

3 mm와 3.5 mm PTFE graft를 이용한 변형 B-T 단락술의 임상적 분석

정 성 호* · 윤 태 진* · 임 한 중* · 민 경 석* · 서 동 만* · 윤 소 영:*
김 영 휘** · 고 재 곤** · 박 인 숙**

=Abstract=

The Clinical Analysis of Modified B-T Shunt Using 3 mm and 3.5 mm PTFE graft

Sung Ho Jung, M.D.*, Tae Jin Yun, M.D.*, Han Jung Lim, M.D.*, Kyung Suk Min, M.D.*,
Dong Man Seo, M.D.*, So Young Yoon, M.D.**, Young Hwoe Kim, M.D.**,
Jae Kon Ko M.D.** In Sook Park M.D.**

Background: Modified Blalock-Taussig shunt using 3 mm or 3.5 mm PTFE graft has been performed in patients with small body weight or in candidates for single ventricle palliation. However, there are few reports concerning clinical outcomes in terms of pulmonary artery growth and shunt patency rate after shunt operations using such a small graft. **Material and Method:** Twenty-five patients had undergone modified Blalock-Taussig shunts using 3 or 3.5 mm sized grafts from September 1996 to August 1999. We retrospectively assessed the pulmonary artery growth and the shunt patency rate by reviewing the pre- and post-operative pulmonary angiograms. The risk factors for late death and second shunt operations were also analyzed. To assess the presence of any correlation between body weight and selection of the graft size, regression analysis was done in 81 cases of shunt operations performed during the same period. **Result:** There were 1(4%) early death and 5(20%) late deaths. The survivors were followed up for an average of 7.34 months. The pulmonary artery index increased significantly from $129 \pm 66 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ to $214 \pm 114 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ ($p=0.002$). The shunt patency rate assessed at postoperative 2, 4, 6 and 8 months were 82.5%, 77%, 73% and 42% respectively with a marked decline between 6 and 8 months. Asplenia was a frequent finding for the patients with late death although the incidence failed to reach statistical significance ($p=0.078$). Pre-operative diagnosis of PA with VSD was found to be a statistically significant risk factor for a second shunt operation ($p=0.01$). Body weight(a) at operation and graft size(b) used in the shunt operations revealed strong correlation and could be expressed by the following formula; $b = 0.128a + 3.233$. **Conclusion:** Adequate growth

*서울 중앙 병원 흉부외과, 소아 심장외과 분과, 울산대학교 의과 대학

Department of Cardiovascular and Thoracic Surgery, Division of pediatric cardiac surgery, Asan Medical Center, Ulsan University

**서울 중앙 병원 소아과, 소아심장 분과, 울산대학교 의과 대학

Department of Pediatrics, Division of Pediatric cardiology, Asan Medical Center, Ulsan University

† 제 31회 대한 흉부외과 추계학술대회에서 구연 발표한 내용임

논문접수일 : 2000년 6월 5일 심사통과일 2000년 7월 26일

책임저자 · 윤태진(138-736) 서울특별시 송파구 풍납동 388-1, 서울 중앙 병원 흉부외과. (Tel) 02-2224-3580, (Fax) 02-2224-6966

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

of pulmonary artery and satisfactory early patency rate could be obtained by modified Blalock-Taussig shunt using 3mm or 3.5mm graft. However, during 6 to 8 months after shunt operation, the patency rate fell sharply, which implicates that close observation and early intervention are mandatory in this period.

(Korean Thorac Cardiovasc Surg 2000;33:716-22)

Key word : 1. Blood vessel prosthesis
2. Blalock-Taussig operation
3. Graft occlusion, vascular
4. Pulmonary artery growth

서 론

폐혈류량이 감소하여 심한 청색증을 보이는 선천성 심기형을 가진 환아에서 시행되는 변형 Blalock-Taussig(B-T)단락술은 환아의 증상을 호전시키고, 완전교정술까지 정상적인 성장을 가능하게 하는 중요한 술식이다¹⁾. 단락술시 graft의 크기는 환아의 체중이나 폐동맥의 크기, 환아의 질환 등을 고려하여 결정하게 되는데 대부분 4 mm나 5 mm등의 PTFE graft가 많이 이용되고 있다 하지만 환아의 체중이 적거나, 대상 폐동맥이 작은 경우, 이후에 단심실성 교정이 계획된 경우, 단락술 시 체외순환이 동반되는 경우 등에는 3 mm나 3.5 mm등의 작은 크기의 graft를 이용해야 하는데, 이 경우 단락의 폐색이나 폐동맥의 성장에 대한 우려 때문에 작은 크기의 graft 사용을 주저하게 된다. 이에 본 저자들은 이러한 3 mm나 3.5 mm등의 작은 크기의 graft를 이용한 단락술의 단락 개존률과 폐동맥의 성장에 대한 임상적인 분석을 시도하였다.

