전파되었다.

X-ray 검사는 흉부와 cardiac series는 病的所見이 없었다. ECG는 sinus bradycardia(47/min)였으며 P_R, Q_{RS}, Q_T 간격이 각각 0.23″, 0.05″, 0.4″였고 右心室肥大가 저명하지는 않으나 나타났고 제1도A-V block가 증명되었다.

右心導子에서는 酸素量과 壓力은 각각 PC-wedge 16.07 vol.%, 4mmHg, PA 11.65 vol.%, 10/3 mm Hg, RV 11.08 vol.%, 160/70 mmHg, RA 9.33 vol.%, 5/3 mmHg였으며 catheter를 PA에서 RV로 拔引하는 連續的 壓力曲線은 PA와 RV 와사이에 中間段階가 있는 曲線變動을 나타내었다.

血液은 Hb 16.5 g%, Ht 52%, RBC 523만, WBC 9700, Seg. 87%, Stab. 3%, lymphocyte 10%이다.

이상 검사성적을 종합하여 混合型인 肺動脈狹窄을 同伴한 Fallot 四徵症으로 진단하였으나 cyanosis가 경미한 所謂 pink tetralogy라는 稀貴한 症例라고 판정하고 수술을 계획하였다.

術前檢査는 症例 1과 같이 실시했는데 血液像을 제외한 모든 검사성적이 정상범위였다.

手術: 기관삽관 전신마취 하에 症例 2와 같이 각종 cannulation을 실시하고 心肺器에 연결 bypass를 시작하였다.

右心室出口部를 종절개로 開心한 바 이 切開部의 心筋이 肥厚突出하여 있었고 심실중격의 crista supraventricularis 上方에 2.5×3.5 cm 크기 타원형 缺損孔이 開口하여있고 이 缺損孔을 통하여 정상적으로 잘 폐쇄된 大動脈판막이 잘 보일정도로 대동맥판막口가 右側으로 이동하여 大動脈騎乘(overriding)을 形成하고 있었다. 肺動脈판막 下部에는 膜性組織이 내부로 輪狀으로 突出하여 右心室出口部 中間에 狹窄을 형성하고 있었고 肺動脈판막 자체는 症例 1과 같은 漏計型狹窄을 形成하여 混合型 肺動脈狹窄을 만들고 있었다. 그리고 異例的인 病理解剖로는 肺動脈판막과 肺動脈 間에 부착한 三角形의 膜이 形成되어 있는 점이다. 肺動胸과 판막輪의크기는 發育不全은 없었다. 따라서 肺血液循環이 감소 하지 않았기 때문에 경미한 cyanosis로 pink tetralog를 만들었다는 것을 알수있다.

먼저 Teflon patch(3×4 cm)로서 VSD를 봉합폐쇄한 다음 右心出口部의 膜性突出組織을 절제하였다. 肺動脈판막은 二尖판으로 정확히 切開하고 膜性附着物 2개는 切除하였다. 右心室開心創은 3×7 cm의 心囊片 patch로서 봉합폐쇄하였다. 大動脈차단 2回로 心細動이 발생하였으나 電氣的 除細動으로 이상없이 心搏動이 회복 하였다.

心肺器組立은 前例와 같으나 充塡은 Hartman's 용액

2700 ml 만으로 하였으나 血회석율은 51.9 ml/kg 였다. bypass 血流量은 3900~4700 ml/min 로 75.0~90.3 ml /kg/min 의 많은 量이었다. 直腸温度는 최하 32°2′C, 혈압은 60~85 mmHg, CVP 는 5.0~6.5 cmH_2O 를 유지하는 좋은 체외순환상태였다. 心肺器稼動時間은 95分이다.

手術前後에 右心系에서 測定한 壓力値를 비교하면 術前은 RA 10/0 mmHg, RV 100/0 mmHg, PA 15/5mm Hg 였던것이 術後는 RA 10/0mmHg, RV 40/0mmHg, PA 20/15 mmHg 여서 수술에 의한 血流力學의 교정이 만족스럽다는 것을 알수 있다.

術後는 合併症 없이 양호한 경과로 퇴원하여 현재 학교에 통학하고 있다.

症例 4: 7年 2個月의 女兒이며(Hosp. No. 144226) 약 3년전부터 운동시 호흡곤란과 심계항진이 있었으나 학교통학에는 별지장이 없었다.

