

Polytetrafluoroethylene을 이용한 체-폐동맥 단락술

안 혁*

— Abstract —

Systemic-Pulmonary Shunts Using Microporous Expanded Polytetrafluoroethylene

Hyuk Ahn, M.D.*

Nineteen patients with various types of cyanotic congenital heart disease underwent systemic-pulmonary artery shunts with a microporous polytetrafluoroethylene (PTFE) graft between September, 1983, and April, 1985. Age ranged from 3 months to 18 years, and seven of them were less than 12 months old.

There were seventeen Great Ormond Street type of modified Blalock-Taussig shunts, and two central polytetrafluoroethylene shunt (ascending aorta-right pulmonary artery). There was one postoperative death (1/19=5.3%) in a 10 Kg child born with pulmonary atresia and ventricular septal defect associated with patent ductus arteriosus. He had another anomaly of imperforated anus. Relief from cyanosis was achieved in other eighteen patients with variable degree. Eighteen survivors have been followed up from 1 month to 19 months.

Clinical status, auscultation, oxygen partial pressure of arterial blood, and hemoglobin have been used to establish shunt patency in all survivors. By above criterias all survivors have good patent shunt.

서 론

최근 선천성 심기형에 대한 수술방법의 발달로 폐혈류 감소를 보이는 청색성 선천성 심기형도 조기에 완전교정술을 시행하고 있다. 그러나 일부의 증상이 심한 유아에서는 고식적 단락술이 치료에 큰 비중을 차지하고 있다¹⁾. 종래에 사용하던 단락술은 각기 몇가지 불리한 점을 가지고 있어서, Potts 단락술은 과다한 폐혈류를 조장하는 경우가 많고 또한 완전교정술시 폐쇄시키는 데 어려움이 있어 현재는 거의 시술되지 않고 있으며, Waterstone 단락술 역시 과다한 폐혈류로 인한 울혈성 심부전을 초래하기 쉽고, 시술측 폐동맥의 찢어짐을 초래하며 폐혈류가 시술측으로 주로 이루어지는 단점이 있다. 종래의 Blalock-Taussig 단락술은 쇄골하동맥의 비틀림을 초래하거나, 폐동맥이 들어올려지는 경우가 많

으며 시술측의 상지에 허혈성변화를 일으키며²⁾, 신생아의 경우 조기 폐쇄율이 높다^{3,12)}. 최근 Polytetrafluoroethylene tube를 이용하여 쇄골하동맥과 폐동맥 혹은 대동맥과 폐동맥의 단락술을 시행하여 수술사망률과 장기추적성적이 양호한 보고가 많이 나오고 있으며^{4,5,13,14)}, 기존의 단락술의 결점을 감소시키기 위해 사용되고 있다. 저자는 본 교실에서 시행한 Polytetrafluoroethylene을 이용한 단락술의 결과를 분석하여 기존의 단락술과 비교 고찰하고자 한다.

관찰대상 및 방법

서울대학교 병원 흉부외과에서 1983년 9월부터 1985년 4월 사이에 시행한 Gore-Tex[®]를 사용한 17례의 modified Blalock-Taussig 단락술 및 2례의 대동맥-우 폐동맥 단락술을 대상으로 하였으며 이들의 연령 및 성별, 체중, 술전 진단, 사용한 Gore-Tex[®]의 직경을 검토하고, 술후 단락의 개통성을 확인하기 위해서 임상적인

* 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

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

전신상태 (청색증의 정도 및 무산소발작의 재발여부), 단락술 전후의 혈색소, 헤마토크릿, 동맥혈 산소분압 측정치를 비교하였으며 수술직후의 술측 폐동맥부위의 전술, 단락술에 의한 연속성 잡음의 여부를 확인하였다.

환자는 총 19례로 남녀비는 10 : 9였으며 연령분포는 3개월에서 18세까지로 이들중 7례가 12개월미만의 유아기에 시행되었다. 술전진단은 크게 폐동맥폐쇄증군, 폐동맥협착증군, 활로 4증으로 나눌 수 있으며 각각 8명, 5명, 6명이었다 (Table 1). 각 진단별 연령분포를 Fig. 1에 도식하였으며 폐동맥폐쇄증군중 6례, 폐동맥협착증군중 1례의 양대혈관우심기시증 1례가 12개

