

폐혈류 감소를 동반한 선천성 심장기형 환자에서 술전 폐동맥 발육과 조기술후 혈액학적 변화와의 관계**

한 재 진* · 김 용 진*

— Abstract —

Analysis of the Relationship between the Preoperative Pulmonary Artery Index and the Postoperative Cardiac Performance in Cyanotic Congenital Heart Disease.

Jae Jin Han, M.D.*, Yong Jin Kim, M.D.*

We sought the relationship between the pulmonary artery development and cardiac performance from the analysis of the 36 cyanotic congenital heart disease patients (mainly TOF) who were operated and indwelled the pulmonary artery and left atrial pressure monitoring catheters for the postoperative care at the department of Thoracic and Cardiovascular Surgery SNUH in 1988. They were pre-evaluated of the pulmonary artery index from the cine-angiographic films and post-operatively, calculated the cardiac index from the arterial and mixed venous blood gas and also measured the mean left atrial pressure and total inotropic supporting amount after operation.

The post-operative cardiac indices were 3.46 ± 1.03 l/min/M² (immediate postoperative), 3.31 ± 1.08 (postoperative 6 hrs), 3.29 ± 1.01 (12 hrs), 3.54 ± 1.02 (24 hrs), 3.92 ± 1.14 (48 hrs), respectively.

We divided the patients the group A and group B from the size of the pulmonary artery index, that is, group A was below $200 \text{ mm}^2/\text{M}^2$ and group B above $200 \text{ mm}^2/\text{M}^2$ of the pulmonary artery index. The cardiac indices and left atrial pressure between the group A and B were not different in the view of the statistical significance but the total post-operative inotropic amount of group A was more than group B and it was significant statistically.

We concluded that the smaller the pulmonary artery index is, the more postoperative supportive treatment (for example, inotropics) for the enhancement of cardiac performance is needed, and indirectly, which means that the pulmonary artery index was correlated with the postoperative cardiac performance in cyanotic congenital heart disease.

* 서울대학교 병원 흉부외과학교실

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

** 본 논문은 1989년도 서울대학교 병원 특진 연구비 보조로 이루어 졌음.
1989년 7월 3일 접수

서 론

청색증 선천성 심장기형증 환자에 있어서 폐혈류량의 정도는 폐동맥의 발육상태와¹⁾ 좌심실 용적과 관계가 있으며²⁾, 수술후 심장기능 상태와도 연관이 있을 것으로 보이며, 이는 임상적으로 청색증 선천성 심장기형의 교정수술 방법의 선택, 수술후 심장기능의 회복 및 술후 관리에도 영향을 끼친다고 할 수 있다³⁾.

본원에서는 청색증 선천성 심장기형증의 경우, 폐동맥 발육상태를 객관적으로 나타내기 위하여 수술전에 「폐동맥 지수」를 측정하고 있으며, 수술시에는 폐동맥압 측정용 도관을 삽입하여 수술후 폐동맥압 monitoring 및 혼합정맥혈을 채취하고 있고, 또한 좌심방압측정용 도관을 삽입하여 수술후 환자관리에 이용하고 있다.

본 연구는 활로씨 4징증이 대부분인 청색증 선천성 심장기형증 36례를 선정하여 폐동맥 지수를 측정하고, 수술후에 동맥혈과 혼합정맥혈의 산소분압 및 포화도를 측정하여 이로부터 심장박출량 및 심장지수를 계산, 수술후 회복에 따르는 심장지수의 변화를 살펴 보고, 또한 폐동맥 지수와 심장지수와의 상관관계를 분석하고, 아울러 수술후의 좌심방압, 수술후 사용된 강심제(Inotropics)의 총량을 측정 및 산출하여, 폐동맥 지수와 이들간의 상관관계를 분석하여, 폐동맥의 발육정도가 수술후 심장 작동 상태에 어느정도의 영향을 끼치는가에 대하여 밝히고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 연구 대상

1988년중 서울대병원 소아흉부외과에서 시행했던 개심술 환자중, 수술전 폐동맥 지수를 측정했고, 수술중 좌심방압 및 폐동맥압측정용 도관을 삽입했던 환자중 활로씨 4징증을 주로한 청색증 선천성 심장질환자 36례를 대상으로 하였다.

환자의 남녀비는 22대 14였고, 연령은 3개월부터 10세까지로 평균 33.2개월이었다. 병명별로는 활로씨 4징증이 30례였고, 교정형 양대동맥 전위증과 폐동맥 협착증이 동반한 경우가 1례, 양대동맥 우심실 기시증과 심실중격결손증 및 폐동맥 협착증등이 동반한 경우가 3례, 폐동맥 무형성증과 심실중격 결손증이 동반한

Table 1. Disease of the patients.

