

폐동맥관하 심실중격결손증에서 대동맥관의 형태변화에 따른 혈역학적 특징

연세대학교 의과대학 심장혈관센터 소아심장과

손명현 · 최재영 · 이종균 · 설준희 · 이승규

심장혈관외과

조 범 구

<한글 요약>

목적 : 심실중격결손증의 위치에 따른 분류중 폐동맥관하 심실중격결손증은 자연폐쇄되는 경우가 드물고, 중격결손 부위로 대동맥 판막 탈출이 유발되는 것을 특징으로 한다. 저자들은 폐동맥관하 심실중격결손으로 진단받고 근치수술을 시행한 환아들을 대상으로 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전의 발생에 미치는 요인을 분석하고, 대동맥관의 형태변화에 따른 혈역학적 특징이 수술 결과에 미치는 영향을 조사하고자 본 연구를 시행하였다.

방법 : 1991년 5월부터 1994년 12월까지 연세대학교 의과대학 심장혈관센터 소아심장과 및 심장혈관외과에서 폐동맥관하 심실중격결손으로 진단받고 수술을 시행받은 124명의 환아들을 대상으로 하였다.

결과 : 대상 환아 124명의 성별 분포는 남자 80명(65%), 여자 44명(35%)으로 남녀비는 1.8:1이었고, 연령 분포는 생후 4개월부터 21년 9개월까지의 분포로 평균연령은 4년 10개월이었다. 대동맥 판막 탈출과 대동맥 폐쇄부전이 없는 군을 1군(54명), 대동맥 판막 탈출만 있는 군을 2군(49명), 대동맥 폐쇄부전만 있는 군을 3군(2명), 양자가 함께 있는 군을 4군(19명)으로 정의할 때, 연령, 폐동맥압, 대동맥 크기의 평균이 대동맥 폐쇄부전만을 가진 3군에서 다른 군에 비해 통계학적으로 유의하게 높았다($p<0.05$).

대상 환아들중 수술당시 대동맥 판막 탈출은 68명(55%), 대동맥 폐쇄부전은 21명(17%)에서 관찰되었고, 대동맥 판막 탈출의 발생은 연령의 증가와 통계학적으로 유의한 관계가 있었으며($p<0.05$), 대동맥 판막 탈출과 대동맥 폐쇄부전의 발생은 모두 폐동맥압의 감소와 통계학적으로 유의한 관계가 있었다($p<0.05$). 또한, 심도자검사를 시행한 108명의 환아들중 대동맥 판막 탈출의 정도를 3군으로 분류하고, 혈류의 방향을 우심실의 유입로와 유출로로 나누었을 때, 대동맥 판막 탈출이 심할수록 혈류의 방향이 유입로로 향하는 경향을 보였다($p<0.05$).

결론 : 환아의 연령이 높아질수록 대동맥 판막 탈출의 발생이 유발되면서, 혈류의 방향이 유입로를 향하고 중격결손을 막아 폐동맥압을 감소시키지만, 결국은 대동맥 폐쇄부전을 유발시키는 것으로 미루어, 가능하면 이른 시기에 수술을 시행하는 것이 폐동맥관하 심실중격결손증 환아들의 예후의 향상을 가져올 수 있을 것으로 사료된다.

접수일자 : 1996년 1월 19일

승인일자 : 1996년 3월 12일

서 론

심실중격결손증(ventricular septal defect; VSD)에서 대동맥 판막 탈출과 대동맥 폐쇄부전이 동반되어 생기는 것은 1921년 Laubry 및 Pezzi¹⁾가 처음 보고한 이래 그 중요성이 강조되어 왔다. 심실중격결손증에서 위치에 따른 분류중 폐동맥판하 결손증(subpulmonic VSD)은 동양인에서 그 빈도가 높은 것으로 알려져 있으며²⁾, 자연폐쇄되는 경우가 드물고, 중격결손 부위로 대동맥 판막 탈출이 유발되고, 이차적으로 대동맥 폐쇄부전 및 심내막염의 발생 위험이 큰 것을 특징으로 한다³⁾. 그 병인 기전은 우심실쪽의 대동맥판막과 Valsalva공을 지지해 주는 conal septum의 결손에 의해 대동맥판막과 Valsalva공이 우심실의 출구로 함몰되기 때문이며, 일단 판막의 탈출과 Valsalva공의 돌출이 생기면 이는 좌심실과 우심실의 압력차와 심실중격결손을 통한 Bernoulli의 원리에 따라 더욱 진행된다⁴⁾.

