

변형 Blalock-Taussig 수술법이 폐동맥 성장에 미치는 영향

박 승 일* · 김 용 진*

— Abstract —

Effect of Modified Blalock-Taussig Operation on Pulmonary Arterial Growth

Seung Il Park, M.D.*, Yong Jin Kim, M.D.*,

Modified Blalock-Taussig operation remains the standard technique of systemic-to-pulmonary artery shunt in patients of congenital heart disease with decreased pulmonary blood flow. We reviewed the 41 patients who had been performed modified Blalock-Taussig operation from March 1985 to Feb. 1988, and angiographically measured pulmonary artery size before and after shunt, and calculated pulmonary artery index(PAI) and ratio of left and right pulmonary artery to descending aorta $((LPA+RPA)/dAo)$.

The mean duration of palliation after shunt operation was 624 days and mean age of the patient at shunt operation was 3.59 years. Mean PAI increased significantly from $131.15 \pm 67.11 \text{ mm}^2/\text{M}^2$ preoperatively to $232.70 \pm 84.46 \text{ mm}^2/\text{M}^2$ postoperatively. Mean ratio of right and left pulmonary artery to descending aorta also increased significantly from 1.48 ± 0.40 preoperatively to 1.92 ± 0.50 postoperatively.

All patient manifested clinical improvement; there was mean decrease in hematocrit of 8.95%, mean increase in arterial oxygen saturation of 11.08 %. Pulmonary arterial growth was not influenced by age at operation, initial pulmonary artery size, or graft size, but significantly influenced by antegrade flow. The patients who have some antegrade flow were in more increase of PAI.

There were no linear correlation between change of PAI, change of $((LPA+RPA)/dAo)$, SaO_2 , and duration. But, according to Scatterplot between change of PAI and duration, some complex correlation was suggested and mean PAI was decreased after 2 year palliation.

We concluded that modified Blalock-Taussig operation is excellent palliative surgery for pulmonary artery growth especially on the patient who have some antegrade flow, and the proper duration of palliation was about 2 years.

* 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

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

** 본 연구는 1987년도 서울대학교 병원 특진연구비 보조에 의하여 이루어진 것임.
1988년 12월 8일 접수

I. 서 론

폐혈류가 감소된 선천성 심장기형 환자에 있어서 수술수기와 술전후관리의 발달로 처음부터 완전교정을 하는 경우가 많아짐에 따라 고식적 단락술의 적응은 줄어들고 있는 실정이다. 그러나 해부학적으로 폐동맥의 발육이 부진할 경우 고식적으로 체순환과 폐순환 사이에 단락술을 시행한 후 적절한 시기에 완전교정술을 시행하게 되는데 이런 경우 현재 가장 널리 사용되고 있는 수술은 쇄골하동맥과 폐동맥 사이에 PTFE(Goretex®)를 사용하는 변형 Blalock-Taussig 단락술이다. 그러나 어떤 경우에 먼저 단락술을 시행할 것인지, 또 단락술 후에 언제 완전교정술을 시행할 것인가에 대해서는 몇가지 관정기준이 있으나 다분히 경험적인 경우가 많다. 저자들은 변형 Blalock-Taussig 술식을 시행한 후 폐동맥 크기의 변화를 측정하고, 이 측정치를 기준으로 폐동맥지수 및 좌우폐동맥 직경과 하행대동맥 직경에 대한 비를 계산하여 나이, 기간, 질병의 종류, 수술전 폐동맥의 크기 등이 이들 값의 변화에 어떤 영향을 주는지 분석하여, 단락술을 필요로 하는 청색증 선천성 심장기형 환자들에게 수술 적응 및 차후 교정 수술에 대한 지표를 제시코저, 임상 관찰과 더불어 문헌 고찰을 시행하였다.

II. 대상 및 방법

1985년 3월부터 1988년 2월까지 서울대학교 병원 흉부외과에서 변형 Blalock-Taussig 단락술을 받은 환자 중 1988년 9월 이전에 2차 심혈관 조영술을 시행한 환자를 대상으로 하되, 이중 단락술이 막힌 환자. 화면이 흐려 좌우폐동맥 또는 하행대동맥의 경계가 불명확한 환자, 영상확대율 보정계수(magnification factor)가 표시되지 않은 환자 등을 제외한 41명을 대상으로 하였다. 환자의 적혈구용적(hematocrit)은 입원 당시 측정치를 기준으로 하였고, 동맥혈 산소포화도(SaO₂)는 심도자술 시행시 상행대동맥에서 측정한 값을 기준으로 하였다. 좌우폐동맥의 직경은 각각 폐엽동맥으로 분지하기 직전에서, 하행대동맥의 직경은 횡경막 부위에서 측정하였으며, 수축기 및 이완기에 각각 측정하여 그 평균치를 취하였다. 단락술부위 동맥류성 확장이 있는 경우에는 그 바로 원위부에서 측정하였다.

폐동맥지수(pulmonary artery index; PAI)는 Nakada¹⁷⁾ 등이 발표한 방법에 따라 좌우폐동맥의 단면적의 합을 체표면적으로 표준화하여 아래와 같은 공식으로 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{단면적}(\text{mm}^2) &= \pi \times (\text{직경}/2f)^2 \\ \text{PA index}(\text{mm}^2/\text{M}^2) &= \frac{\text{r-PA area} + \ell \cdot \text{PA area}}{\text{BSA}(\text{m}^2)} \end{aligned}$$

r-PA area; 우폐동맥 단면적(mm²)

ℓ · PA area; 좌폐동맥 단면적(mm²)

f: 영상확대율 보정계수

BSA: 체표면적(M²)

또 좌우폐동맥의 직경의 합에 대한 하행대동맥의 직경에 대한 비(이하 폐동맥의 대동맥에 대한 비라 함)는 각 폐동맥의 직경의 합을 하행대동맥의 직경으로 나눈 값으로 하였다.