Table 1. Preoperative diagnosis

Pulmonary atresia		8
TGA+VSD	1	
Hypoplastic RV + small VSD	1	
VSD + PDA	5 (1)*	
Intact VS + PDA	1	
TOF		6
Pulmonary stenosis		5
Tricuspid atresia (IIb)	1	
Single ventricle	2	
DORV	2	

* 수술사망례 19

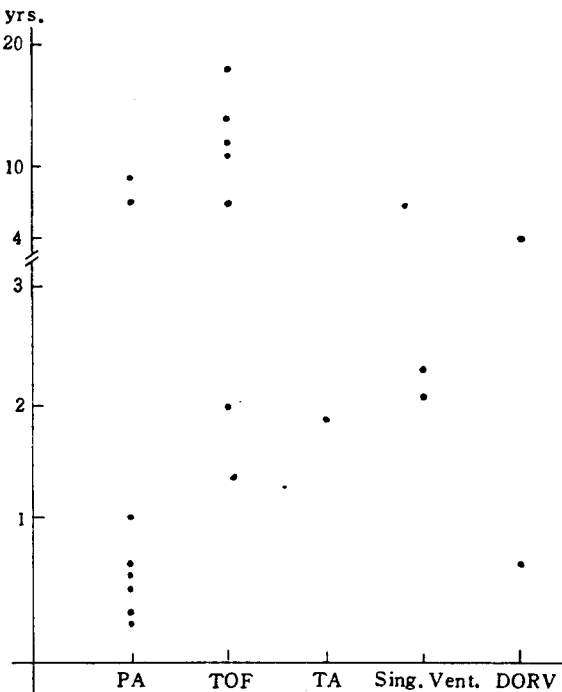


Fig. 1. 진단별 연령분포도

월 미만에 속하였다. 환자의 체중은 6.4kg에서 49kg까지로 12개월 미만 유아의 평균체중은 7kg이었다.

수술 방법

수술은 17례에서 쇄골하동맥과 폐동맥사이의 Modified Blalock-Taussig 단락술을 시행하였으며, 2례에서 Gore-Tex[®] tube를 이용하여 상행대동맥과 우측 폐동맥 사이의 단락술을 시행하였으며, 이들중 폐동맥폐쇄증 환자 4례에서는 술전 심한 저산소증 및 산혈증으로 술전에 Prostaglandin을 투여하면서 응급수술에 준하여 수술하였다. 수술수기상 접근방법은 제 4늑간을 통한 Posterolateral thoracotomy 시행례가 12례이며 나머지 7례는 제 3늑간을 통한 anterolateral thoracotomy를 시행하였고, 이는 수술자에 따른 기호에 의해서 시행되었다.

단락술의 시행위치 즉 대동맥궁과의 위치관계는 대동맥궁의 반대측에 시행하는 것을 원칙으로 하였으나, 반대측에 과거에 단락술을 시행했던 경우나, 동측 폐동맥 기시부에 협착이 있거나 동측 폐동맥의 발육부전이 있을 경우에는 동측에 시술하여서, 동측에 6례, 반대측에 시행례가 13례이었다.

수술시 사용한 Gore-Tex[®]의 직경은 4mm에서 7mm까지로 5mm를 사용한례가 10례로 가장 많았으며 4mm와 6mm가 각각 4례였으며, 18세의 활로 4증의 경우에 7mm를 사용하였다.

수술은 Modified Blalock-Taussig 단락술의 경우 쇄골하동맥의 기시부 2~3cm를 노출박리하고, 폐동맥을 폐문부에서 약 2~3cm 정도 박리하여 노출시킨후, Gore-Tex[®] 인조혈관은 직경이 쇄골하동맥보다 2mm정도 큰것을 사용하여 먼저 쇄골하동맥과 인조혈관의 일단에 단측문합을 시행하고, 한쪽 끝은 폐동맥과 단측문합을 시행하였으며 봉합은 5-0 Prolene으로 연속봉합하였다. 이때 Heparin은 사용하지 않았으며, 다만 봉합도중 인조혈관내의 혈액을 세척하기 위하여 Heparin을 섞은 생리식염수를 국소적으로 사용하였다.

상행대동맥과 우폐동맥사이에서 Gore-Tex[®]를 이용한 단락술을 시행한 경우는 청색증이 심하고 수술시야에 많은 collateral이 발달하여 박리하기 곤란하고 수술시간이 많이 걸릴 것으로 생각되는 2례에서 심낭절개를 가하여 상행대동맥과 우측 폐동맥사이에서 Gore-Tex[®]를 삽입하여 단락술을 시행하였으며 이경우에는 2례 모두 5mm 직경의 인조혈관을 이용하였다 (Table 2).