그러므로 폐동맥판하 결손증은 대부분 결손의 크기에 상관없이 수술을 필요로 하며, 근치수술후에도 대동맥 폐쇄부전의 잔존을 초래하여 그에 대한 수술 처치로 대동맥 판막 성형술이나 대동맥 판막 대치술이 필요한 경우도 있다⁵⁾.

본 연구는 연세대학교 의과대학 심장혈관센터 소아심장과 및 심장혈관외과에 입원하여 폐동맥판하 심실중격결손증으로 진단받고, 심초음파검사 및 심도자검사 후 근치수술을 시행한 환아들을 대상으로 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전의 발생에 미치는 요인을 분석하고, 대동맥판의 형태변화에 따른 혈액학적 특징이 수술 결과에 미치는 영향을 조사하고자 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

대상은 1991년 5월부터 1994년 12월까지 연세대학교 의과대학 심장혈관센터 소아심장과 및 심장혈관외과에서 심초음파검사 및 심도자검사등으로 폐동맥판하 심실중격결손증으로 진단받고 수술을 시행받은 124명의 환아들을 대상으로 하였다.

2. 방 법

1) 폐동맥판하 심실중격결손증의 진단 및 임상양상

심실중격결손증의 유형은 심초음파검사 및 심도자검사를 시행한 후 Soto 등⁶⁾의 분류에 의하였고, 활로 4경, 양대혈관 우실기시, 단심실 등 복합 심기형에 속하는 질환 및 심방중격결손증, 동맥관개존, 폐동맥협착 등 심실중격결손증의 혈액학에 영향을 줄 수 있는 질환들은 연구 대상에서 제외하였으며, 난원공개존은 동반기형으로 처리했다. 또한, 연령 및 성별 분포, 증상, 이학적 검사 소견 등을 분석하여 입원 당시의 환자 상태를 분석했다.

2) 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전

대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전을 유발한 대동맥 판막의 판단은 수술전 심초음파검사, 심도자검사 및 수술소견으로 하였다.

3) 폐동맥판하 심실중격결손증의 수술후 성적

수술전 심초음파검사, 심도자검사 및 수술소견으로 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전의 유무에 따라 다음의 4군으로 분류하고, 각군에서의 수술후 심초음파검사를 이용하여 잔존 결손 유무, 대동맥 폐쇄부전의 재발 유무등을 분석하였다.

1군: 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전을 동반하지 않은 환자군

2군: 대동맥 판막 탈출만 동반하고 대동맥 폐쇄부전을 동반하지 않은 환자군

3군: 대동맥 폐쇄부전만을 동반한 환자군

4군: 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전을 모두 동반한 환자군

4) 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전의 발생에 미치는 요인 분석과 각 군간의 평균 비교

대상 환아들의 연령, 맥압, 심실중격결손의 크기, 폐동맥압 및 대동맥과 폐동맥의 크기가 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전의 발생에 미치는 영향을 분석하고, 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전의 유무에 따른 4군에서 각 요인들의 평균을 비교분석하였다.

5) 대동맥 판막 탈출의 정도와 혈류의 방향

대동맥 판막 탈출의 정도를 심도자검사 소견을 이용하여 다음과 같이 3군으로 분류하였다⁷⁾. 또한, 혈류의 방향의 결정은 역시 심도자검사 소견을 이용하여 우심실의 유입로(inlet)와 유출로(outlet) 방향으로 나