대상 및 방법

환자군

1996년 9월부터 1999년 8월까지 서울 중앙병원에서 3 mm와 3.5 mm크기의 graft를 이용한 변형 B-T단락술을 시행 받은 25명을 대상으로 하였다. 남녀 비율은 남자는 16명, 여자는 9명이었고, 수술 당시 연령은 평균 1.05개월(14일~4개월)이었다. 수술 당시 체중은 평균 3.42 kg(2.25~6 kg)이었고, 체표면적은 평균 0.21 m²(0.17~0.36 m²)이었다. 수술전 진단은 심실중격결손증을 동반한 폐동맥관 폐쇄 환자가 12례(48%)로 가장 많았고, 그 외 수술 전 진단은 Table 1과 같다. 수술 전에 PGE₁은 25명중 23명에서 사용하였으며, 평균 17.5일 동안 사용하였다. 추적관찰한 기간은 281 patient-months로 평균 11.2개월이었다. 단락술 시행 전에 시행한 폐동맥 혈관 조영

Table 1. Preoperative diagnosis and graft size

Diagnosis	3mm	3.5mm	Total
PA with VSD	6	6	12
PA with heterotaxy syndrome	2	4	6
PA with JVS		3	3
TOF	1		1
PS or PA with FSV		3	3

PA; Pulmonary atresia, VSD; Ventricular septal defect, JVS; Intact ventricular septum, TOF; Tetralogy of Fallot, PS; Pulmonary stenosis, FSV; Functional single ventricle

술과 마지막 폐동맥 혈관 조영술을 시행한 기간은 1개월에서 13개월로 평균 7.6개월이었다. 전신-폐 단락술의 단락 개존률과 폐동맥의 성장을 알아보기 위해 수술 전 시행한 폐동맥 혈관조영술과 완전 교정술 이전이나 마지막 추적 관찰한 폐동맥 혈관조영술을 비교하였으며, 혈관 조영술을 시행하지 않은 경우는 심장초음파의 결과를 이용하였다. 폐동맥의 성장을 알아보기 위한 지표로 PAI²⁾(pulmonary artery index)와 McGoon ratio를 이용하였다. 단락술의 실패는 단락이 막히거나 환아가 다른 원인 없이 사망한 경우로 정의하였고, 완전 교정술이나 2차 수술을 시행하거나 외래 추적관찰 중인 경우를 연구종료(Censored case)로 하였다. 한편, 같은 기간에 본원에서 변형 B-T단락술을 시행 받은 81명의 환아를 대상으로 수술당시의 체중과 graft 크기와 상관관계를 분석하였다. 수술 후 사망에 대한 위험인자로써 수술 당시의 나이, 체중, graft 크기, 수술 전 진단 등의 요인을, 2차 단락술을 시행 받을 위험인자로써 수술 당시의 나이, graft 크기, 수술 전 진단, 관찰 기간 등의 요인을 분석하였다.

수술 방법

단락술은 쇄골 하 동맥이나 무명동맥과 동측의 폐동맥사

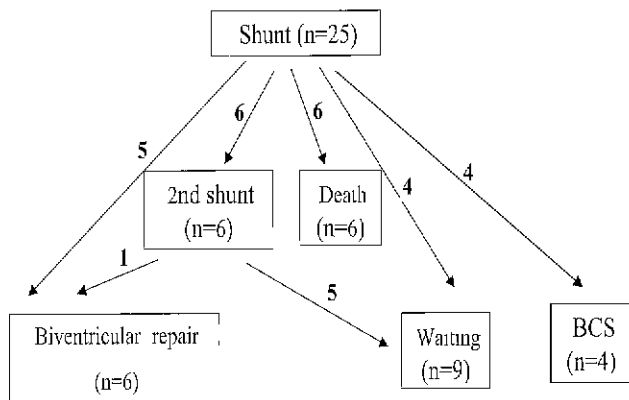


Fig. 1. Consequences after initial shunt(BCS, Bidirectional cavo-pulmonary shunt)

이에 PTFE graft를 삽입하였으며, 7-0나 8-0 polypropylene으로 연속 봉합하였다. 개흉술은 4번째 늑간을 통해서 접근하였고, 우측 개흉술이 16명, 좌측 개흉술이 3명, 정중 흉골 절개술이 6명이었다. 정중 흉골 절개술을 시행한 경우에는 우측 변형 B-T단락술과 central shunt를 각각 3명씩 시행하였다. Graft의 혈전 예방을 위해 수술 중 헤파린을 1 mg/kg 투여하였고, 수술 후 헤파린을 5U/kg/hr로 지속 정주하다가 경구 아스피린으로 교체하였다.