통계적 처리는 paired student t-test로 하였으며 p 값이 0.05이하인 경우 유의한 것으로 판정하였고, 통계처리의 computer package 는 SPSS를 사용하였다.

III. 결 과

41명 환자의 단락술 당시의 나이는 생후 10일부터 8.52세(평균 3.59세)였으며 남녀의 비는 25 : 26이었다. 단락술 후 2번째 심도자술을 시행할 때까지의 기간은 44일에서 1955일(평균 624일)이었으며 질병의 분포는 표 1과 같다.

41명의 환자에 있어서 모두 PTFE(Goretex®)를 사용한 변형 Blalock-Taussig 단락술을 시행하였으며 4mm를 사용한 환자가 3명, 5mm를 사용한 환자가 22명 6mm를 사용한 환자가 16명이었다.

전체 환자에 있어서 수술전후의 폐동맥지수의 변화는 수술전 131.15 ± 67.11mm²/M²(p < 0.01), 폐동맥의

Table 1. Type of disease

Disease	Number
TOF	17
SV with PS or PA	5
PA with IVS or VSD	9
DORV with PS or PA	4
TGA with PS or PA	2
Tricuspid atresia	4

대동맥에 관한 비는 수술전 1.48 ± 0.40 에서 수술후 1.92 ± 0.05 ($p < 0.01$)로 모두 유의한 증가를 보였다. 또한 적혈구용적은 수술전 $58.66 \pm 9.30\%$ 에서 수술후 $49.71 \pm 7.51\%$ ($p < 0.01$)로 유의한 감소를 보였으며, 동맥혈 산소포화도도 수술전 $67.36 \pm 10.10\%$ 에서 수술후 $78.44 \pm 6.73\%$ ($p < 0.01$)로 유의한 증가를 보였다(그림 1~4).

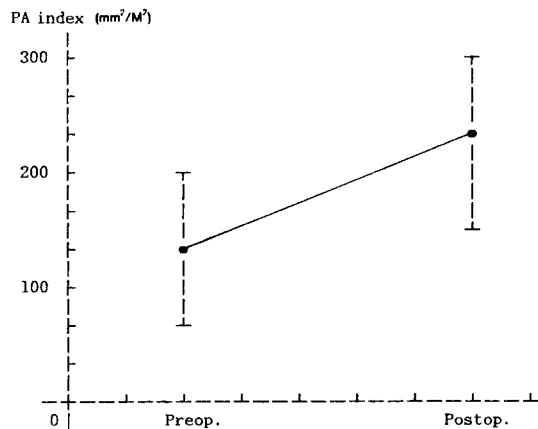


Fig. 1. Preop and postop pulmonary artery index(PAindex)
Preop: 131.15 ± 67.11 ; postop 232.70 ± 84.46 ($p < 0.01$)

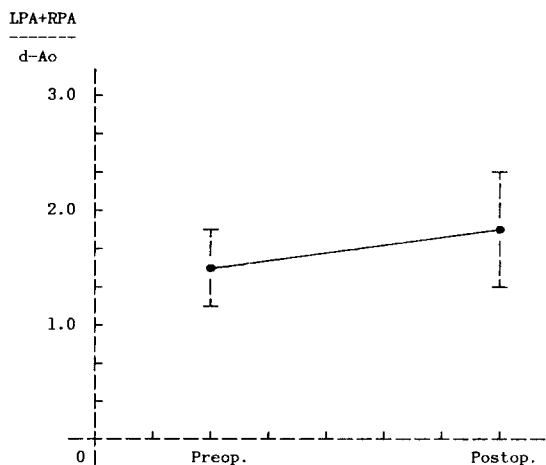


Fig. 2. Preop and Postop((LPA+RPA)/d·Ao)
Preop 1.48 ± 0.40 , Postop 1.92 ± 0.50
LPA: diameter of Lt, pulmonary artery
RPA: diameter of Rt, pulmonary artery
d·Ao: diameter of descending aorta

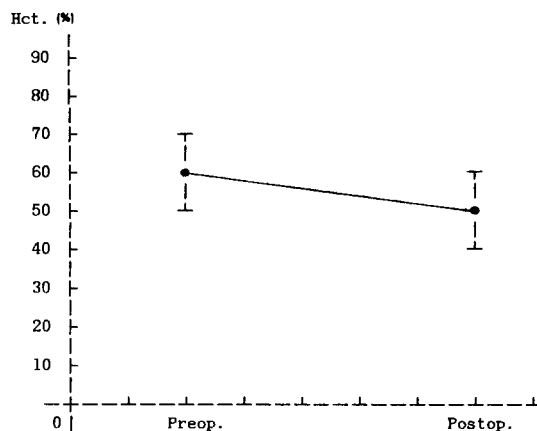


Fig. 3. Preop and postop Hct
Preop 58.66 ± 9.30 , Postop 49.71 ± 7.51
(Hct: hematocrit(%))

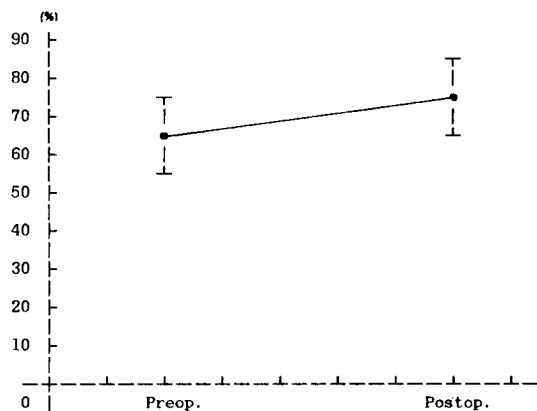


Fig. 4. Preop & Postop SaO₂
Preop 67.36 ± 10.10 , postop 78.44 ± 6.73
(SaO₂: arterial O₂ saturation(%))

