

신생아의 복잡심장기형에서 심장이식을 위한 동물실험

박 영 환* · 윤 치 순* · 정 원 석* · 김 명 옥** · 조 범 구*

=Abstract=

Animal Experiments of Heart Transplantation for Complicated Congenital Heart Disease in Neonate

Young Hwan Park, M.D.*, Chee Soon Yoon, M.D.*, Won Suk Jung, M.D.*,
Myung Ok Kim, M.D.**, Bum Koo Cho, M.D.*

Background: Heart transplantation is considered for a selected certain group of complicated congenital heart disease in neonates because corrective surgery is very difficult and has high mortality. Precise planning of transplantation is necessary to adequately fit the donor heart to the recipient. **Material and Method:** We have performed 4 neonatal pig heart transplantations to test the technical feasibility. Experiment 1: The transplantation was performed using the same technique as the adult heart transplantation. Experiment 2: The transplantation for hypoplastic left heart syndrome was simulated as we reconstructed the whole aortic arch with donor aorta. Experiment 3: The heart transplantation was done with radical pulmonary artery reconstruction. Experiment 4: The experiment was performed for a long term survival. **Result:** Preoperative planning was very important for adequate fitting. All animals could be weaned from cardiopulmonary bypass, however, two animals died due to bleeding at pulmonary artery and left atrium. **Conclusion:** We concluded that the neonatal heart transplantation can be applied in some complicated congenital heart diseases. Technical caution should be emphasized to minimize anastomotic leak. Further using animal model is mandatory.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1999;32:504-9)

Key word : 1. Heart transplantation
2. Infant, neonate
3. Heart defect, congenital

*연세대학교 의과대학 흉부외과학교실, 연세 심장혈관센터

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

**연세대학교 의과대학 마취과학 교실, 연세 심장혈관센터

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

†본 논문은 1996년 연세대학교 의과대학 심장혈관센터 연구비로 조성되었음.

‡본 논문은 1997년 10월 30일 제 29차 대한흉부외과 추계학술대회 포스터로 발표되었음.

논문접수일 : 98년 6월 24일 심사통과일 : 99년 1월 8일

책임저자 : 박영환, (120-752) 서울특별시 서대문구 신촌동 134번지, 연세대학교 의과대학 흉부외과. (Tel) 02-361-7283, (Fax) 02-393-2041

E-mail: yhpark@yumciris.yonsei.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체는 대한흉부외과학회에 있다.

서 론

Kantrowitz가 1967년 성인에만 시행되던 심장이식수술을 소아에게 처음 시도한 이래 Bailey 등이 1980년 들어 본격적으로 소아심장이식수술을 하면서 이 분야의 많은 영역을 개척해 왔다¹⁻³⁾.

Cyclosporin이라는 면역억제제를 사용하고 나서 부터 성인에 있어서 심장이식수술은 1년 생존율이 90%에 육박하는 좋은 성적을 보이고 있다⁴⁾. 어린 아이들은 수술합병증 및 사망율의 차이이외에도 오랜기간 사용하는 면역억제제에 의한 성장저하나 감염, 그리고 신생물질의 발현이 문제가 되고 있다.

그러나 좌심실형성부전증(Hypoplastic left heart syndrome)은 높은 수술사망율과 계속적인 수술필요성 때문에 심장이식이나 하나의 치료방법으로 대두되었는데 Norwood 술식의 연차적인 수술결과보다 단기 및 중기 성적이 좋아^{2,5)} 현재는 HLHS와 원발성 심근증(Idiopathic cardiomyopathy), 그리고 말기심부전을 보이는 복합심장기형이 심장이식의 적응증이 되어 시행되고 있다^{6,7)}.

연세심장혈관센터연구소에서는 위와 같은 복잡심장기형에서 심장이식의 적용을 위해 여러상황을 설정해 놓고, 있을 수 있는 문제점 도출과 함께 가능한 방법을 찾고자 실험을 계획하였다.