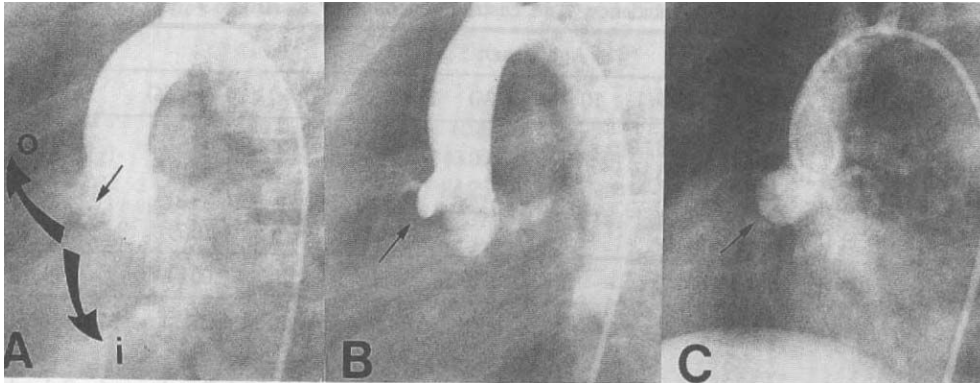


Fig. 1. Grading of aortic valve prolapse. A: Grade I: Mild aortic valve deformity with a nipple like protrusion(i: inlet, o: outlet), B: Grade II: Moderate deformity with further prolapse into VSD, C: Grade III: Severe deformity with right coronary cusp tethered to margin of VSD.

Table 1. Age and Sex Distribution

Age(year)	Male(%)	Female(%)	Total(%)
0-4	52(65.0)	33(75.0)	85(68.6)
5-9	11(13.8)	7(15.9)	18(14.5)
10-14	10(12.5)	1(2.3)	11(8.9)
15-19	4(5.0)	0(0)	4(3.2)
≥20	3(3.7)	3(6.8)	6(4.8)
Total	80(100)	44(100)	124(100)

Table 2. Subjective Symptoms at Admission

Symptom	No. (%)
Asymptomatic	84(67.7)
Frequent URI*	22(17.7)
Dyspnea on exertion	7(5.6)
Sweating	7(5.6)
Palpitation	2(1.7)
Poor oral intake	2(1.7)
Total	124(100)

*: Upper respiratory infection

누어 분석하였다(Fig. 1).

Grade I: 대동맥 판막 첨부의 일부가 심실중격결손으로 탈출되면서 유두양 돌출(nipple like protrusion)의 모습을 나타내는 정도의 대동맥 판막 탈출

Grade II: 대동맥 판막 첨부가 심실중격결손으로 탈출되면서 판막의 비정상적인 개구를 초래하는 중등

도의 대동맥 판막 탈출

Grade III: 대동맥 판막 첨부가 심실중격결손에 속박되어 수축기와 이완기에 변화없이 판막의 비정상적인 개구를 초래하는 중증의 대동맥 판막 탈출

6) 통계적 분석

통계처리는 SAS program을 이용하여, 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전의 발생에 미치는 요인 분석에는 다중 로지스틱 회귀분석(multiple logistic regression)을 사용하였고, 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전 발생 요인에 대한 각 군 간의 평균 비교는 1요인 분산분석 및 Tukey 검정을 시행하였고, 대동맥 판막 탈출의 정도와 혈류의 방향과의 관계분석에는 Cochran-Mantel-Haenszel 검정을 사용하였다. 신뢰구간은 95%를 유의성의 한도로 보았다.

결 과

1. 대상 환자

대상 환자 124명의 성별 분포는 남자 80명(65%), 여자 44명(35%)으로 남녀비는 1.8:1이었고, 연령 분포는 생후 4개월부터 21년 9개월까지의 분포로 평균 연령은 4년 10개월이었으며, 0-4세가 85명으로 가장 많았고, 다음으로 5-9세가 18명의 순이었다(Table 1). 또한, 난원공 개존이 55명에서 동반되어 대상 환자의 44%에서 볼 수 있는 동반 기형이었다.

Table 3. Incidence, Age Distribution of AVP & AR

Group	Age(Year)					Total No.(%)
	<5 No.(%)	5-10 No.(%)	10-15 No.(%)	15-20 No.(%)	≥20 No.(%)	
Group 1	49(57.7)	1(5.6)	2(18.2)	2(50.0)	0(0)	54(43.6)
Group 2	28(32.9)	1(61.1)	6(54.5)	1(25.0)	3(50.0)	49(39.5)
Group 3	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(33.3)	2(1.6)
Group 4	9(9.4)	6(33.3)	3(27.3)	1(25.0)	1(16.7)	19(15.3)
Total	85(100)	18(100)	11(100)	4(100)	6(100)	124(100)

AVP: Aortic valve prolapse

AR: Aortic regurgitaion

2. 입원 당시의 자각증상

대상 환자들의 수술전 자각증상으로는 증상이 없는 경우가 84례(67.7%)로 가장 많았고, 빈번한 상기도 감염이 22례(17.7%), 운동성 호흡곤란과 발한이 각각 7례(5.6%)등의 순이었다(Table 2).