Diagnosis	number
TOF	30
C-TGA+PS+VSD+ASD	1
PA+VSD	2
DORV+PS+VSD	2
DORV+PS+C ECD	1
Total	36

Table 2. Operation of the patients.

Operative name	number
Transannular	22'
RVOT reconstruction	
conservative	10'
RVOT widening	
Rastelli OPX	1
REV OPX	1

one case was applied of both operations.

경우가 2례였다(표 1).

수술방법은 모든 예에서 완전 교정술을 시행하였는데 폐동맥 판막윤을 포함한 우심실 출구 확장재건술(Transannular RVOT reconstruction)을 한 경우가 22례, 보존적 우심실 출구 확장술(conservative RVOT widening)을 시행한 경우가 10례, Rastelli 술식이 1례, 'REV' 술식이 4례 였는데(표 2), 폐동맥 판막윤을 포함한 우심실 출구 확장재건술의 경우는 대부분 자기 심낭막을 이용하여 단첨판막을 만들거나 MVOP*(monocusp ventriculo-outflow patch)를 사용하여 폐동맥 혈류의 역류를 방지하였다.

전체 대상 환자중 사망례가 3례였는데, 1례에서는 처음 수술을 폐동맥 판막윤을 보존한채로 우심실 출구 확장술을 시행한 후, 그 다음날 재수술로 판막윤을 포함한 확장재건술을 하였는데 그 이후 계속적인 저심장박출증 끝에 재수술후 3일째에 사망한 경우이고, 다른 두 경우는 수술후 3일까지의 심장회복에는 별 문제가 없었으나 그 이후 발생한 인공 호흡기 작동 실패 및 사고로 저산소증에 의한 뇌 손상과 심부전등의 원인에 의해서 각각 수술후 13일째와 9일째에 사망한 경우이다.

2. 계측항목

수술전 계측치로서 폐동맥지수와 수술후 계측치로서 Vital signs, 중심정맥압, 뇨량, 맥박측지등의 일반적인 관찰요소외에, 수술후 다섯번의 시간대에서의 동·정맥혈의 산소분압 및 포화도와 심장지수를 산출하였고, 또한 좌심방압, Dopamine의 총 사용량등을 측정, 산출하였다.

(1) 폐동맥 지수(Pulmonary artery index)

폐동맥 지수는 Nakada등의 제안대로 산출하였다³⁾. 즉 모든 환자들은 수술전에 심도자술 및 심혈관영화촬영술을 시행하였는데, 심혈관 영화 촬영중 폐동맥이 잘 조영되는 일면 촬영도를 이용하여(주로 전후사위) 측정하였다. 좌우 폐동맥의 직경은 각각의 첫번째 폐엽 혈관 분지가 나가기 직전에 측정하고, 또한 폐동맥의 직경은 한 심박동기 내에서도 변하므로 최대와 최소 직경의 평균치를 구하고, 이를 세번에 걸쳐 시행하여 다시 이들의 평균치를 취하였다. 이전에 Blacklock-Taussig 단락술을 시행했던 경우로 폐동맥에 동맥류에 의한 부분 확장증을 보이는 경우는 그 확장된 부위의 직하부에서 측정하였다(그림 1).

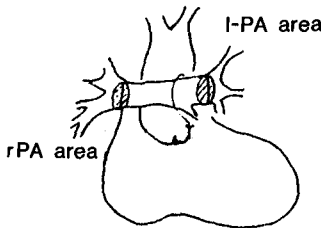


Fig. 1. Illustration of the measurement of the cross-sectional areas of both the right and left pulmonary arteries.

좌·우 폐동맥의 단면적 및 폐동맥 지수는 다음 공식으로 산출 하였다.

cross-sectional area (mm²)

$$= \pi(\text{diameter}/2f)^2$$

PA index (mm²/BSA)

$$=(\text{RPA area} + \text{LPA area})/\text{BSA}$$

f: corrective coefficient for angiographic magnification

diameter: mm

RPA and LPA area: mm²

BSA: mm².

(2) 혼합정맥혈을 이용한 심장지수의 산출

개심술이 끝났을때 우심실의 전벽에 Prolene이나 Elastic suture로 purse-string을 하고 18G Leader 도관이나 백색 cut-down 도관을 삽입하여 폐동맥에 거치시킨 후, 반대쪽 끝을 흉벽을 통하여 몸 밖으로 빼내어 압력 측정용 도관에 연결하여 폐동맥압을 계속 monitoring 하며 필요에 따라 혼합정맥혈의 채혈을 할 수 있도록 하였다. 환자를 회복실로 옮겨 어느정도 상태가 안정된 직후와 6시간후, 12시간후, 24시간후, 48시간후에 각각의 환자의 체온, Hemoglobin농도, 심박동수, 동맥혈및 혼합정맥혈의 산소분압등을 측정하고 산소포화도를 산출하였으며, 산소 소모량은 나이, 심박동수, 체온에 따라 조건포로 부터 구한후⁴⁾, 이들로부터 Fick공식에 의거 심박출량을 계산해 내었다.