대상 및 방법

태어나서 1개월 이하의 신생동으로 모두 8마리를 사용하여 4차례 심장이식실험을 하였으며 몸무게는 공여동과 수혜동이 각각 5.5/5.5 kg, 5.0/5.2 kg, 4.5/5.5 kg, 4.5/5.0 kg이었다.

방법은 수술 하루전 저녁부터 금식시킨 생후 1개월 미만의 신생동을 entobar(20~30 mg/kg)를 정맥주사하여 진정시킨 후 좌우측 흉벽의 털을 제거하고 소독하였다. 신생동의 기관삽관이 힘들어 우선 기도절개에 의해 기관삽관을 하였다. 이후 정중절개술로 가슴을 열고 심낭을 열고 나서는 2.0 mg/kg의 헤파린을 투여하고 상공정맥은 결찰하고 하공정맥은 결찰 절단한 후 심장을 박출시켜 심장내의 혈액이 다 빠지도록 한 다음 대동맥을 차단하고 준비된 혈심마비액(1:4 solution) (20 mg/kg)를 직접 주사기를 찔러 손으로 대동맥에 주입하였다. 이때 동맥관이하의 대동맥이나 폐동맥이 필요하다면 결찰분리시켰다. 상대정맥의 원위부, 대동맥과 폐동맥의 원위부를 실험계획에 따라 절제하면서 잘라내고 심침을 거상하여 폐정맥을 노출시킨 다음 폐정맥을 가능한 좌심방에서 멀리 떨어져 자른다. 심장절제가 끝나면 얼음이 담긴 식염수와 함께 소독된 비닐 주머니속에 이중으로 넣은 다음

얼음으로 채워진 얼음통에 넣어두었다. 수혜동을 공여동과 같은 방법으로 마취하고 정중 절개후 고동정맥을 서혜부에서 박리하여 혈압과 수액공급라인으로 사용하였다. 연속모니터감시(Model No. 90303B, Spacelab inc, Washington, USA)로 동맥압과 심전도를 감시하였고 산소포화도모니터를 허의 중간에 설치하였고(pulse oxymetry, ultracath, Nellcor inc, California, USA) 인공심폐기는 Cobe사의 Perfusion System (Cobe Laboratory inc, Colorado, USA)을 사용하였으며 수차례 동맥혈검사를 하여 산소농도를 유지하였다. 신생동이므로 충진액이 적게 들어가는 산화기(Safe, membrane oxygenator, polystan, Inc, Copenhagen, Denmark)를 사용하였다. 튜브세트는 동야의료기에서 제작한 것을 사용하였다. 인공순환을 위해 대동맥에 하나, 우심방에 하나만 캐뉼라를 삽입하였다(Fig. 1). 체온을 떨어뜨려 대동맥과 상공정맥을 차단한 후 완전순환정지를 시키면서 각 실험계획에 따라 심장을 절제하였다. 공여동 심장을 좌측 흉곽에 찬 식염수내에 놓고 좌우심방중격부터 한겹(single layer)으로 봉합을 시작하였다. 사용한 실은 심방레벨은 프롤린(propylene) 6-0, 대동맥과 폐동맥은 7-0를 사용하였다. 우심방을 다 꿰맨 후에는 심장을 오른쪽으로 위치시키고 아래에 있던 실로 좌심방의 우측벽을 연결하며 거의 끝나갈 무렵 공여동 심장의 왼쪽 심장에 식염수를 채워 공기를 제거하였다. 대동맥공이나 폐동맥을 광범위하게 연결한 후 대동맥과 우심방에 다시 캐뉼라를 넣고 인공심폐순환을 시작하면서 가온하였다. 좌심방이에 벤트(vent)를 삽입하여 압력하강(decompression)을 시켜 주었고 체온이 다 오르면 인공심폐순환에서 이탈하였다. 캐뉼라까지 모두 뽑고 흉곽을 텍손실로 닫아 놓고 초기 수술경과를 보았다⁸⁾.

각각 실험은 다음과 같이 시행하였다.

