

## 심실중격결손증에서 수술전 혈류역학치가 수술후 폐동맥압력에 미치는 영향

성 속 환\*

— Abstract —

### Effect on Postoperative Pulmonary Arterial Pressure with Preoperative Hemodynamic Data in VSD

Sook Whan Sung, M.D.\*

The prognosis of patients with VSD and pulmonary hypertension is at least partially related to the reversibility of pulmonary hypertension after surgery. To predict postoperative pulmonary arterial pressure, immediate postbypass values were compared with preoperative hemodynamic data in 18 surgically closed VSD patients aged 6 to 80 months.

The following results were obtained.

- 1) Preoperative mean peak pulmonary arterial pressure (PP) value of  $64.2 \pm 20.2$  mmHg decreased significantly to  $40.9 \pm 10.9$  mmHg postoperatively. ( $p < 0.001$ )  
Also preoperative PP/PS value of  $0.74 \pm 0.17$  decreased significantly to  $0.44 \pm 0.15$  postoperatively. ( $p < 0.001$ )
- 2) There was a good correlation between preoperative PP/PS and postoperative PP/PS in patients aged over 24 months ( $r = 0.685$ ,  $p < 0.05$ ), and in patients whose QP/QS were over 2.0 ( $r = 0.686$ ,  $p < 0.01$ ).
- 3) There was also a good correlation between pump time and postoperative PP in total patients ( $r = 0.697$ ,  $p < 0.005$ ).
- 4) Direct correlations were found between preoperative PP/PS and immediate postbypass PP/PS in patients aged over 24 months and in patients whose QP/QS  $\geq 2.0$ , but the effect of CPB would participate in some degree. So it may be necessary to reevaluate their relationship after the effect of CPB have been disappeared.

### 서 론

폐동맥압력이 높은 심실중격결손증 환자의 예후는 수술후 폐동맥압력 정도에 좌우된다. 수술후에 폐동맥압력이 계속 높으며 폐혈관저항이 증가되어 있는 환자들은 조기에 사망하는 경우가 많다.

폐동맥압력이 높은 심실중격결손증 환자들에서 수술전 혈류역학치가 수술후 폐동맥압력에 어떻게 영향을 미치는가 알아보기 위해서, 1986년 3월부터 6월까지 수술받은 환자중 18명을 대상으로 분석해 보았다. 본 논문은 앞으로 시행할 술전·술후 혈류역학조사의 한 부분이다.

### 관찰대상 및 방법

\* 서울대학교병원 흉부외과학교실

\* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery,  
Seoul National University Hospital  
1986년 6월 10일 접수

#### 1) 관찰대상

1986년 3월부터 1986년 6월까지 서울대학교병원 흉

부외과에서 수술시행한 심실중격결손증 환자 중에서 폐동맥압력이 높으며 수술전·후 혈류역학검사가 행해진 18명을 대상으로 하였다. 심실중격결손증 환자중에 수술전 폐동맥압력에 영향을 미칠 다른 심장질환과 동반된 경우는 제외하였다. 이들 18에는 수술후 방사성 동위원소를 이용한 심장주사로 폐동맥압력에 영향을 미칠 잔존성 단락이 없는 것을 확인하였다. 본 병원의 이러한 심장주사방법에 의한 단락조사는 심도자검사 결과와 거의 일치한 것으로 이미 밝혀졌다<sup>1)</sup>.

18예중 남자가 11명(61.1%), 여자가 7명(38.9%)이고 나이는 6개월부터 7세까지 평균 28개월이었다. 수술전 폐동맥수축기압력이 50mmHg 이하가 6명, 50~75mmHg가 6명, 75mmHg 이상이 6명이었다. 수술후 저심박출증 그리고 심한 부정맥을 보인 예는 없었으며 사망에도 없었다.

## 2) 관찰방법

수술전 혈류역학치는 수술 1개월전에서 수술 17개월전에 시행된(평균 4.1개월) 심도자검사로 폐동맥수축기압력(PP), 폐동맥수축기압력대 폐동맥수축기압력비(PP/PS), 폐혈관저항대 체혈관저항비(RP/RS), 폐동맥혈류량대 체동맥혈류량비(QP/QS)를 구하였다.

수술은 정중흉골절개로 중등도 저체온법의 체외순환을 하였으며 전제에서 우심방을 절개하고 삼첨판막을 통해서 심실중격결손을 폐쇄하였다.

