

## 심실중격결손증환자에서 이면성 Doppler 심초음파도와 심도자로 측정한 폐혈류량, 체혈류량 및 폐혈류량과 체혈류량 비율의 비교에 대한 연구\*

이화여자대학교 의과대학 내과학교실

신 길 자 · 이 우 형

이화여자대학교 의과대학 흉부외과

김 광 호 · 박 영 식

= Abstract =

**A Measurement of Pulmonary Flow, Systemic Flow and the Ratio of  
Pulmonary Flow and Systemic Flow by 2D-Doppler Echocardiography  
in Ventricular Septal Defect**

— A Comparison Study with the Fick's Method by Cardiac Catheterization —

Gil Ja Shin, M.D., Woo Hyung Lee, M.D.,

*Department of Internal Medicine, College of Medicine, Ewha Woman's University*

Kwang Ho Kim, M.D.\* and Young Sik Park, M.D.\*

*\* Department of Chest Surgery, College of Medicine, Ewha Woman's University*

In order to evaluate the efficacy of 2D-Doppler echocardiography for the measurement of pulmonary flow( $Q_p$ ), systemic flow( $Q_s$ ), the ratio of pulmonary flow and systemic flow and systemic flow( $Q_p/Q_s$ ), 19 membranous ventricular septal defect patients were examined in the period from July, 1986 to October, 1987 at Ewha Woman's university hospital.

The measurement of  $Q_p$ ,  $Q_s$ ,  $Q_p/Q_s$  by 2D-Doppler echocardiography were compared with the results by the Fick's method of cardiac catheterization. The following results were obtained.

1) The total of the 19 patients consisted of 15 males and 4 females. The mean age of the patients was 8.2 years.

2) It was found that the Ficks's method and 2D-Doppler measurements of  $Q_p$  ( $n=19$ ,  $r=0.67$ ),  $Q_s$  ( $n=19$ ,  $r=0.88$ ), and  $Q_p/Q_s$  ratio ( $n=19$ ,  $r=0.62$ ) were highly correlated ( $p<0.01$ ).

3) It is understood that the measurement of  $Q_p$ ,  $Q_s$ ,  $Q_p/Q_s$  ratio by 2D-Doppler echocardiography were quite useful to the noninvasive diagnosis of ventricular septal defect.

**KEY. WORDS :** Ventricular septal defect · Doppler echocardiography.

---

\* 본 논문의 요지는 제 31 차 대한 순환기학회 석상에서 발표하였음.

## 서 론

Doppler심초음파는 이면성 심초음파와 함께 심장질환의 비관혈적인 진단방법으로서 가치가 크다. 뿐만 아니라 환자의 혈역학적 상태까지 파악할 수 있어 수술의 적응 여부 및 치료효과의 판정에 매우 유용하다.

좌우단락이 있는 경우 비관혈적인 이면성 심초음파와 Doppler초음파로 좌우단락의 량을 측정하는 방법이 널리 이용되고 있다.

저자들은 이면성 Doppler심초음파를 이용하여 폐혈류( $Q_p$ ), 체혈류( $Q_s$ ), 폐혈류량과 체혈류량의 비( $Q_p/Q_s$ )를 측정하여, 심도자시 Fick방법으로 측정한 혈류와 비교하여 그 유용성을 검토하여 다음과 같은 성적을 얻었기에 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

연구대상은 1986년 7월부터 1987년 10월까지 이화여자대학교 의과대학 부속병원 내과 및 흉부외과에 입원한 단순한 membranous portion의 심실중격결손증환자 19명으로 남자가 15예, 여자가 4예였고, 평균연령은 8.2세였다(Table 1).

### 2. 방 법

#### 1) 이면성 심초음파검사

미국 Hewlett Packard사의 기계로 3.5MHZ와 5.0 MHZ의 변환기를 이용하여 흉골연단축 단면도에서 수축기시의 폐동맥 내경을 구하였고(Fig. 1), 흉골연장축 단면도에서 수축기시에 대동맥판막에서 상방

Table 1. Age and sex distribution of the 19 patients

Age	Sex		Total
	Male	Female	
0~4	5	2	7
5~9	4	0	4
10~14	3	2	5
15~19	2	0	2
20~24	1	0	1
Total	15	4	19

2cm부위에서 대동맥 내경을 구하였으며(Fig. 2), 각각 3회 측정하여 평균치를 취하였다.