실험 1: 성인 심장이식수술이 가능한지에 대해 우선 같은 방법으로 시행하였다. 방법은 상대정맥의 성장을 고려해 심방문합을 하였다(Fig. 2).

실험 2: 좌심실형성부전증의 경우를 모의실험하기 위해 공여동의 심장을 대동맥공의 동맥관이하까지 적출하고 수혜동에서도 대동맥공의 상부만 남기고 여기에 연결시키는 대동맥구성형을 포함한 심장이식수술을 하였다(Fig. 3).

실험 3: 복잡심장기형은 폐동맥의 발육부전을 많이 동반하고 있는데 이를 가정하기 위해 폐동맥을 폐문부까지 잘라내어 수혜동의 폐동맥의 후벽만 남기고 공여동의 폐동맥으로 확대연결하는 실험을 하였다(Fig. 4).

실험 4: 심낭강내에서 여러 가지 대혈관의 이상이 심장이식에 방해가 되는지 고려하였으나 실제 그러한 심장을 구할 수 없어서 장기 생존을 위한 심장이식수술을 시행하는데 그쳤다.

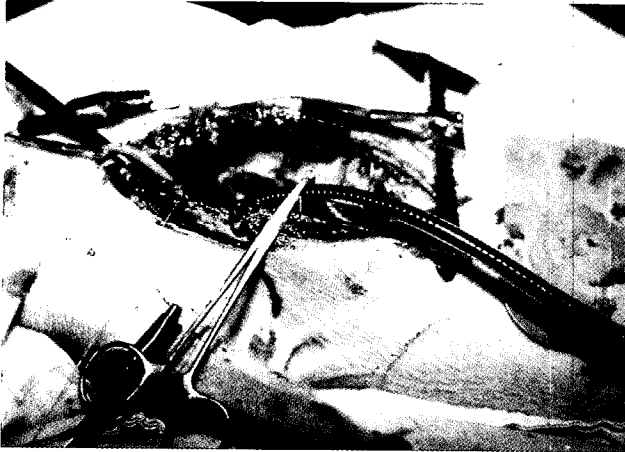


Fig. 1. Aorta to single right atrial cannula cardiopulmonary bypass.



Fig. 3. Aortic arch reconstruction for Hypoplastic left heart syndrome.



Fig. 2. Completion of heart transplantation by conventional method.



Fig. 4. Pulmonary artery reconstruction to the recipient's hilum.

결 과

연구계획에는 심장과 흉곽과의 관계를 고찰하고자 하였는데 육안으로나 가상적으로나 그 크기를 3차원적으로 모의실험하기가 매우 어려워 사실상 자료를 얻지 못하였다. 그래서 장기실험을 위한 신생돈 기관삽관을 시도하였으나 언제나 안전하게 시도할 수 있는 것은 아닌 것으로 판단되었다. 그러나 적절한 호흡마스크를 제작하여 동물이 완전히 마취가 된 상태에서는 기관삽관이 가능하였다.

각 실험의 결과는 다음과 같다(Table 1).

실험 1: 처음 시행한 심장이식술로써는 매우 성공적인 수술이었다. 신생돈의 마취법이 동물실험실에서는 처음이었기 때문에 과량의 entobar에 의해 호흡정지가 발생하여 응급으로 심장을 적출하는 문제가 있었다. 이후부터 entobar양을 줄이고 Ketamine을 추가하였으나 ketamine에는 별 마취효과가

없어서 결국 entobar를 덜 사용하고 기관삽관이 되면 근육이 완제를 투여하면서 실험하였다. 응급으로 심장을 적출하여서인지 심장이식후 우심실부전의 양상을 보여 Isuprel을 사용하고 호전되어 심폐순환에서 이탈할 수 있었다. 우심방의 캐놀라를 뽑고 나서 출혈이 되었으나 얇아서 지혈하는데 실패하였다.

