

## 심실중격결손의 크기 측정에 있어서 술전검사의 의의

김 근\* · 장봉현\* · 이종태\* · 김규태\* · 이상범\*\*

—Abstract—

### Significance of the Preoperative Examinations in Predicting the Defect Size of Ventricular Septal Defect

Keun Kim, M.D.<sup>\*</sup>, Bong Hyun Chang, M.D.<sup>\*</sup>, Jong Tae Lee, M.D.<sup>\*</sup>,  
Kyu Tae Kim, M.D.<sup>\*</sup>, Sang Bum Lee, M.D.<sup>\*\*</sup>

We evaluated the correlation between the predicted defect size at preoperative examination and the actual defect size at operation room, by examining 69 cases of ventricular septal defect operated at the department of Thoracic and Cardiovascular surgery, Kyungpook University Hospital from January 1988 to December 1990. We excluded cases associated with other cardiac anomalies.

Of the 69 cases, 39 are male and 30 female, forming 1.3 : 1 sex ratio in males favor. Their age range from 6 months to 16 year, and 4.3 on the average. Their body weights are from 6 to 45kg and 15 on the average.

According to Soto's classification, perimembranous type constitutes 42 cases(61%), doubly committed subarterial type 23 cases(33%), and muscular type 4 cases(6%).

The average diameter of defect size is  $8.0 \pm 3.5$ mm measured in 2D-echocardiogram,  $5.6 \pm 3.4$ mm in angiogram, and  $7.4 \pm 4.4$ mm in operative field.

There is statistically significant correlation between the size from 2D-echocardiogram and actual defect size ( $p=0.001$ ), and no significant difference between the two.

Especially in the cases without aneurysmal formation, they are nearly the same.

Cardiothoracic ratio, pulmonary to systemic flow ratio, pressure ratio and resistance ratio also have statistically significant correlation.

Main pulmonary artery to descending aorta diameter ratio is correlated with the actual defect size. There is statistically significant correlation between the size from angiogram and actual defect size with some difference.

\*경북대학교 의과대학 흉부외과학교실

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

\*\*경북대학교 의과대학 소아과학교실

\*\*Department of Pediatrics, College of Medicine, Kyungpook National University

## 서 론

심실중격결손은 심실중격에 국소화된 개구부를 한 개 또는 여러개를 가지는 가장 흔한 선천성 심장질환으로서 전체 선천성 심장질환의 20-30%를 차지하며, 다른 복잡 심장질환에 동반된 경우를 합하면 50%에 달한다<sup>1-3)</sup>.

심실중격결손의 임상경과는 다양하며, 환자의 연령, 결손부의 크기, 좌우 단락의 정도, 그리고 폐혈관질환의 정도 등에 의해 결정된다<sup>4)</sup>.

이중 결손의 크기는 매우 다양하며, 보통 대형, 중등도, 소형의 크기로 나누는데 심초음파, 심도자 및 심혈관 조영등의 검사로 술전에 그 크기를 예측할 수 있다.

저자들은 심실중격결손에서 결손의 크기를 예측하는데 이용되고 있는 상기한 술전 검사의 검사치들과 수술장에서 측정된 결손의 실제 크기와의 상관관계를 비교 분석하고자 한다.

## 대상 및 방법

1988년 1월부터 1990년 12월까지 경북대학교병원 흉부외과에서 개심수술을 받은 15세 이하의 환자들중 다른 심장기형을 동반하지 않은 심실중격결손 69례를 대상으로 하였다.

심실중격결손의 크기를 술전에 알아보기 위해 시행한 검사들중 흉부 X-선 촬영소견은 흉부 X-선 후전방 영상에서 심흉곽비를 구하여 이용했으며, 심초음파 검사는 MERIDIAN 심초음파기를 이용하여 한 사람의 소아심장 전문의에 의해 결손의 크기를 측정된 자료를 이용하였다. 심도자검사에 의한 검사치들은 폐, 재현류량비(Qp/Qs), 압력비(Pp/Ps) 및 저항비(Rp/Rs)를 비교 자료로 삼았다. 심혈관 조영상에서 혈관의 크기측정은 수축기의 직경을 측정하되, 상행대동맥은 우폐동맥과 교행하는 부위에서, 하행대동맥은 횡격막 직상부에서, 그리고 폐동맥은 주폐동맥의 최대직경을 측정하였다. 그리고 주폐동맥 직경의 상행대동맥 직경에 대한 비율(DMPA/DAAO), 하행대동맥 직경에 대한 비율(DMPA/DDAO)를 구하여 비교 자료로 이용하였다. 심혈관 조영상에서 심실중격결손의 크기를 측정할 때에 막양부형(Perimembranous type)은