신체발육은 정상으로 체중 19.7 kg 이며 cyanosis 나 빈혈상이 없었다.

청진상 左胸骨緣의 제2~3肋間에서 강한 수축기잡음과 thrill 이있다. 腹部는 肝이 1횡지 밑에서 촉지되는 외는 이상이 없다.

X-ray 검사는 5개월전 사진과 비교하니 그 때보다는 心尖部가 약간 거상 되었고 肺動脈확대로 인한 心左緣의 直線化가 나타났다. ECG 에서는 약간의 右心室肥大와 제1도 A-V block 가 증명되었다.

右心導子에서는 酸素含量과 壓力은 각각 PA 11.05 Vol.%, 28/15 mmHg, RV 11.08 Vol. %, 48/12 mm Hg, RA 10.5 Vol.%, 10/2 mmHg 로 나타났다. 血液像은 Hb 11.5g%, Ht 34%, RBC 416만이었다.

이상 소견을 종합하여 肺動脈狹窄은 분명히 있는 것으로 판단되나 그외 합방된 畸形의 증거는 불확실하였다.

術前檢査는 前例와 같게 실시하였으나 모든 성적이 정상범위내 였다.

手術: 기관삽관 전신마취 하여 前例와 같게 각종 cannulation 을 실시하고 心肺器에 연결 bypass 를 시작하였다.

肺動脈판막狹窄을 목표로 肺動脈을 切開한바 肺動脈판막은 기형으로 二尖판막을 형성하고 있었으나 開閉기능에는 지장이 없는 상태임을 확인하고 제5指를 右心室에 삽입한 바 판막下에 협착이 있고 특히 收縮期에는 비교적 강하게 삽입한 제5指를 絞物할 정도의 筋肉性狹窄이 있음을 확인 하였다. 그리고 酸化血로 인식되는 혈액이 계속 肺動脈切開部로 流出하므로 VSD 를 의심하고 左心室 vent cannula를 추가로 삽입하고 心肺器에 연결하여 左心室血液을 吸引하면서 右心을 종切開로 開心하였다. 이때 切開部의 心筋이 심히 肥厚하여 錐體部狹窄(infundibular stenosis)임을 확인하였고 다음에 心室中隔缺損과 大動脈騎乘이 있음을 확인하였다. 그런데 VSD 의 缺損緣에 大動脈판막에 밀착하다 시피 접근된 위치에 있었고 大動脈의 右冠狀動脈側판막은 右心室側에 노출되어 있는 상태에 있는 TOF 의 病理解部를 具備하고 있는 畸形임을 비로소 알았다.

먼저 VSD 의 遊離緣을 右心室에 노출된 大動脈판막輪緣에다가 連續縫合으로 폐쇄하여 VSD 와 大動脈 右側移動을 血流力學的으로 해결하였다. 다음은 右心室出口部의 肥厚된 心筋을 부분적으로 절제하고 右心室出口部의 內經을 넓힘과 동시에 輪狀心筋收縮을 단절하는 목적으로 心낭片으로 開心創을 patch graft 로 봉합폐쇄하였다.

心肺器는 前例와 같이 組立하고 Hartman's 용액 1000 ml 와 혈액 800 ml 로 充塡하여 血회석율은 53.2 ml/kg 였다. 체외순환 血流量은 63.1~151.0 ml/min 로 높은 量이었다. 혈압 30~40 mmHg 에 대비하여 直腸温度는 30°5′C 로 하강시켰다. bypass 는 110分이 소요되었으나 心搏은 이상없이 소생하였다.

手術前後에 측정한 右心系의 壓力値는 術前은 RA 10/0 mmHg, RV 130/0 mmHg, PA 20/10 mmHg 였고 術後는 RA 9/0 mmHg, RV 45/0mmHg, PA 30/15 mm Hg 로 비교적 만족스러운 압력변동을 나타냈다.

術後 약 10시간에 出血로 再開胸하였으나 합병증 없이 양호한 경과로 퇴원하였다.