수술후 혈류역학치는 체외순환이 끝난 10~20분 후에 부정맥이 없고 혈압이 잘 유지되고 있을 때 PP와 PP/PS를 측정하였으며 심폐기동시간도 같이 조사하였다. 18명의 환자를 연령별, 수술전 여러 혈류역학치별로 나누어 수술전 측정치와 수술후 PP/PS 및 PP와의 상관여부를 Pearson 상관계수로 구하였으며 F-test 및 Paired t-test로 검증하였다. 연령은 2세를 기준으로, 수술전 PP는 75mmHg로, 수술전 PP/PS는 0.75로, 수술전 QP/QS는 2.0을, 수술전 RP/RS는 0.33을 기준으로 각각 나누어서 조사하였다.

## 결 과

### 1) 전체환자 분석

PP/PS는 수술전  $0.74 \pm 0.17$ 에서 수술후  $0.44 \pm 0.15$ 로 PP는  $64.2 \pm 20.2$ mmHg에서  $40.9 \pm 10.9$ mmHg로 의미있게 감소되었다( $P < 0.001$ )(표 1). 수술후 폐동맥압력은 20~63mmHg 사이에 있으며 30

표 1. 수술전·후 혈류역학치 비교(n=18)

	Preop.	Postop.
PP (mmHg)	$64.2 \pm 20.2$	$40.9 \pm 10.9$
PP/PS	$0.74 \pm 0.17$	$0.44 \pm 0.15$
QP/QS	$2.68 \pm 0.88$	—
RP/RS	$0.26 \pm 0.15$	—
Pump time (min)	$67.0 \pm 17.5$	

mmHg 미만이 3명, 30~50mmHg 사이는 10명, 50mmHg 이상은 5명이었다. 그러나 수술전 혈류역학치 PP, PP/PS, QP/QS, RP/RS와 수술후 PP/PS 사이에 상관관계는 의미가 없었으며, 체외순환시간과 수술후 PP의 변화는  $r = 0.697$  ( $P < 0.005$ )의 상관관계를 나타내었고 단순회귀직선은  $y = 1.12x + 21.2$ 였다(그림 1).

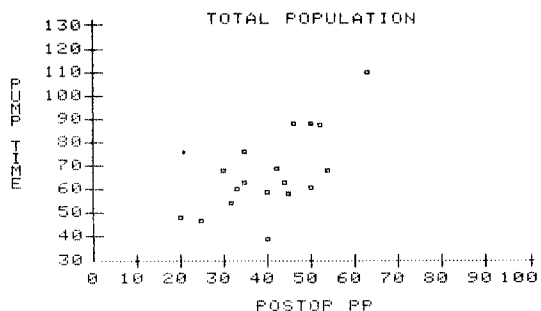


그림 1. 전체 환자에서 체외순환시간과 수술후 PP와의 상관관계:  $r = 0.697$ ,  $n = 18$ ,  $y = 1.12x + 21.2$

### 2) 연령별 분석

24개월 미만 환자는 9명으로 PP/PS는  $0.77 \pm 0.14$ 에서  $0.47 \pm 0.14$ 로, PP는  $63.0 \pm 20.4$ mmHg에서  $41.3 \pm 8.8$ mmHg로 각각 의미있게 감소되었다( $P < 0.01$ ). 그러나 수술전·후 혈류역학치간에 상관관계는 의미있게 나타나지 않았다.

24개월 이후 환자는 9명(50.0%)로 PP/PS는 수술전  $0.71 \pm 0.20$ 에서 수술후  $0.40 \pm 0.17$ 로, PP는 수술전  $65.3 \pm 21.1$ mmHg에서 수술후  $40.4 \pm 13.3$ mmHg로 각각 의미있는 감소를 보였다( $P < 0.001$ ). PP/PS의 수술전·후 상관관계는  $r = 0.685$  ( $P < 0.05$ )를 나타내었고 단순회귀직선은  $y = 0.80x + 0.38$ 이었다(그림 2). 체외순환시간과 수술후 PP 사이에도  $r =$

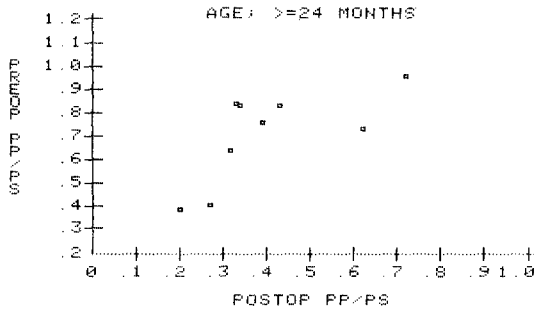


그림 2. 24개월 이상 환자군에서 수술전·후 PP/PS치의 상관관계:  $r=0.685$ ,  $n=9$ ,  $y=0.80x+0.38$

$0.829$  ( $P < 0.01$ )의 상관관계를 보였다.