1. Cardiac output (ml/min)

$$= \frac{\text{Oxygen Uptake}}{\text{arterio-venous oxygen difference}}$$

2. Arterio-venous oxygen difference

$$= (\text{SaO}_2 \times \text{Hb} \times 1.36 \times 10 + \text{PaO}_2 \times 0.0031) - (\text{SvO}_2 \times \text{Hb} \times 1.36 \times 10 + \text{PvO}_2 \times 0.0031)$$

SaO₂: 동맥혈 산소포화도

PaO₂: 동맥혈 산소분압

SvO₂: 혼합정맥혈 산소포화도

PvO₂: 혼합정맥혈 산소분압

3. 「Siggard-Anderson」공식

$$\text{SaO}_2 = \frac{e^{f(\text{PO}_2)} \times 100}{1 + e^{f(\text{PO}_2)}}$$

$$f(\text{PO}_2) = \ell n \left(\frac{\text{S}_0}{1 - \text{S}_0} \right) + \ell n \frac{\text{PO}_2}{\text{PO}_{20}}$$

$$+ k \cdot \tanh \left\{ \frac{(\text{no}-1) \times \ell n \frac{\text{PO}_2}{\text{PO}_{20}}}{K} \right\}$$

S₀ = 0.867

K = 3.50

no = 2.87

PO₂₀ = 1.955 × (P₅₀)_{act} PH.

(P₅₀)_{act} PH = (P₅₀)_{7.4} × 10⁻ {0.48 × (pH-7.4)}

(P₅₀)_{7.4} = 26.85

(3) 좌심방압

좌심실의 전부하용적의 지표가 되는 좌심방압의 측정을 위하여 개심술이 끝났을때 심장의 우측으로 접근하여 우측 상부폐정맥이나 좌심방의 우측벽에 purse string을 하고 18G Leader 도관이나 백색 Cut-down 도관을 삽입하고, 그 반대쪽 끝을 역시 몸 밖으로 빼내어 3-Way cock와 물기둥을 이용한 높이 측정으로 1시간마다 평균 좌심방압을 측정하여 전체의 평균치를 다시 구하였다.

(4) 감심제(Inotropics)의 총사용량

수술후 대부분의 환자에서 Dopamine을 사용하였고 잔혹 Dobutamine이나 Isuprel, Nipride, Nitroglycerine등을 추가로 사용하였다. Dopamine의 총 투여량은 투여용량($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$)에 투여기간(day)을 곱하여 산출하였다.

(5) 군 분류

폐동맥 지수의 크기에 따라 심장지수의 차이를 알고자 하는 목적으로 환자를 폐동맥 지수 200을 기준으로 두 군으로 나누어 각군의 심장지수, 좌심방압 및 Dopamine의 투여량을 비교 분석 하였다(표 3).

Table 3. Grouping of the patients by the size of PA index

Group	n	PA-index	
		Range	Mean \pm S.D.
A	9	134 - 197	173 \pm 25
B	27	205 - 550	311 \pm 96

(6) 통계처리

대상 환자들의 심장지수를 시간별로, 즉 수술직후, 6시간후, 12시간후, 24시간후, 그리고 48시간후에 측정하여 크기의 변화를 관찰하였으며, 폐동맥 지수의 크기에 따라 두 군으로 나누어 위의 각 시간대의 심장지수 및 두군의 평균 좌심방압, Dopamine 총 투여량이 어느정도 유의성 있게 다른가를 IBM-AT 개인용 컴퓨터와 SAS통계 Package를 이용하여, 상관계수, T-검정등을 P값 0.05이하에서 유의성 있게끔 검증 통계처리 하였다.

결 과

1. 수술후 시간대에 따른 심장지수의 변화

전체 36례에 있어서 각 시간대별로, 즉 수술직후, 6시간후, 12시간후, 24시간후, 48시간후에 측정된 심장지수의 크기는 각각 3.46 ± 1.03 ($\ell/\text{min}/\text{m}^2$), 3.31 ± 1.08 , 3.29 ± 1.01 , 3.54 ± 1.02 , 3.92 ± 1.14 로서 범위 및 평균치를 그림 2에 도시하였다. 즉 수술직후에는 심장지수가 어느정도를 유지하지만 차차 감소하여 수술후 12시간에서 24시간 사이에 최저에서, 다시 점차 회복하여 수술후 48시간에는 거의 완전하게 회복되는 것을 알수 있다(그림 2). 이와같이 심근의 기능이 술후 수시간후부터 갑자기 감소하였다가 약 2일째에 회복하는 경향을 보이므로 그 시간대에 환자의 집중관찰이 필요할 것으로 평가된다.