1) 나이에 따른 비교

단락술 시행시 나이에 따라 폐동맥지수나 폐동맥의 대동맥에 대한 비의 변화에 차이가 있나 알아보기 위해 단락술 시행시 나이를 0~1세, 1~2세, 2~3세, 3세 이상의 군으로 나누어 각각의 변화를 비교하였다. 그 결과는 표 2와 같으며 각 연령군에 따른 폐동맥지수 혹은 폐동맥의 대동맥에 대한 비의 변화에 대한 차이는 통계적 유의성은 없었다. 그러나 0~1세 연령군은 8명 1~2세 연령군의 집단의 수가 적어 통계적 의미의 해석은 더 많은 집단의 수에 대한 재평가를 필요로 한다고 생각된다.

Table 2. Change of PA index and $((LPA+RPA)/d - Ao)$ according to age distribution

Age	N	▲ PA index	▲ $((LPA+RPA)/d - Ao)$
0 - 1	8	100.70±74.60	0.55±0.25
1 - 2	5	72.15±46.79	0.55±0.47
2 - 3	7	97.75±77.34	0.55±0.49
3세이상	21	101.92±56.79	0.3±0.16

* PA index ; mm²/M²

2) 단락술시 PTFE 직경에 대한 비교

단락술 시행시 사용한 PTFE 직경이 4mm, 5mm, 6mm에 대해 수술전후의 폐동맥지수의 변화는 각각 $127.02 \pm 42.43 \text{mm}^2/\text{M}^2 \rightarrow 202.63 \pm 94.39 \text{mm}^2/\text{M}^2$ ($p=0.025$), $142.29 \pm 78.92 \text{mm}^2/\text{M}^2 \rightarrow 229.14 \pm 86.41 \text{mm}^2/\text{M}^2$ ($p<0.01$), $125.75 \pm 57.72 \text{mm}^2/\text{M}^2 \rightarrow 245.21 \pm 83.01 \text{mm}^2/\text{M}^2$ ($p<0.01$)로 각각 유의하게 증가하였고, 폐동맥의 대동맥에 대한 비도 $1.22 \pm 0.32 \rightarrow 1.87 \pm 0.55$ ($p=0.023$), $1.56 \pm 0.45 \rightarrow 1.97 \pm 0.53$ ($p<0.01$), $1.45 \pm 0.03 \rightarrow 1.85 \pm 0.47$ ($p<0.01$)로 각각 유의하게 증가하였으나 각 직경간에 증가에 대해서는 통계적 차이는 없었다. 그러나 이 경우도 4mm PTFE를 쓴 환자의 수가 너무작아 통계적 유의성은 그 의미가 약하다고 하겠다(표 3).

Table 3. Change of PA index and $((LPA+RPA)/d - Ao)$ according to graft size

diameter	N	▲ PA index	▲ $((LPA+RPA)/d - Ao)$
4 mm	3	75.61±71.48	0.65±0.30
5 mm	22	86.86±48.91	0.41±0.23
6 mm	16	119.46±72.31	0.40±0.36

* PA index ; mm²/M²

3) 수술전 폐동맥 크기에 따른 비교

수술전 폐동맥지수의 값, 혹은 폐동맥의 대동맥에 대한 비의 값이 수술후 각각의 값의 변화에 영향을 미치는지 알아보기 위해 수술전 폐동맥지수를 0~100, 100~200, 200~300, 300이상으로 나누어 비교하여 보았으나 통계적 차이는 없었으며, 폐동맥의 대동맥에 대한 비도 0.5~1.0, 1.0~1.5, 1.5~2.0, 2.0이상으로 나누어 비교하여 보았으나 역시 통계적 유의한 차이는 없었다.

4) Antegrade flow의 유무에 따른 비교

환자의 질병에 따라 Antegrade flow가 있는 경우와 없는 경우를 구분하여 보았을 때 flow가 없는 경우 폐동맥지수는 수술전 $124.22 \pm 82.64 \text{mm}^2/\text{M}^2$ 에서 수술후 $200.20 \pm 73.42 \text{mm}^2/\text{M}^2$ 로 $75.98 \pm 41.94 \text{mm}^2/\text{M}^2$ 의 증가가 있는 반면 flow가 있는 경우 수술전 $139.32 \pm 58.72 \text{mm}^2/\text{M}^2$ 에서 $249.59 \pm 86.22 \text{mm}^2/\text{M}^2$ 로 $110.28 \pm 68.22 \text{mm}^2/\text{M}^2$ 로 증가가 있어 이 둘사이 통계적으로 유의한 증가를 보였다($P<0.05$). 또한 폐동맥의 대동맥에 대한 비의 변화는 flow가 없는 경우 수술전 1.32 ± 0.38 에서 1.70 ± 0.46 으로 0.37 ± 0.19 증가하였고 flow가 있는 경우 1.56 ± 0.39 에서 2.03 ± 0.49 로 0.47 ± 0.34 로 유의한 차이는 없었다(그림 5, 6).

