

중증 폐고혈압을 동반한 심실중격결손증 환자의 술후 폐동맥압변화에 대한 장기 추적>

이형렬* · 박병률* · 박명규* · 김승진* · 최필조*
박승규* · 성시찬* · 김종원* · 이성광* · 정황규*

— Abstract —

Long-Term Follow-up Survey of Postoperative Change of Pulmonary Artery Pressure in the VSD Patients with Severe Pulmonary Hypertension

Hyung Ryul Lee, M.D.*, Byung Ryul Park, M.D.*, Myung Gyu Park, M.D.*, Seung Jin Kim, M.D.*,
Pill Jo Choi, M.D.*, Seung Kyu Park, M.D.*, Si Chan Sung, M.D.*, Jong Won Kim, M.D.*,
Sung Kwang Lee, M.D.*, Hwang Kiw Chung, M.D.*

At the Dept. of Thoracic and Cardiovascular Surgery of Pusan National University Hospital, postoperative cardiac catheterizations were performed in 12 patients of ventricular septal defect with severe pulmonary hypertension ($P_p/P_s > 0.75$), who were operated during the period from July 1981 to Dec. 1986. The mean age of the patients preoperatively was 12.4 (range: 4-18) year-old and the mean follow-up duration was 25.8 (range: 8-53) month per patient.

In comparison with the preoperative data, the systolic pulmonary artery pressure (SPAP) was decreased from 103.6 ± 18.4 to 70.4 ± 35.9 mmHg ($p < 0.01$) and the P_p/P_s was decreased from 0.89 ± 0.10 to 0.58 ± 0.27 ($p < 0.01$). But the R_p/R_s and R_p were not meaningfully changed, from 0.31 ± 0.16 and 7.6 ± 0.4 unit to 0.41 ± 0.32 and 8.0 ± 6.6 unit, respectively. The preoperative Q_p/Q_s was below 2.0 (mean: 1.6) in 3 out of 4 cases whose postoperative R_p/R_s and R_p were above 0.75 and 15 unit, respectively. On the contrary, the preoperative Q_p/Q_s was above 2.0 (mean: 3.5) in all of the 8 cases, whose postoperative R_p/R_s and R_p were below 0.50 and 10 unit, respectively.

I. 서 론

심실중격결손증, 동맥관개존증, 대동맥-폐동맥중격결손증 등 선천성 심질환에는 폐동맥고혈압이 자주 동반되며 이때 심한 경우 우심실부전으로 인하여 운동시

호흡곤란, 말초 부종 등의 증세를 나타낸다²⁾. 일반적으로 수축기 폐동맥압과 수축기 체동맥압의 비(Systolic pulmonary artery pressure/systolic systemic artery pressure, P_p/P_s)가 0.75 이상을 중증 폐고혈압이라 하며⁶⁾, 중증 폐고혈압을 동반한 심실중격결손증 환자에 있어서 심실중격결손 교정술의 적응에 대하여 여러 기준이 있고⁶⁻⁸⁾, 술전 폐혈관저항(Pulmonary vascular resistance, R_p) 및 폐혈관저항과 체혈관저항의 비(R_p/R_s)가 높을 수록 조기 및 만기 사망율이 높다고 한다^{1,19,20)}.

* 부산대학교 의과대학 흉부외과학교실

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

1987년 11월 13일 접수

1981년 7월 이래 부산대학교 의과대학 흉부외과학교실에서는 1987년 8월말 현재, 총 277례의 심실중격결손 교정술이 시행되었으며 이중 중증 폐고혈압을 동반한 예는 17례였다. 술후 사망한 3례를 제외하고 현재까지 생존한 환자중 추적조사가 가능했던 12례를 대상으로 심도자를 재시행하여 술후 폐동맥압에 대한 변화를 술전과 비교 관찰하였고, 이로써 중증 폐고혈압을 동반한 심실중격결손증의 수술 적응의 기준설정과 술후 경과의 이해에 다소 도움이 되고자 한다.

II. 관찰대상 및 방법

관찰대상은 P_p/P_s 가 0.75 이상의 중증 폐고혈압을 동반한 외에 다른 심기형의 동반이 없는 심실중격결손증 환자로서, 1981년 7월부터 1986년 12월말까지 부산대학교 의과대학 부속병원에서 심실중격결손 교정술을 시행받은 후 1987년 8월말 현재까지 생존한 14례의 환자중 추적조사가 가능한 12례를 대상으로 1987년 7월부터 2개월간 심전도, 심에코, 및 심도자를 시행 하였다.