總括 및 考察

開心術을 실시한 4명 환자에 대한 心肺器 체외순환상태를 종합하면 Table. 1과 같다. 체중이 30 kg 이하인 3명에서는 혈액을 혼합한 부분적 血稀釋充塡法을 사용하였고, 체중이 52 kg 되는 1명에서는 혈액을 혼합하지 않고 全的 혈회석충전법을 사용하였다. 充塡液으로는 Hartman's 용액을 사용하였다.

心肺器의 充塡液으로는 全血이 가장 生理的이라는 과거의 개념은 Zuhdi et al[21]의 실험적 임상적 성적으로 말미암아 바뀌어졌으며 그후 여러 학자들이 여러가지 充塡液을 이용한 실험과 임상성적이 발표되므로서 全血充塡 보다는 血稀釋充塡法의 성적이 더욱 좋다는 것이 입증된 것이다. 처음 Zuhdi et al[22]이 心肺器를 5% dextrose 용액으로 충전하고 중등도 저온법으로 心肺器 체외순환을 실시한 실험성적과 임상적 개심술 성적을

Table 1. Extracorporeal Circulation by Sarns Heart-Lung-Machine with Rygg-Kyvsgaard Oxygenator

	Diagnosis	Age Yr.	Sex	B.W. (kg)	Hb (gm%)	Ht (%)	Priming solution (ml)	Hemodilution (ml/kg)	Perfusion flow rate (ml/kg/min)	Rect. Temp. (C)	BP in bypass (mmHg)	CVP (cm_2O)	Duration of bypass (min.)
1,	PS	9	F	21	13.1	39	HS : 1500 B : 430	71.4	76.1—95.2 (1600—2000)	31.'8″	30—70	7—10	45
2,	VSD	12	M	29	11.8	35	HS : 1500 B : 430	65.5	82.7—120.6 (2400—3500)	33.'5″	30—80	4—9	40
3,	TOF	19	F	52	16.0	46	HS : 2700	51.9	75.0—90.3 (3900—4700)	32.'2″	60—85	5—6.5	95
4,	TOF	7	F	19	11.5	34	HS : 1000 B : 800	53.2	63.1—151.0 (1200—2871)	30.'5″	30—40	19—23	110

Remarks, HS: Hartman's solution
B: Whole blood
PS: Pulmonary valvular stenosis
VSD: Ventricular septal defect
TOF: Tetralogy of Fallot

발표하므로서 全血충전법이 반드시 생리적이 아니라는 것이 인정 받기 시작하여서 혈회석충전법에 의한 체외순환의 새로운 개념이 창립된 것이다.

그후 Greer et al[23], Panico와 Neptune[24], Long et al[25], De Wall et al[26]들도 5% dextrose 용액을 충전액으로 사용한 혈회석충전법에 의한 체외순환을 중등도 저온법으로 실시하여 실험적으로나임상적으로나 좋은 성적을 얻었고 Colley et al[27]는 같은 충전액에 의한 체외순환을 정상체온 하에 실시한 임상예에서도 좋은 성적을 얻었다고 발표하였다. 이러한 많은 성적이 혈회석충전법에 의한 체외순환의 우수성을 입증하게 된 것이다.

충전액으로는 5% dextrose 용액 뿐만아니라 다른 용액으로도 시도 되었다. Hepps et al[28]과 Roe et al[29]는 low molecular weight dextran을 사용하기도 했지만 그후 Neville et al[30] Hirsch et al[31], Lillehei et al[32], Burbank et al[33], Dieter et al[34]등은 buffered Ringer's lactate 용액 혹은 Ringer's lactate 용액을 충전액으로 이용하여 좋은 성적을 얻었다고 발표하였다

心肺器의 충전량 혈회석율 그리고 체외순환 혈류량을 문헌적 고찰과 더부러 살펴보면 저자의 경우는(Table. 1) 혈회석율은 51.9~71.4 ml/kg로 평균 60.5 ml/kg이고 혈류량은 75.0~151.0 ml/kg/min로 평균 94.0 ml/kg/min이다. Hirsch et al[31]의 data와 비교하면 씨들은 혈회석율은 42.0~110 ml/kg로 평균 62.0 ml/kg이고 혈류량은 40.0~60.0 ml/min로 평균 52.0 ml/kg/min 여서 저자들의 혈회석율은 중간치에 속하며 안전성이많은 범위내라고 할 수 있고, 혈류량은 훨씬 높은 혈류량을 나타냈다. 저자들은 high flow 원칙을 사용하였기 때문이다. 고로 Hepps et al[28]의 70.0 ml/kg/min 보다도 높은 혈류량을 나타내어 체외순환이 잘되었다는 것을알 수 있다.