3. 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전의 빈도 및 연령 분포

대상 환자 124명중 수술당시 대동맥 판막 탈출은 68명으로 전체 환자의 55%에서 관찰되었고, 대동맥 폐쇄부전은 21명으로 전체 환자의 17%에서 관찰되었다. 대동맥 판막 탈출과 대동맥 폐쇄부전의 존재 유무에 따른 분류시, 각 군의 빈도는 각각 54명(43.6%), 49명(39.5%), 2명(1.6%), 19명(15.3%)이었다(Table 3).

4. 폐동맥판하 심실중격결손증의 수술후 성적

수술후 심초음파 검사상 심실중격결손증이 잔존한 예가 2군에서 1명, 4군에서 2명이었고, 대동맥 폐쇄부전이 잔존한 예가 1군에서 1명, 2군에서 1명, 3군에서 1명, 4군에서 5명으로, 4군에서 심실중격결손증과 대동맥 폐쇄부전의 잔존이 가장 많았다(Table 4).

5. 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전의 발생에 미치는 요인 분석

대상 환자들의 연령, 맥압, 심실중격결손의 크기, 폐동맥압 및 대동맥과 폐동맥의 크기가 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전의 발생에 미치는 영향을 다중로지스틱 회귀분석을 이용하여 분석한 결과, 대동맥 판막 탈출의 발생은 연령이 높을 수록(p<0.05), 폐동

Table 4. Postoperative Results of Subpulmonic VSD

AVP & AR	Residual VSD	Residual AR
Group 1	0	1
Group 2	1	1
Group 3	0	1
Group 4	2	5
Total	3	8

Table 5. Analysis of Factors Causing AVP & AR

Factors	AVP	AR
	Odds ratio p-value	Odds ratio p-value
Age	1.024 0.004*	1.009 0.06
Pulse pressure	1.014 0.52	1.026 0.37
VSD size	1.003 0.53	1.009 0.07
MPA size	0.947 0.25	1.012 0.80
Aorta size	1.077 0.27	0.981 0.76
MPA pressure	0.964 0.03*	0.941 0.02*

*: p<0.05

MPA: Main pulmonary artery

맥압이 낮을 수록 통계학적으로 유의한 관계가 있었으며(p<0.05), 나머지 요인들은 유의한 관계가 없었다. 또한, 대동맥 폐쇄부전의 발생은 폐동맥압이 감소할 수록 유의한 관계가 있었으며(p<0.05), 연령등의 다른 요인들과는 유의한 관계가 없었다(Table 5).

Table 6. Comparison of Factors Causing AVP and AR Among Each Groups

Factors	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
No. of patients	54	49	2	19
Age(year)	3.20± 4.69	6.98± 8.32	15.52±10.10*	6.66± 4.12
Pulse pr.(mmHg)	41.83±12.12	45.09± 9.29	55.00±25.10	42.57±10.57
VSD size(mm ²)	78.86±73.15	84.25±68.24	64.20±58.41	108.50±76.03
MPA pr.(mmHg)	41.46±21.77	27.77± 7.93	32.33±11.68*	24.62± 7.48
Aorta size(mm)	12.82± 3.02	15.23± 4.45	19.17± 6.31*	16.10± 2.73
MPA size(mm)	17.40± 4.89	17.05± 5.38	21.00± 3.46	19.25± 4.74

Values are the Mean±SD

* : p<0.05

Table 7. Relationship between the Grade of AVP & Hemodynamic Status

	AVP Grade	Outlet(%)	Inlet(%)	Total(%)
Without AR	0	44(58.7)	0(0)	44(48.9)
	I	19(25.3)	4(26.7)	23(25.6)
	II	10(13.3)	2(13.3)	12(13.3)
	III	2(2.7)	9(60.0)	11(12.2)
	Subtotal		75(100)	15(100)
with AR	0	0(0)	0(0)	0(0)
	I	1(20.0)	0(0)	1(5.6)
	II	3(60.0)	3(23.1)	6(33.3)
	III	1(20.0)	10(76.9)	11(61.1)
	Subtotal		5(100)	13(100)