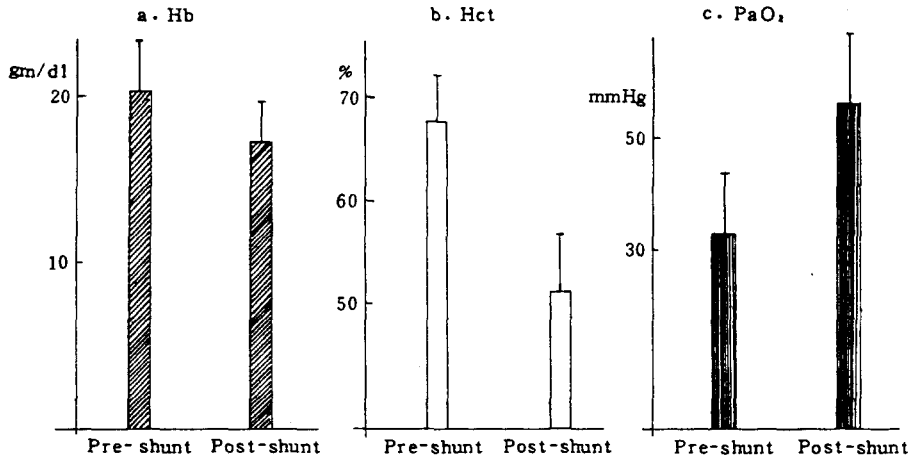


Fig. 2. 수술전후의 혈색소, 헤마토크릿, 동맥혈 산소분압의 변화

Table 2. Summary of surgical of procedure

Shunt procedure	Approach		Relation to Ao. Arch		Size of graft (mm)			
	Ant.	Post.	Crossed	Uncrossed	4.	5.	6.	7.
Modified B-T shunt (n=17)	7	10	11	6	4	8	4	1
Central PTFE shunt (n=2)	-	2	2	-	-	2	-	-

결 과

수술후 11례에서는 보조호흡이나 inotropic agent의 도움이 회복되었으나, 8례에서는 최소 23시간에서 최장 19일간 보조호흡을 필요로 했으며 이들중 5례가 48시간 미만, 1례에서 96시간동안 그리고 다른 2례에서 각각 15일, 19일간 보조호흡을 필요로 하였다. 이들중 4례에서는 보조호흡과 함께 inotropic agent를 사용하였다. 수술사망은 1례에서 발생하여 5.3%의 수술사망률을 나타냈으며, 환자는 체중 10kg의 7세된 여아로써, 폐동맥폐색증, 심실중격결손증 및 동맥관개존증의 진단으로 우측에 Modified Blalock-Taussig 단락술을 시행하였으나 슬후 수술부위의 전율을 느낄 수 없었으며 단락에 의한 잡음도 청취되지 않았다. 또한 동맥혈 산소분압의 상승도 없었으며 계속되는 호흡부전 및 폐혈증으로 슬후 29일째 사망하였다. 이 환자는 임상소견 및 검사소견에 의거하여 단락의 폐색을 의심할 수 있었다.

나머지 18례 환자의 수술전후의 혈색소치는 슬전 20.73

±2.64 gm/dl에서 슬후 17.16±2.24 gm/dl로 감소하였으며 헤마토크릿치는 슬전 68.68±9.09에서 51.61±6.02로 역시 감소하였으며, 동맥혈 산소분압은 슬전 33.53±12.44 (mmHg)에서 54.05±11.67 (mmHg)로 증가하였다 (Fig. 2-a, b, c).

수술시야에서 문합이 끝난후 폐동맥이나 단락부위에서 전율을 느낄 수 있던례는 19례중 14례였으며, 슬후 단락에 의한 연속성 잡음을 들을 수 있는 경우가 16례였다.

환자의 재원기간은 7일에서 64일까지로 10일이하가 13명(72%), 11일에서 25일까지가 4명(22%), 64일이 1례이었다. 재원기간이 가장 길었던 환자는 4개월 남아서 폐동맥폐색증, 심실중격결손증 및 동맥관개존증 진단으로 응급으로 우측 Modified Blalock-Taussig 단락술을 시행하였으며 슬후 단락술의 개통성은 좋았으나 호흡부전으로 19일간 보조호흡을 실시하였으며, 폐렴 및 세균성 설사로 인하여 69일만에 퇴원하였다.