실험 2: 좌심실형성부전증의 경우를 모의실험하여 대동맥궁 전체를 같이 이식하여 보기 위한 실험으로 대동맥궁의 대부분을 잘라내고 공여돈대동맥궁으로 대치하는 수술을 하였다. 이식심장이나 수혜심장을 적출할 때 동맥관이 조직이 약해서 분리시 매우 세심한 처치가 필요하였고 여기에서의 출혈은 심각한 문제를 야기 할 것으로 생각되었다. 실제 여기에서 출혈이 있어 인공심폐순환상태에서 해결한 경우가 있었다. 그러나 대동맥궁의 대치수술은 출혈이 그리 큰 문제가 되지 않는 것으로 생각되었다. 다행히 얇은 대동맥궁에서

Table 1. Results of Experiments

	B.W. (kg) Donor/Recipient	Ischemic time	Lowest Temp..	CPB time	TCA time	Results	Cause of Death
Exp. 1	5.5/5.5	211min	21.6	248min	50min	survival	
Exp. 2	5.0/5.2	212min	20.1	220min	57min	survival	
Exp. 3	4.5/5.5	174min	18.3	165min	71min	death	bleeding
Exp. 4	4.5/5.0	168min	15.2	176min	66min	death	bleeding

B.W.; Body Weight, Temp.; Temperature, CPB; Cardiopulmonary Bypass, TCA; Total Circulatory Arrest Exp.; Experiment min; minutes

의 출혈이 없어 일찍 인공심폐순환에서 이탈이 가능하였다. 생존을 위하여 가슴까지 닫았으나 기관절개상태이기 때문에 돼지가 움직이는 것만 관찰하고 희생시켰다.

실험 3: 폐동맥의 수술을 받았거나 발육이 나쁜 경우를 위한 실험으로 좌우폐동맥까지 연결시키는 수술을 하였다. 신생돈의 경우 심장에서 폐동맥이 매우 급격한 각도로 꺾여 있어서 원래 시행하려던 양쪽 폐문부까지의 성형술은 불가능하였다. 그래서 가지가 분리된 직후까지만 하고 연결을 시도하였다. 그러나 이곳의 폐동맥이 매우 얇아서 출혈이 심하게 발생하여 교정하지 못하고 사망하였다. 신생돈의 대동맥은 수술시 문제가 없었으나 폐동맥은 얇아서 출혈에 신경을 많이 써야 할 것으로 판단되었다.

실험 4: 원래는 대정맥이상이나 Situs Inversus 혹은 Situs Ambiguus에서 심장이식을 모의실험하려 하였으나 심장기형이 있는 심장으로 만드는 것도, 그것을 다시 기형이 있다고 가정하는 수혜돈에 이식하는 것도 여의치 않아 단지 3차원적 아이디어만 얻고 실험 1과 같은 방법으로 신생아 돼지 심장이식후 생존시키기 위한 실험을 하였다. 기관절개대신 기관삽관을 하려고 하였으나 실패하여 기관절개를 하여 수술을 시행하였고 인공심폐순환시 기관삽관을 다시 시도하여 성공하였다. 기관절개는 불합하고 기관삽관으로 유지하면서 수술을 할 수 있었기 때문에 기관삽관을 조금 더 연구해야 하겠다. 그러나 수혜돈은 좌심방연결부위의 출혈로 사망하였다. 좌심방은 나중에 출혈되면 지혈하기 어렵기 때문에 자신의 심낭막으로 덧대는 등 출혈에 매우 신경을 써야 할 것으로 사료된다.