#### 2) Doppler 심초음파검사

간헐파형 Doppler심초음파로 3.5MHZ와 5.0 MHZ의 변환기를 이용하였다. 대동맥의 혈류 측정은 흉상절흔에서(Fig. 3), 폐동맥의 혈류측정은 흉골단축 단면도에서 Doppler선을 대동맥 및 폐동맥의 장축에 대하여 가급적 평행하게 하여 sample volume을 놓고 혈류속도와 크기를 측정하였으며(Fig. 4), 역시 3회 연속측정하여 평균치를 산출하였고, 기계에 부착된 컴퓨터를 이용하여 혈류량을 산출하였다.

#### 3) 심도자검사

Doppler심초음파를 시행한 후 1일이내에 심도자검사를 하여 Fick방법에 의하여  $Q_p$ ,  $Q_s$  및  $Q_p/Q_s$ 를

Table 2. Doppler echocardiographic and cardiac catheterization findings of  $Q_p$ ,  $Q_s$  and  $Q_p/Q_s$  ratio

No.	Doppler			Fick's method		
	$Q_p$	$Q_s$	$Q_p/Q_s$	$Q_p$	$Q_s$	$Q_p/Q_s$
1	6.04	3.76	1.60	7.47	3.18	2.35
2	6.73	5.27	1.27	5.00	4.27	1.17
3	7.60	3.05	2.49	7.61	4.73	1.61
4	5.12	2.83	1.80	5.85	3.34	1.75
5	14.50	6.55	2.23	8.56	6.20	1.38
6	6.71	2.40	2.79	8.96	4.17	2.15
7	9.14	4.38	2.08	7.59	3.95	1.92
8	8.50	8.26	1.02	8.68	8.19	1.06
9	3.67	2.62	1.40	3.94	1.67	2.36
10	4.92	2.73	1.80	4.34	2.86	1.52
11	6.52	5.70	1.14	11.15	9.62	1.16
12	3.99	2.88	1.38	7.49	4.93	1.52
13	4.56	2.42	1.88	5.19	2.90	1.79
14	4.29	2.00	2.14	5.52	1.35	4.09
15	5.04	4.20	1.20	3.80	3.80	1.00
16	4.40	4.67	0.94	4.68	4.50	1.04
17	8.23	4.36	1.88	6.52	3.48	1.87
18	4.16	3.66	1.13	3.00	2.95	1.02
19	12.10	4.50	2.68	13.72	4.59	2.99
Mean	6.64	4.01	1.70	6.79	4.24	1.78
S.D.	2.89	1.70	0.51	2.74	2.10	0.78

산출하였다.

#### 4) 통계처리

Doppler심초음파와 Fick 방법에 의한  $Q_p$ ,  $Q_s$ ,  $Q_p/Q_s$ 로부터 회귀방정식을 유도하여 상관계수를 산출하였고, 양군간의 비교는 T검정법으로 p value를 구하여 통계학적 유의성을 검정하였다.

### 성 적

#### 1) 환자의 성별 및 연령분포

총 19예의 심실중격결손증 환자중 남자가 15예, 여자가 4예였고, 연령은 1세부터 23세로 평균연령은 8.2세였다.

#### 2) Doppler심초음파와 Fick 방법으로 산출한 결과

Doppler심초음파의 Fick방법으로 산출한  $Q_p$ ,  $Q_s$

및  $Q_p/Q_s$ 는 Table 2와 같다.

#### 3) $Q_p$

Doppler 심초음파와 Fick방법으로 산출된  $Q_p$ 는 각각  $6.64 \pm 2.89 \ell / \text{min} / \text{m}^2$ ,  $6.79 \pm 2.75 \ell / \text{min} / \text{m}^2$ 로 양군간의 상관계수는 0.67로써 유의한 상관관계가 있었다( $p < 0.01$ )(Fig. 5).

#### 4) $Q_s$

Doppler심초음파와 Fick방법으로 산출된  $Q_s$ 는 각각  $4.01 \pm 1.70 \ell / \text{min} / \text{m}^2$ ,  $4.24 \pm 2.10 \ell / \text{min} / \text{m}^2$ 로 양군간의 상관계수는 0.88로써 유의한 상관관계가 있었다( $p < 0.01$ )(Fig. 6).