수술후 환자들의 추적조사기간은 1개월에서 19개월까지로 평균 4.7개월이었으며, 단락술의 개통성 여부를 결정하는 요소로써 슬후 청색증의 완화 및 운동력 향상,

저산소성 발작의 소실 그리고 단락에 의한 계속적 잡음의 청취 등의 임상적 소견을 종합하면 수술 생존자 18례 모두에서 양호한 개통성을 나타냈다. 이는 전술한 수술전후의 혈액상 및 동맥혈 산소분압의 변화와 아울러 Gore-Tex[®]를 이용한 단락술의 개통성이 매우 양호함을 나타냈다.

고 안

청색성 선천성 심장기형의 고식적 수술로써 1945년 Blalock과 Taussig가 쇄골하동맥과 폐동맥 사이에 단락술을 시행한 이래 대동맥과 폐동맥을 직접 연결하는 Potts와 Waterstone 단락술이 영유아의 고식적 단락술로써 많이 시행되어 왔다. 여러가지 단락술중 Blalock-Taussig 단락술이 가장 만족할만한 결과를 나타내고 있으며^{3,12)}, 이는 쇄골하동맥의 직경이 단락술의 직경으로 가장 이상적이기 때문이다. 이상적으로 Blalock-Taussig 단락술은 대동맥궁의 반대쪽에 시행하는 것이 좋으며, 쇄골하 동맥은 첫번째 분지부분에서 절단해야 한다. 그러나 경동맥과 무명동맥을 충분히 박리하고, 폐인대를 절단하여도 쇄골하 동맥의 길이가 짧아서 문합을 시행할 경우 폐동맥이 들어올려지며 비틀림이 생기기 쉽다. 이는 특히 유아환자나 폐동맥의 발육부전이 심한 환자에서 일어나기 쉽다⁹⁾. 이러한 결점을 보완하기 위해서 특히 쇄골하동맥의 절단에 따른 합병증을 방지하기 위해서 인조혈관을 이용한 단락술의 도입이 있게 되었다.

최초의 Blalock-Taussig 단락술에 대한 modification은 Klinner 등이 Teflon 인조혈관을 사용하여 쇄골하동맥과 폐동맥 사이에 문합을 시행하였고, 1975년 Gazzaziga 등²⁰⁾이 microporous expanded polytetrafluoroethylene (PTFE, Gore-Tex[®])를 사용하여 폐동맥과 폐동맥 사이에 단락술을 시행하였으며, 초창기에는 대동맥과 폐동맥 사이를 연결하는 central PTFE shunt가 각광을 받았으나^{16,17,20)}, 그후 수술초기 및 장기성적이 좋지 않았으며, 1978년 Stark 등에 의해 Great Ormond Street type의 Blalock-Taussig 단락술의 방법이 기술되었으며 PTFE를 사용하여 쇄골하동맥과 폐동맥 사이에 측부문합을 시행하였다.

PTFE가 작은혈관에 인조혈관으로 사용하는데 적합한 특징으로는 혈관벽이 얇으며, 유연성이 있어 외과적으로 취급하기 편하고, hydrophobic surface를 유지하여 non-wettable electromagnetic surface를 유지하며, 특히 미세천공(micropore)를 통하여 섬유아세포가 조속히

이동하여 얇은 neointima를 형성하는 것이다. 이러한 혈관내부의 변화가 직경이 작은 혈관의 개통성에 상당히 중요하다. 또한 실험에 의하면 이러한 이러한 얇은 neointima는 오랫동안 계속 유지되며 과도한 섬유조직이나 석회화가 일어나지 않는다는 것이 역시 개통성 유지에 한층 유리하다^{1,17)}.

Ilbawi 등⁴⁾은 modified Blalock-Taussig 단락술의 유리한점으로 쇄골하동맥의 직경에 의해서 폐혈류가 조절되므로 비교적 직경이 큰(5~6mm) 인조혈관을 사용할 수 있으며 이로써 다음의 두가지 장점을 얻거하였다. (1) 혈전전색의 빈도를 줄일 수 있으며, (2)환자의 성장에 따라 쇄골하동맥이 커지고 따라서 단락의 양도 커질 수 있으므로 장기성적도 좋다고 하였다. 그러나 Wolf 등⁶⁾, Lamberti 등¹⁶⁾은 PTFE 단락은 혈류저해력이 일정하고 neonate에서 장기 단락쇄골하 동맥이 상대적으로 높으므로 슬후 2년내에 완전교정술이나 또 다른 단락술을 시행하는 것이 좋다고 했다.