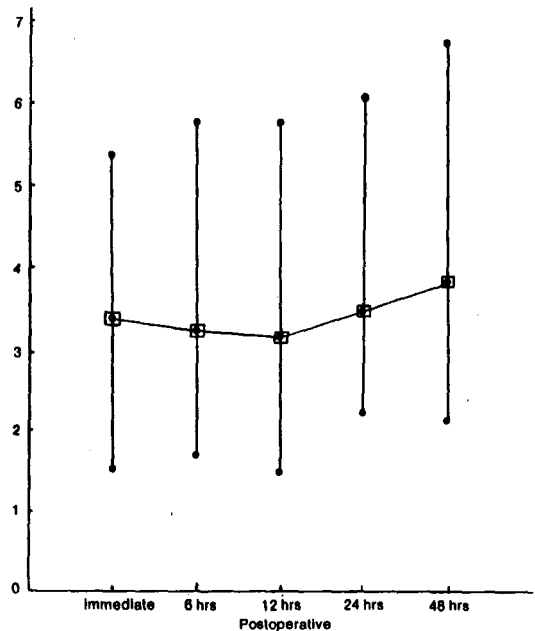


Fig. 2. Cardiac indices at the several postoperative times.(range and mean values)

2. A, B 두 군에 따른 각 시간대의 심장지수 비교

폐동맥 지수의 크기에 따라 나눈 A, B 두 군의 각각의 시간대별로 측정된 심장지수의 크기는 두 군간에 모두 통계학적 유의성이 있는 차이가 나타나지 않았다(표 4).

3. A, B 두 군에 따른 평균 좌심방압

위의 결과에 따르면 수술후 A, B 두 군의 심장박출능력이 모두 적정치를 유지하며 회복이 된다고 할수 있는데, 그와같은 적정의 심장지수를 유지하기 위한

Table 4. Cardiac index, LAP and total Dopamine amount between Group A and B

	Group A	Group B	P(t)
Cardiac index ($\ell/\text{min}/\text{m}_2$)	3.67 ± 1.21	3.39 ± 0.97	0.54
immed postopx			
Postopx 6hrs	3.31 ± 1.34	3.31 ± 1.01	0.99
12hrs	3.25 ± 0.62	3.31 ± 1.11	0.83
24hrs	3.30 ± 0.73	3.63 ± 1.09	0.31
48hrs	3.87 ± 0.90	3.93 ± 1.22	0.87
LAP(mmHg)	13.73 ± 2.75	12.26 ± 2.03	0.16
Total Dopamine amount($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min} \times \text{day}$)	31.56 ± 18.60	12.89 ± 7.40	0.01

좌심방압, 즉 전부하(preload)의 정도, 혹은 좌심실의 용적이나 Compliance의 차이, 혹은 좌심실의 박출능력의 간접적인 반응이 될 수 있다는 가정하에 좌심방압을 측정할 결과 폐동맥 지수가 낮은 A군이 13.73 mmHg로서 12.26 mmHg인 B군에 비해 약간 높았으나 역시 통계적 의미는 없었다(Table 4).

4. A, B 두 군에 따른 강심제(Dopamine)의 총 투여량

또한 수술후 A, B 두 군의 심장박출능력이 모두 적정치를 유지하였다고 했을때, 그와같은 결과를 초래하게 하는 치료행위 중에서 Dopamine의 총 투여량을 측정했을때, A군은 $31.56(\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min} \times \text{day})$, B군은 $12.89(\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min} \times \text{day})$ 로서 통계적으로 유의한 차($P < 0.05$)를 나타냈고(표 4), 이는 적절한 술후 회복상태 및 심장지수를 유지하기 위하여 폐동맥 지수가 낮은 A군에서, B군보다 강심제인 Dopamine등을 더 많이 투여하게 되었음을 알 수 있었다.

한편 그림 3에 폐동맥 지수와 Dopamine의 총투여량간의 산포도를 그리고 회귀분석을 하였다.