#### 5) $Q_p/Q_s$

Doppler 심초음파와 Fick방법으로 산출된  $Q_p/Q_s$ 는  $1.70 \pm 0.51$ ,  $1.78 \pm 0.78$ 로 양군간의 상관계수는 0.62로써 유의한 상관관계가 있었다( $p < 0.01$ )(Fig. 7).

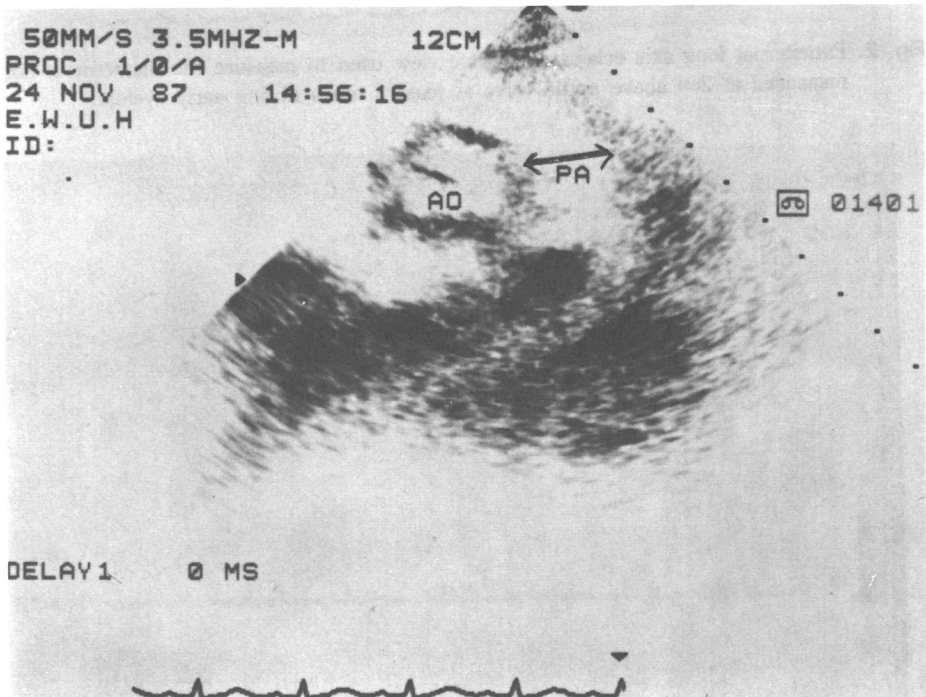


Fig. 1. Parasternal short axis view used to measure the diameter of pulmonary artery. We measured at 2cm above pulmonic valve at least 3 times during early systole.

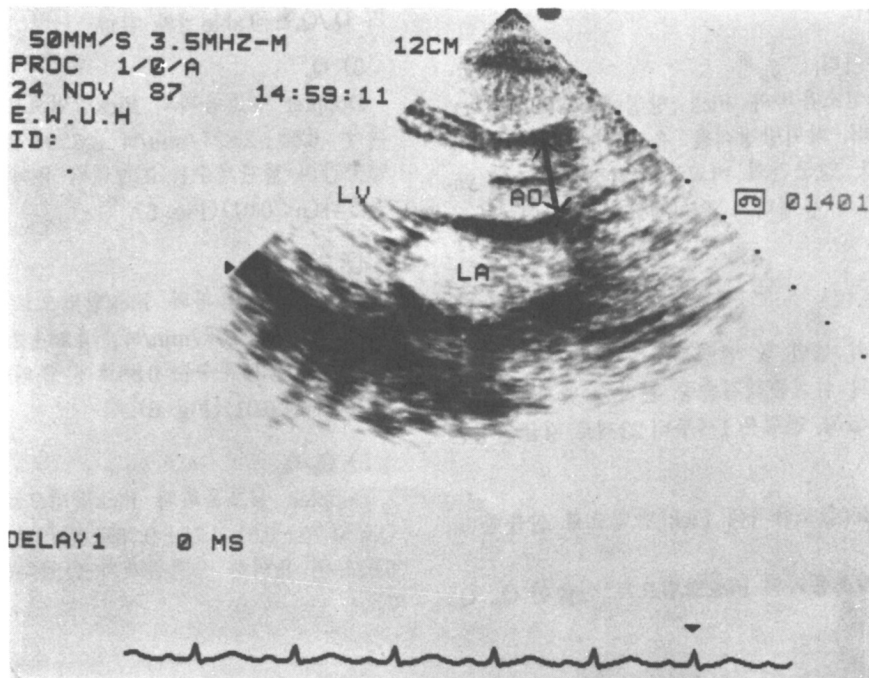


Fig. 2. Parasternal long axis echocardiographic view used to measure the diameter of aorta. We measured at 2cm above aortic valve at least 3 times during early systole.