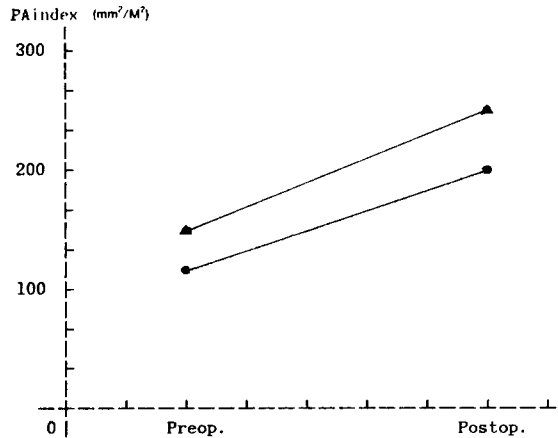


Fig. 5. Preop and postop PA index in patients who have some antegrade flow compared with those patients who have antegrade flow.

●--●: no antegrade flow
▲--▲: some antegrade flow

5) 수술후 기간과의 관계

단락술을 시행한 후 그 기간과 폐동맥지수의 증가사에 통계적으로 유의한 상관관계는 보이지 않았다($r=0.119$). 또 폐동맥의 대동맥에 대한 비와도 상관관계는 없었다($r=0.021$). 그러나 폐동맥지수의 증가와 수술후 기간사이 점분포(scatter plot)를 보면 단락술후 대체로 2년전후까지 증가의 양상을 보이다가 기간이 더욱 길어지면 다시 감소하는 양상을 보인다. 이는 수술후 폐동맥의 실제적인 직경의 증가가 어느기간까지 있다가, 그 기간이 지나면 직경의 증가는 많지 않으면서, 오히려 체표면적의 증가가 크기 때문에 폐동맥지수가 줄어드는 것으로 생각되어진다(그림 7). 수

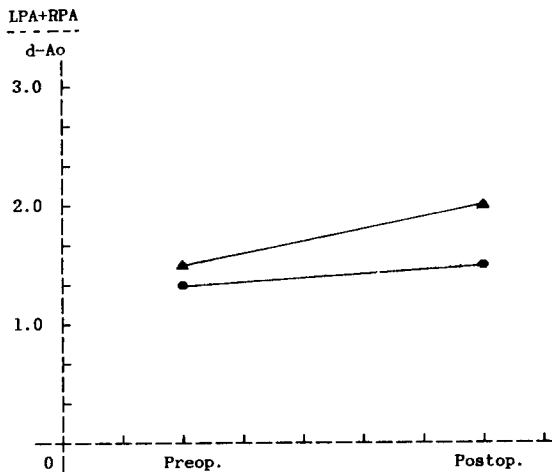


Fig. 6. Preop and postop(LPA+RPA/d-Ao) in patients who have some antegrade flow compared with those patient who have no antegrade flow:
 ●-●: no antegrade flow
 ▲-▲: some antegrade flow

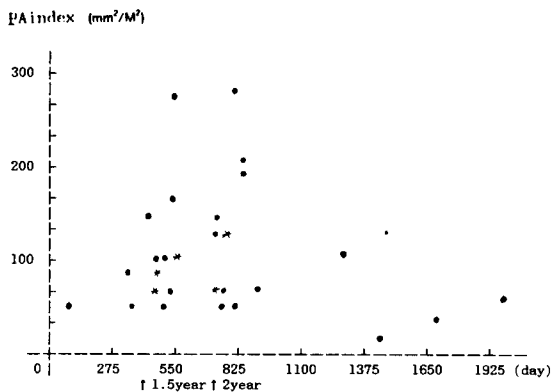


Fig. 7. Scatterplot. between postoperative duration and change of pulmonary artery index(●:1 * :2)

술후 1.5년사이의 환자만을 대상으로 상관관계를 산출해보면 antegrade flow가 없는 경우 $r=0.503$, antegrade flow가 있는 경우 $r=0.469$ 로 이러한 추측을 가능케 한다(표 4).

6) 폐동맥지수와 폐동맥의 대동맥에 대한 비의 비교

폐동맥지수의 변화와 폐동맥의 대동맥에 대한 비의 변화사이에 일차 회귀선의 상관관계는 없었다($r=0.187$). 실제로 폐동맥지수는 감소하였으나(440.

Table 4. Correlation coefficients between postoperative duration and change of pulmonary artery index.

$Y=a+bx$ (a ; intercept b ; regression coefficient r ; correlation coefficient)

duration (yr)	0-1.5	1.5-2	2-
Antegrade flow (+)	a=-69.18 b= 0.40 r= 0.47	a=-550.09 b= 1.01 r= 0.67	a=1945.22 b=- 2.28 r=- 0.86
Antegrade flow (-)	a= 52.46 b= 0.11 r= 0.50	a= 305.98 b=- 0.36 r=- 0.37	a= 169.44 b=- 0.08 r=- 0.72

$55\text{mm}^2/\text{M}^2 \rightarrow 378.82\text{mm}^2/\text{M}^2$), 폐동맥의 대동맥에 대한 비는 증가한 경우(2.40→2.73)가 있으며, 폐동맥의 대동맥에 대한 비는 감소하였으나(1.29→1.17) 폐동맥지수는 증가한 경우($117.75\text{mm}^2/\text{M}^2 \rightarrow 167.47\text{mm}^2/\text{M}^2$)도 있었다. 이는 이 두가지 검사법이 서로 다른 검사법임을 시사한다고 하겠다. 또 동맥혈 산소 포화도의 변화와 폐동맥지수, 폐동맥의 대동맥에 대한 비의 변화사이의 관계도 역시 상관계수 0.002, 0.205로 상관도가 없는 것으로 나왔다(그림 8, 9, 10). 즉 동맥혈 산소 포화도로 폐동맥지수나 폐동맥의 대동맥에 대한 비를 추측한다는 것을 불가능한 것으로 해석되었다.