血壓의 변동은 증예 1. 2. 3. 에서는 30 mmHg 이상 85 mmHg까지였으나 30 mmHg는 체외순환을 시작하면 일시적으로 떨어졌던 것이고 대체로 60 mmHg 이상을 유지할수가 있었으나 증에 4에서는 30 mmHg 부터 40 mmHg 사이를 유지하게 되었는데 이렇게 저혈압을 나타낸 확실한 이유는 알수없다. 고로 증에 4에서는 체온을 30°C(직장온)로 하강시켜서 저혈압을 뒷바침을 하였다.

체외순환중의 혈압은 체외순환 혈류속도 혈염조도 말초혈관저항 등의 영향을 받는데 혈압을 유지하기 위한 대책도 체외순환을 좋은 성적으로 성공시키는데에 중요한 일이다. Neville et al[30]의 성적에 의하면 buffered

Ringer's lactate 용액으로 충전하고 평균 50.0 ml/kg/min의 혈류량으로 체외순환을 실시한바 혈압이 30~40 mmHg로 유지되었어도 腎貧血, 腎機能低下는 없었다고 말하였다. De Wall et al[26]은 5% dextrose 용액으로 충전하고 혈류량 30 ml/kg/min, 직장온도 31~30°C로 체외순환을 실시한바 혈압은 50~60 mmHg가 유지되어서 좋은 성적을 얻었다고 하였다.

이상 문헌과 저자의 성적을 비교하면 저자는 정맥혈이 혈산화기(oxygenator)로 유출하는 量만큼 送血하는 원칙으로 체외순환을 실시한바 비교적 높은 혈류량과 만족스러운 혈압이 유지되었다는 것을 알수 있다. 그러나 혈회석 체외순환법에 있어서도 체외순환이 막 시작할 때 일시적으로 혈압이 떨어진다는 것은 잘 알려져 있는 사실 이지만 그 정확한 기전은 모르고 있는 실정이다.

Fallot씨 四증증의 병리해부는 복잡하여 병리해부학적으로 命名되어 있는 병변만도 4가지 인데다가 개개의 병변 및 기형에도 그 위치, 형태, 정도 등이 일정하지 않고 각증예 마다 약간식 혹은 상당하게 차이를 나타내기 때문에 같은 TOF 이면서도 異型이 많다. The pink tetralogy, acyanotic TOF 등도 TOF의 異型에 대한 別名인 것이다. 심지어는 TOF 이면서 肺動脈의 先天的 形成不全이 심하여 수술성적이 대단히 불량한 것도있다

저자들이 경험한 TOF 2예 모두 異型이어서 흥미 있는 증예가 된다. 증예 3은 대단히 큰 심실중격결손과 대동맥우측이동이 있으면서도 경미한 cyanosis로 pink tetralogy를 나타낸 이유는 폐동맥협착이 혼합형이었으나 그 정도가 심하지 않았기 때문에 상당한 肺血流量을 유지할 수가 있었고 심실중격결손의 shunt도 一方通 만이아니고 兩方通 shunt 였기 때문이라고 생각한다. 그리고 또 異例的인 것은 협착된 폐동맥판막에 2개의 膜性 附着物이 있었다는 점이다. 증예 4는 4개의 병변을 구비하고 있으면서도 진단에 도움이되는 赤血球增多, 青色症 등이 없고 더구나 진단에는 가장 유력한 心導子法에서까지 의의있는 변동을 나타내지 않은 소위非青色症인 Fallot씨 四증후군으로 흥미 있는 증예라고 생각된다.

結　　論

漢陽大 醫大 胸部外科에서 1975年 7月부터 先天的心畸形 4명에 대하여 Sarns 心肺器를 사용하여 開心手術을 실시한 바 全例가 生存하였고 모든 症狀이 소퇴되는 좋은 成績을 얻었다.