주로 LAO(60°) view에서, 이중연관 동맥하형(Doubly committed subarterial type)은 주로 RAO(30°) view에서 측정하였는데, 화면상의 확대비율(1.4)로 제하여 얻어지는 값을 결손크기의 측정값으로 삼았다.

그러나 심혈관 조영상에 의한 결손크기 측정시에 11례에서는 심실중격결손의 크기를 측정할 수 없었는데 이들은 막양부형이 9례, 이중연관 동맥하형이 2례였었다.

검사치 결과의 통계적 처리는 SPSS/PC+통계 프로그램을 사용하여 P<0.05 일때 유의한 상관관계가 있는 것으로 판정하였다.

근육부형(Muscular type)은 4례 뿐이어서 통계처리에서 제외시켰다.

## 결 과

대상환자의 수술시 연령 분포는 6개월에서 16세까지며, 평균연령은 4.3세였다. 1세부터 3세까지의 환자가 46%로 가장 많았다. 남자의 평균연령은 4.7세였고, 여자의 연령은 3.9세였다. 대상환자중 남자가 39례, 여자가 30례로 남녀비는 1.3:1로 남자가 많았다(표 1).

Table 1. Age and sex distribution.

Age(year)	Male	Female	Total(%)
< 1	3	5	8( 12)
1- 3	17	15	32( 46)
4- 7	12	6	18( 26)
8-13	5	4	9( 13)
>13	2	0	2( 3)
Total	39	30	69(100)

환자의 체중은 최소 6Kg에서 최고 45Kg 이었는데, 평균체중은 15.9Kg이었다.

심실중격결손의 위치는 Soto<sup>5)</sup>에 의한 분류법에 따랐는데, 막양부형이 42례로 가장 많았으며, 이중연관 동맥하형이 23례, 그리고 근육부형이 4례였다(표 2).

수술장에서 측정된 심실중격결손의 크기는 전체 평균값으로는 7.4±4.4mm였다. 그리고 전체 69례중 16례에서 중격류 형성을 보였으며, 막양부형에서 7례, 이중연관 동맥하형에서 9례가 있었다.

단순 흉부-X선상의 심흉곽비와 수술장에서 측정된 심실중격결손의 크기를 실측한 값 사이에는 유의한 상

**Table 2.** Anatomic location of ventricular septal defect.

Type	No. of cases(%)
Perimembranous	42(61%)
Doubly committed subarterial	23(33%)
Muscular	4( 6%)
Total	69( 100 )

관관계가 있었다( $P=0.001$ ). 심실중격결손의 결손형별에 따른 상관관계를 보면, 막양부형에서 유의한 상관관계가 있었으나 이중연관 동맥하형에서는 유의한 상관관계가 없었다(표 3).

**Table 3.** Relationship between VSD size and cardiothoracic ratio.

	r	p
Overall	0.353	0.001
Perimembranous	0.522	0.001
Doubly committed subarterial	0.185	0.120

p : probability

r : correlation coefficient

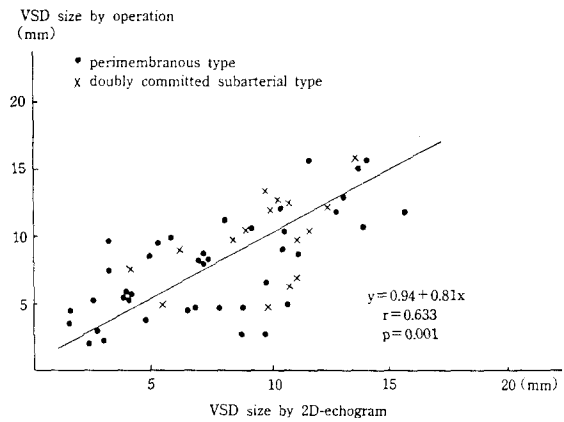
69례 전례에서 심실중격결손 크기에 대한 심초음파상의 측정치와 수술장에서의 실측치 사이에는 유의한 상관관계가 있었으며( $P=0.001$ )(표 4)(도 1), 두 값의 일치도 비교에 있어서도 높은 일치율을 보였다( $P=0.195$ ). 막양부형에서 더욱 일치하는 값을 보였고, 특히 중격류 형성이 없는 경우 거의 일치하는 값을 보였다( $P=0.001$ )(도 2). 그리고 회귀방정식을 구한 결과 다음의 식을 도출하였다.