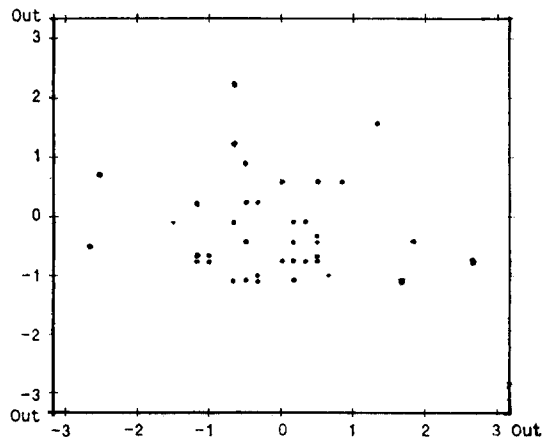


Fig. 8. Scatterplot between change of PA index and. ((LPA+RPA)/d-Ao)
 across: change of PA index (mm^2/M^2)
 down: change of (LPA+RPA)/d-Ao

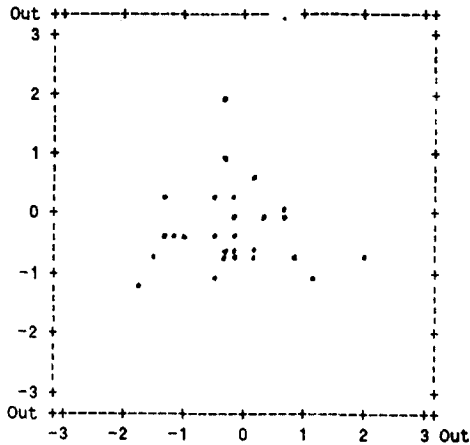


Fig. 9. Scatterplot, between change of PA index and SaO_2
 across: SaO_2
 down: PA index (mm^2/M^2)

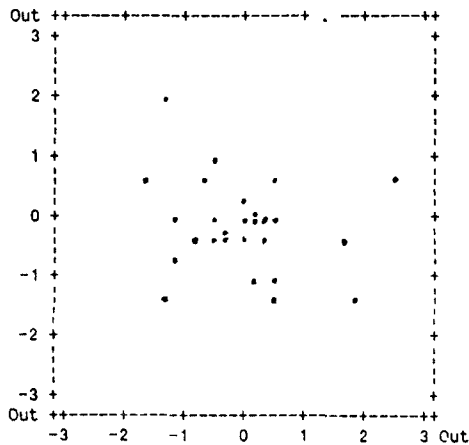


Fig. 10. Scatterplot between change of $((LPA+RPA)/d-Ao)$ and SaO_2
 across: SaO_2
 down: $(LPA+RPA)/d-Ao$

IV. 고 안

청색증을 동반한 심장질환에 있어서 수술후 그 예후를 결정하는 가장 중요한 인자로 폐동맥과 좌심실의 발육상태가 가장 중요한 요소이며, 그외 심장기형의 종류, 수술시 환자의 나이 등이 중요한 요소라는 것은 많은 사람들에 의해 주장되어 왔다^{2, 4, 8, 9, 15, 17, 28}). 그

러나 최근에 체외순환법, 심근보호법, 수술수기 등의 발달로 활로씨 4 증후군의 경우 영유아 시기에 일차적으로 완전 교정술을 하여 좋은 성적을 보인 보고가 많으며^{4, 5, 7, 9, 10}), Fontan술식에 있어서도 그 수술의 적응증에 나이가 차지하는 비중이 중요하지 않으며, 오히려 1~4세 경에 수술을 시행함으로 과용적부하에 의한 심실비대를 방지할 수 있다고 하였다²⁹). Starr^{4, 5}), Castaneda¹⁰), Sunderland⁹) 등은 1세 이전에 활로씨 4 증후군 환자에서 1차적 완전교정술을 시행한 경우가 고식적 수술을 시행한 경우보다 수술후 사망률이 낮고, 수술후 혈류 역학적으로 더 우수하다고 보고하면서, 어린나이나 저체중이 1차적 완전교정술의 위험요소가 되는 것이 아니라 폐동맥의 크기만이 위험요소라고 주장하였다. 그러나 Bender⁸) 등은 영유아에서 활로씨 4 증후군의 1차적 완전교정술후 높은 사망률을 보이므로 증상이 있는 경우 오히려 안전한 고식적 수술을 권하고 있으며 Rittenhouse²³) 등은 폐동맥 판류이 작은 경우 먼저 고식적 수술을 시행한 경우 완전교정술시 경판류 patch를 필요로 하는 경우가 6.6%에 불과하였다고 주장하였다. 그러나 이들 모두 공통적으로 폐동맥 발육이 아주 부진한 경우에는 완전교정술보다 고식적 수술후 폐동맥이 성장하면 그때 완전교정술을 시행하는 것이 좋다는 데는 이견이 없다.

폐동맥의 발육이 부진하여 먼저 고식적 수술을 필요로 하는 경우 가장 널리 사용되고 있는 방법은 PT-FE(Goretex®)를 사용하여 쇄골하 동맥과 폐동맥 사이를 연결해 주는 변형 Blalock-Taussig 단락술이다. 이 술식은 쇄골하 동맥이 짧은 경우 유리하며, 위치에 제한을 받지 않고 쇄골하 동맥의 연속성이 유지되고, 쇄골하 동맥의 성장에 따라 혈류량이 동시에 증가한다는 점, 기간이 길어도 폐동맥 고혈압이 잘 발생하지 않는다는 점 등의 장점이 있다^{1, 14-15, 18, 21, 23, 24, 25, 27}). 그러나 최근에는 활로씨 4 증후군의 경우 우심실유출로 침포 재건술 (right ventricular outflow tract patch reconstruction)이 더 우수하다는 주장도 많다. 이 술식의 장점은 폐동맥의 변형(distorsion)이 없고, 수술후 생긴 폐동맥 판막 폐쇄 부전으로 인하여 더 빠른 폐동맥의 성장, 폐동맥 판류의 성장, 양쪽 폐동맥의 균형적 성장, 완전 교정술시 우심실 절개를 하지 않아도 된다는 점, 등을 들어 단락술보다 우수하다고 주장하는 사람들도 있다^{3, 11-13, 20}). 그러나 이 방법은 활로씨 4 증후군에 한하는 것이며 모든 폐동맥 발육 부전의 환자에게 대상이 될 수는 없다.