心肺器는 Sarn's five head roller pump motor system에다 heat exchanger, bubble trap, Rygg-Kyvsgaard oxygenator, 각종 monitors로 組立하였다. 充塡溶液으로는 Hartman's 溶液과 血液을 사용하였는데 체중이 30 kg 이하인 5명에서는 血液을 혼합한 部分的 血稀釋充塡法을 이용하였고 체중이 52 kg되는 1명에서는 血液을 혼합하지 않는 全的 血稀釋充塡法을 이용하여 平均 血稀釋率이 60.5 ml/kg였다. 체외순환 平均 血流量은 94.0 ml/kg/min이었으며 直腸溫度 30°5′~33°5′C의 중등도 低溫法을 이용하여 血壓은 30~85 mmHg를 나타냈는데 대체로 60 mmHg 이상을 유지할수있었다.

肺動脈 판막狹窄 1명은 9세 소녀이며 체외순환 45分間에 판막切開術을 시술하였고, 心室中隔缺損 1명은 12세소년이며 체외순환 40分間에 右心室開心으로 직접 봉합폐쇄하였다. Fallot氏 四徵候群 2명중 1명은 19세처녀이며 체외순환 95分間에 Teflon patch로 心室中隔缺損孔 폐쇄, 肺動脈 판막切開와 판막下 組織切除, 心낭片 patch graft로 開心創을 폐쇄 하였고 다른 1명은 7세 소녀로 非青色症이었으며 체외순환 110分間에 心室中隔缺損孔을 직접 縫合폐쇄, 판막下 肥厚心筋切除, 心낭片 patch graft로 開心創폐쇄 등 開心術을 시술하였다.

全例가 術後 특별한 合併症 없이 양호한 경과로 퇴원할 수 있었다.

REFERENCES

1. Lewis F. J. and Taufic M.: *Closure of atrial septal defect with the aid of hypothermia; Experimental accomplishments and the report of one successful case, Surgery, 33:52, 1953.*
2. Swan H., Zeavin I., Blount S. G. Jr., and Virtue R. W.: *Surgery by direct vision in the open heart during hypothermia, J. A. M. A., 153:1081, 1953.*
3. Cohen M., Warden H. E., and Lillehei C. W.: *Physiologic and metabolic changes during autogenous Lobe oxygenation with total cardiac bypass employing the azygos flow principle, Surg. Gynec. Obst., 98:523, 1954.*
4. Kirklin J. W., DuShane J. W., Patrick R. T., Donald D. E., Hetzel P. S., Harshbarger H. G., and Wood E. H.: *Intracardiac surgery with the aid of a mechanical pump-oxygenator system; Report of eight cases, Proc. Staff Meet. Mayo*

Clin., 30:201, 1955.