심실중격결손의 실제 크기 =  $0.942 + 0.813 \times$  심초음파 측정 결손의 크기

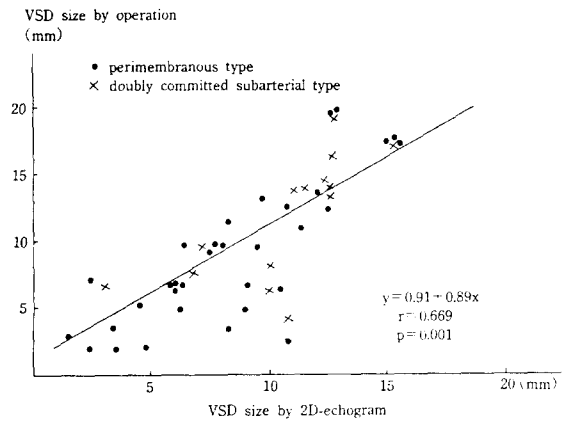
심초음파상 결손의 평균지름은  $8.0 \pm 3.5$ mm였다.

**Table 4.** Relationship between VSD sizes measured by 2D-echogram and by operation.

	r	p
Overall	0.633	0.001
Perimembranous	0.694	0.001
Doubly committed subarterial	0.534	0.008
Aneurysm (+)	0.545	0.029
(-)	0.669	0.001



**Fig. 1.** Relationship between VSD sizes measured of 2D-echogram and by operation.



**Fig. 2.** Relationship between VSD sizes measured of 2D-echogram and by operation in cases without aneurysmal formation.

심도자 소견과 결손의 실제크기간의 상관관계를 조사하였을 때,  $P_p/P_s$ 와  $Q_p/Q_s$ 는 통계적으로 상관관계의 유의성이 높았으나  $R_p/R_s$ 는 유의성이 낮았다. 그리고 결손형별에 따른 상관관계의 차이를 보면, 막양부형에서는 상관관계의 유의성을 보여주었으나 이중연관 동맥하형에서는 유의한 상관관계가 없었다(표 5).

심혈관 조영상 측정된 결손의 크기의 평균지름은  $5.6 \pm 3.4$ mm였다. 상행대동맥, 하행대동맥 및 폐동맥의 크기를 측정하여 그 비와 결손의 실제 크기를 비교해 보았다.

DMPA/DAAO와 결손의 크기 사이에는 유의한 상관관계가 없었으나 DMPA/DDAO 결손의 크기 사이

**Table 5.** Relationship between VSD size and Qp/Qs, Pp/Ps and Rp/Rs.

	Overall	Perimembranous	Doubly committed subarterial
Qp/Qs	r=0.415 p=0.001	r=0.562 p=0.001	r=0.054 p=0.406
Pp/Ps	r=0.565 p=0.001	r=0.637 p=0.001	r=0.425 p=0.055
Rp/Rs	r=0.024 p=0.030	r=0.357 p=0.024	r=0.201 p=0.383

Qp/Qs ; pulmonary to systemic flow ratio

Pp/Ps ; pulmonary to systemic pressure ratio

Rp/Rs ; pulmonary to systemic resistance ratio

**Table 6.** Relationship between VSD size and DMPA/DAAO and DMPA/DDAO.

	Overall	Perimembranous	Doubly committed subarterial
DMPA/MAAO	r=0.180 p=0.142	r=0.270 p=0.090	r=0.042 p=0.849
DMPA/DDAO	r=0.369 p=0.002	r=0.463 p=0.002	r=0.183 p=0.404