변형 Blalock-Taussig 단락술후 폐동맥의 성장에 대한 정량적 평가를 위해 많은 사람들이 다양한 주장을 하였는데, 폐동맥 판륵에 대한 대동맥 판륵의 비, 폐동맥 직경에 대한 대동맥 직경의 비, 좌우 폐동맥 직경에 대한 하행 대동맥의 직경의 비, 좌우 폐동맥 단면적을 체표면적으로 나눈 폐동맥지수를 이용하는 법 등이 그것이다. 폐동맥 판륵의 대동맥 판륵에 대한 비를 이용하는 방법은 폐동맥 폐쇄증(pulmonary atresia)의 경우 적용할 수 없고 판막(valvular) 혹은 판상부(supra-valvular)협착에 영향을 받을 수 있어 널리 사용되지는 않는다.

Sunderland⁹⁾, Rittenhouse²³⁾, Oku²⁸⁾, 등은 활로씨 4 증후군에 있어서 폐동맥의 대동맥에 대한 비가 $0.3 \sim \frac{1}{3}$ 이상이면 완전 교정술이 가능하다고 주장하였으며 Gill¹¹⁾, Alfieri³⁰⁾ 등은 좌우 폐동맥 직경의 합을 하행 대동맥 직경으로 나눈 비를 그 기준으로 삼는 것이 좋다고 주장하였다. 그러나 Snider¹⁶⁾ 등은 동일 체표면적에서 폐동맥 직경의 대동맥 직경에 대한 비의 정상범위가 너무 넓기 때문에 이를 수술의 기준으로 삼는 것은 부적당하며 폐동맥 직경 그 자체가 제일 좋은 지침이라고 하였다. Nakada¹⁷⁾ 등은 좌우 폐동맥의 하행 대동맥에 대한 비는 질환의 종류와 체표면적에 대한 표준화가 어렵다고 주장하면서 각 폐동맥의 단면적의 합을 체표면적으로 표준화한 폐동맥지수가 수술후 사망율과 밀접한 관계 있으므로 이를 기준으로 삼는 것이 좋다고 주장하였다. 그러나 Girod²⁶⁾ 등은 Fontan 술식을 행한 환자에 있어서 수술후 사망율이 폐동맥지수와 무관하다고 주장하였다. Blackstone³¹⁾ 등은 활로씨 4 증후군의 환자에서 수술전 좌우 폐동맥의 하행 대동맥에 대한 비를 측정하여 경판륵 patch를 사용했을 경우 수술후 우심실의 좌심실에 대한 비(P-RV/LV)를 계산하고 그 값이 0.85 이상이면 고식수술을 하는 것이 좋다고 주장하였다. 이 Blackstone식에서 좌우 폐동맥의 하행 대동맥에 대한 비가 중요한 변수로 작용하므로, 좌우 폐동맥의 하행 대동맥에 대한 비는 폐동맥지수와 더불어 현재 폐동맥의 정량적 평가 기준으로 비교적 널리 사용되고 있다.

저자들도 단락술 전후의 폐동맥지수 및 폐동맥의 대동맥에 관한 비에 대해 비교해본 결과 단락술후 두 검사법 모두 유의한 증가를 보였으나 두 검사법 사이에 단순 회귀선적 상관관계는 없었다. 또한 폐동맥지수는 증가하였으나 폐동맥의 대동맥에 대한 비는 감소한 경우, 또 그 반대의 경우를 보이는 환자가 각 1명씩 있

었다. 두 검사법의 동맥혈 산소포화도와와의 관계에서도 상관관계가 없는 것으로 나와 이 두 검사법이 환자의 임상적 상태를 반영하지는 못하는 것으로 생각된다.