### 3) 수술전 PP 및 PP/PS별 분류

PP는 75mmHg을 기준으로 PP/PS는 0.75를 기준으로 분류하여 분석하였다. 각 분류군에서 상관관계를 조사한 바 체외순환시간과 수술후 PP 사이에 의미 있는 상관관계가 나타났는데 수술전 PP가 75mmHg 이상인 군에서는  $r=0.867$  ( $P < 0.05$ ,  $n=6$ ) 이었고 수술전 PP/PS가 0.75 이상인 군에서는  $r=0.760$  ( $P < 0.01$ ,  $n=10$ )이었다.

### 4) 수술전 QP/QS별 분류

QP/QS는 2.0을 기준으로 분류하였다. 2.0이상인 군에서 수술전·후 PP/PS 사이에  $r=0.686$  ( $P < 0.01$ ,  $n=13$ )의 상관계수를 나타내었고 단순회귀직선은  $y=0.85x+0.36$ 였다(그림 3). 그리고 수술전 QP/QS와 수술후 PP/PS 사이에  $r=0.79$  ( $P < 0.01$ )이었고,

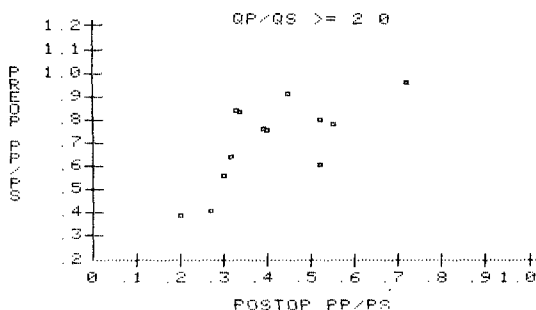


그림 3. 수술전 QP/QS가 2.0이상인 군에서 수술전·후 PP/PS치의 상관관계:  $r=0.763$ ,  $n=13$ ,  $y=0.85x+0.36$

체외순환시간과 수술후 PP 사이에  $r=0.763$  ( $P < 0.01$ )이었다.

### 5) 수술전 RP/RS별 분류

RP/RS를 0.33을 기준으로 분류하였으며 0.33 미만 이 14명, 0.33 이상이 4명이었다. 0.33이상인 군에서 수술전·후 PP/PS 상관계수가  $r=-0.678$  ( $P < 0.05$ ) 이나 대상환자가 적어 의미는 적겠다.

## 고 안

폐동맥압력이 증가되어 있는 선천성 심장질환 환자의 예후는 수술후 폐동맥압력과 어느정도 관련이 있다<sup>6,7, 10-18</sup>. 정상인에서는 폐혈관상의 탄성(Compliance)이 매우 크므로 폐혈류량이 많이 증가하여도 폐동맥압력은 단지 조금만 증가될 뿐이다. 좌우단락이 있는 선천성 심장질환에서는 폐동맥압력은 폐혈류량이 증가하는 정도를 지나쳐 압력이 많이 증가한다. 즉 이러한 환자들에서는 다른 요인들이 작용한다는 것을 의미한다. Poiseuille 법칙에 의하면 압력은 혈류량과 저항과 비례하므로 폐동맥압력에 폐혈류량뿐 아니라 폐혈관 저항도 작용하는 것을 알 수 있다. 선천성 심장질환에서 폐혈관저항이 증가하는 요인은 기능적인 것과 고정적인 요소 즉 해부학적 폐혈관질환으로 나누는데, 기능적인 것은 “Bayliss” 혹은 myogenic theory라 한다. 그 기전을 보면 폐혈관 소동맥은 증가된 압력과 소동맥 확장에 자극되어 혈관수축이 일어나고 혈관 평활근의 일을 증가시키며 이로 인하여 혈관벽 평활근의 비후를 일으킨다<sup>4</sup>). 이러한 기능적인 것은 저산소증, 산증 그리고 폐정맥압이 증가된 경우에 나타나며 이러한 인자를 제거하면 소실된다. 폐정맥압이 증가되는 경우는 좌심실 부전증 환자에 잘 나타나고 폐정맥혈류가 증가된 것과도 관련이 있다.