Cochran-Mantel-Haenszel : Value=44.476, p=0.000

6. 대동맥 판막 탈출 및 대동맥 폐쇄부전 발생 요인에 대한 각 군 간의 평균 비교

대동맥 판막 탈출과 대동맥 폐쇄부전의 존재 유무에 따른 각 군간의 대상 환자들의 연령, 맥압, 심실중격결손의 크기, 폐동맥압 및 대동맥과 폐동맥 크기의 평균을 1요인 분산분석을 이용하여 비교분석하고, Tukey 검정을 이용하여 다중비교를 시행한 결과, 연령, 폐동맥압, 대동맥 크기의 평균이 대동맥 폐쇄부전만을 가진 3군에서 다른 군에 비해 통계학적으로 유의하게 높았다(p<0.05, Table 6).

7. 대동맥 판막 탈출의 정도와 혈류의 방향과의 관계

대상 환자 124명중 심도자 검사를 시행한 108명의 환자들중에서 대동맥 판막 탈출을 가진 64명의 환자

들을 그 정도에 따라 3군으로 분류하였을 때, Grade I이 24명(38%), Grade II가 18명(28%), Grade III가 22명(34%)이었으며, 혈류의 방향을 우심실의 유입로와 유출로로 나누었을 때, 유출로 방향이 80명으로 74%였고, 유입로 방향이 28명으로 26%였다(Table 7). 또한 통계학적으로 대동맥 폐쇄부전을 통제했을 때, 대동맥 판막 탈출이 심할 수록 혈류의 방향이 유입로로 향하는 경향을 보였다(p<0.05).

고 찰

심실중격결손증의 위치에 따른 분류중 폐동맥관하 심실중격결손증(subpulmonic VSD) 또는 제 1형 심실중격결손증(type I VSD)은 결손의 후상방 경계가 폐동맥 및 대동맥 판막으로 형성되어 있는 형태로⁶⁾, 자연폐쇄되는 경우가 드물고, 중격결손 부위로 대동맥

판막 탈출이 유발되고, 이차적으로 대동맥 폐쇄부전 및 심내막염의 발생 위험이 큰 것을 특징으로 한다. 전체 심실중격결손증에 대한 상대적 발생빈도는 서양인에서는 10% 내외로 보고되고 있는 반면⁸⁾, 동양인에서는 10-30% 내외의 빈도로 보고되고 있어 서양인에 비해 그 빈도가 높은 것으로 알려져 있다²⁾.

심실중격결손증에서 대동맥 판막 탈출과 대동맥 폐쇄부전이 동반되어 생기는 것은 1921년 Laubry 및 Pezzi¹⁾가 처음 보고한 이래 그 중요성이 강조되어 왔다. 이중 폐동맥판하 심실중격결손증에서 대동맥 판막 탈출이 발생하는 빈도는 44%⁹⁾, 60%⁴⁾, 66%¹⁰⁾ 등으로 보고자에 따라 다양하게 보고되고 있으며, 본 연구에서는 55%였다. 또한 폐동맥판하 결손에서 대동맥 폐쇄부전이 발생하는 빈도는 Becu 등¹¹⁾과 Goor 등⁸⁾은 8% 이내로, Tatsuno 등¹²⁾과 Anzai 등¹⁰⁾은 30% 정도로 보고하고 있으며, 호발되는 시기는 Nadas 등¹³⁾은 3세부터 8세, Goor 등⁸⁾은 2년 6개월부터 9세로 보고하고 있다. 본 연구에서도 폐동맥판하 결손에서 대동맥 폐쇄부전이 발생하는 빈도는 17%로 비슷한 양상을 나타내었다.