먼저, 심전도 및 심에코를 통해 방실 차단 등 심부정맥과 잔존 단락 그리고 심기형의 동반유무를 검사하였고 이중 1례에서 빈번한 심실성 기외수축을 나타낸 것 외에 전례에서 다른 부정맥, 잔존 단락 그리고 심기형(판막이상 포함)은 전혀 없었음이 확인되었다. 확인후 심도자를 시행하여 수축기 폐동맥압(SPAP), P_p/P_s , R_p/R_s , R_p 등에 대하여 술전 및 술후 결과를 병력지를 통해 비교 관찰하였고, 특히 술전 Q_p/Q_s 와 술후 R_p/R_s , R_p 간의 상관관계에 대하여 중점을 기울였다.

III. 성 적

1. 술전환자의 연령 및 성별분포

연령은 최연소 4세부터 최고령 18세까지로 평균 12 ± 4.2세였으며, 성별은 남자 8례, 여자 4례로 남자에서 2배 많았다. 환자에 대한 추적관찰기간은 최단 8개월부터 최장 53개월까지였으며 환자당 평균 25.8개월이었다(Table 1).

2. 술후 뉴욕심장협회 기능분류(NYHA functional class)의 변화

술전 class I 1례, class II 3례, class III 8례로 평균 2.6 ± 0.7이었고, 술후 class I 7례, class II

Table 1. Age and sex distribution

	Male	Female	Total
-3	0	0	0
4-6	1	0	1
7-9	2	0	2
10-12	1	1	2
13-15	2	2	4
16-18	2	1	5
Total	8	4	12

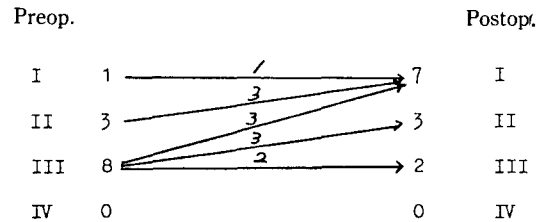


Fig. 1. Postoperative change of NYHA functional class

3례, class III 2례로 평균 1.6 ± 0.8이어서 술전에 비해 의미있게 감소($p < 0.01$)됨을 나타내었다(Fig.1).

3. 술후 수축기 폐동맥압(SPAP)의 변화

술전 SPAP는 61 ~ 80 mmHg 2례, 81 ~ 100 mmHg 3례, 101 ~ 120 mmHg 6례, 121 mmHg 이상 1례로 평균 103.6 ± 18.4 mmHg 였으며, 술후 SPAP는 40 mmHg 이하 2례, 41 ~ 60 mmHg 5례, 61 ~ 80 mmHg 2례, 101 ~ 120 mmHg 3례, 121 mmHg 이상 1례로 평균 70.4 ± 35.9 mmHg 이었고 술전에 비해 의미있게 감소($p < 0.01$)됨을 나타내었다(Table 2, Fig.2).

Table 2. Postoperative change of systolic pulmonary artery pressure (SPAP)

mmHg	Preop.	Postop.
-40	0	2
41-60	0	5
61-80	2	2
81-100	3	0
101-120	6	3
121-	1	1
Total	12	12

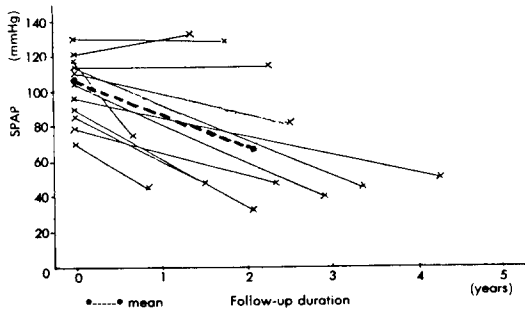


Fig. 2. Postoperative change of SPAP

4. 술후 P_p/P_s 의 변화

술전 환자 전례에서 P_p/P_s 는 0.75이상으로 평균 0.89 ± 0.10 이었으나 술후 P_p/P_s 는 0.25~0.44 6례, 0.45~0.74 3례, 0.75 이상 3례로 평균 0.58 ± 0.27 이었고 술전에 비해 의미있게 감소($p < 0.01$)됨을 나타 내었다(Table 3, Fig.3).