DMPA/MAAO ; main pulmonary artery to ascending aorta diameter ratio

DMPA/DDAO ; main pulmonary artery to descending aorta diameter ratio

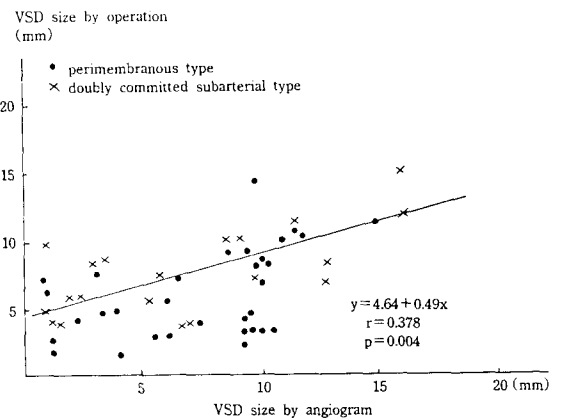
에는 상관관계가 있었다(표 6). 결손의 크기에 대한 심혈관 조영상 측정치와 실측치 사이에는 유의한 상관관계가 있었다. 특히 이중연관 동맥하형이 막양부형에 비해 높은 상관관계를 보였으며, 중격류 형성이 없는 경우에서 더 높은 상관관계를 보였다. 그러나 측정치와 실측치간의 일치도 비교에 있어서는 일치율이 심초음파 검사에 비하여 낮았다(P=0.007)(표 7)(도 3).

**Table 7.** Relationship between VSD sizes measured by angiogram and by operation.

	r	p
Overall	0.378	0.004
Perimembranous	0.332	0.059
Doubly committed subarterial	0.483	0.026
Aneurysm (+)	0.006	0.985
(-)	0.403	0.006

## 고 찰

심실중격결손은 가장 흔한 선천성 심장질환이며, 신생아 1,000명당 1명 비율로 발생하며 모든 선천성 심



**Fig. 3.** Relationship between VSD sizes measured of angiogram and by operation.

질환의 25%를 차지한다<sup>6)</sup>.

심실중격결손의 해부학적인 분류법으로는 Kirklin<sup>7)</sup>, Soto, Goor<sup>8)</sup> 등이 있는데 Soto 분류법에 따를 경우 막양부형이 70%를 차지하여 가장 높은 빈도를 나타내고, 이중연관 동맥하형이 그 다음 빈도를 보이지만, 백인에서는 10% 내외인데 비해 동양인에서는 10-30%의 높은 빈도를 나타낸다<sup>9-10)</sup>. 저자의 경우에서도

Soto의 분류법을 따랐는데 막양부형이 61%를 차지하여 가장 많은 빈도를 보였고, 이중연관 동맥하형이 33%, 근육부형이 6%로서 이중연관 동맥하형의 발생 빈도가 백인에 비하여 현저하게 높았다.

심실중격결손의 자연경과는 결손의 크기, 환자의 연령, 결손의 위치, 좌우단락의 정도, 폐혈관 질환의 정도 등에 의해서 결정되는데<sup>11-12)</sup>, 자연폐쇄되는 경우에서부터 폐혈관증에 속발하는 심한 폐동맥 고혈압을 유발하는 경우에 이르기까지 다양하다.

이중 결손의 크기가 폐순환계에 많은 영향을 미치므로 해부학적 크기와 혈류역학적 수치의 관계가 여러 학자들의 관심사였다.

심실중격결손의 크기는 통상 대형, 중등도 및 소형으로 구분하는데 대형은 그 크기가 체표면적 1m<sup>2</sup>당 1cm, 또는 그 직경이 대동맥 판막륜의 직경의 1/2 또는 그 이상의 것을 말하고, 소형은 대동맥 판막륜의 직경의 1/3이하이거나 또는 체표 면적 1m<sup>2</sup>당 1cm 이하를 말하며, 중등도라 하는 것은 이 양자간의 중간소속을 지칭한다<sup>13)</sup>.

소형 결손군은 폐, 체 저항비가 0.33이하로 폐혈관 저항이 낮고, 좌우 단락량도 적다. 대형 결손군에 있어서는 폐, 체 혈류량비, 압력비 및 폐동맥의 수축기압이 높으나 이들 수치의 변화는 대형 결손군내에서는 결손의 크기와는 관계없이 변화하여 결손의 크기외에 다른 요인이 관계하는 것 같다<sup>14)</sup>.