5. 이영균, 윤종덕, 강중구, 백선행, 원관희, 주동운: 승모판막 폐쇄부전증의 수술료법, 심폐기사용 5예 보고, 외과학회지, *7:65, 1965.*
6. 金世煥, 徐相賢, 洪弼勳: 開心手術에 있어서 低溫灌流法, 外科學會誌, *9:241, 1967.*
7. 洪承祿, 徐相賢, 李明鎭, 洪弼勳: 心肺器를 利用한 心室中隔缺損矯正, 外科學會誌, *9:669, 1967.*
8. 洪承祿: 低温法 및 體外循環法을 併用한 開心術施行時의 灌流量 및 充塡液決定에 관한 硏究. 外科學會誌, *10:459, 1963,*
9. 洪弼勳, 李世淳, 洪承祿, 徐相賢, 金義烈: 心肺器를 利用한 心房中隔缺損矯正, 外科學會誌, *11:17, 1969.*
10. 손광현, 양기민, 채범석, 김종환, 서경필, 고광옥 이영균: 혈액희석 체외순환법에 관한 임상적관찰. 胸外誌, *3:73, 1970.*
11. 池幸玉, 金共秀, 鄭永煥, 尹允鎬, 金近鎬: *Hartman's* 溶液으로 充塡한 血釋體外 循環에 관한 實驗的硏究, 胸外誌, *4:69, 1971.*
12. 池幸玉, 金共秀, 鄭永煥, 尹允鎬, 金近鎬: *Hartman's* 溶液으로 充塡한 血稀釋體外循環法에 관한 實驗的 硏究, 第2報, 外科學會誌 *14:473, 1972.*
13. 송요준, 김한석, 노준량, 김종환, 서경필, 이영균: 심장내 막상결손증의 외과적 치료, 2예보고, 胸外誌, *7:101, 1974.*
14. 송요준: 승모판막 이식수술, 5예보고, 胸外誌, *7:189, 1974.*
15. 李鍾明, 趙範九, 洪承祿, 洪弼勳, 金性淳, 車弘道: 大動脈洞 動脈瘤破裂, 手術治驗 6例, 胸外誌, *7:201, 1974.*
16. 趙範九, 盧炳宣, 李鍾明, 洪承祿, 車弘道: 左心室右心房中隔缺損(*shunt*), 胸外誌, *7:209, 1974.*
17. 채범, 서경필, 이영균: 心室中隔缺損症의 임상적고찰, 胸外誌, *8:69, 1975.*
18. 안광필, 이영균: 심방중격 결손증의 외과적 요법. 胸外誌, *8:81, 1975.*
19. 김주현, 이영균: 심장판막 이식에 관한 연구, 胸外誌, *8:89, 1975.*
20. 金近鎬, 朴永寬, 池幸玉, 金英泰, 李宗培, 鄭崙采: *Sarns* 心肺器의 血稀釋 體外循環에 관한 實驗的硏究. 胸外誌, *8:135, 1975.*
21. Zuhdi N., McCollough B., Carey J., and Greer A.: *Double helical reservoir heart-lung machine designed for hypothermic perfusion; primed with 5% glucose in water; inducing hemodilution, Arch. Surg., 82:326, 1961.*
22. Zuhdi N., Carey J., Sheldon W. and Greer A.: *Comparative merits and results of blood and 5 percent dextrose in water for heart-lung machines; Analysis of 250 patients, J. Thorac. Cardiovasc., Surg., 47:66, 1964.*
23. Greer A.E., Carey J.M., and Zuhdi N.: *Hemodilution principle of hypothermic perfusion; A concept of obviation blood priming, J. Thoracic Surg., 43:640, 1962.*
24. Panico F.G. and Neptune W.B.: *Mechanism to eliminate the donor blood prime from the pump oxygenators, S. Forum., 10:605, 1959.*
25. Long D.M. Jr., Sanchez L., Varco R.L., and Lillehei C.W.: *The use of low molecular weight dextran and serum albumin as plasma expeanders in extracorporeal circulation, Surg., 50:12, 1961.*
26. De Wall R.A., Lillehei R.C., and Sellers R.D.: *Hemodilution perfusion for open heart surgery; Use of five percent dextrose in water for priming volume, New Engl. J. Med., 266:1078, 1962.*
27. Cooley D.A., Beall A.C.Jr.. and Grondin P.: *Open heart operations with disposable oxygenators; 5% dextrose prime and normothermia, Surg., 52:713, 1962.*
28. Hepps S.A., Roe B.B., Wright R.R., and Gardner R.E.: *Amelioration of the pulmonary postperfusion syndrome with hemodilution and low molecular weight dextran, Surg., 54:232, 1963.*
29. Roe B.B., Swenson E.E., Hepps S.A., and Bruns D.L.: *Total body perfusion in cardiac operation; Use of perfusate of balanced electrolytes and low molecular weight dextran, Arch. Surg., 88:128, 1964.*
30. Neville W.E., Colby C., Peacock H., and Kronkowsky T.C.: *Superiority of buffered Ringer's lactate to heparinized blood as total prime of the large volume disc oxygenator, Ann. Surg., 165:206, 1967.*

31. Hirsch D.M., Hadidian C., and Neville W.E.: *Oxygen consumption during cardiopulmonary bypass with large volume hemodilution, J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 56:197, 1968.*
32. Lalke B.R., Castaneda A., and Lillehei C. W.: *A clinical evaluation of the new temptol disposable blood oxygenator; Experience in 150 consecutive undergoing cardiopulmonary bypass J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 57:697, 1969.*
33. Burbank A., Fergson T.B., and Burford T. H.: *Disposable bubble oxygenator; Experimental studies of its performance, Arch, Surg., 93: 660, 1966.*
34. Dieter R.A. Jr., Neville W.E., and Pifarre R.: *Serum electrolyte changes after cardiopulmonary bypass with Ringer's lactate solution used for hemodilution, J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 59:18, 1970.*