5. 술후 R_p/R_s 의 변화

술전 R_p/R_s 는 0.24 이하가 6례, 0.25~0.44 3례, 0.45~0.75 3례로 평균 0.31 ± 0.16 이었으며, 술후 R_p

Table 3. Postoperative change of P_p/P_s

	Preop.	Postop.
-0.24	0	0
0.25-0.44	0	6
0.45-0.74	0	3
0.75-	12	3
Total	12	12

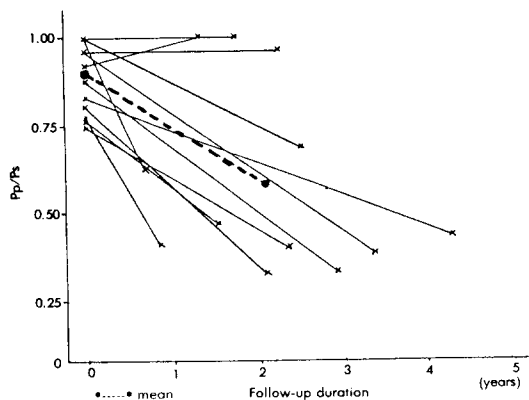


Fig. 3. Postoperative change of P_p/P_s

$/R_s$ 는 0.24 이하가 7례, 0.25~0.44 1례, 0.75 이상 4례로 평균 0.41 ± 0.32 를 나타내었고 술전과 비교하여 통계학적으로 의미있는 변화는 없었다(Table 4). 그러나 술후 R_p/R_s 가 0.75 이상으로 증가된 4례의 환자중 3례에서의 술전 R_p/R_s 는 0.50 이상이었다(Fig. 4).

Table 4. Postoperative change of R_p/R_s

-0.24	6	7
0.25-0.44	3	1
0.45-0.74	3	0
0.75-	0	4
Total	12	12

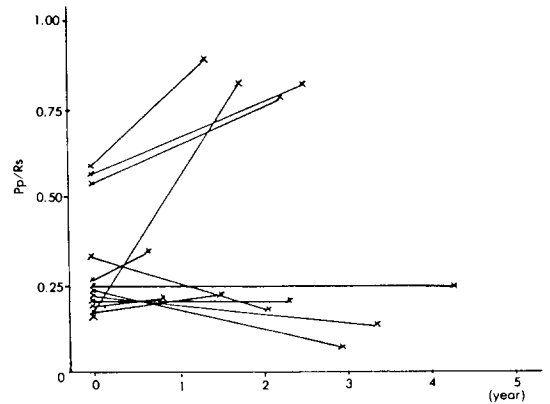


Fig. 4. Postoperative change of R_p/R_s

6. 술후 R_p 의 변화

술전 R_p 는 4 unit 이하가 4례, 5~7 unit 2례, 8~10 unit 3례, 11 unit 이상 3례로 평균 7.6 ± 0.4 unit였으며 술후 R_p 는 4 unit 이하가 5례, 5~7 unit 3례, 11 unit 이상 4례로 평균 8.0 ± 6.6 unit였는데 술전에 비해 의미있는 변화는 없었다(Table 5). 그러

Table 5. Postoperative change of pulmonary vascular resistance (R_p)

Wood unit	Preop.	Postop.
-4	4	5
5-7	2	3
8-10	3	0
11-	3	4
Total	12	12

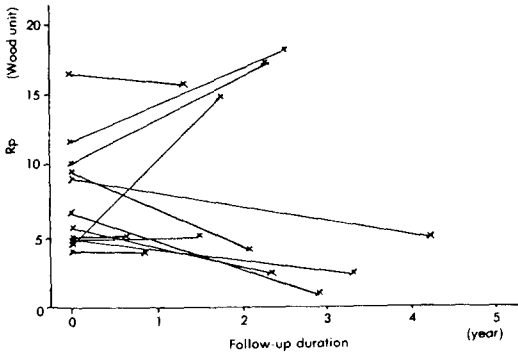


Fig. 5. Postoperative change of Rp

나 술후 R_p 가 15 unit 이상으로 증가된 4례중 3례에서의 술전 R_p 는 10 unit 이상을 나타내었다(Fig.5).