심실중격결손의 수술은 결손의 크기, 위치, 좌우단락량, 폐혈관 저항 정도에 따라 결정하는데 심실중격결손이 작고, 좌우단락량(Qp/Qs=1.5이하)도 경미하고 폐동맥압도 정상이며, 무증상일 경우 수술을 권하지 않는 것이 보통이며 결손이 자연폐쇄될 가능성도 매우 높다<sup>15-16)</sup>. 즉 Keith, Hoffman 등은 연속적인 심도자술을 시행하여 결손의 크기가 작은 심실중격결손의 약 30%에서 생후 7년내에 자연폐쇄가 일어남을 입증하였고, Alpert<sup>17)</sup> 등은 결손의 크기가 작은 경우의 자연폐쇄율은 실제로 50-60% 정도로 매우 높을 것이라고 추정하였다.

대형 결손일 경우 수술시기는 환자의 임상증상, 폐동맥 저항 정도에 의해 결정되는데 내과적 치료에 반응하지 않는 심한 심부전, 반복되는 호흡기감염, 성장장애, 심한 폐동맥 고혈압이 있는 경우 조기에 수술을 시행한다. 그렇지 않은 경우 1-2세 사이에 수술을 시행한다.

수술후 사망율은 결손의 크기, 모양, 수술전 폐동맥 고혈압의 유무 및 정도, 환자의 연령, 동반기형의 유무 및 종류등에 따라 차이가 있다<sup>18)</sup>.

이와 같이 수술전 결손의 크기를 아는 것은 중요한 의미가 있으며, 결손의 크기를 예측할 수 있는 술전검사치들과 실측치사이의 상관관계를 밝히는 것도 매우 의의가 있다. 저자들은 술전검사치들 즉, 흉부 X-선 후전방영상에서의 심흉좌비, 심초음파상 측정치, 심도자검사치, 심혈관조영상 측정치 및 폐동맥과 상행대동맥의 직경비와 폐동맥과 하행대동맥의 직경비를 이용하여 수술상에서 측정한 결손부의 실제 크기와의 상관관계를 결손형별 및 중격류형성의 유무에 따라 알아보고자 하였다.

심혈관조영상 심실중격결손의 진단은 막양부형인 경우 long axial oblique view, 근육부형인 경우 four chamber view 또는 long axial oblique view 그리고 이중연관 동맥하형인 경우 elongated right anterior oblique view가 가장 좋다<sup>19)</sup>.

심초음파검사는 심실중격결손의 비혈관적인 진단에 매우 유용하게 이용되며, 결손의 위치와 크기가 진단률에 영향을 미친다. 위치로는 막양부형, 이중연관 동맥하형, 그리고 근육부형의 순서로 진단률이 높는데, 막양부형에서는 95%의 정확도를 나타낸다<sup>20-22)</sup>. 또한 중격류가 형성된 경우 87-100% 중격류를 발견할 수 있다<sup>23)</sup>. 심초음파 검사는 진단 뿐만아니라 크기를 측정하는데도 유용하게 이용되어진다. 그러나 실제크기와 심초음파상 측정크기와의 상관관계는 아직도 알려지지 않고 있다. 물론 생체내에서는 심장의 박동주기에 따라 결손의 크기가 변하기 때문에<sup>24)</sup> 박동하는 심장에서 측정된 심초음파상 크기와 체외순환하에서 정지된 심장에서 측정된 크기와는 어느 정도의 오차가 있으리라 추측된다. Zoe Kecioglu-Draeos 등의 심장 유사모델을 이용한 실험보고에서는 심초음파상 측정크기가 항상 실제크기보다 작았으며, 여러가지 물리학적 요인으로 인해 어느 정도의 오차가 생기며, 초음파기기 종류에 따라 그 정확도가 달라진다고 보고하였다<sup>25)</sup>.

본 연구에서는 중격류 형성이 없는 경우 심초음파상 측정치와 실측치 사이에는 거의 일치하는 값을 보였고 회귀방정식을 구한 결과 다음의 식을 도출할 수 있었다.

$$\text{심실중격결손부의 실제크기} = 0.942 + 0.813 \times \text{심초음}$$

파측정 심실결손부의 크기

따라서 심초음파 검사상에서 심실중격결손의 크기를 계속하여 얻어진 측정치를 위의 방정식에 대입함으로써 수술장에서 알 수 있는 실제 크기를 거의 정확하게 술전에 예측할 수 있을 것으로 판단된다.