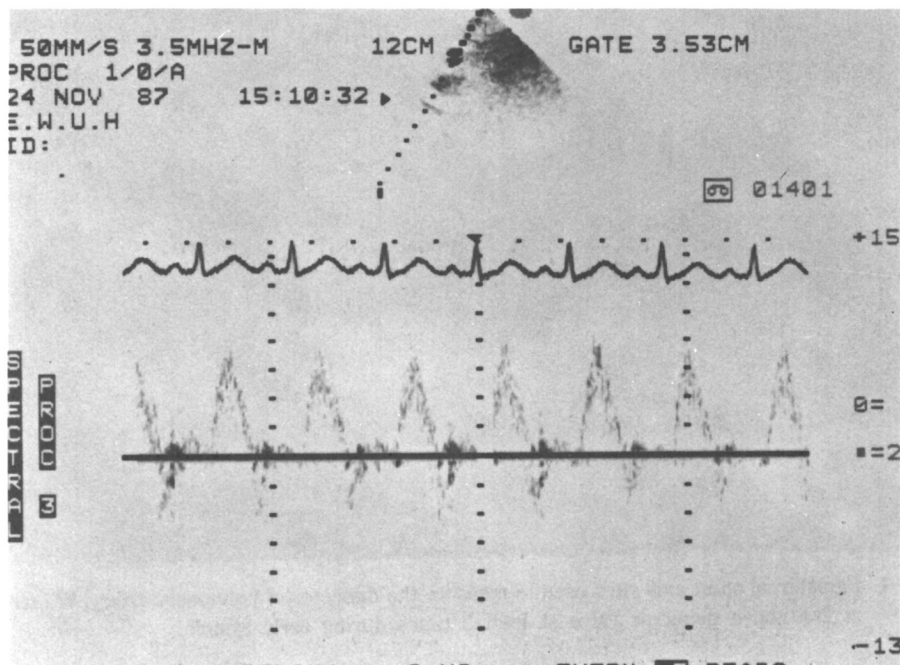


Fig. 3. Doppler frequency time curve from aorta in suprasternal view.  
The doppler sample volume was placed within the central ascending aorta (Incidental angle  $< 20^\circ$ )