수술후 폐동맥압력이 매우 높으면 시간이 경과함에 따라 점점 진행되어 일찍 사망할 수도 있으며 대부분 수술후 3~10년에 사망한다<sup>10,19</sup>). 수술전 폐동맥압력이 높고 폐혈관저항이 10 units·m<sup>2</sup> 이상인 환자의 25% 정도는 수술후 5년내에 폐동맥고혈압으로 사망한다<sup>20</sup>). 그러나 수술후 폐동맥압력이 증가되어 있고 폐혈관저항이 높은 환자라도 폐동맥압력이 더 진행되지도 않고 감소되지도 않는 경우도 있으며 이러한 환자들은 심한 운동에 장애를 나타낸다.

일반적으로 환자의 나이가 어릴 때 수술할수록 수술

후 생존가능성이 크고 폐동맥압력도 정상으로 될 가능성이 높다. 수술당시 폐혈관저항이 낮을수록 수술후 폐동맥압력 또한 정상으로 될 가능성이 많다. 따라서 수술후 폐동맥압력에 영향을 미치는 요인으로 나이와 수술전 폐혈관저항이 될 수 있다<sup>21</sup>.

폐혈관저항이 체혈관저항의 1/3 이하이면 수술후 폐혈관저항치가 더 진행되는 경우는 드물다<sup>6</sup>. 그리고 또한 폐혈관저항이 높더라도 나이가 2세이하이면 수술후 대부분 저항치는 감소하고 진행되는 경우는 매우 드물다. 2세이상인 경우는 폐혈관저항이 계속 진행되어 폐혈관저항치가 점차 높아질 수 있다<sup>8,9,11,17,18</sup>.

체외순환 직후에 측정된 폐동맥압력은 수술후 시간이 많이 경과한 다음의 폐동맥압력과는 정확히 일치하지 않는다. 대부분 조금씩 감소하여 일부는 증가하기도 한다<sup>10</sup>. 그러므로 체외순환 직후의 폐동맥압력으로는 수술예후를 예견하는데 조금 미흡할 수도 있으나 수술도중에 쉽게 측정할 수 있는 장점을 고려하면 그 유용성은 크다고 할 수 있다.

체외순환은 여러 장기에 영향을 미치며 폐에 대해서는 속 및 심한 외상때 보는 변화와 유사한 양상을 나타낸다. 체외순환으로 인하여 폐의 내피세포, 막형폐세포와 과립형 폐세포가 증창되고 조직간질부종과 조직간질출혈 속립성 무기폐 폐혈관울혈 등의 변화가 나타난다<sup>5</sup>. 이러한 변화는 혈소판과 적혈구의 미세응괴가 미세순환에 박혀서 나타날 것으로 설명하기도 한다<sup>5</sup>. Kirklín에 의하면 체외순환으로 혈액성분이 이물질과 접촉하게 되어 Complement가 활성화 된다. 그 중에 C<sub>3</sub>가 주로 관여할 것으로 생각되어 이 활성화된 Complement가 조직간질의 수분을 증가시켜 폐기능을 감소시킬 것으로 설명하고 있다<sup>2</sup>. 체외순환후 이러한 폐실질 변화로 폐혈관저항이 증가되며 이차적으로 폐동맥압력의 증가를 초래한다<sup>3</sup>.

본문에서는 심실중격결손증 환자에서 수술후 예후에 영향을 미치는 수술후 폐동맥압력을 측정하고 이를 수술전 혈류역학치와의 상관관계를 분석함으로써 예견할 수 있는 지표를 찾으려고 하였다. 수술전·후 PP/PS치는 나이가 2세미만에서는 상관관계없이 감소하였으며 나이가 2세이상인 경우는 수술전치가 높으면 수술후에도 높게 나타났다. 수술후 PP/PS에 영향을 미치는 RP/RS를 분석하였으나 상관관계가 없는 것으로 나타났으며 그 원인은 RP/RS가 증가된 환자 4예중(RP/RS ≥ 0.33) 3예가 2세이하였기 때문에 수술후 PP/PS가 많이 감소되었으리라 생각된다. 수술전 QP/QS치가

2.0 이상인 경우는 수술전 PP/PS와 수술후 PP/PS는 좋은 상관관계를 나타냈다. 따라서 수술전 나이가 2세 이상이거나 QP/QS가 2.0 이상인 경우는 수술후 PP/PS는 수술전 PP/PS와 비례한다고 말할 수 있겠다. 그러나 전체환자와 소그룹별 환자에서 체외순환시간과 수술후 폐동맥수축기압력사이에 밀접한 상관관계를 보임으로 수술직후에 측정된 폐동맥압력은 체외순환에 상당한 영향을 받음을 알 수 있겠다. 그러나 그 정도가 얼마만큼인가 그 영향이 얼마나 지속되는가는 알 수 없었으며 이는 체외순환 효과가 없어진 다음에 측정된 폐동맥압력과 분석검토함으로써 그 상관관계를 정확히 파악할 수 있으리라 생각된다.