결론적으로 심초음파상 측정치로 심실중격결손의 크기를 비교적 정확하게 예측할 수 있으며, 그의 실제 크기와 유의한 상관관계에 있는 Qp/Qs와 Pp/Ps 및 Rp/Rs 그리고 심흉곽비, 폐동맥과 하행대동맥의 직경비등을 이용 보완하면, 환자의 자연경과 및 수술시행 여부 그리고 수술후 사망율을 예측하는데 매우 도움이 되리라 생각된다.

## 요 약

경북대학교병원 흉부외과에서 1988년 1월부터 1990년 12월까지 수술을 시행받은 심실중격결손 201례 중에서 다른 심기형을 동반하지 않은 69례의 환아를 대상으로 결손의 크기를 예측하는데 기여할 수 있는 술전검사치들과 수술장에서 측정된 결손의 실제크기와 상관관계를 비교하였다.

남여의 비는 1.3 : 1이었고, 연령분포는 6개월에서 16세까지며, 평균연령은 4.3세였다. 체중은 6Kg에서 45Kg까지며, 평균은 15.9Kg이었다. 막양부형(Perimembranous type, Type I)은 42례(61%), 이중연관 동맥하형(Doubly committed subarterial type, Type II)은 23례(33%), 근육부형(Muscular type)은 4례(6%)였다. 그리고 16례(23%)에서 중격류형성을 보였다. 결손부의 평균지름은 심초음파 검사상  $8.0 \pm 3.5\text{mm}$ , 심혈관촬영상  $5.6 \pm 3.4\text{mm}$ 였고, 수술장에서의 실측치는  $7.4 \pm 4.4\text{mm}$ 였다.

결손의 크기에 대한 심초음파상 측정치와 수술장에서의 실측치사이에는 매우 유의한 상관관계를 가지면서( $P=0.001$ ) 두 값의 일치도 비교에 있어서도 일치율이 매우 높았다( $P=0.195$ ). 특히 중격류형성이 없는 경우 거의 일치하는 값을 보였다( $P=0.001$ ). 심초음파상 측정치와 실측치 사이에 회귀방정식을 구한 결과 다음의 식을 도출하였다.

심실중격결손부의 실제크기 =  $0.942 + 0.813 \times$  심초음파측정 심실결손부의 크기

폐, 체 혈류량비(Qp/Qs)와 압력비(Pp/Ps) 및 저항비(Rp/Rs)는 막양부 결손에서는 결손의 크기와

유의한 상관관계를 가졌으나(각  $P=0.001$ ,  $P=0.001$ ,  $P=0.024$ ) 이중연관 동맥하 결손에서는 유의한 상관관계가 없었다(각  $P=0.406$ ,  $P=0.055$ ,  $P=0.383$ ).

심흉곽비와 결손의 크기도 유의한 상관관계를 가졌다( $P=0.001$ ).

결손의 크기에 대한 심혈관조영상 측정치와 실측치 사이에는 상관관계는 있었으나( $P=0.004$ ), 두 값의 일치도 비교에 있어서는 심초음파 검사 성적에 비해 일치율이 훨씬 떨어졌다( $P=0.007$ ). 특히 중격류형성이 있을 경우 그 차이는 더욱 심했다( $P=0.001$ ).

폐동맥과 상행대동맥의 직경비와 결손의 크기 사이에는 유의한 상관관계가 없었으나( $P=0.142$ ), 폐동맥과 하행대동맥의 직경비와 결손의 크기 사이에는 상관관계가 있었다( $P=0.002$ ).