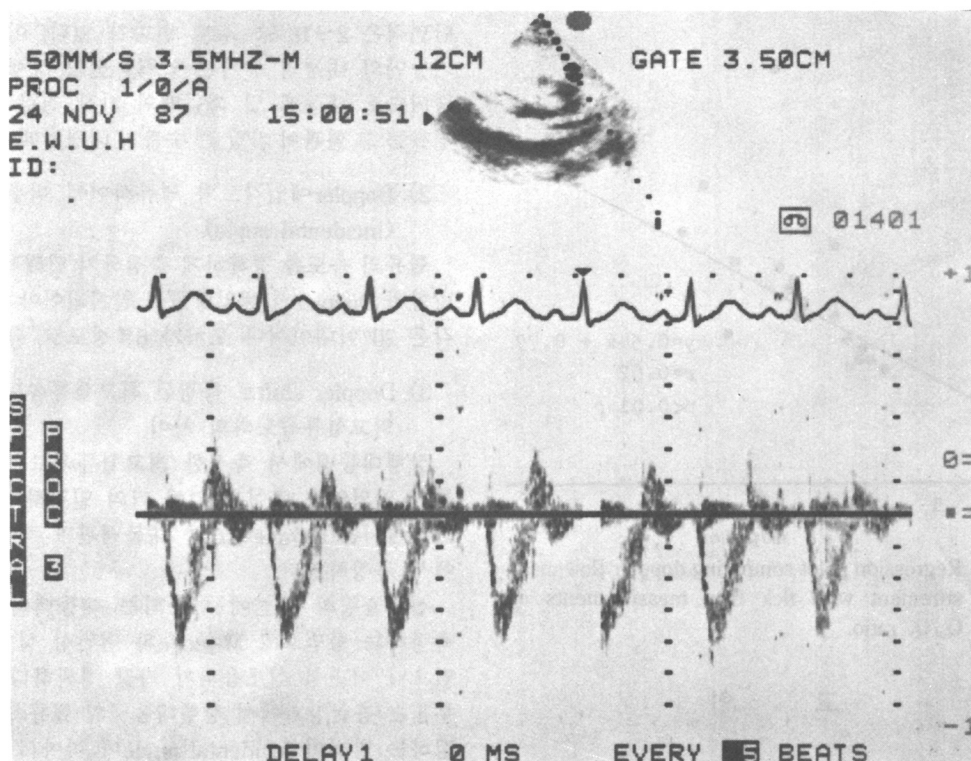


Fig. 4. Doppler frequency time curve from main pulmonary artery in parasternal short axis view. Doppler sample volume was placed in pumonary artery.

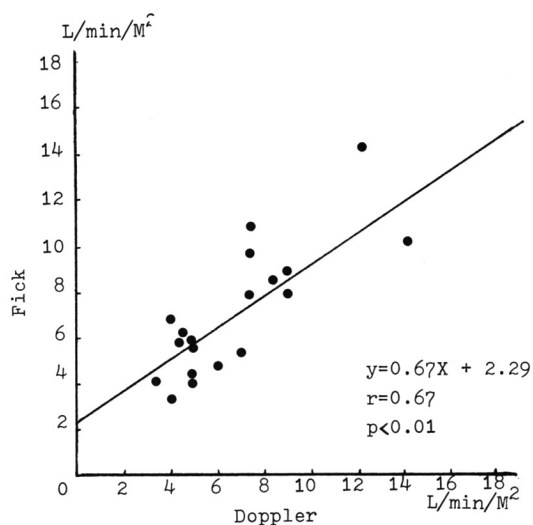


Fig. 5. Regression plot comparing doppler flow measurements with simultaneous Fick flow measurements in pulmonary artery.

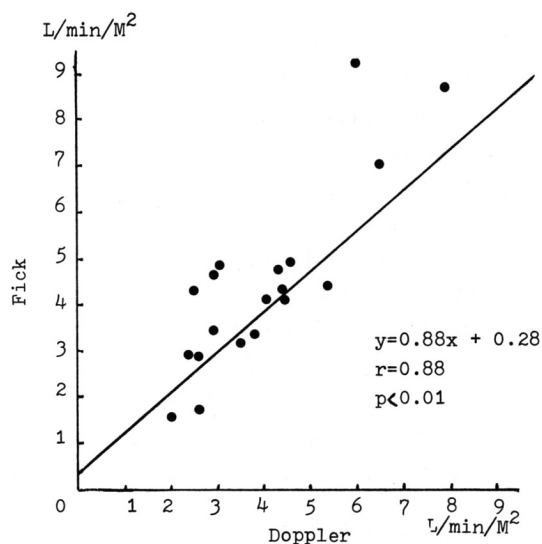


Fig. 6. Regression plot comparing doppler flow measurements with simultaneous Fick flow measurements in aorta.

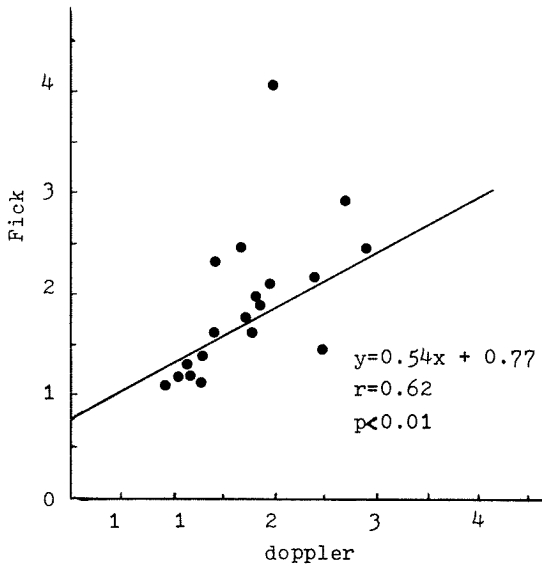


Fig. 7. Regression polot comparing doppler flow measurement with fick flow measurements of  $Q_p/Q_s$  ratio.