통계 처리

폐동맥 크기의 수술 전, 후 비교는 paired t-test를, 단락술의 개존률은 Kaplan-Meier 생존 분석법을 이용하였고, 수술 사망 및 2차 단락술의 위험인자 분석에는 Wilcoxon rank sum test와 Fisher's exact test를 이용하였다. 또한, 체중과 graft 크기 사이의 상관관계는 회귀 분석을 이용하였으며, SAS 프로그램으로 통계처리 하였다. 통계학적인 의미는 $p \leq 0.05$ 인 경우로 정하였다.

결 과

수술 후 사망은 30일 이내의 조기 사망이 1명(4%), 30일 이후의 만기 사망이 5명(20%)이었다. 초기 단락술 이후의 치료 경과를 Fig 1과 같았다. 초기 사망 1례는 심실 증격결손증을 동반한 폐동맥판 폐쇄로 진단 받은 환자로 수술 당시 체중은 2.2 kg였으며, 수술 전 심폐소생술을 시행하고 응급으로 3 mm PTFE graft를 이용한 우측 변형 B-T 단락술을 받았으며, 수술 후 폐동맥 과혈류로 생각되어 동맥관 결찰을 시도하였으나 수술 후 5시간 뒤 사망하였다. 만기 사망의 원인은 정확하게 알 수 없었으며, 환자의 자료는 Table 2와 같다. 만기 사망의 위험인자 분석으로 단락의 크기, 체중, 수술 당시의

Table 2. Early and late mortalities

	Diagnosis	Age/B.wt	Graft size	Time elapsed	Cause of death
Early	PA with VSD	15d/2.2kg	3mm	0	sepsis
	PA, Rt isom	15d/3.3kg	3mm	2 mon	unknown
	PA, Rt isom.	22d/3.4kg	3mm	2 mon	hypoxia
Late	PA, Rt isom.	7d/3.8kg	3.5mm	3 mon	unknown
	PA, VSD	12d/3kg	3.5mm	3 mon	unknown
	PA, IVS	42d/3.7kg	3.5mm	6 mon	unknown

PA, VSD; Pulmonary atresia, Ventricular septal defect, Rt isom; Right isomerism, PA, IVS; Pulmonary atresia, Intact ventricular septum

Table 3. Patients data with second shunt operations

Diagnosis	Initial shunt	2nd shunt	Interval	Cause
PA, VSD	RMBT, 3.5mm	LMBT, 3.5mm	1d	hypoxemia
FSV, PS	RMBT, 3.5mm	RMBT, 4mm	5d	occlusion
PA, VSD	RMBT, 3mm	LMBT, 3mm	2m	JDS
PA, VSD	RMBT, 3mm	LMBT, 4mm	7m	JDS
PA, VSD	RMBT, 3.5mm	central, 5mm	12m	small PA
PA, VSD	RMBT, 3.5mm	central, 5mm	14m	small PA

PA, VSD; Pulmonary atresia, Ventricular septal defect. FSV, PS; Functional single ventricle, Pulmonary stenosis, RMBT; Right modified Blalock-Taussig, LMBT; Left modified Blalock-Taussig, JDS; Juxta-ductal stenosis

나이, 폐동맥의 크기, 다른 동반된 질환별로 분석하였으나 위험인자는 발견하지 못하였다. 무비증의 환아에서 만기 사망률이 특히 높았으나 역시 통계학적으로 유의있는 수준에는 미치지 못하였다($p=0.078$). 2차 단락술을 시행 받은 경우는 6명에서 있었으며, 원인은 Table 3과 같았다. 이러한 2차 단락술을 시행 받을 위험인자로는 수술 전 진단이 심실 증격결손증을 동반한 폐동맥판 폐쇄인 경우가 통계학적으로 의미있게($p=0.01$) 나타났다(Table 3). 폐동맥의 성장은 McGoon ratio와 PA index를 이용하여 분석하였는데, McGoon ratio는 수술 전 1.37 ± 0.27 에서 수술 후 1.87 ± 0.48 ($p < 0.0003$)로 PA index(mm^2/m^2)는 129 ± 66 에서 214 ± 114 ($p=0.0022$)로 의미 있는 성장을 보였다(Fig 2, 3). Fig 4, 5, 6은 수술 전, 후의 폐혈관 조영술을 보여주고 있다. 단락술의 개존율은 2개월에 82.5%, 4개월에 77%, 6개월에 73%, 8개월에 42%로 6개월에서