고 안

폐 혈류량의 감소가 주원인인 청색증 선천성 심장기형에 있어서 혈류 역학적인 특징이나 폐동맥 발육 및 좌심장의 발육부전등의 해부학적인 특징에 대한 연구 및 그로 인한 교정 수술 후의 심장회복, 작동상태 및 예후에 관한 연구들이 계속되어 왔다. 청색증의 대표적 질환인 활로씨 4정증에 있어서 교정수술 후에도 좌

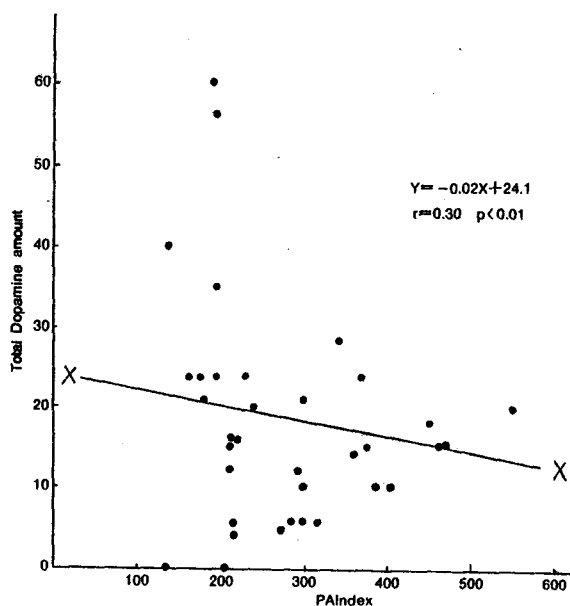


Fig. 3. Correlation between the PA index before operation and the total amount of Dopamine support postoperatively.

심실 기능이 어느정도는 저하되어 있다는 것은 많은 연구 결과의 공통된 결론이며^{2,5-8}) 그 원인으로서 수술시간, 인공심폐기의 영향, 잔류Shunt 및 폐동맥 유출구 협착의 불완전한 해소등 수술에 관계되는 인자들⁹⁻¹¹), 수술전의 인자로서 연령, 저산소증의 정도 및 적혈구과다증의 정도, 저산소증에 의한 발작(hypoxic spell)의 빈도등이 연구되었다¹⁰). 후자는 결국 폐혈류량의 감소때문인데 그 원인인 폐동맥의 발육부전이나 협착증등이 결국 저산소증 또한 그로인한 좌심실 세포의 변형 및 Compliance의 감소등 뿐만 아니라, 혈류 역학적으로 좌심장으로 유입되는 혈류량의 감소로 좌심장 자체의 발육부전 등의 원인으로^{12,13}), 해부학적인 교정수술후에도 심장기능의 회복 및 작동상태에 영향을 끼친다 할 수 있다. 그렇다면 어느정도의 폐동맥 발육부전이 교정수술 후의 심장상태와 어느정도 관계가 있겠느냐에 대한 문제의 해결 및 완전교정수술이 얼마이상인 폐동맥 발육상태에서 가능하겠는가 등에 대한 문제의 해결을 위하여 Blackstone 등이나 Nakada등이 여러 제안을 하였다^{3,14,15}). 그 중 후자는 양쪽 폐동맥의 단면적을 체표면적과 비교하여 표준화한 폐동맥 지수(pulmonary artery index)를 설정하여 수술방법의 결정 및 술후 사망율, 술후 심장지수, 승압

제 사용기간등과의 연관성을 분석하였다³⁾. 본원에서 폐동맥 크기가 작은 청색증 환자에 있어서 대부분 폐동맥 지수를 측정하여 수술에 참고로 하고있다.

한편, 수술후 심장기능의 측정방법으로서 여러가지 임상검사법들이 이용될 수 있으나, 심장박출량 및 심장지수의 측정이 아직은 가장 객관적인 지표로 생각되고 있다. 심장박출량의 측정은 dye dilution technique, thermodilution technique 등의 측정장치를 이용한 방법 외에^{16,17,28)} 보다 간편한 방법으로 산소 소모량과 동·정맥의 산소 함량 차이로 부터 Fick 방정식을 이용하여 심박출량을 산출 심장상태나 수술후 심장회복 정도등을 추정하는 시도들이 있어왔고, 보다 더 간편하게 혼합 정맥혈의 산소포화도로부터 심장상태의 추정을 시도하여 중환자 관리에 이용하고자 하는 연구 및^{18,19,23)} 더 나아가서 지속적인 혼합정맥혈의 산소포화도를 monitoring하여 환자의 상태 및 예후를 추정하고자 하는 시도들도 있어왔다^{20,22)}. Fick 공식에 의하여 다음과 같은 식이 가능하다.