7. 술전 Q_p/Q_s 와 술후 R_p/R_s 및 R_p 와의 상관관계

술후 R_p/R_s 가 0.75, R_p 가 15 unit 이상인 4례의 환자중 3례에서 술전 Q_p/Q_s 는 2.0 이하(평균 1.6)를 나타내었고 술후 R_p/R_s 가 0.50, R_p 가 10 unit 이하인 8례의 환자 전례에서 술전 Q_p/Q_s 는 2.0 이상(평균 3.5)을 나타내었다. 다만 1례에서 술전 Q_p/Q_s 5.4, R_p/R_s 0.16, R_p 4.4 unit 였지만 술후 R_p/R_s 는 0.83, R_p 는 1.51 unit로 크게 증가한 것으로 나타났다(Fig.6, 7).

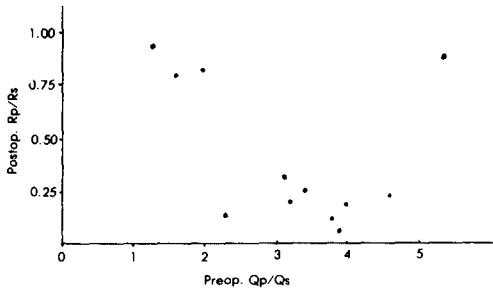


Fig. 6. Relationship between preop. Q_p/Q_s & postop. R_p/R_s (mean follow-up duration: 25.8 month)

IV. 고 안

태생기의 폐순환계와 체순환계는 같은 압력을 유지하며 자궁내 폐혈류량은 전체 심박출량의 단지 일부만을 나타내므로 폐혈관저항(R_p)은 체혈관저항(R_s)에 비해

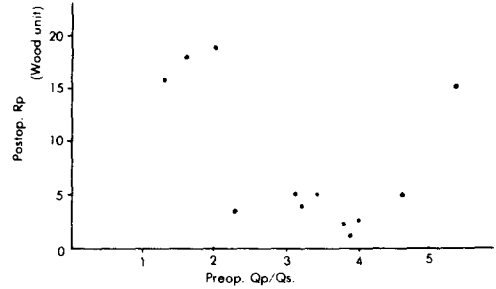


Fig. 7. Relationship between preop. Q_p/Q_s & postop. R_p (mean follow-up duration: 25.8 month)

훨씬 높다. 그러나 출생후 폐혈관저항은 급격히 감소되고, 동맥관이 폐쇄되면서 폐동맥압은 체동맥압의 20% 이내가 된다⁴⁾. 최근 보고에 의하면, 생후 10일 이후의 정상인에서 평균 폐동맥압은 일생을 통하여 일정하게 유지되며⁵⁾ 그 정상치는 $15 \pm 3 \text{ mmHg}$ 이다²⁾.

폐동맥고혈압은 수축기 폐동맥압과 수축기 체 동맥압의 비(P_p/P_s)에 따라 0.25~0.45를 mild, 0.45~0.75를 moderate, 0.75 이상으로 severe로 분류하며⁶⁾, 폐혈관 질환은 폐혈관저항과 체혈관저항의 비(R_p/R_s) 및 폐혈관저항(R_p)에 따라 각각 mild, moderate, severe로 분류한다⁶⁾(Table 6).

Table 6. Classification of pulmonary artery hypertension and pulmonary vascular disease

	Pulmonary artery hypertension P_p/P_s	Pulmonary vascular disease	
		R_p/R_s	R_p
Mild	0.25-0.44	0.25-0.44	5-7
Modrate	0.45-0.74	0.45-0.75	8-10
Severe	0.75-	0.75-	11-

폐고혈압의 원인은 hyperkinetic type 과 obstructive type 의 2가지로 대별되며, hyperkinetic type 의 원인이 되는 좌→우 단락을 일으키는 심질환으로 대표적인 것으로 심실중격결손증, 동맥관개존증, 대동맥-폐동맥중격결손증 등이 있고, Eisenmenger 증후군과 같이 폐혈관저항의 상승에 의한 것은 obstructive type 의 원인이 된다⁷⁾.