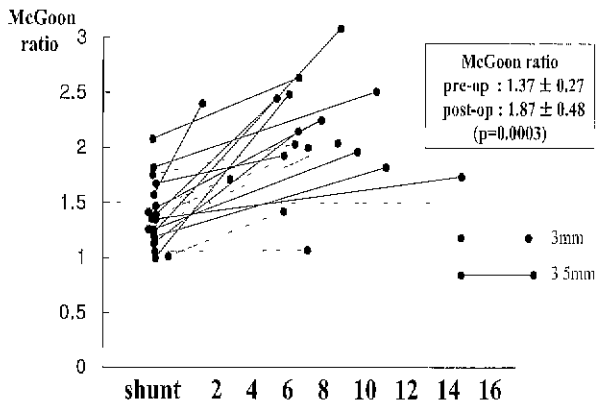


Fig. 2. Pulmonary artery growth(McGoon ratio) before and after modified B-T shunt

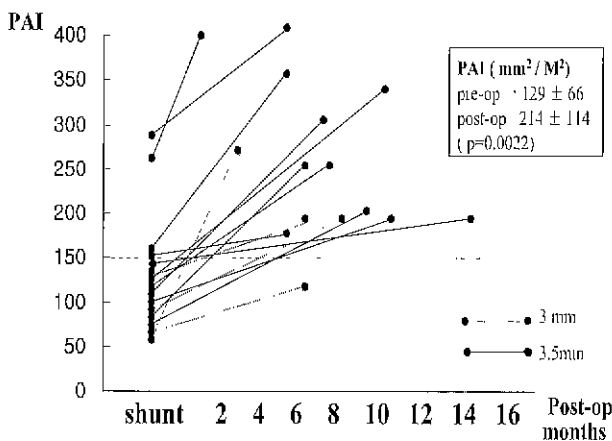


Fig. 3. Pulmonary artery growth(PA index) before and after modified B-T shunt(PAI; Pulmonary artery index)

8개월 사이에 의미 있는 감소를 보였다(Fig. 7). 한편, 본 원에서 같은 기간에 변형 B-T 단락술을 시행 받은 81명의 환아를 대상으로 단락의 크기(b)와 체중(a)사이의 상관관계를 구하였는데, 둘 사이에 $b = 0.128a + 3.233$ ($p=0.0001$)으로 통계학적으로 의미 있는 상관관계를 보이고 있었다(Fig. 8).

고 찰

단락술의 시작은 1945년 Blalock과 Taussig에 의해 시행된 쇄골하 동맥과 폐동맥 사이의 end-to-side 문헌¹⁾ 처음이며³⁾, 이후 다른 종류의 체-폐 단락술과 함께 청색증이 심한 선천성 심기형의 환아의 치료에 새로운 전기를 가져왔다. 그러나 고식적 B-T 단락술은 쇄골하 동맥을 박리하는 시간이 길다는 점, 횡격막 신경의 손상 가능성, take-down이 어렵다는 점, 삼지 허혈로 인한 동측 상지 성장 장애 등의 단점이 대두되