수술후 폐동맥의 성장에 영향을 주는 요소를 수술전 폐동맥의 크기가 작은 경우^{1,25,27)}, 신생아에 단락술을 시행한 경우¹⁴⁾ antegrade flow가 있는 경우¹⁾ 그 성장이 더 현저하다는 주장이 있으나 저자들의 결과 수술전 폐동맥의 크기나 나이에는 무관하며 다만 antegrade flow가 있는 경우만 유의한 증가의 차이를 보였다. 그러나 최근 Piehler¹³⁾ 등은 수술전 폐동맥의 크기가 수술후 성장과 무관하다고 하였으며 Rosenberg¹⁸⁾ 등은 단락술후 폐동맥의 성장은 수술당시의 나이, 수술전 폐동맥의 크기, 기간 등과는 무관하며 오직 폐동맥의 elastin의 함량만이 관계가 있다고 주장하여 저자들의 결과를 뒷받침 하고있다. 그러나 저자들의 결과는 앞에서 언급했듯이 표본수가 너무 작아 이 결과의 신뢰도는 다시 평가해 보아야 할 것이다. 다만 antegrade flow가 있는 경우는 유의한 증가의 차이를 보였으며 이는 Brandt¹⁾의 결과와 일치하는 것이다. 수술후 기간과 폐동맥지수의 증가사이에 상관관계를 알아본 결과 전체 환자에 대해 상관관계는 찾지 못했으며, 그 기간이 길어지면 오히려 폐동맥지수의 증가폭이 줄어드는 양상은 앞에서 보인 것과 같다(그림 7). 그러나 수술후 기간을 1.5년까지 살펴본 결과 비교적 높은 상관관계를 보였으며 특히 antegrade flow가 없는 경우 더 높은 상관관계를 보였다. 수술후 기간과 폐동맥지수 사이에 점분포를 보면 2년전후까지 증가하는 양상을 보이다가 기간이 더욱 길어지면 오히려 감소하는 양상을 보인다. 즉 기간과 폐동맥지수의 변화사이에는 단순한 직선적 관계가 아니라 복잡한 곡선의 관계를 보일 가능성이 많다는 것을 시사한다. 실제적으로 수술후 기간을 0~1.5년, 1.5~2년, 2년이상으로 나누어 각각의 단순 회귀선적 상관관계를 살펴보면 표와 같다. 즉 그 구간내에서는 비교적 높은 상관관계를 보인다. 이는 Piehler¹³⁾ 등이 주장한 바와 같이 단락술후 폐동맥의 성장은 초기에 일어나고 기간이 경과함에 따라 폐동맥의 성장보다 오히려 체표면적의 증가가 크기 때문에 폐동맥지수 자체는 감소하는 것이 아닌가 생각된다. 저자들의 결과에서 보면 antegrade flow가 없는 경우는 1.5년 이후, antegrade flow가 있는 경우는 2년 이후부터 폐동맥지수의 변화는 그 상관계수가 음수로 나타나므로 오히려 기간이 길어짐에 따라 폐동

맥지수의 값은 감소하는 양상을 보인다.

V. 결 론

본 서울대학교 병원 흉부외과에서 1985년 3월부터 1988년 2월까지 변형 Blalock-Taussig 단락술을 시행한 환자에 대하여 수술전후 폐동맥의 크기를 측정하고, 나이, 단락술의 크기, 수술전 폐동맥의 크기 수술 후 기간, 등과의 관계를 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전체 환자에 있어서 수술전후의 폐동맥지수의 변화는 수술전 $131.15 \pm 67.11 \text{mm}^2/\text{M}^2$ 에서 수술후 $232.70 \pm 84.46 \text{mm}^2/\text{M}^2$ 으로 유의하게 증가하였다($p < 0.01$).

2. 전체 환자에 있어서 수술전후의 하행 대동맥에 대한 좌우 폐동맥의 비는 수술전 1.48 ± 0.40 에서 수술 후 1.92 ± 0.50 으로 유의하게 증가하였다($p < 0.01$).

3. 전체 환자에 있어서 적혈구용적(hematocrit)은 수술전 $58.66 \pm 9.30\%$ 에서 수술후 $49.71 \pm 7.51\%$ 로 유의하게 감소하였으며($p < 0.01$), 동맥혈 산소포화도(SaO_2)는 수술전 $67.36 \pm 10.10\%$ 에서 수술후 $78.44 \pm 6.73\%$ 로 유의하게 증가하였다($p < 0.01$).

4. 수술당시의 나이나 폐동맥의 크기, 단락술에 사용한 PTFE 직경에 따른 폐동맥에 대한 비의 증가 사이에 차이는 없었다.

5. antegrade flow가 있는 경우가 없는 경우보다 단락술후 폐동맥지수의 증가가 더 현저했으며($p < 0.05$), 하행 대동맥에 대한 좌우 폐동맥의 비에서는 유의한 차이는 없었다.

6. 수술후 기간과 폐동맥지수사이에 전체적인 상관관계는 없었다($r=0.119$). 또한 하행대동맥에 대한 좌우폐동맥의 직경의 비 역시 상관관계는 없었다($r=0.021$). 그러나 수술후 기간을 0~1.5년, 1.5~2년, 2년이상으로 나누어 볼때 그 구간별로는 비교적 높은 상관관계를 보였으며, 이는 이들사이에 복잡한 곡선적 관계가 있을가능성을 시사하였다.

7. 수술후 antegrade flow가 있는 경우는 2년, antegrade flow가 없는 경우는 1.5년까지는 폐동맥지수는 증가하나 그 기간 이후에는 오히려 감소하는 양상을 보였다.

이상의 결과로 변형 Blalock-Taussig 단락술후 폐동맥지수나 하행대동맥에 대한 좌우폐동맥의 직경의 비는 증가하며, 특히 antegrade flow가 있는 경우 그

증가의폭이 크고 단락술후 추적기간은 질병의형태에 따라 1~2년 정도까지 기다리는 것이 적당하지 않나 생각된다. 그러나 심혈관 영화 촬영술로 측정된 폐동맥의 크기와 실제 수술장에서의 측정치사이에 오차의 가능성이 있으며, 이는 특히 폐동맥지수의 값에 더 많은 영향을 미칠수 있으므로 이에대한 재고가 필요한 것이며 더불어 더 많은 표본에대하여 나이, 수술전 폐동맥의 크기와의 관계 등에 대해 조사해 보아야 할 것이다.