병인 기전은 판막의 해부학적인 결핍에 의한 것과, 판막 탈출을 유발하는 혈액학적 요인들로 설명하고 있다⁴⁾. 첫째, 해부학적 요인으로는 1968년 Van Praagh 및 McNamara¹⁴⁾가 대동맥 판막륜과 Valsalva공을 지지해주는 해부학적 구조의 결함이 심실중격결손을 통한 판막의 탈출과 상관관계를 가진다고 보고하였다. 즉 심실중격결손의 우측 상연과 우폐동맥판편 사이의 conal muscle이 결핍되면서, 대동맥판의 우관동맥판편(right coronary cusp)과 Valsalva공이 우심실강에 노출되어 주로 우관동맥판편의 탈출을 초래하게 된다¹⁵⁾. 반면 막양부 심실중격결손(perimembranous VSD)에서의 대동맥 판막 탈출은 crista supraventricularis 부위의 해부학적 결핍과 Valsalva공의 비정상적인 발달로 인해, 주로 무관동맥판편의 탈출을 초래하게 되는 것이 가장 큰 차이이다⁷⁾.

둘째, 대동맥 판막 탈출을 유발하는 혈액학적 요인으로는 수축기 초기에 심실중격결손을 통해 일어나는 좌우 단락이 먼저 대동맥 판막 탈출에 영향을 미치게 된다. 즉, 좌심실이 수축하는 초기에 대동맥 판막이 열리기 시작하면서, 소량의 혈류가 좌심실에서 심실중격결손을 통해 우심실로 단락이 생기게 되는데, 이때

해부학적으로 지지받지 못하고 있는 판막이 심실중격결손으로 처지게 된다. 결국 결손의 크기가 좁아지면서 결손을 통해 단락되는 혈류의 속도가 증가하게 되어 우심실강내로 대동맥 판막 탈출을 유도하게 되고, 이는 좌심실과 우심실의 압력차와 심실중격결손을 통한 Bernoulli의 원리에 따라 더욱 진행된다. 또한 이완기에는 대동맥내의 압력이 대동맥 판막의 세 판편을 밀게 되는데, 이때 우관동맥판편의 자유연이 우심실강내로 밀리면서 다른 두 판편들과 분리되고, 결국 대동맥 판막의 기능부전을 초래하게 되어 대동맥 폐쇄부전을 유발한다⁴⁾.

또한, 1964년 Nadas 등¹³⁾은 대동맥 폐쇄부전을 동반한 심실중격결손증의 경우 수축기 좌심실의 압력에 대한 폐동맥압의 비율이 0.5이하로 폐동맥판하 결손에서 폐동맥 고혈압이 문제가 되는 일은 아주 드물다고 보고하고 있다. 이는 우관동맥판편의 탈출이 유발되면서 심실중격결손을 일부 또는 전부 막아 좌우 단락의 양이 감소하고 폐동맥에 미치는 혈류하중이 감소하게 되기 때문이다⁷⁾. 본 연구에서도 대동맥 판막 탈출과 대동맥 폐쇄부전의 발생이 폐동맥압의 감소와 통계학적으로 유의한 관계가 있었다.

폐동맥판하 결손은 대부분 결손의 크기에 상관없이 수술을 필요로 하며, 근치수술후에도 대동맥 폐쇄부전의 잔존을 초래하여 그에 대한 수술 처치로 대동맥 판막 성형술이나 대동맥 판막 대체술이 필요한 경우도 있다^{5, 16-19)}. 이 때 그 수술의 적절한 시기 및 수술 방법에 대해 많은 보고가 있어 왔으나 아직도 논란이 많다^{20, 21)}. Chung 및 Manning²²⁾은 대동맥 판막이 비정상이라도 폐쇄부전이 발생하기 전까지는 수술이 필요없다고 하였고, Karpawich 등²³⁾은 심부전이 조절되지 않는 경우 이외에는 조기수술로 얻는 것이 없다고 하였다. 그러나 Tatsuno 등¹²⁾은 대동맥 판막 탈출이나 대동맥 폐쇄부전의 발생초기에는 폐동맥판하 결손의 단순 봉합만이 필요하나 시간이 경과할수록 심실중격결손의 교정시 대동맥 판막에 대한 수술적 처치가 적응증이 된다고 하였고, Dimich 등²⁴⁾도 폐동맥판하 결손의 경우 5세가 되기 전에 수술을 해주는 것이 좋다는 등 조기수술이 필요하다는 것이 일반적인 견해이다²⁵⁾. 본 연구에서도 환자의 연령이 높아질수록 대동맥 판막 탈출의 발생이 유발되면서, 혈류의 방향이 유출로를 향하고 중격결손을 막아 폐동맥압을 감소시키