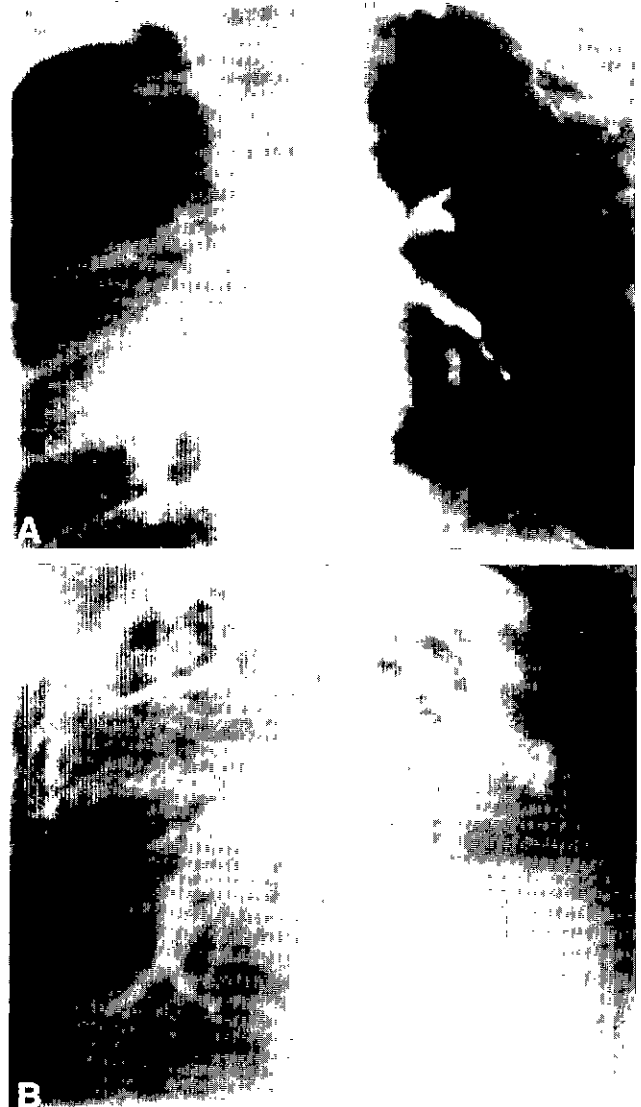


Fig. 4. Pre and postoperative angiogram of patient(B wt 3.2kg) with pulmonary atresia, functional single ventricle and asplenia. The patient underwent right modified B-T shunt using 3.5mm Gore-Tex graft a) pulmonary artery angiography through radial artery at 5 days after birth. b) pulmonary artery angiography at post-op 8 months McGoon ratio was 2.5 and PAI was 290.8mm²/m². This patient received bidirectional cavopulmonary shunt with left pulmonary artery angioplasty at 9 months of age.

면서, 이를 보완하여 보철 물질인 PTFE graft를 이용하여 쇄골하 동맥과 폐동맥 사이에 graft를 삽입시키는 변형 B-T 단락술이 널리 시행되게 되었다. 변형 B-T 단락술은 장액종(seroma)이나 장액성 누출(serous leakage)⁴⁻⁶⁾ 혹은 graft 감염^{7,8)} 등의 합병증이 생길 수 있으나, 조기 개존률이 높고⁹⁾, 폐동맥 혈류량을 조절할 수 있으며, 쇄골하 동맥의 보존, 간단한 수술 시기, take-down이 쉬운 등의 장점이 있어서 많이

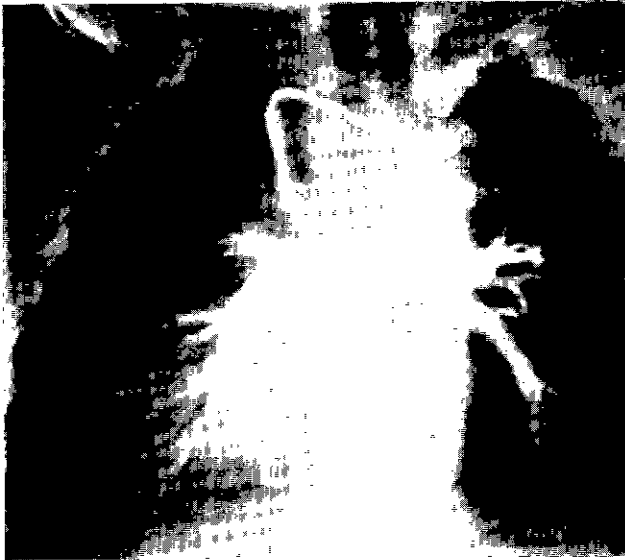


Fig. 5. Postoperative angiogram of patient (B wt 3.7kg) with pulmonary atresia, functional single ventricle, asplenia, who underwent right modified B-T shunt using 3.5mm Gore-Tex graft at 5 days after birth. This patient received bidirectional cavopulmonary shunt with left pulmonary artery angioplasty at 12 months of age.



Fig. 6. Postoperative angiogram of patient (B.wt 33kg) with PA/VSD who underwent right modified B-T shunt using 3.5mm Gore-Tex graft at 46 days after birth. Pulmonary artery angiography at post-op 15 months showed inappropriate pulmonary artery growth and the patient received another central shunt

이용되고 있다. 단락술시 대개 4mm나 5mm의 graft가 사용

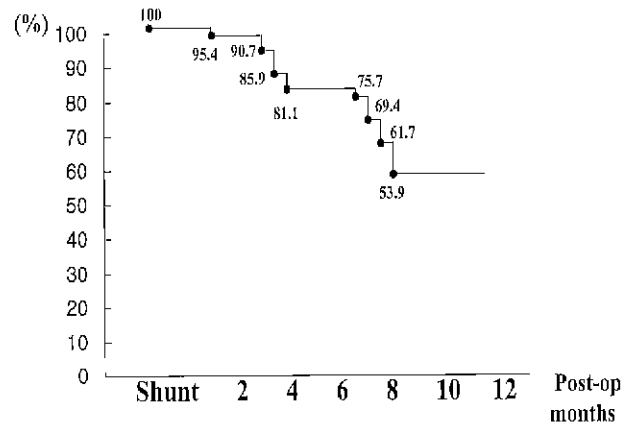


Fig. 7. Patency rates of modified B-T shunts using 3mm and 3.5mm graft (Kaplan-Meier)