정상인에서는 폐혈관의 탄성이 크므로 폐혈류량이 많이 증가되어도 폐동맥압력은 단지 약간 증가될 뿐이다. 좌→우 단락이 있는 선천성 심질환에서 폐동맥압은 폐

혈류량이 증가되는 정도를 지나쳐 많이 증가된다. 즉 이러한 환자들에 있어서 다른 어떤 요인들이 작용하고 있다는 것을 의미한다. Poiseuille의 법칙에 의하면, 폐혈류량 뿐만 아니라 폐혈관 저항도 압력에 작용하는 것을 알 수 있다. 선천성 심질환에서 폐혈관 저항이 증가하는 요인은 기능적인 요인과 고정적인 요인 즉 해부학적 폐혈관질환으로 나누고, 기능적인 요인은 myogenic theory라 하며 그 기전을 보면, 폐혈관 소동맥은 증가된 압력과 소동맥 확장에 자극되어 혈관수축이 일어나고 혈관 평활근의 일을 증가시키며 이로 인하여 혈관벽 평활근의 비후를 일으킨다⁹⁾. 이러한 기능적인 요인은 저산소증, 산증 그리고 폐정맥압이 증가된 경우에 나타나며 이러한 요인을 제거하면 소실된다.

1958년 Heath와 Edwards¹⁰⁾는 선천성 심질환의 폐동맥고혈압에 따른 병리학적 변화를 체계적으로 분류하였다. 즉 Grade 1은 중막층의 비후, Grade 2는 내막층의 증식, Grade 3은 내막층 증식으로 인한 내강 폐쇄, Grade 4는 전반적인 혈관확장, Grade 5는 혈관종양 병변, Grade 6은 괴사성 동맥염을 나타내는 것이며, 여기서 Grade 1~3은 가역적 변화 단계이고 Grade 4~6은 수술하여도 결과가 좋지 않은 비가역적 변화라고 한다¹¹⁾.

폐고혈압이 동반된 심실중격결손증에서 정도로 폐혈관저항이 증가된 경우, 10세까지 교정하지 않으면 15~20세경 우→좌 단락이 우세한 Eisenmenger 증후군으로 진행되어 저산소증, 다혈구증, 객혈, 뇌농양 등 합병증으로 25~30세경에 사망한다고 하며^{6,7)}, Clarkson등¹²⁾은 Eisenmenger 증후군으로 진단된 58례의 환자를 추적관찰한 결과 20세 이상의 연령군에서의 5년 생존율이 56%였다고 보고하였다. 따라서 폐혈관의 심한 변화가 오기 이전에 수술을 하여 폐혈관의 가역적인 변화를 기대하는 것은 당연한 일일 것이다. 근래 영아기에서도 폐동맥압이 높고 우혈성 심부전이 있는 경우 수술을 하는 것을 원칙으로 하고 있다^{13,14)}.

심실중격결손증에서 심한 폐고혈압이 동반되면 우심실비대가 필연적이며 이론상 가능하면 우심실절개를 피하고 우심방절개에 의한 심실중격결손교정을 시행하는 것이 좋다고 하고¹⁵⁾, 본례에서는 수술 생존한 14례의 환자중 11례에서 우심방절개, 3례에서 우심방절개를 각각 시행하였다.

수술 폐혈관저항의 감소와 관계되는 요인으로는 1)연령, 2)술전 폐혈관저항, 3)좌→우 단락의 크기 등

이 있다¹⁾. 연령에 있어 2세 이하에서는 조직변화가 Heath와 Edwards분류의 Grade 4 이상 진행되는 예가 대단히 드물며, 2세 이전에 심질환을 완전 교정하면 대부분 폐동맥압은 정상으로 환원된다고 한다^{11,14,16)}.

국내의 조등¹⁷⁾에 의하면, 평균 P_p/P_s 가 0.74, 평균 Q_p/Q_s 가 2.25, 평균 R_p/R_s 가 0.38인 34례의 심실중격결손환자에서 폐생검을 시행한 결과, 2세 이하의 15례 환자중 전례에서 Grade 3 이하였다고 보고하였다. 본 예에서는 12례의 환자 전례에서 연령이 2세 이상(평균 12.4 ± 4.2 세)이었으며 폐생검을 수술이나 수술 후에 시행하지 않았으므로 비교관찰할 수 없었다.