고 찰

신생아의 심장이식수술은 Loma Linda 병원에서 139명을 조사해 보니 좌심실형성부전증이 63%, 복잡심장기형이 29%, 심근병증이 6.5%, 그리고 심장종양이 1.5%를 차지한다고 한다. 이것은 소아나 성인 연령의 적응증과는 매우 다른 양상이고 기형의 양상에 따라 심장수술이 고안되어야 한다는 것

을 의미한다. 신생아의 심장이식수술은 복잡심장기형에 의한 경우가 많기 때문에 여러 가지의 기형에 따른 심장이식수술의 방법에 대하여 1. 대동맥궁의 성형이 필요한 기형으로 좌심실형성부전증이 대표적이고, 2. 폐동맥의 기형이나 여기에 여러차례 수술을 한 경우, 3. 좌우심방과 각 정맥의 연결이상의 경우를 고려해야 한다. 대동맥궁의 성형을 위해서는 공여심장 적출시에 대동맥궁을 뇌혈관과 동맥관이하의 하행대동맥까지 박리하여 적출해야 하고 연결할 때에도 대동맥궁혈관은 공여심장대동맥의 상부에 연결하고 동맥관이하는 하행대동맥까지 연결하는 것이 중요하다. 좌심방이 적은 경우가 많으므로 좌심방이를 이용하여 키우거나 심낭막으로 넓히는 것도 고려해야 한다³⁾. 폐동맥이 협착이 있거나 여러 차례 수술을 한 경우는 공여심장의 폐동맥을 폐문부까지 떼어내는 것이 중요하며 이식할 때에는 폐동맥의 후벽을 나누어서 수혜자의 문제가 있는 폐동맥부분을 성형하면서 이식하면 되며 큰 문제가 없으리라고 사료된다. 체폐동맥단락술을 하였거나 폐동맥부분결찰을 한 경우에도 부위에 따라 필요한 부분을 공여심장의 폐동맥에서 얻으면 된다. 양방향성 글렌술식을 한 경우에도 폐동맥을 연결하고 체정맥은 공여심장의 상대정맥과 연결한다¹⁰⁾. 심방과 각 정맥의 연결이상의 경우도 마찬가지로 공여심장의 여분의 조직을 충분히 이용할 수 있도록 절제하고 이를 이용하여 폐정맥의 환류이상이나 좌우가 바뀐 체정맥의 환류를 정상심장으로 가도록 심방중격을 만들면서 길을 만들어 주거나 수혜심장의 폐정맥환류부위의 common pulmonary venous trunk가 작으면 바깥쪽으로 넓혀주고 심방확대, 좌우상대정맥이나 하대정맥과 간정맥이 폐정맥을 가운데 두고 있으면 superior and inferior rerouting, double venous rerouting의 방법으로 폐정맥과 체정맥을 분리하여 연결하면 된다고 한다¹¹⁾. 하대정맥의 좌우가 심하게 길이의 차이를 보이면 횡격막표면의 심낭을 후벽으로 이용하여 tunnel을 하여 좌하대정맥과 공여심장의 우하대정맥을 연결한다. 혹은 수혜심장의 하대정맥을 우심방을 조금 더 남겨서 tube를 형성하여 길이를 더 얻을 수 있고 길게 남긴 공여심장의 하대정맥과 직접 크게 연결할 수 있다^{3) 12)}. 심장이 좌

우가 바뀐 경우 대동맥과 폐동맥은 각각 tension이 덜 받는 위치를 찾아 앞뒤나 좌우가 바뀌더라도 Le Compte method를 사용하면 elasticity로 인해 연결하는데 큰 문제가 없고 심방은 좌우가 바뀐 경우 연결하기가 곤란하지만 체정맥은 심장 외연결을, 폐정맥은 심장내연결을 하므로써 가능하다^{3,13}. 요즘은 복잡선천성심장기형에서 심도자술도 하지만 Heart MRI로 3차원 재구성이 가능하므로 정상환아의 심장이 흉강 내에 들어갈때의 위치관계를 잘 비교해 볼 수 있을 것이다.

이 외에도 신생아이므로 Size mismatch를 고려하여야 한다. Donor/Recipient ratio가 1.9이상의 Oversizing인 경우 생존율이 떨어진다고 하였는데 약간 큰 경우는 심박출량이 많고 폐혈관저항이 증가되어 있는 경우 심박출량을 증가시킬 수 있으면서도 종격동에 잘 넣어지기 때문에 문제 없다고 한다. 반대로 undersizing의 경우도 수술후 경과에 나쁜 영향을 미치지 않기 때문에 공여자의 범위를 더 크게 할 수 있다고 하였다¹⁴. 그러나 너무 크면 심근부종이 생겨 흉벽을 못닫는 경우도 있고 폐혈류가 증가하여 이에 대한 반응으로 오히려 급격히 폐혈관저항을 증가시키기도 하고 좌심실이 흉골에 눌리는 문제가 있다. 현재 받아들여지는 비율은 2.5 이하이다^{15,16}.