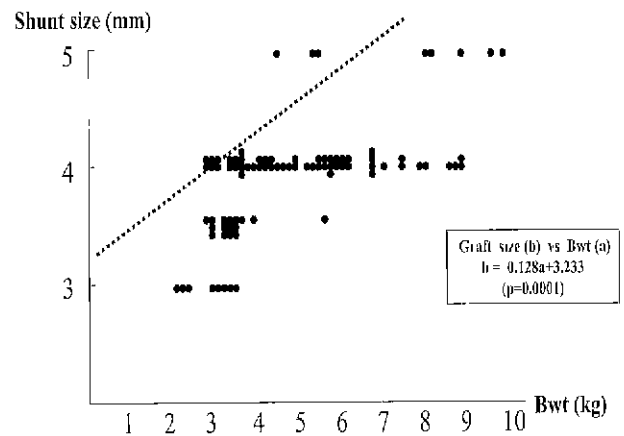


Fig. 8. Graft size and Body weight(n=81)

되나 환자의 상태에 따라서 3mm나 3.5mm의 graft가 필요한 경우가 있는데, 이러한 예로는 대상 폐동맥이 작은 경우, 환자의 체중이 적어 폐동맥 과혈류를 유발할 수 있는 경우, 심폐기를 이용한 단락술의 경우¹⁰⁻¹²⁾ 등을 들 수 있고, 기능적 단심실 환자에서도 양방향성 상공정맥-폐동맥 단락술이 생후 6개월 이후에는 가능하므로 굳이 큰 graft를 고집할 필요가 없다. 한편 우심실 유출로 확장을 동반한 체-폐 단락술의 경우처럼 단락술이 보조적인 역할을 하는 경우에서도 3mm나 3.5mm 등 작은 크기의 graft를 이용한 단락술이 필요하다. 하지만 4mm나 5mm graft를 이용한 단락술 시 graft의 크기가 단락술 실패의 원인⁹⁾으로 중요한 역할을 한다고 알려져 있기 때문에 3mm나 3.5mm 등의 작은 크기의 graft를 이용한 단락술을 시행하면 단락술의 개존률과 폐동맥의 성장에 있어서 만족할 만한 결과를 얻지 못할 것으로 생각하게 된다. 그러나, 본 논문의 임상분석에 의하면 3mm나 3.5mm

graft를 이용한 단락술의 경우에서도 폐동맥의 의미 있는 성장을 볼 수 있었다. 개존률에 있어서 변형 B-T 단락술은 조기 개존률은 높으나, 만기 단락술의 실패율이 높다고 알려져 있다. 4 mm의 경우는 12개월 이후에, 5 mm의 경우는 18개월에서 24개월 이후에 단락의 개존률이 급격히 감소한다고 알려져 있다¹³⁾. 본 연구의 결과에서 보면 3 mm나 3.5 mm graft의 경우에는 6개월에서 8개월 사이에 급격한 감소를 보여 다른 논문의 4 mm나 5 mm 등의 graft를 이용한 단락의 개존률과 연관성 있는 결과를 보였다. 이러한 결과는 3 mm나 3.5 mm graft를 이용한 단락술이 단기간 단락술이 필요한 환아에서 충분한 역할을 할 수 있으며, 폐동맥의 성장에 있어서도 이후에 완전교정술을 시행할 수 있을 만큼 충분한 성장을 보였으므로, 수술 후 6~8개월 사이에 근접 관찰을 통해 2차 단락술 등의 적극적인 치료를 시행한다면 환자의 안정된 경과를 유지할 수 있을 것이다. 만기 사망률에 있어서 무비증의 환아에서 높은 경향을 보였다(p=0.078). 이것은 무비증으로 인한 감염이 위험인자로 작용할 수 있고, 흔히 동반되는 기형인 전폐정맥연결이상 등이 원인이 될 수 있다. 무비증을 가진 3명의 만기 사망한 환아에서 1명은 폐색형 전폐정맥연결이상이 동반되어 이를 교정 후 단락술을 시행한 경우였다. 2차 단락술을 시행하는 위험인자로 심실중격결손증을 동반한 폐동맥판 폐쇄의 경우가 의미있게 높았다(p= 0.01). 이것은 심실중격결손증을 동반한 폐동맥판 폐쇄 환아의 경우에 시행하는 Rastelli수술¹⁴⁾은 환아가 어느 정도 성장한 후에 가능하므로 완전 교정술을 시행할 때까지의 기간이 길어 그 사이에 2차 단락술이 필요한 경우가 많은 것으로 해석될 수 있다. 따라서 이러한 환아에서는 가능하면 PGE₁으로 환아를 성장시켜서 4 mm나 5 mm 등 큰 크기의 graft를 이용하는 것도 2차 단락술을 피할 수 있는 한 방법으로 사료된다. 2차 단락술을 시행한 원인으로 좌측 변형 B-T 단락술을 시행한 환아에서 동맥관인접협착(juxta-ductal stenosis)의 경우가 2례 있었다. 단락술을 어느 부위에 하느냐는 환자의 상태에 따라 다르지만, 일반적으로 동맥관의 반대편에 하게 되며, 이것은 동측에 하는 경우에 수술 중에 동맥관의 혈류를 차단하여 수술 중 환자 상태를 악화시킬 수 있기 때문이다 이러한 동맥관인접협착은 한 동안 단락술의 합병증으로 생각되었지만 이는 동맥관 조직이 폐동맥으로 자라 들어가 생기는 것으로 밝혀졌으며, 대동맥 축착과 같은 생성기전이 폐동맥부위에 발생하는 것으로 설명된다^{15,16)}. 특히 수술 전 동맥관인접협착이 있는 동측의 폐동맥에 단락술을 시행하는 경우에는 조기에 완전교정술을 시행할 것을 고려해야 한다고 한다¹⁵⁾. Fig 6의 경우는 수술 후 15개월에서야 혈관조영술을 시행하였다. 이 환자의 진단은 심실중격결손증을 동반한 폐동맥판 폐쇄로 혈관조영술 당시 단락은 완전히 막혀 있었고 폐동맥의