## 결 론

1986년 3월부터 6월까지 폐동맥압력이 높은 심실중격결손증 환자 18명을 대상으로 수술전 혈류역학치와 체외순환 직후의 폐동맥수축기압력(PP)과 PP/PS의 관계를 조사하였던 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) PP와 PP/PS는 각각 수술전  $64.2 \pm 20.2$  mm Hg에서 체외순환 직후  $40.9 \pm 10.9$  mm Hg로,  $0.74 \pm 0.17$ 에서  $0.44 \pm 0.15$ 로 의미있게 감소하였다.

2) 수술전 PP/PS와 수술후 PP/PS와의 상관관계를 분석한 바 24개월이상군에서  $r = 0.685$ , 수술전 QP/QS가 2.0 이상인 군에서는  $r = 0.686$ 의 의미있는 상관관계가 있었다.

3) 체외순환시간과 수술후 PP 사이에 전체환자에서  $r = 0.697$ 의 상관관계가 있었다.

4) 이상에서 24개월이상인 환자와 QP/QS가 2.0 이상인 환자에서는 수술후 PP/PS는 수술전 PP/PS치와 비례하는 것으로 생각된다. 그러나 체외순환에 의한 효과도 같이 관련되었을 가능성이 있으므로 이들의 정확한 관계는 체외순환 효과가 없어진 후의 PP/PS치와 비교 분석해보아야 할 것이다.

## REFERENCES

1. 서경필의 : 개심술 전후 방사선 동위원소를 이용한 심기능 평가에 관한 연구. - 수술전 shunt의 진단 및 교정수술후의 성적 평가에 대하여 - 대한흉부의 과학회지, 15 : 194, 1982.
2. Kirklín JK et al: Complement and the damaging effects of cardiopulmonary bypass J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 86:845, 1983

3. Braunwald E et al: *Heart Disease, A Textbook of cardiovascular medicine, Philadelphia, Saunders Co. 1980, p. 835-851.*
4. Harris P et al: *The human pulmonary circulation 2nd ed. New York, Churchill Livingstone, p. 684, 1977.*
5. Ratliff NB et al: *Pulmonary injury secondary to extracorporeal circulation. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 65:425, 1973*
6. Friedman W et al: *Clinical problems of postoperative pulmonary vascular disease Am. J. Cardiol 50:631, 1982.*
7. Carlsom PM et al: *Prognosis for patients with VSD and severe pulmonary vascular obstructive disease Circulation 38:129, 1968.*
8. Lillehei CW et al: *High pressure ventricular septal defects. J. Am. Med. Assoc. 188: 949, 1964.*
9. Dammann JF Jr. et al: *The significance of the pulmonary vascular bed in congenital heart disease. Am. Heart J. 52:210, 1956.*
10. Hallidie -- Smith KA et al: *Effects of surgical closure of ventricular septal defects upon pulmonary vascular disease. Brit. Heart J. 31:246, 1969*
11. Braunwald NS et al: *The effects of surgical abolition of Left to Right shunts on the pulmonary vascular dynamics of patients with pulmonary hypertension. Circulation 24:1270, 1962.*
12. Lillehei CW et al: *Pre and post-operative cardiac catheterization in 200 patients undergoing closure of ventricular septal defects Surgery 63:69, 1968.*
13. Whitman V et al: *Post-operative congenital heart Disease, Grune and Stratton, 1975, p. 111-118.*
14. Wagner RB et al: *Correlation of mean pulmonary arterial pressure with results of surgery for nonrestrictive ventricular septal defects. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 60:511, 1970.*
15. Cartmill TB et al: *Results of repair of ventricular septal defect. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 52:487, 1966.*
16. Hallman GL et al: *Surgical treatment of ventricular septal defect associated pulmonary hypertension J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 48:588, 1964.*
17. Allen HD et al: *Postoperative follow-up of patients with ventricular septal Defect. Circulation 50:467, 1974.*
18. Sigmann JM et al: *Ventricular septal defect: Results after repair in infancy. Am. J. Cardio. 39:66, 1977.*
19. Friedli B et al: *Ventricular septal defect with increased pulmonary vascular resistance; Late results of Surgical closure Am. J. Cardiol 33:403, 1974.*
20. Blackstone EH et al: *Optimal age and results in repair of large ventricular septal defects. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 72:661, 1976.*
21. Barratt -- Boyes BG et al: *Repair of Ventricular Septal Defect in the first two years of life using profound hypothermia-circulatory arrest technique Ann. Surg. 184:376, 1976.*