1. Cardiac output (ml/min)

$$\frac{\text{Oxygen uptake}}{\text{arterio-venous oxygen difference}}$$

2. mixed venous oxygen content

$$\frac{\text{arterial oxygen content} - \text{oxygen uptake}}{\text{cardiac output}}$$

여기에서 만일 대사율(metabolic rate), 폐내 공기교환(pulmonary gas exchange), Hemoglobin 농도등이 별 변화가 없다면, 동맥산소량은 일정할 것이며 그때 혼합정맥혈의 산소량의 변화는 심장박출량의 변화와 직접 관계가 있음을 알 수 있다¹⁹⁾. Margilligan 등은 산소 소모량 측정의 어려움과 시시각각에 따른 변화때문에 혼합정맥혈의 산소포화도와 심박출량의 관계가 통계학적으로 상관관계가 낮고, 특히 심장지수가 2 l/min/m² 이하에서는 전혀 관계가 없다고 밝힌 바 있으나²⁴⁾ 대부분의 논문들은 혼합 정맥혈의 산소 포화도와 심박출량의 상관관계가 유의하거나 적어도 임상에서 어느정도의 지표역할을 할 수 있다고 주장하고 있다^{18,20-22,27)}. 본원에서는 심장수술후 관리를 보다 용이하게 하기 위하여 폐동맥 도관을 삽입하는 경우가 많은데, 이때 혼합정맥혈의 산소포화도를 구하여 참

고로 하고 있으며, 안등이 산소포화도와 심장지수를 산출하여 상관관계가 있으며 특히 심장이 수술후 안정 상태에 접어들면서 둘사이의 상관계수가 더 높아짐을 밝힌 바 있다²⁵⁾.

그리하여 본 저자들은 폐동맥 지수가 폐동맥 발육상태를 객관적으로 보여 준다는 가정 및 동맥혈과 혼합정맥혈로부터 산출한 심장박출량 및 심장지수가 심장상태를 어느정도 대변한다는 두 가정에 수술전 폐동맥 지수와 심장지수를 시간대 별로 산출하였다. 우선 수술후 시간대별로 산출한 심장지수의 변화는 그림2와 같이 나타나 수술후 12시간에서 최저로 되었다가 다시 회복되는 양상을 보이는데, 이는 일반적으로 개심술후 수술직후에는 심박출량이 어느정도 높은 상태에서 점차 감소하여 12시간에서 길게는 이를까지 최저에 도달했다가 점차 회복하여 좋아지는 결과들과 일치한다^{5,7)}.

한편 Nakada 등은 폐동맥 지수 100이하부터 400이상에 걸친 환자군에서 수술후 12시간 때에 측정한 심장지수를 폐동맥 지수와 비교하였는데, 이때 이들은 높은 상관관계를 보였으나³⁾, 본 연구에는 환자전체에 대한 수술후 각 시간대의 심장지수와 폐동맥 지수와의 상관관계에서 통계적 유의성이 전혀 없었으며, 환자를 폐동맥 지수의 크기에 따라 두 군으로 나누어 각 시간대 별로 심장지수를 측정하였을 때 Table 4에서와 같이 수술직후를 빼고는 심장지수의 수치가 폐동맥지수가 큰 군에서 작은 군보다 다소 컸으나 역시 통계적 유의성은 없었다.

그 원인으로 다음과 같은 점을 생각해 보았다. 첫째, 본 연구대상 환자들의 폐동맥지수의 범위가 우선 교정수술 가능한 크기의 것으로서, 폐동맥 지수가 작은 환자는 아예 고식적 Shunt수술등을 우선 시행하였으므로 교정수술 자체가 가능한 환자들은 수술후, 생존가능한 심박출능력을 결국 나타내었다고 할 수 있다. 또한 본원에서 행한 수술자체가 판막윤을 포함한 폐동맥 유출구 확장재건술을 한 경우에도 대개의 경우 단첨판막을 만드는 등, 수술직후에 혈류역학적으로 불리한 폐동맥 역류등을 방지함으로써 보다 수술에 완벽을 기하였으며, 본 연구대상중 사망한 예들에서도 수술직후부터 계속된 저심장 박출증등의 심장자체의 문제가 아니라, 한 경우는 재수술때문에, 또 다른 두 경우는 어느정도 회복이 된 후에 심장 이외의 원인으로 사망한 경우로서, 사망자체를 수술전의 폐동맥 지수와 크게 연관지을수 없는 경우들이었다. 또 한가지