상행대동맥과 우폐동맥을 연결하는 central PTFE shunt의 적응으로는 쇄골하동맥이나 무명동맥의 크기가 문합에 충분하지 못한 경우^{13,14)}, 3주 미만의 심한 저산소증 및 산혈증이 있는 환자에서는 무명동맥, 경동맥 및 쇄골하동맥의 박리를 위해 시간이 오래 걸리므로 central shunt를 권하고 있으며¹⁶⁾, Jennings¹⁷⁾ 등은 대동맥과 주폐동맥 사이에 Gore-Tex[®] 인조혈관에 의한 단락술의 결과를 보고하면서, 기존 단락술에 의한 단점을 모두 극복할 수 있으며, 수술수기가 간단하고 빠른 시간 내에 시행할 수 있으므로 영아에서 적합하다고 하였다.

본 저자들의 레중 2례에서 1례는 쇄골하동맥의 크기가 2mm에 불과하여 단락술 시행이 곤란하였고, 2례에서 모두 심한 collateral의 발달로 박리하기가 매우 까다로운 경우에 시행하였다.

De Leval 등⁹⁾은 86례의 Modified Blalock-Taussig 단락술 레를 분석보고 하면서 수술목적으로써 첫째, 대부분의 경우에서는 폐혈류가 감소되어 있어서 폐혈류의 증가를 목적으로 하였으나 둘째, 폐동맥폐색증 및 심실 중격결손증등의 레에서는 청색증의 치료목적보다는 폐동맥의 발육을 조장하기위해서 시행한다고 하였다¹⁸⁾. 이들이 보고한 단락술 개통성의 빈도는 전체적으로 6개월에 97.1%±2.0%, 1년에 94.9%±3.5%, 2년에 88.9%±5.0%로 보고하였으며, 인조혈관의 직경에 따라 개통성의 빈도에 차이가 있어서 4mm 인조혈관의 경우 17개월에 74.8%±11.5%인데 반해서 5mm 혈관은 100%, 6mm 혈관은 97.4%±2.6%로 나와서 4mm

이하의 인조혈관은 장기성적이 불량한 것으로 되어있다. 그러나 수술당시의 환자의 연령은 1년 미만에서는 단락술의 개통성에 비교적 큰 영향을 미치지 않으나, 그 이후에는 개통성이 매우 좋다고 하였다.

본 교실에서는 1983년 9월까지 본 교실에서 시행된 청색성 선천성 심기형에 대한 고식적 수술에 대한 결과를 보고한 바 있다²³⁾. 이중 제 2기군에 속하는 레는 주로 기존의 Blalock-Taussig 단락술로써 이중 6레는 Gore-Tex[®]를 쇠골하동맥에 단단문합하여 사용하는 Interposition Blalock-Taussig 단락술²⁴⁾이 포함되어 있다. 즉 초기의 기존 Blalock-Taussig 단락술을 시행하다가 다음 Interposition Blalock-Taussig 단락술의 시대를 거쳐, Modified Blalock-Taussig 단락술의 시대에 이르렀다고 하겠다. 이들의 기존 Blalock-Taussig 단락술과 본 레를 비교하면 수술사망률이 20%에서 5.3%로 감소하였으며, 단락술 개통성 여부 판정에 도움이 되는 혈색소, 헤마토크릿, 동맥혈 산소분압이 전례에서는 수술전후의 큰차이를 보이지 않았으나, Modified Blalock-Taussig 단락술 및 central PTFE 단락술의 경우 혈색소는 술전후에 평균 3.57 gm/dl 감소하였으며, 헤마토크릿은 평균 17.09 감소하였다. 동맥혈 산소분압도 술전에 비해 평균 10.52 mmHg 증가하여 전례보다 훨씬 양호한 성적을 나타내고 있다.