## REFERENCES

1. Hoffman JIE : VSD indication for therapy in infants, *Pediatric clinic N. America*, 18 : 31, 1971.
2. Keith JD : VSD incidence, mortality, and morbidity in various age groups, *Br. Heart J*, 33 : 31, 1971.
3. Hoffman JIE, Rudolph AM : The natural history of ventricular septal defects in infancy, *Am. J. cardiology*, 16 : 634, 1965.
4. Sutherland GR, Goodman MJ, Keeton BR, Shore DF, Bain HH, Hunter S. : Natural history of perimembranous ventricular septal defects ; a prospective echocardiographic hemodynamic correlative study, *Br. Great J*, 51 : 682, 1984.
5. Soto B, Becker AE, Moulart AJ, Lie T, Anderson AH : Classification of ventricular septal defect, *Br. Heart J*, 43 : 332-343, 1980.
6. Keith JD : Ventricular septal defect, In Keith, J. D., Rowe, R.D. and Vlad P.(eds) : *Heart disease in Infance and childhood*, New York, Macmillan (1978). p. 320.
7. Kirklin JW, Harshbarger HG, Donald DE, Edwards JE : Surgical correlation of ventricular septal defect ; anatomic and technical consideration, *J. Thorac. Surg.*, 33 : 45-59, 1957.
8. Goor DA, Lillehi CW, et al : Isolated ventricular septal defects, *Chest*, 58 : 468, 1970.
9. Lee YK : Type I VSD in Korean patients, *Kor. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 13 : 418, 1980.

10. Cho DY : *VSD with aortic insufficiency*, *Kor. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 12: 50, 1979.
11. Pierre corone, Francoise Doyon, Serge Goudau, Francoise Guerin, Pierre Verran, Henri Ducam, Claudi Rumeau Rouquette, Patriciam Gaudeul : *The natural history of ventricular septal defect - A study involving 790 cases*, *Circulation*, Vol. 55 No. 6 Jun, 1977.
12. 이홍재 : 선천성 심질환의 자연경과, 대한의학협회지, 27 : 401-406, 1984.
13. Gasul BM : *Ventricular septal defect*. In Gasul, M., Arcilla, R.A. and Lev, M.(eds) : *Heart disease in childer. Ch. 11, Philadelphia, Toronto, JB Lippincott(1966). p. 229.*
14. Lucas RV : *The natural history of isolated VSD : A serial physiologic study*, *Circulation*, 24 : 1372, 1961.
15. Moss AJ, Adams FH, Emmanouilides GC : *Heart disease in Infants, Children and Adolescents. 2nd ed., The Williams and Wilkins Co., 197. pp. 140-160.*
16. Ash R. : *Natural history of ventricular septal defect in childhood lesion with predominant arteriovenous shunt*, *J. Pediatrics*, 64 : 45, 1964.
17. Alpert BS, Mellits E, Rowe RD : *Spontaneous closure of small ventricular septal defect*, *Am. J. Dis. Child*, 125 : 194, 1973.
18. James KK, Aldo RC, John FK, Fellows and William IN : *Surgical management of multiple ventricular septal defects*, *The J. of thoracic and Cardiovasc. Surg.*, Vol. 80 No. 4 Oct 1980.
19. Santamario H., Soto B., Ceballos R., Bargerón LM Jr., Coghlan Hc Kirklin JW : *Angiographic differentiation of types of ventricular septal defect*, *Am. J. Radiol.*, 141 : 273-281, 1983.
20. Sutherland GR, Godman MJ, Smallhorn JF, Guiterras P., Anderson R.H., Hunter S. : *Ventricular septal defects. Two dimensional echocardiographic and morphological correlations*, *Br. Heart J.*, 47 : 316, 1982.
21. Capelli H., Adrade JL, Somerville J. : *Classification of the site of ventricular septal defect by Two dimensional echocardiography*, *Am. J. Cardiol.*, 51 : 1474, 1983.
22. Cheatham JP, Latson LA, Gutgesell HP : *Ventricular septal defect in infancy; detection with two dimensional echocardiography*, *Am. J. Cardiol.*, 47 : 85, 1981.
23. Canale JM, Sahn DJ, Valdes-Cruz LM, Allen HD, Goldberg SJ, Ovitt TW : *Accuracy of two dimensional echocardiography in detection of aneurysm of the ventricular septum*, *Am. Heart J.*, 10 : 129, 1982.
24. Canale JM, Sahn DJ, Allen HD, Goldberg SH : *Factors affecting real-time cross-sectional echocardiographic imaging of ventricular septal defects*, *Circulation*, 63 : 689, 1981.
25. Kececioglu-Draeos Z., Gordberg SJ, Sahn DJ : *How accurate is the ultrasonic estimation of ventricular septal defect size? Pediatr. Cardiol.*, 3 : 195, 1982.