지만, 결국은 대동맥 폐쇄부전을 유발시키는 것으로 미루어, 가능하면 이른 시기에 수술을 시행하는 것이 폐동맥관하 심실중격결손증 환자들의 예후의 향상을 가져올 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Laubry C, Pezzi C: *Traité des maladies congénitales du coeur. In Nadas AS, Thilenius OG, LaFarge CG, Hauck AJ: Ventricular septal defect with aortic regurgitation; Medical and pathologic aspects. Circulation 29:862-873, 1964*
- 2) 이영균, 양기민: 한국인의 심실중격결손증 제I형. 대한흉부외과학회지 13:418-421, 1980
- 3) Izuquierdo PF, Huerta GC: *Natural and modified history of isolated ventricular septal defect: A 17-year study. Pediatr Cardiol 13:193-197, 1992*
- 4) Tatsuno K, Konno S, Ando M, Sakakibara S: *Pathogenetic mechanisms of prolapsing aortic valve and aortic regurgitation associated with ventricular septal defect. Circulation 48:1028-1037, 1973*
- 5) Ishikawa S, Morishita Y, Sato Y, Yoshida I, Otaki A, Otani Y: *Frequency and operative correction of aortic insufficiency associated with ventricular septal defect. Ann Thorac Surg 57:996-998, 1994*
- 6) Soto B, Becker AE, Moulart AJ, Lie JT, Anderson RH: *Classification of ventricular septal defect. Br Heart J 43:332-343, 1980*
- 7) Menahem S, Johns JA, Torso SD, Goh TH, Venables AW: *Evaluation of aortic valve prolapse in ventricular septal defect. Br Heart J 56:242-249, 1986*
- 8) Goor DA, Lillehei CW, Rees R, Edwards JE: *Isolated ventricular septal defect: Developing basis for various types and presentation of classification. Chest 58:468-482, 1970*
- 9) Momma K, Toyama K, Takao A, Ando M, Nakazawa M, Hirosawa K, Imai Y: *Natural history of subarterial infundibular ventricular septal defect. Am Heart J 108:1312-1317, 1984*
- 10) Anzai T, Iijima T, Yoshida I, Sakata Y, Obayashi T, Ishikawa S: *The natural history and timing of the radical operation for subpulmonic ventricular septal defects. Jpn J Surg 21:487-493, 1991*
- 11) Becu LM, Fontana RS, Dushane JW, Kirklin JW, Burchell HB, Edwards JE: *Anatomic and pathologic studies in ventricular septal defect. Circulation 14:349-364, 1956*
- 12) Tatsuno K, Ando M, Takao A, Hatsune K, Konno S: *Diagnostic importance of aortography in conal ventricular septal defect. Am Heart J 89:171-177, 1975*
- 13) Nadas AS, Thilenius OG, LaFarge CG, Hauck AJ: *Ventricular septal defect with aortic regurgitation; Medical and pathologic aspects. Circulation 29:862-873, 1964*
- 14) Van Praagh R, McNamara JJ: *Anatomic types of ventricular septal defect with aortic insufficiency; Diagnostic and surgical considerations. Am Heart J 75:604-619, 1968*
- 15) Ueda T, Nishioka K, Mikawa H, Minami K, Konishi Y, Tatsuta N, Hikasa Y: *Echocardiographic evaluation of aortic cusp prolapse in children with ventricular septal defect. Jpn Circ J 47:1359-1367, 1983*
- 16) Hisatomi K, Kosuga K, Isomura T, Akagawa H, Ohishi K, Koga M: *Ventricular septal defect associated with aortic regurgitation. Ann Thorac Surg 43:363-367, 1987*
- 17) Kawashima Y, Danno M, Shimizu Y, Matsuda H, Miyamoto T: *Ventricular septal defect with associated aortic insufficiency; Anatomic classification and method of operation. Circulation 47:1057-1064, 1973*
- 18) Maurice PL, Lee BB, Ralph DS, Henry TB, James RZ: *Long-term follow-up after aortic valvuloplasty and defect closure in ventricular septal defect with aortic regurgitation. Am J Cardiol 60:890-894, 1987*
- 19) Spencer FC, Doyle EF, Danilowicz DA, Bahnson HT, Weldon CD: *Long term evaluation of aortic valvuloplasty for aortic valvuloplasty and ventricular septal defect. J Thorac Cardiovasc Surg 65:15-31, 1973*
- 20) Treasure RL, Hopeman AR, Jahnke EJ, Green DC, Czarnecki SW: *Ventricular septal defect with aortic insufficiency. Ann Thorac Surg 12:411-418, 1971*
- 21) Moreno-Cabral RJ, Mamiya RT, Nakamura FF, Brainard SC, McNamara JJ: *Ventricular septal defect and aortic insufficiency; Surgical treatment. J Thorac Cardiovasc Surg 73:358-365, 1977*
- 22) Chung KJ, Manning JA: *Ventricular septal defect associated with aortic insufficiency; Medical and surgical management. Am Heart J 87:435-438, 1974*