술전 R_p/R_s 와의 관계에 있어 술전 R_p/R_s 가 0.45이하인 경우, 6%의 수술 사망율(Operative death)과 2%의 만기 사망율을 나타내지만 환자의 약 80%에서 만족스러운 결과를 보인다고 하며, 술전 R_p/R_s 가 0.45~0.75인 경우는 5%의 수술 사망율, 4%의 만기 사망율을 보이며, 58%에서 폐동맥압이 감소되지만 19%에서 폐혈관 폐쇄질환으로 진단된다고 한다¹⁵⁾. 술전 R_p/R_s 가 0.75 이상인 경우에는 25%만이 장기 추적 결과가 만족스러우며 50%에서 폐혈관 폐쇄질환이 계속 진행된다고 하며 수술 사망율은 약 17%로 대단히 높다¹⁶⁾. 본 예에서는 총 17례의 환자중 3례가 수술 3일 이내 사망하여 약 18%의 수술 사망율을 나타내었고 환자당 평균 25.8개월의 장기 추적 관찰결과 현재까지 전례에서 생존한 것으로 나타났다. 또한 술전 R_p/R_s 가 0.50 이상인 3례 전례에서 수술 후 R_p/R_s 는 0.75 이상으로 더욱 증가하여 폐혈관 폐쇄질환이 계속 진행중으로 나타났다.

마지막으로, 성¹⁸⁾에 의하면 수술전 Q_p/Q_s 가 2.0 이상인 환자에서 술전 P_p/P_s 와 수술 후 P_p/P_s 는 밀접한 상관관계를 가진다고 보고하였다. 본 예에서는, R_p/R_s 가 0.75, R_p 가 15 unit 이상으로 술전에 비해 증가된 4례의 환자중 3례에서 술전 Q_p/Q_s 는 2.0 이하(평균 1.6)였으며 수술 후 R_p/R_s 가 0.50, R_p 가 10 unit 이하인 8례의 환자 전례에서 술전 Q_p/Q_s 는 2.0 이상(평균 3.5)인 것으로 보아 단정적으로 보기는 어려우나 술전 Q_p/Q_s 가 2.0 이하이면서 R_p/R_s 가 0.50, R_p 가 10 unit 이상인 환자에 있어서 심실중격결손을 교정해 주어도 수술 후 계속적인 폐혈관질환이 진행되는 것으로 보아 수술적응이 어려울 것으로 생각되며 이에 대하여는 좀더 계속적인 추적 관찰이 요할 것으로 사료된다.

부산대학교 의과대학 흉부외과학교실에서는 1981년 7월부터 1986년 12월까지 P_p/P_s 가 0.75 이상의 중증 폐고혈압을 동반한 심실중격결손증 환자로서 심실중격결손증 환자로서 심실중격결손 교정술을 시행 받고 1987년 8월말 현재까지 생존하고 있는 12례의 환자를 대상으로 심도자를 재시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수술당시 환자의 평균 연령은 12세(4~18세)였으며 남자에서 2배 많았고 환자에 대한 추적 관찰기간은 환자당 평균 25.8개월(8~53개월)이었다.

2. NYHA functional class는 술전 평균 2.6 ± 0.7에서 술후 평균 1.6 ± 0.8로 의미있게 감소($p < 0.01$)됨을 나타내었다.

3. 수축기 폐동맥압은 술전 평균 103.6 ± 18.4 mmHg에서 술후 평균 70.4 ± 35.9 mmHg로 의미있게 감소($p < 0.01$)됨을 나타내었다.

4. P_p/P_s 는 술전 평균 0.89 ± 0.10에서 술후 평균 0.58 ± 0.27로 의미있게 감소($p < 0.01$)됨을 나타내었다.

5. R_p/R_s 는 술전 평균 0.31 ± 0.16에서 술후 평균 0.41 ± 0.32로 의미있는 변화는 없었으나, 술후 R_p/R_s 가 0.75 이상인 4례의 환자중 3례에서 술전 R_p/R_s 는 0.50 이상임을 나타내었다.

6. R_p 는 술전 평균 7.6 ± 0.4 unit에서 술후 평균 8.0 ± 6.6 unit로 의미있는 변화는 없었지만, 술후 R_p 가 15 unit 이상인 4례의 환자중 3례에서 술전 R_p 는 10 unit 이상임을 나타내었다.

7. 술후 R_p/R_s 가 0.75, R_p 가 15 unit 이상인 4례의 환자중 3례에서 술전 Q_p/Q_s 는 2.0 이하(평균 1.6)를 나타내었고, 술후 R_p/R_s 가 0.50, R_p 가 10 unit 이하인 8례의 환자 전례에서 술전 Q_p/Q_s 는 2.0 이상(평균 3.5)을 나타내었다.