성장은 불충분하여 2차 단락술을 시행 받았으며, 이 환자의 경우는 좀 더 근접관찰이 필요한 경우였다. Fig 8에서 보면 수술 당시 환아의 체중과 graft크기와는 밀접한 관계를 가지고 있다. 환아의 수술 전 진단, 대상 폐동맥의 크기, 향후 치료의 방향 등 여러 가지 사항을 고려해서 graft크기를 결정하였지만 수술 시 환아의 체중이 graft 크기를 결정하는 중요한 기준이었음을 알 수 있었다.

결 론

서울 중앙병원에서 3 mm나 3.5 mm graft를 이용한 변형 B-T 단락술의 임상적 분석을 통해 다음의 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 3 mm나 3.5mm graft를 이용한 변형 B-T 단락술은 만족할 만한 폐동맥의 성장을 가져오며, 대부분의 경우 2차 단락술을 거치지 않고 완전교정술을 가능하게 할 수 있다.
- 2) 단락 개존률은 수술 후 6~8개월 사이에 급격한 감소를 보이므로 이 시기에 근접관찰을 요하며, 필요하면 폐동맥에 대한 검사 및 2차 수술로의 신속한 이행이 필요하다.
- 3) 2차 단락술을 시행하게 되는 위험인자로 수술 전 진단이 심실중격결손증을 동반한 폐동맥판 폐쇄인 환아가 의미 있게 높았으며, 이는 이 환자군의 환아에서는 가능한 큰 크기의 graft를 이용한 단락술이 필요함을 시사한다.
- 4) 환아의 체중과 graft크기 사이에는 밀접한 상관관계를 가지고 있었으며, 체중이 graft 크기를 결정하는 중요한 인자임을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- 1 박승일, 김웅진. 변형 Blalock-Taussig 수술법이 폐동맥 성장에 미치는 영향 대흉외지 1989;22:256-64.
- 2 Nakata S, Imai Y, Takanashi Y, et al. A new method for the quantitative standardization of cross-sectional areas of the pulmonary arteries in congenital heart diseases with decreased pulmonary blood flow. J Thorac Cardiovasc Surg 1984;88:610-9.
- 3 Blalock A, Taussig H. Surgical treatment of malformations of the heart in which there is pulmonary stenosis or pulmonary atresia JAMA 1945;132:189-202
- 4 LeBlanc J, Albus R, Colonel L. Serous leakage: A complication following the modified Blalock-Taussig shunt. J Thorac Cardiovasc Surg 1984;88:259-62.
- 5 Maitland A, Williams WG, Coles JG, Freedom RM, Trusler GA. A method of treating serous fluid leak from a polytetrafluoroethylene Blalock-Taussig shunt. J Thorac Cardiovasc Surg 1985;90:791-3
- 6 Berger RM, Bol-Raap G, Hop WJ, Bogers AJ, Hcss J

Heparin as a risk factor for perigraft seroma complicating the modified Blalock-Taussig shunt. J Thorac Cardiovasc Surg 1998;116:286-93.

7 Bogats G, Kertesz E, Katona M, Toszegi A, Kovacs GS. *Modified Blalock-Taussig shunt using allograft saphenous vein:six years' experience.* Ann Thorac Surg 1996;61:58-62.

8. Turner SW, Wyllie JP, Hamilton JR, Bain HH. *Diagnosis of infected modified Blalock-Taussig shunt by computed tomography* Ann Thorac Surg 1995;59:1216-7.

9. Tamisier D, Vouhe PR, Vernant F, Leca F, Massot C, Neveux JY *Modified Blalock-Taussig shunts: Results in infants less than 3 months of age* Ann Thorac Surg 1990;49:797-801.