- 23) Karpawich PP, Duff DF, Mullins CE, Cooley DA, McNamara DG: *Ventricular septal defect with associated aortic valve insufficiency: Progression of insufficiency and operative results in young children. J Thorac Cardiovasc Surg* 82:182-189, 1981
- 24) Dimich I, Steinfeld L, Likwak RS, Park S, Silvers N: *Subpulmonic ventricular septal defect associated with aortic insufficiency. Am J Cardiol* 32:325-328, 1973
- 25) Rhodes LA, Keane JF, Keane JP, Fellows KE, Jonas RA, Castaneda AR, Nadas AS: *Long follow-up(to 43 years) of ventricular septal defect with audible aortic regurgitation. Am J Cardiol* 66:340-345, 1990

= Abstract =

Hemodynamic Status of Subpulmonic Ventricular Septal Defect in Relation to Morphologic Changes of Aortic Valve

Myung Hyun Sohn, M.D., Jae Young Choi, M.D., Jong Kyun Lee, M.D.
Jun Hee Sul, M.D., Sung Kyu Lee, M.D. and Bum Koo Cho, M.D.

Division of Pediatric Cardiology, Division of Cardiovascular Surgery Cardiovascular Center Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose : Subpulmonic ventricular septal defect is clinically important because the risks of aortic regurgitation and endocarditis are substantially increased. This study was conducted to evaluate the effect of hemodynamic changes induced by structural anomalies of aortic valve on the surgical outcome.

Methods : This clinical study was done by reviewing the medical records of 124 patients who were diagnosed and surgically managed at the Cardiovascular Center, Yonsei University, College of Medicine, from May 1991 to December 1994 were performed due to subpulmonic ventricular septal defect.

Results : The ages were between 4 months to 21 years 9 months(mean 4 years 10 months) and the sex ratio was 1.8:1 (male:female; 80:44). Patients were stratified according to the status of the aortic valves. Group 1 was comprised of those without aortic valve prolapse and aortic regurgitation, group 2 was comprised of those with only aortic valve prolapse, and group 3 had only aortic regurgitation, and group 4 had both conditions. The mean age, pulmonary arterial pressure, aortic diameter were statistically higher in group 3, those which only aortic regurgitation ($p < 0.05$).

On surgical exploration, aortic valve prolapse was found in 68(55%), and aortic regurgitation was found in 21(17%). Aortic valve prolapse was correlated with the increase in age($p < 0.05$), and the development of aortic valve prolapse and aortic regurgitation were statistically correlated with the decrease in pulmonary arterial pressure($p < 0.05$). When 108 patients were classified into 3 groups according to the degree of aortic valve prolapse and hemodynamic status around the inlet and outlet of right ventricle, higher the degree of aortic valve prolapse, the intraventricular flow was directed to inlet($p < 0.05$).

Conclusions : Untreated subpulmonic VSD will result in aortic regurgitation and valve prolapse, thus the surgical correction is beneficial, especially performed at early age. Therefore effort should be made to carefully evaluate all patients with VSD, and if subpulmonic VSD is discovered, immediate surgical correction is should be performed.

Key Words :

Subpulmonic ventricular septal defect, Aortic valve prolapse, Aortic regurgitation