이상의 고찰로 사실상 인조혈관없이도 이식수술이 가능하다고 사료된다. 따라서 수술전 각 대동맥, 폐동맥, 좌우 심방의 위치, 폐정맥의 환류, 체정맥의 연결부위에 대한 자세한 자료가 있으면 정상심장의 모양과 비교하여 이에 대한 수술을 예방연습해 볼 수 있겠다.

신생아의 공여심장의 보존방법은 혈심마비액을 쓰기도 하고 정질심마비액(crystalloid cardioplegia)을 쓰기도 하지만 중요한 점은 심장의 영양을 충분히 공급하고 나서 적출해야 한다는 것이다. 현재 흔히 쓰이는 방법은 적출할 때 정질심마비액을 주고 적출하고 심장이식수술할 때는 마찬가지로 시간에 맞추어 혈심마비액을 반복적으로 주입하고 대동맥검자를 풀기 직전에는 따뜻한 혈심마비액으로 주입한다⁹.

신생아의 심장기형중 활로씨 4중후군, 대혈관전위증, 대동맥궁 등의 복잡심장기형수술은 매우 향상된 성적을 보이고 있으므로 심장이식이 고려되고 있지 않지만 좌심형성부전증의 수술은 병원생존후 5년 생존율이 25%밖에 안되고 복잡심장기형(대부분 기능적 단심실)은 5년생존율이 40~50%밖에 되지 않아 심장이식수술의 5년생존율 80%에 비해 나쁜 결과를 보이고 있으나^{17,18} 여전히 신생아시기에 교정술이 좋으나 심장이식수술이 좋으나에 대해서는 논란이 많다.

결 론

신생아의 복잡심장기형은 심장이식수술시 형태학적 교정

을 위해 정상심장과 다른 부분에 대해 면밀한 계획을 세밀히 세우고 각각의 동정맥을 연결시키는 방법을 고안하면 인조혈관없이 대부분의 수술이 가능할 것으로 생각되었다. 장기생존을 위해서는 마취, 헌혈, 지혈에 대해 특히 발전이 필요하다고 하겠다.

감 사

이 실험을 위해 수고해 주신 수의사 김종훈선생님, 심폐기사 노유미선생님, 수술실 이 경의선생님에게 감사의 말씀을 올립니다.

참 고 문 헌

1. Kantrowitz A, Haller JD, Joos H, Cerruti MM, Carstensen HE. *Transplantation of the heart in an infant and an adult.* Am J Cardiol 1968;22:782-90.
2. Bailey LL, Nelson-Cannarella SL, Doroshow RW. *Cardiac allotransplantation in newborns as therapy for hypoplastic left heart syndrome.* N Engl J Med 1986;315:949-51.
3. Bailey LL. *Heart transplantation techniques in complex congenital heart disease.* J Heart Lung Transplant 1993; 12:S168-75.
4. Kriett JM, Kaye MP. *The registry of the international society for heart and lung transplantation: eighth official report-1991.* J Heart Lung Transplant 1991;10:491-8.
5. Bailey LL, Assaad AN, Trimm RF, et al. *Orthotopic transplantation during infancy as therapy for incurable congenital heart disease.* Ann Surg 1988;208:279-86.
6. Mayer JE, Perry S, O'Brien P, et al. *Orthotopic heart transplantation for complex congenital heart disease.* J Thorac Cardiovasc Surg 1990;99:484-92.
7. Pennington DG, Noedel N, McBride LR, Naunheim KS, Ring WS. *Heart transplantation in children: an international surgery.* Ann Thorac Surg 1991;52:710-5.
8. Chiavarelli M, Gundry SR, Razzouk AJ, Bailey LL. *Operative procedures for infant cardiac transplantation.* In: Kapoor AS, Laks H(eds). *Atlas of Heart-Lung transplantation.* New York, McGraw-Hill, 1994;75-85.
9. Vouhe PR, Tamisier D, Le Bidois J, et al. *Pediatric cardiac transplantation for congenital heart defects: surgical considerations and results.* Ann Thorac Surg 1993;56:1239-47.
10. Cooper MM, Fuzesi L, Addonizio LJ, et al. *Pediatric heart transplantation after operations involving the pulmonary arteries.* J Thorac Cardiovasc Surg 1991;102:386-95.
11. Chartrand C, Guerin R, Kangah M, Stanley P. *Pediatric heart transplantation: surgical considerations for congenital heart diseases.* J Heart Transplant 1990;9:608-17.
12. Menkis AH, McKenzie FN, Novick RJ et al. *Expanding applicability of transplantation after multiple prior palliative procedures.* Ann Thorac Surg 1991;52:722-6.