거론되어야 할 점은 수술전의 폐동맥 발육이 좌심장의 발육이나 기능에 영향을 끼치는 영향외에, 수술후 폐혈류량의 증가가 어느 정도의 범위에서는 폐동맥의 확장을 가져온다는 보고²⁹⁾ 및 완전 교정술 후 우심실 과부하에 대한 좌·우심실의 적응등이¹²⁾ 용량에 대한 심박출량의 관계와 함께 심장지수를 어느범위에서는 좋은 방향으로 증가시키는 결과를 가져온다는 점들일 수 있다. 둘째, 수술직후의 인공호흡기 상태, 출혈, 흉강상태의 불안정, Dacron patch를 통하여 발생하는 미세한 shunt량, 혼합정맥혈을 채취하는 도관의 심장내 위치, 환자의 의식 및 활동상태, 발작여부, 경련, 산소 소모량을 소견표로 부터 구한점. 주입하는수액의 양및 속도, 강심제등 약제의 사용등 심장박출량을 좌우하는 요소들, 특히 산소포화도를 이용한 심박출량의 산출에서 영향을 끼치는 요소들이 수없이 많을 뿐 아니라, 이들이 수시로 변화하고, 이러한 변화에 심장지수가 민감하게 변한다는 점을 생각할 때, 각 시간대별로 한차례씩 시행한 심박출량의 산출은 어느정도 문제점이 있다는 것을 인정할 수 밖에 없다. 셋째, 위의 열거한 여러 인자들 중, 수술후 환자의 상태를 최상의 상태로 만들고 빨리 회복시키기 위하여, 혈액이나 수액의 주입, 강심제등의 약제를 적절하게 사용하는데, 이는 다시 말하면 수술 후 환자의 심장지수를 모든 방법을 동원하여 어느정도 이상 높이기 위한 노력을 모든 환자에서 한다는 것과 같으며, 결국 수술 후 모든 시간대에서 평균 3 l/min/m² 이상의 유사한 심장지수가 나와 서로 비교하기 어려운 점은 어쩌면 당연한 결과 일 수 있다.

그렇다면 수술 후 유사한 심장지수를 유지하기 위한 치료의 정도, 즉 전부하와 강심제의 차이가 없는지를 알기 위하여 좌심방압과 Dopamine의 총 사용량을 비교하였다^{3, 26, 30)}. 좌심방압의 경우, 통계적 유의성은 없었으나 폐동맥지수가 낮은 군이 높은 군보다 좌심방압이 다소 높게 나온것은 다음과 같은 해석이 가능하다. 첫째, 수술후 적절한 심장지수를 유지하기 위하여 폐동맥 지수가 낮은 환자에서 더 많은 전부하가 필요하다. 둘째, 폐동맥지수가 낮은 경우는 저산소증에 의한 심장세포의 변화에 의하건, 혹은 좌심실의 발육부전등의 원인이건간에 좌심실의 Compliance가 상대적으로 떨어져 있다. 한편 폐동맥지수의 크기에 따라 나눈 두 군에서 수술후 사용한 총 Dopamine 양의 차이는 통계적 유의성이 있었는데(P<0.05), 이는 Nakada등의 결과와 일치하며³⁾, 결국 폐동맥 지수가 낮을

수록 수술후 심장박출능력이 떨어지며, 이를 적정수준으로 높이기 위하여 강심제등의 수술후 치료가 상대적으로 더 많이 필요하다고 할 수 있다.

결 론

활로씨 4징증 환자를 주로한 청색증 선천성 심장질환 36례를 대상으로 수술전 폐동맥지수를 측정하고, 수술후 vital signs, 중심정맥압, 뇨량, 맥박촉지등의 일반적 관찰요소외에 심장지수, 좌심방압, 동정맥 산소포화도, 폐동맥압 및 Dopamine등의 강심제의 총 사용량을 산출하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 수술후 각 시간대에 걸쳐 동맥혈과 혼합정맥혈을 이용한 심장지수를 산출한 결과 수술직후에는 어느정도 높았으나(3.46 ± 1.03 l/min/m²), 수술후 12시간에 최저였다(3.29 ± 1.01 l/min/m²), 24시간후에는 다시 높아져서(3.54 ± 1.02 l/min/m²), 수술후 48시간에는 대부분의 경우에 거의 완전히 회복이 되었다(3.92 ± 1.14 l/min/m²).

2. 폐동맥 지수의 크기에 따라 두 군으로 나누어 각각의 시간대에 산출한 심장지수를 서로 비교한 결과 통계학적으로 큰 차이가 없었다.

3. 수술후 평균 좌심방압을 측정한 결과 폐동맥 지수가 작은 군에서 13.73 mmHg, 높은 군에서 12.26 mmHg로서 전자가 후자보다 술후 좌심실전부하 용적이 다소 높았으나 통계적 유의성은 없었다.

4. 수술후 사용한 Dopamine의 총량을 계산한 결과, 폐동맥지수가 낮은 군에서 31.56(μg/kg/min×day), 큰 군에서 12.89(μg/kg/min×day)로서 전자가 후자보다 더 많은 Dopamine의 사용이 필요하였으며 이는 통계적으로 유의성이 있었다(P값<0.05).