장기간의 단락술 개통성 여부는 심혈관조영술^{25, 26)}로써 확인되어야 하나, 본례에서는 추적조사가 기간이 짧아서 심혈관조영술로 확인된 레는 없으나, 청색증의 완화, 운동능력의 향상, 활로 4증의 경우 저산소성 발작의 소실 등을 외래에서 확인하였으며, 특히 단락에 의한 계속성 잡음 및 헤마토크릿의 변화를 주로 관찰하였으며, 18례의 수술생존자중 16례에서 단락잡음이 계속 청취되었고 나머지 2례는 활로 4증환자로 14세 및 18세의 환자로 단락잡음은 들리지 않았으나 다른 임상적소견 및 혈액상과 동맥혈 산소분압의 증가로 미루어 단락술의 개통성은 유지되는 것으로 믿어진다.

Modified Blalock-Taussig 단락술의 합병증은 별로 없으나 최근 쇠골하동맥의 폐쇄가 보고된바 이는 단락의 말초부위에서 폐쇄되었으며 아마도 성장기의 소아에서 고정된 인조혈관에 의해 동맥의 비틀림에 의한 폐쇄로 생각된다고 하였다¹¹⁾. 또다른 합병증으로써 인조혈관을 통한 장액성삼출액의 저류 및 seroma 형성이 보고되고 있다^{25, 26, 27)}. 특히 단락주위에 완전교정술시 단락 폐쇄를 용이하게 하기 위하여 silicone sheet를 두른 경우에는 9례중 5례에서 장액성삼출액의 저류를 보여서 최

근 silicone sheet는 사용하지 않는다²⁸⁾. LeBlanc 등²⁹⁾은 127례의 Modified Blalock-Taussig 단락술 환자중 20.4%인 26명에서 장액성삼출액저류를 보고하고 있으며, 원인은 확실치 않으나, 연령이 높으면 즉 직경이 큰 인조혈관의 사용시에 인조혈관내 장력이 큰것이 비교적 구멍이 많은 인조혈관벽으로 장액성삼출액을 누출시키는 원인으로 짐작하고 있다. Damus PS³⁰⁾는 2례의 한국인 소아에서 Gore-Tex[®]를 이용한 Modified Blalock-Taussig 단락술후 seroma 형성을 보고하면서 유전적인 인자가 작용하는 것이 아닌가하는 가능성을 기술하였다. Johnson³¹⁾은 두가지 설명을 하였는데 첫째로 혈액이 차있는 인조혈관의 양단을 감자로 차단한 상태에서 약간의 squeezing이나 bending을 시키면 인조혈관내에 압력이 발생하여 hydrophobic barrier를 파괴하게 되어 혈액의 누출이 있을 수 있으며, 둘째로는 봉합이 끝날무렵 근위부의 감자를 먼저 유리하는 경우에 혈액이 빨리 유입되면서 250 mmHg 이상의 압력이 발생하면 누출의 threshold를 넘게되어 누출이 계속된다고 하였다. 따라서 원위부 감자를 먼저 유리시켜 혈액은 저압력부위로 부터 충전시키면 빈도를 줄일 수 있다고 하였다.

결 론

저자는 서울대학교 의과대학 흉부외과학 교실에서 시행된 19례의 Polytetrafluoroethylene (PTFE, Gore-Tex[®])를 이용한 체동맥-폐동맥 단락술 환자들의 관찰결과를 종합하여 다음과 같은 결론을 얻었기에 보고하는 바이다.

1. 환자는 각종 청색성 선천성 기형으로 17례에서 Modified Blalock-Taussig 단락술을, 2례에서 central PTFE 단락술을 시행하였다.
2. 수술사망은 1례로 5.3%의 수술사망률을 나타냈으며, 나머지 18례의 환자에서 단락술 개통성은 양호하였다.
3. 수술전후의 혈액상으로 혈액색소는 평균 3.57 gm/dl 감소하였고, 헤마토크릿은 평균 17.09 감소하였으며, 동맥혈 산소분압은 평균 10.52 mmHg 증가하였다.
4. 위의 결과는 1983년 8월까지 시행한 기존의 Blalock-Taussig 단락술의 결과와 비교할때 매우 양호한 수술사망률 및 혈액상이다.
5. 18례의 수술생존자는 1개월에서 19개월간 추적조사중 단락술 개통성이 증명되고 있으며 임상적 상

태도 매우 양호하다.