## 고 안

1969년 Light<sup>1)</sup>가 Doppler심초음파를 이용하여 대동맥 혈류속도를 측정한 이래로 비관혈적이고, 방사선에 노출될 위험이 없으며, 쉽게 반복검사를 할 수 있고, 혈액화학상태까지 파악할 수 있는 이점으로 Doppler심초음파는 진단에 이용도가 매우 높다. 특히 선천성 심장질환에서 좌우단락의 혈류량을 측정하는 것은 임상적으로 매우 중요한 의의를 갖는다. 따라서 Doppler심초음파 및 심도자에 의한 Fick 방법으로 측정된  $Q_p$ ,  $Q_s$  및  $Q_p/Q_s$ 에 관하여 많은 연구가 이루어지고 있으며<sup>2)-6)</sup>, 그 유용성이 인정되고 있다.

대동맥과 폐동맥에서 Doppler심초음파를 이용하여 혈류량을 측정하는 데에는 실제 임상에 있어서 다음과 같은 몇가지 문제점이 있다.

1) 대동맥 및 폐동맥 내경의 측정에 따르는 문제점, 2) 초음파의 예입각도와 혈류사이에 이루는 각도, 3) Doppler shift로 측정된 최고 혈류속도와 실제 최고 혈류속도와의 차이등이다.

1) 대동맥 및 폐동맥 내경의 측정에 따르는 문제점

이전의 보고에 의하면 대동맥의 단면적은 수축기동안에 5~10% 정도의 변화가 있고<sup>7)-8)</sup>, 폐동맥의

단면적은 2~18%<sup>9)</sup> 정도 변화가 있다. 이런 수축기동안의 내경의 증가는 압력곡선의 상행각에 해당되므로 대동맥 및 폐동맥의 가장 전향전도되는 혈류는 그 혈관이 가장 큰 수축기 내경일때 생긴다<sup>8)</sup>.

2) Doppler예입각도와 혈류사이에 이루는 각도 (incidental angle)

혈류의 속도를 정확하게 측정하기 위해서 혈류의 방향과 Doppler의 예입방향이 일치되어야 하며<sup>10,11)</sup>, 각은 20°이내이어야 오차가 6% 정도로 적다<sup>10)</sup>.

3) Doppler shift로 측정된 최고혈류속도와 실제 최고혈류속도와의 차이

상행대동맥에서 측정한 최고혈류속도는 수축기 동안 의의있는 차이가 없이 거의 일정하므로<sup>12)</sup> 본 연구에서는 sample site를 대동맥판막 직상방 2cm에서 측정하였다.

심박출량의 계산에 이용되는 대동맥의 내경을 측정하는 방법으로 M-mode와 이면성 심초음파가 있으나 이면성 심초음파가 가장 정확하다<sup>13)</sup>. 측정 부위는 흉골상와에서 상행대동맥의 혈류속도를 측정하는 방법이 incidental angle이 작아서 가장 정확하다<sup>10)</sup>. 기타 심박출량의 측정부위로는 이완기시 승모판막 Doppler상, 흉골연 장축단면도, 늑골하부에서 할 수 있으며, 하행대동맥에서도 시행할 수 있다<sup>14,15)</sup>.

폐동맥혈류의 양산출에 가장 많은 영향을 주는 것이 폐동맥 내경이며, 흉골연 단축단면도에서 수축기동안 가장 큰때의 값을 취하는 것이 좋다<sup>16,17)</sup>.

유출로의 협착, 반월판막의 폐쇄부전 및 폐동맥간 개존증이 있는 경우에는 Doppler로 측정된 혈류량에 오차가 있으므로 그 이용에 제한이 된다<sup>2)</sup>.

본 연구에서는 다른 심질환이 전혀 복합되어 있지 않은 단순한 membranous potion의 심실중격결손 증만을 대상으로 상행대동맥과 폐동맥에서 incidental angle을 20°이내로 하여 혈류를 측정하여, 심도자시의 Fick방법과 비교한 바, 다른 보고자들<sup>2,4,9)</sup>과 비슷한 좋은 상관관계를 보였으나, 위에서 지적한 여러 문제점에 대하여 계속적인 연구가 필요하다.

## 결 론

단순한 membranous portion의 심실중격결손증 19예에서 Doppler심초음파와 심도자시 측정된

Fick법에 의하여  $Q_p$ ,  $Q_s$ ,  $Q_p/Q_s$ 를 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 7층 19예중 남자가 15예, 여자가 4예였고 평균연령은 8.2세였다.