REFERENCES

1. Brandt IIIB, Camacho JA, Mahoev LT, Heintz SE: *Growth of pulmonary Arteries Following Blalock-Taussig shunt. Ann Thorac Surg 42:S1-S4, Suppl 1986.*
2. Jarmakani JMM, Graham TP, Canet Jr. RV et al: *Left heart function in children with tetralogy of Fallot before and after palliative or corrective surgery Circulation 46:478-490, 1972.*
3. Kirklin JW, Bargeron Jr. LM, Pacifico AD: *The enlargement of small pulmonary arteries by preliminary palliative operations Circulation 56:612-617, 1977.*
4. Starr A, Bonchek LI, Sunderland CO: *Total correction of tetralogy of Fallot in infancy Thoracic and Cardiovascular Sugery 1:45-47, 1973.*
5. Rees GM, Starr A: *Total correction of Fallot's tetralogy in patients less than 1 years. British Heart J 35:898-901, 1973.*
6. Shaher RM, Foster E, Farina M et al: *Right Heart reconstruction following repair of tetralogy of Fallot Ann Thorac Surg 35:421-426, 1983.*
7. Barret-Boyes BG, Neutze JM: *Primary repair of tetralogy of Fallot in infancy using profound hypothermia with circulatory arrest and limited cardiopulmonary bypass. Ann Surg 178:406-411, 1973.*
8. Bender HW, Fisher RD, Conkle DM et al: *Selective operative treatment of tetralogy of Fallot. Ann Surg 183:685-690, 1976.*
9. Sunderland CO, Matarazzo RG, Lees MH et al: *Total correction of tetralogy of Fallot in infancy. Circulation 48:398-405, 1973.*
10. Castaneda AR, Freed MD, Williams RG, Norwood WI: *Repair of tetralogy of Fallot in infancy. early and late result J Thorac Cardiovasc Surg*

- 74:372-381, 1977.
11. Gill CC, Moodie DS, McGoon DC: *Staged surgical management of pulmonary atresia with diminutive pulmonary artery. J Thora Cardiovasc Surg* 73:436-442, 1977.
 12. Norwood WI, Rosenthal A, Castanda AR: *Tetralogy of Fallot with acquired pulmonary atresia and hypoplasia of pulmonary arteries J Thorac Cardiovasc Surg* 72:454-457, 1976.
 13. Piehler JM, Danielson GK, McGoon DC et al: *Management of pulmonary atresia with ventricular septal defect and hypoplastic pulmonary arteries by right ventricular outflow construction. J Thorac Cardiovasc Surg* 80:552-567, 1980.
 14. Mckay R, Leval MR, Rees P et al: *Postoperative angiographic assessment of modified Blalock-Taussig shunts using expanded polytetrafluoroethylene(Gore-Tex). Ann Thorac Surg* 30:137-145, 1980.
 15. Rabinovich M, Herrera-Deleon V, Castaneda AR, Reid L: *Growth and development of the pulmonary vascular bed in patients with tetralogy of Fallot with or without pulmonary atresia. Circulation* 64:1234-1249, 1981.
 16. Snider AR, Enderlein MA, Teital DF et al: *Two-Dimensional echocardiographic determination of aortic and pulmonary artery sizes from infancy to adulthood in normal subjects. Am J Cardiol* 53:218-224, 1981.
 17. Nakada 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 disease with decreased pulmonary blood flow. J Thorac Cardiovasc Surg* 88:610-619, 1984.
 18. Rosenberg HG, Williams WG, Trusler GA et al: *Structural composition of central pulmonary Arteries. Growth potential after shunt. J Thorac Cardiovasc Surg* 94:498-503, 1987.
 19. Greenfield Jr. JC Griggs DM: *Relation between pressure and diameter in main pulmonary artery of men. J Appl. physiol* 18:557-559, 1963.
 20. Tucker WY, Turley K, Ulylyot DJ et al: *Management of symptomatic tetralogy of Fallot in the first year of life. J Thorac Cardiovasc Surg* 78:494-501, 1979.
 21. Ilbawi MN, Grieco J, Deleon SY et al: *Modified Blalock-Taussig shunt in newborn infants. J Thorac Cardiovasc Surg* 88:770-775, 1984.
 22. Newfeld EA, Waldman JD, Paul MH et al: *Pulmonary vascular disease after systemic pulmonary arterial shunt operations. Am J Cardiol* 39:715-720, 1977.
 23. Rittenhouse EA, Mansfield PB, Hall DG et al: *Tetralogy of Fallot: selective staged management. J Thorac Cardiovasc Surg* 89:772-779, 1985.
 24. Leval MR, Mvkey R, Jones M et al: *Modified Blalock-Taussig shunt, use of subclavian artery orifice as flow regulator in prosthetic systemic-pulmonary artery shunt. J Thorac Cardiovasc Surg* 81:112-119, 1981.
 25. Guyton RA, Owens JE, Waumett JD et al: *The Blalock-Taussig shunt, low risk, effective palliation and pulmonary artery growth. J Thorac Cardiovasc Surg* 85:917-922, 1983.
 26. Girod DA, Rice MJ, Maer DD et al: *Relationship of pulmonary artery size to mortality in patients undergoing the Fontan operation. Circulation* 72: S II 93-II 96, Suppl II 1985.
 27. Gale AW, Arcinegas E, Green EW et al: *Growth of the pulmonary anulus and pulmonary arteries after the Blalock-Taussig shunt. J Thorac Cardiovasc Surg* 77:459-465, 1979.
 28. Oku H, Shirofumi H, Yokoyama T et al: *Postoperative size of the right ventricular outflow tract and optimal age in complete repair of tetralogy of Fallot. Ann Thorac Surg* 25:322-328, 1978.
 29. Kirklin JK, Blacstone EH, Kirklin JW et al: *The Fontan operation, ventricular hypertrophy, age, and date of operation as risk factors. J Thorac Cardiovasc Surg* 92:1049-1064, 1986.
 30. Alfieri O, Blackstone EH, Kirklin JW et al: *Surgical treatment of tetralogy of fallot with pulmonary atresia. J Thorac Cardiovasc Surg* 76:321-335, 1978.
 31. Blackstone EH, Kirklin JW, Bertranou EG et al: *Preoperative prediction from cineangiograms of postrepair right ventricular pressure in tetralogy of Fallot. J Thorac Cardiovasc Surg* 78:542-552, 1979.