6. PTFE 를 이용한 단락술은 수술사망률 및 조기 재폐색이 매우 양호하여 영유아기의 고식적단락술의 대 표적 수술방법으로 권유하고자 한다.

REFERENCES

1. Karpawich et al: *Modified Blalock-Taussig shunt in infants and young children. J Thorac Cardiovasc Surg* 89:275, 1985.
2. Lamberti et al: *Systemic-Pulmonary shunts in infants and children. J Thorac Cardiovasc Surg* 88:76, 1984.
3. Bove et al: *Subclavian-Pulmonary artery shunts with polytetrafluoroethylene interposition grafts ann Thorac Surg* 37:88, 1984.
4. Ilbawi et al: *Modified Blalock-Taussig shunt in newborn infants. J Thorac Cardiovasc Surg* 88:770, 1984.
5. Woolf et al: *A comparison of Blalock-Taussig, Waterstone, and polyterafluoroethylene shunts in children less than two weeks of age. Ann Thorac Surg* 38:26, 1984.
6. Nakata et al: *A new method for the quantitative standardization of cross-sectional areas of the pulmonary arteries in congenital reart disease with decreased pulmonary blood flow. J Thorac Cardiovasc Surg* 88:610, 1984.
7. Guyton et al: *The Blalock-Taussig shunt. J Thorac Cardiovasc Surg* 85:917, 1983.
8. Lodge et al: *Vascular Consequences of subclavian artery transection for the treatment of congenital heart disease J Thorac Cardiovasc Surg* 86:18, 1983.
9. de Level et al: *Modified Blalock-Taussig shunt. Use of temicpulmonary artery shunts. J Thorac Cardiovasc Surg* 81:112, 1981.
10. Arciniegas et al: *Result of two-stage surgical treatment of tetralogy of Fallot, J Thorac Cardiovasc Surg* 79:876, 1980.
11. Mckay et al: *Postoperative angiographic assessment of modified Blalock-Taussig shunts using expanded polytetrafluoroethylene (Core-Tex). Ann Thorac Surg* 30:137, 1980.
12. Edmunds et al: *The Blalock-Taussig anastomosis in infants younger than 1wk of age. Circulation* 62:597, 1980.
13. Donahoo et al: *Systemic-pulmonary shunts in neonates and infants using microporous expanded polytetrafluoroethylene: Immediate and late results. Ann Thorac Surg* 30:146, 1980.
14. Miyamoto et al: *Aorta-pulmonary artery shunts with expanded polytetrafluoroethylene (PTFE) tube. Ann Thorac Surg* 27:413, 179.
15. Gale et al: *Growth of the pulmonary annulus and pulmonary arteries after the Blalock-Taussig shunt. J Thorac Cardiovasc Surg* 77:459, 1979.
16. Lamberti et al: *The prosthetic (Teflon) central aortopulmonary shunt for cyanotic infants less than three weeks old:Result and long-term follow-up. Ann Thorac Surg* 28:568, 1979.
17. Jennings et al: *Use of microporous expanded polytetrafluoroethylene grafts for aorta-pulmonary shunts in infants with complex cyanotic heart disease. J Thorac Cardiovasc Surg* 76:489, 1978.
18. Mickell et al: *Clinical implications of postoperative unilateral phrenic nerve paralysis, J Thorac Cardiovasc Surg* 76:297, 1978.
19. Laks et al: *The Blalock-Taussig shunt in the neonate. Ann Thorac Surg* 25:220, 1978.
20. Gazzaniga et al: *Arterial prosthesis of microporous expanded polytetrafluoroethylene for construction of aorta-pulmonary shunts. J Thorac Cardiovasc Surg* 72:357, 1976.
21. Chopra et al: *The Blalock-Taussig operation: The procedurv of choice in the hypoxic infant with tetralogy of Fallot. Ann Thorac Surg* 22:235, 1976.
22. Wood et al: *Blalock-Taussig shunts in the infant. Ann Thorac Surg* 16:454, 1973.
23. 진성훈 외 : 선천성 청색증 심장병에 대한 고식적 수술. 대한흉부외과학회지 17 : 26, 1973.
24. 조중구, 김근호 : Polytetrafluoroethylene 인조혈관을 이용한 좌폐골하동맥-좌폐동맥 단락술에 관한 연구. 대한흉부외과학회지 16 : 91, 1983.
25. Le Blanc et al: *Serous fluid leakage. A complication following the modified Blalock-Taussig shunt. J Thorac Cardiovasc Surg* 88:259, 1984.
26. Damus PS: *Seroma formation after implantation of Core-Tex vascular graft in cyanotic children (letter). J Thorac Cardiovasc Surg* 88:310, 1984.
27. Johnson JM: *Serous fluid leakage through PTFE grafts: A possible explanation. J Thorac Cardiovasc Surg* 89:469, 1985.