10. Jonas RA, Lang P, Hansen D, Hickey P, Castaneda AR. *First-stage palliation of hypoplastic left heart syndrome.* J Thorac Cardiovasc Surg 1986;92:6-13.

11. Bartram U, Gruncnfelder J, Van Praagh R *Causes of death after the modified Norwood procedure : a study of 122 postmortem cases.* Ann Thorac Surg 1997;64:1795-802.

12. Castaneda AR, Jonas RA, Mayer JE, Hanley FL. *Cardiac surgery of the neonate and infant.* Philadelphia: W.B. Saunders Company. 1994.

13. Calder AL, Chan NS, Clarkson PM, Kerr AR, Neutze JM. *Progress of patients with pulmonary atresia after systemic to pulmonary arterial shunts.* Ann Thorac Surg 1991; 51:401-7.

14 Puga FJ. *The Rastelli procedure for transposition of the great vessels, pulmonary stenosis, and ventricular septal defect.* In: Baue AE, Gcha AS, Hammond GL, Laks H, Naunheim KS *Glenn's thoracic and cardiovascular surgery.* 6th ed Appleton & Lange. 1996;1383-91.

15. 이교준, 박영환, 최제영, 조범구. Juxtaductal stenosis가 동반된 PA/VSD환자에서 체폐단락술 부위에 따른 폐동맥 크기의 변화 대흉외지 1998;31:861-6.

16. Waldman JD, Karp RB, Gutenberger-de Groot AC, Agarwala B, Glagov S. *Spontaneous acquisition of discontinuous pulmonary arteries* Ann Thorac Surg 1996; 62:161-8.

=국문초록=

배경: 전신-폐 단락술 시 체중이 적거나 향후 단심실성 교정이 계획된 경우, 단락술 대상 폐동맥이 작은 경우 등에서 3mm 및 3.5mm graft의 단락술이 사용될 수 있으나, 이러한 작은 크기의 graft를 이용한 단락술 후 폐동맥 성장 및 단락 개존률에 대해서는 알려진 바가 없다. 저자들은 이러한 작은 크기의 graft를 이용한 단락술 환아에서 폐동맥 성장 및 중기 단락 개존률에 대해서 알아보았다. **대상 및 방법:** 1996년 9월부터 1999년 8월까지 3mm와 3.5mm 변형 Blalock-Taussig 단락술을 시행 받은 25명을 대상으로 수술 전, 후의 폐동맥 크기의 변화 및 단락 개존률을 관찰하였다. 단락 개존률의 산출 시 단락술의 실패는 graft가 막히거나 환아가 다른 원인 없이 사망하거나 폐동맥의 성장이 부적절하여 2차 단락술을 시행한 경우로 하였고, 완전교정술을 시행하거나 현재까지 외래 추적 중인 경우를 연구 종료로 하였다. 또한, 만기 사망 및 2차 단락술 필요에 대한 위험인자를 분석하였고, 같은 기간 변형 B-T 단락술을 시행 받은 총 81명의 환아에서 수술 당시 체중과 사용된 graft의 크기에 대한 회귀분석을 시행하였다. **결과:** 초기 및 만기 사망은 각각 1명, 5명이었다. 단락술에서 2차 조영술까지의 기간은 평균 7.34개월이었고, 수술 전, 후 폐동맥 지수(nm/in²)는 129±66에서 214±114로 유의하게 증가하였다(p=0.002). 단락 개존률은 수술 후 2, 4, 6, 8개월에서 각각 82.5%, 77%, 73%, 42%로 6개월에서 8개월 사이에 현저히 감소하였다. 만기 사망의 위험은 무비중 환아에서 약간의 통계적 유의성을 보였고(p=0.078), 2차 단락술을 시행받을 위험인자로는 수술 전 진단이 심실중격결손증을 동반한 폐동맥 판막 폐쇄인 경우로 나타났다(p=0.01). 단락술에 사용된 체중(a)과 graft의 크기(b)는 $b = 0.128a + 3.233$ 로 유의한 상관관계를 가지고 있었다(p=0.0001). **결론:** 3mm 및 3.5mm의 graft를 이용한 단락술은 단락 개존률 및 폐동맥 성장의 측면에서 만족할 만한 결과를 보였지만, 수술 후 6개월에서 8개월 사이에 단락 개존률이 현저히 감소하는 바 수술 후 이 시기에 지속적인 근접관찰이 요망되며 단심실성 교정군의 경우 초기의 양방향성 상공정맥-폐동맥 단락술이 바람직할 것으로 사료된다.

중심단어 : 1. 3mm 및 3.5mm graft
2. 변형 B-T 단락술
3. 단락 개존률
4. 폐동맥 성장