13. Menkis AH, McKenzie FN, Novick RJ, et al. *Special considerations for heart transplantation in congenital heart disease.* J Heart Transplant 1990;9:602-7.
14. Costanzo-Nordin MR, Liac Y, Grusk BB, et al. *Oversizing of donor hearts: beneficial or detrimental?* J Heart Lung Transplant 1991;10:717-30.
15. Turrentine MW, Kenneth AK, Caldwell R, et al. *Cardiac transplantation in infants and children.* Ann Thorac Surg 1994;57:546-54.
16. Fullerton DA, Gundry SR, Alonso de Begona J, Kawachi M, Razzouk AJ, Bailey LL. *The effects of donor-recipient size disparity in infants and pediatric heart.* J Thorac Cardiovasc Surg 1992;104:1314-9.
17. Bailey LL, Gundry SR, Razzouk AJ, Wang N, Sciolaro CM, Chiavarelli M. *Bless the babies; 115 late survivors of heart transplantation during the first year of life.* J Thorac Cardiovasc Surg 1993;105(5):805-14.
18. Norwood WI Jr, Jacobs ML, Murphy JD. *Fontan procedure for hypoplastic left heart syndrome.* Ann Thorac Surg 1992;54:1025-30.

=국문초록=

배경: 복잡심장기형의 경우 완전교정술식의 높은 난이도와 사망율로 말미암아 심장이식이 고려되고 있다. 그러나 정상심장을 이식하기에 곤란한 복잡기형의 경우 수술전 자세한 계획이 매우 중요하다고 하겠다. 신생아의 복잡심장기형에서 심장이식을 고안하기위한 동물실험을 하였다. **대상 및 방법:** 8마리 신생돼지를 사용하여 4차례 심장이식실험을 하였다. 실험 1: 성인에서의 심장이식과 같은 방법으로 시행하였다. 실험 2: 좌심형성부전증후군(Hypoplastic Left Heart Syndrome)의 경우를 모의실험하기 위하여 공여돈의 대동맥궁을 이용한 성형수술을 하였다. 실험 3: 폐동맥성형술을 동반한 심장이식을 하였다. 실험 4: 이식후 장기 생존을 위한 실험을 시도하였다. **결과:** 신생돈에서의 심장이식수술은 큰 어려움없이 시행할 수 있었다. 실험후 인공심폐순환에서 벗어날 수 있었으나 2마리는 폐동맥연결부위와 좌심방연결부위의 출혈로 사망하였다. **결론:** 이상의 실험으로 대혈관의 위치에 따라 세심한 수술계획을 한다면 거의 실행하지 못할 복잡심장기형이 없을 것으로 보이며 신생아의 경우는 특히 출혈에 대해 주의를 해야 할 것으로 생각되었다.

중심단어 : 1. 신장이식
2. 신생아
3. 선천성 심기형