5. 결론적으로 청색증 환자에서, 폐동맥 지수가 낮은 군에서는 높은 군에서 보다 적절한 심장지수를 유지하기 위하여 Dopamine등의 심장박출능력을 높이는 치료가 상대적으로 더 필요한데 이는 간접적으로 폐동맥지수가 작을수록 심장박출능력(즉, 심장지수)이 떨어지는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

REFERENCES

- Hislop A et al: Structural Changes in the pulmonary arteries and veins in tetralogy of Fallot. *Br. Heart J.* 25:1178, 1973
- Jarmakani JMM et al: Left heart function in children with tetralogy of Fallot before and after pallia-

- tive or Corrective surgery *Circulation* 46:478, 1972
3. Nakada S et al: A new method of the quantitative Standardization of crosssectional areas of the pulmonary arteries in congenital heart diseases with decreased pulmonary blood flow. *J Thoac Cardiovasc Surg* 88:610, 1984
 4. Behrendt DM et al: *Patient care in cardiac Surgery (3rd ed.) Boston. Little, Brown and Company, 1980*
 5. Theye RA et al: Physiologic studies early after repair of tetralogy of Fallot. *Circulation* 28:42, 1963
 6. Graham TP et al: Left ventricular function in cyanotic congenital heart disease. *Am J cardiol* 45:1231, 1980
 7. Kirklin JW et al: Cardiac performance after open intracardiac surgery . *circulation* 28:1061, 1963
 8. Taylor LM et al: Patterns of acid-base changes during surgical convalescence. *Surg. Gynec & Obst* 114:97, 1962
 9. Kirklin J.W et al: Early and Late results after intracardiac repair of tetralogy of Fallot. 5-Year review of 337 patients. *Ann Surg.* 162:578, 1965
 10. Lorgeril M et al: Factors affecting left Ventricular function after correction of tetralogy of Fallot. *Br. Heart J.* 52:536, 1984
 11. Murphy J.D et al: Hemodynamic results after Intracardiac repair of tetralogy of Fallot by deep hypothermia and cardiopulmonary bypass. *Circulation* 62(Supp 1):I-168, 1980
 12. Lange PE et al: Left and right venticular adaptation to right ventrianlar overload before and after surgical repair of tetralogy of Fallot. *Am J. Candiol* 50:786, 1982
 13. Graham TP et al: Hypoplasia of the left ventricle: rare cause of postoperative mortality in tetralogy of Fallot. *Am J. Candiol* 40:454, 1977
 14. Blackstone EH et al: Decision-making in repair of tetralogy of Fallot based on intraoperative measurements of pulmonany arterial outflow tract. *J. Thorac Cardiovasc Surg.* 77:526, 1979
 15. Blackstone EH et al: Preoperative prediction from cineangiograms of postoperative right ventricular pressure in tetralogy of Fallot *J Thorac Cardiovasc Surg* 78:542, 1979
 16. Weisel RD et al: Measurement of cardiac output by thermodilution *N Engl J Med* 292:682, 1975
 17. Kohanna FH et al: cardiac output determination after cardiac operation. Lack of correlation between direct measurements and indirect estimates. *J Thorac Cardiovasc Surg* 82:904, 1981
 18. Hutter AM et al: Central venous oxygen saturations Value of serial determinations in patients with acute myocardial infarction. *JAMA.* 212:299, 1970
 19. DeLa Rocha AG et al: Importance of mixed venous oxygen saturation in care of critically ill patients. *Can J Surg* 21:227, 1978
 20. Krauss XH et al; On-line moritoring of mixed venous oxygen saturation after cardiothoracic surgery. *Thorax* 30:636, 1975
 21. Baele PL et al: Continuous moniforing of mixed venous oxygen saturation in critically ill Patients. *Anesth Analg* 61:513, 1982
 22. Martin WE et al: Continuous monitoring of mixed venous oxygen saturation in man. *Anesth Analg* 52:784, 1973
 23. Goldman RH et al; Measurement of central Venous oxygen saturation in pationts with myocandial infarction. *Circulation* 38:941, 1968
 24. Magilligan DJ et al; Mixed venous oxygen saturation as a predictor of cardiac output in the postoperative cardiac surgical patient *Ann Thorac Surg* 44:260, 1987
 25. 안재호 et al; 청색 심기형 교정술후 혼합정맥혈 산소 분압과 심근상태 및 혈류역학치와의 상관관계 분석. *대한흉부외과학회지* 22 : 212, 1989
 26. Berner M et al; Chronotropic and inotropic supports are both required to increase candiac output early after corrective operations for tetralogy of Fallot. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 97:297, 1989
 27. Lang P et al; Early assessment of hemodynamic status after repair of tetalgy of Fallot: A comparison of 24 hour (intensive care unit) and 1 year postoperative data in 98 patients. *Am J Candiol* 50:795, 1982
 28. Kohanna FH et al; Monitoring of cardiac ovtput by thermodilution after open-heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 73:451, 1977
 29. Jarmakani JMM et al: In vivo pressure-radius relationships of the pulmonary artery in children with congenital heart disease *Circulation* 43:585, 1971
 30. Benzing G et al; Cardiac performance and oxygen consumption during intracardiac operations in children *Ann. Thorac Surg* 22:176, 1976