2) Doppler심초음파도로 측정한  $Q_p$ ,  $Q_s$ ,  $Q_p/Q_s$ 의 비는 각각  $r=0.67$ ,  $r=0.88$ ,  $r=0.62$ 로 통계학적으로 유의한 상관관계가 있었다( $p<0.01$ ).

3) Doppler심초음파로 산출한  $Q_p$ ,  $Q_s$  및  $Q_p/Q_s$ 의 비는 심실중격결손증환자의 비관혈적인 진단방법으로 혈역학상태를 이해하는데 유효한 방법이라고 생각된다.

### References

- 1) Light LH : *Transcutaneous observation of blood velocity in the ascending aorta in man. J Physiol* 204 : 19, 1969
- 2) Sanders SP, Yeager S and Williams KG : *Measurement of systemic and pulmonary blood flow and  $Q_p/Q_s$  ratio using Doppler and two-dimensional echocardiography. Am J Cardiol* 51 : 952, 1983
- 3) Leppky JA, Hoekenga DE, Green ER and Luft UC : *Comparison of noninvasive pulsed Doppler and Fick measurements of stroke volume in cardiac patients. Am Heart J* 107 : 339, 1984
- 4) Valdes-Cruz LM, Horowitz S, Mesel E, Sahn DJ, Fisher DC, Larson D, Goldberg SJ and Allen HD : *A pulsed Doppler echocardiographic method for calculation of pulmonary and systemic flow : accuracy in a canine model with ventricular septal defect. Circulation* 68 : 597, 1983
- 5) Meijboom EJ, Valdes-Cruz LM, Horowitz S, Sahn DJ, Larson DF, Young KA, Lima CO, Goldberg SJ and Allen HD : *A two-dimensional Doppler echocardiographic method for calculation of pulmonary and systemic blood flow in a canine model with a variable-sized left-to-right extracardiac shunt. Circulation* 68 : 437, 1983
- 6) Marx GR, Allen HD, Goldberg SJ and Flinn CJ : *Transatrial septal velocity measurement by Doppler echocardiography in atrial septal defect : correlation with  $Q_p : Q_s$  ratio. Am J Cardiol* 55 : 1162, 1985
- 7) Bartlett GO, Maalos AJ and Shapiro A : *Relationship of aortic pressure and diameter in the dog. J Appl Physiol* 16 : 545, 1961
- 8) Greenfield JC and Patel DJ : *Relation between pressure and diameter in the ascending aorta in man. Cir Res* 10 : 778, 1962
- 9) Greenfield JC and Griggs DM : *The relation between pressure and diameter in main pulmonary artery of man. J Appl Physiol* 18 : 557, 1963
- 10) Goldgerg SJ, Allen HD, Marx GR and Flinn CJ : *Doppler echocardiography. 1st Ed, p68-91, Philadelphia, Lea and Febiger, 1985*
- 11) Steingart RM, Meller J, Barovick J, Patterson R, Herman MV and Telchholz LE : *Pulsed Doppler echocardiographic measurement of beat to beat changes in stroke volume in dogs. Circulation* 62 : 542, 1980
- 12) Gabe IT, Gault JH, Ross J, Mason DT, Millis CJ, Schillingford JP and Braunwald E : *Measurement of instantaneous blood flow velocity and pressure in conscious man with a catheter tip velocity probe. Circulation* 40 : 603, 1969
- 13) Hatle L and Angelson B : *Doppler ultrasound in cardiology, 2nd Ed, p306-320, Philadelphia, Lea and Febiger, 1985*
- 14) Zhang Y, Nitter-Hauge S, Ihlen H and Myhre E : *Doppler echocardiographic measurement of cardiac output using the mitral orifice method. Br Heart J* 53 : 130, 1985
- 15) Labovitz AJ : *The effects of sampling site on the two-dimensional echo-Doppler determination of cardiac output. Am Heart J* 109 : 327, 1985
- 16) Goldberg SJ, Sahn DJ, Allen HD, Valdes-cruz LM, Hoenecke H and Carnahan Y : *Evaluation of pulmonary and systemic blood flow by 2-dimensional Doppler echocardiography using fast Fourier transform septal analysis. Am J Cardiol* 50 : 1394, 1982
- 17) Kasper W, Treese N, Pop T and Meinertz : *Diagnosis of increased pulmonary blood flow by suprasternal M-mode echocardiography in atrial septal defect. Am J Cardiol* 52 : 1272, 1983