이상을 요약하면, P_p/P_s 가 0.75 이상인 중증 폐고혈압을 동반한 심실중격결손증 환자에서 심실중격결손 교정술후 수축기 폐동맥압과 P_p/P_s 는 다소 감소될 수 있다고 생각된다. 그러나 술전 Q_p/Q_s 가 2.0 이하, R_p/R_s 가 0.50 이상, R_p 가 10 unit 이상인 경우에는 술후 폐혈관저항(R_p)과 R_p/R_s 는 감소되기 어려울 것으로 생각되며 이에 대하여는 계속적인 장기 추적 관찰이 요할 것으로 사료된다.

1. Whitman, V., Ellis, N.G.: *Postoperative congenital heart disease. Grune and Stratton, p. 11, 1975.*
2. Groves, B.M., Reeves, J.T.: *Pulmonary hypertension. Signs and symptoms in cardiology. J.B. Lippincott Company, p. 393, 1985.*
3. Friedman, W., et al: *Clinical problems of postoperative pulmonary vascular disease. Am. J. Cardiol., 50:631, 1982.*
4. Nadas, A.S., Flyer, D.C.: *The fetal circulation and its adjustment after birth. Pediatric Cardiology, W.B. Saunders Company, p. 136, 1972.*
5. Groves, B.M., Reeves, J.T.: *Approach to the patient with primary pulmonary hypertension. Pulmonary hypertension. New York, Futura Press, 1984.*
6. Pacifico, A.D., Kirklin, J.W., Kirklin, J.K.: *Ventricular septal defect. Textbook of surgery. 13th ed., W.B. Saunders Company, p. 2212, 1986.*
7. Kirklin, J.W., Pacifico, A.D., Kirklin, J.K.: *Surgical treatment of ventricular septal defect. Gibbon's surgery of the chest. 4th ed., W.B. Saunders company, p. 1067, 1983.*
8. Graham, T.P. Jr., Bender, H.W., Spach, M.S.: *Ventricular septal defect. Moss' heart disease in infants, children, and adolescents. 3rd ed., Williams and Wilkins, p. 134, 1983.*
9. Harris, D., et al.: *The human pulmonary circulation. 2nd ed. New York, Churchill Livingstone, p. 684, 1977.*
10. Heath, D., Edwards, J.E.: *The pathology of hypertensive pulmonary vascular disease. A description of six grades of structural changes in the pulmonary arteries with special reference to congenital cardiac septal defects. Circulation, 18:533, 1958.*
11. Wagenvoort, C.A., Nauta, J., van der Schaar, P.J., et al.: *Effect of flow and pressure on pulmonary vessels. Circulation, 35:1028, 1968.*
12. Clarkson, P.M., Frye, R.L., DuShane, J.W., et al.: *Prognosis for patient with ventricular septal defect and severe pulmonary vascular obstructive disease. Circulation, 38:129, 1968.*
13. Castaneda, A.R., Zamora, R., Nicoloff, D.M.: *High-pressure, high-resistance ventricular septal defect. Surgical results of closure through right atrium. Ann, Thorac. Surg., 12:29, 1971.*
14. Barratt-Boyes, B.G., Simpson, M., Neutze, J.M.: *Intracardiac surgery in neonates and infants using deep hypothermia with surface cooling and limited cardiopulmonary bypass. Circulation, 43-33 (Suppl. 2): 25, 1971.*

15. Cartmill, T.B., Dushane, J.W., McGoon, D.C.: *Results of repair of ventricular septal defect. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 52:486, 1966.
16. Ferencz, C.: *Transposition of the great vessels, physiologic considerations based upon a study of the lungs. Circulation*, 33:232, 1966.
17. 조범구, 장병철, 박영식외 : 폐동맥 고혈압을 동반한 심실중격결손증 환자의 폐세동맥의 형태학적 고찰. 대한흉부외과학회지, 17:339, 1984.
18. 성숙환 : 심실중격결손증에서 수술전혈류역학치가 수술후 폐동맥 압력에 미치는 영향. 대한흉부외과학회지, 19:238, 1986.
19. Acinapura, A.J., Sealy, W.C., Young, W.G., et al.: *Results of surgery for isolated ventricular septal defects. Dis. Chest*, 52:688, 1967.
20. Wada, J., Iwa, T.: *Two-stage treatment of ventricular septal defect with pulmonary hypertension. Ann. Thorac. Surg.*, 8:415, 1969.