

심실중격결손증 환자에서 심초음파도와 심장조영 DCI 방법으로 측정한 박출계수의 비교관찰*

계명대학교 의과대학 소아과학교실

김동석 · 박근수 · 김명성 · 이상락 · 김준식 · 권태찬

= Abstract =

Comparisons of the Left Ventricular Ejection Fraction Between M-Mode, Two-Dimension Echocardiographic Studies and Digital Cardiac Imaging(DCI) System in Ventricular Septal Defects*

Dong Suk Kim, M.D., Geun Soo Park, M.D., Myung Sung Kim, M.D.,
Sang Lak Lee, M.D., Joon Sik Kim M.D., Tae Chan Kwon, M.D.

Department of Pediatrics, Keimyung University, School of Medicine, Taegu, Korea

Background : Left ventricular performance is one of the most important factors for the prognosis of congenital and acquired heart diseases. Measure of left ventricular performance such as chamber volume and ejection fraction are usually deemed most reliable when derived from cardiac catheterization data. Measurement of ventricular volume and ejection fraction by M-mode echocardiography may be compromised by segmental dysfunction or paradoxical septal motion. We compared ejection fraction derived from M-mode and two-dimensional echocardiographic methods to those derived from newly developed DCI (Digital Cardiac Imaging) system to determine the most accurate noninvasive technique for predicting these variables in children.

Methods : The ejection fraction measured by M-mode, Two-dimensional echocardiography was compared with the ejection fraction by DCI system in 22 patients who were admitted to the department of Pediatrics, Dong San Hospital during the period of 8 months from November 1992 to June 1993 for the evaluation of ventricular septal defect.

Results : M-mode measured ejection fraction correlated with Two-dimensional echocardiography measured ejection fraction($\gamma=0.54$).

M-mode measured ejection fraction correlated with the DCI system measured ejection fraction($\gamma=0.52$).

Two-dimensional echocardiography measured ejection fraction correlated well with the DCI system measured ejection fraction($\gamma=0.88$).

Conclusion : 1) For ejection fraction, the best correlation with DCI was achieved by two-dimensional Simpson's method.

2) Two-dimensional Simpson's method appeared a safe and useful noninvasive method of evaluating left ventricular ejection fraction.

* 이 논문은 1994년도 계명대학교 을종연구비 및 동산의료원 조사연구비로 이루어졌음.

서 론

좌심실 기능측정은 선천성 및 후천성 심질환의 자연경과와 예후판정에 아주 중요한 요소이다¹⁻⁵⁾. 좌심실 기능측정에 이용되는 심실용적과 박출계수는

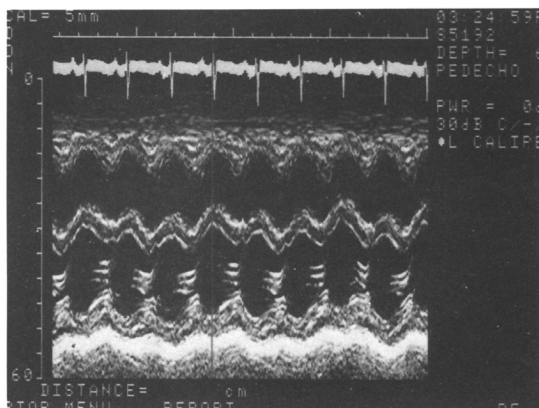


Fig. 1. M-mode view, measuring dimensions in diastole based upon M-mode standardization of the american society of echocardiography.

기본적인 생리지표이며, 이들을 정확히 측정하는 것은 매우 중요하며 지금까지 여러가지 방법이 사용되어 왔다. 이 연구는 심실중격결손증을 가진 환아에서 심초음파도의 M-mode, 2-D 심초음파도의 Simpson's volume 측정법과 심장조영 DCI(Digital Cardiac Imaging) 방법에 의해 측정된 박출계수를 비교함으로써 심초음파도의 정확도와 임상적 응용여부를 평가하고자 한다.

재료 및 방법

1992년 11월부터 1993년 6월까지 계명대학교 동산병원 소아과에서 심장검사를 받기 위해 입원한 심실중격 결손증 환아 22명을 대상으로 하였다. 심초음파도 검사는 Acuson 128 XP/10 Color Doppler로 시행하였다. 환아는 영유아에서 진정이 필요한 경우 chloral hydrate로 안정시킨후 앙와위 상태에서 검사를 시행하였다. M-mode 측정법은 미국 심초음파학회에서 제정한 방법을 사용하였다. 이완기 크기는 심전도의 QRS가 시작하는 지점을 선택하였고, 수축기

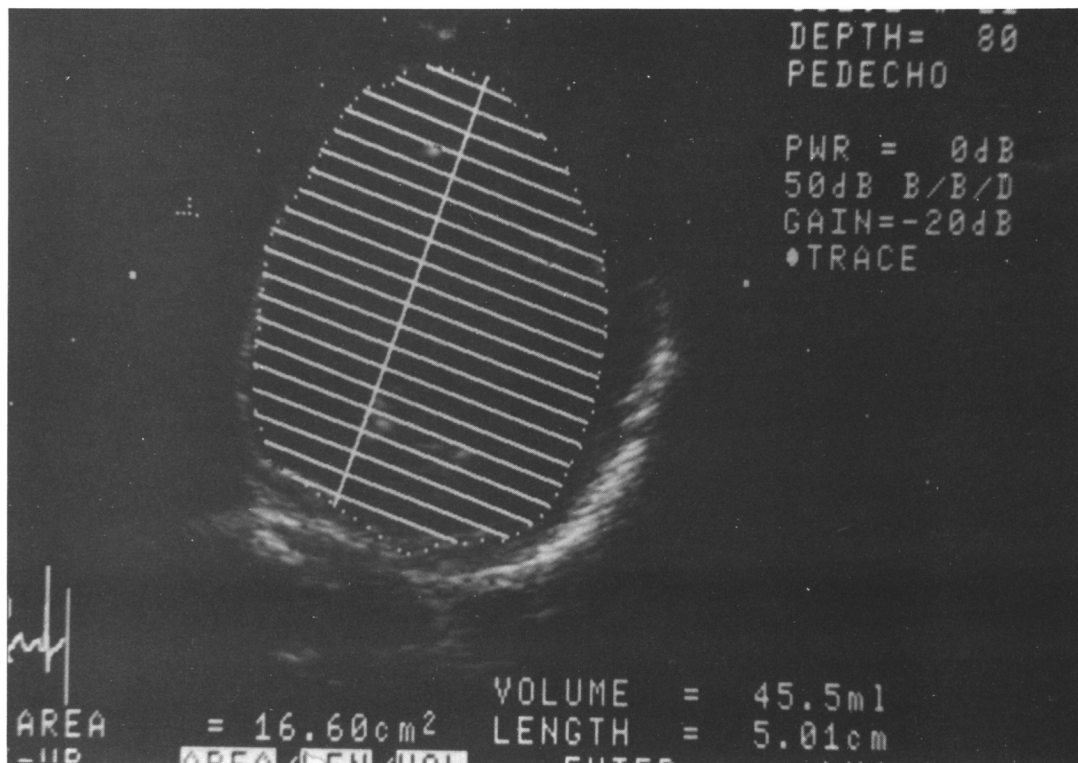


Fig. 2. Apical 4-chamber view, measuring area, length and volume in diastole.

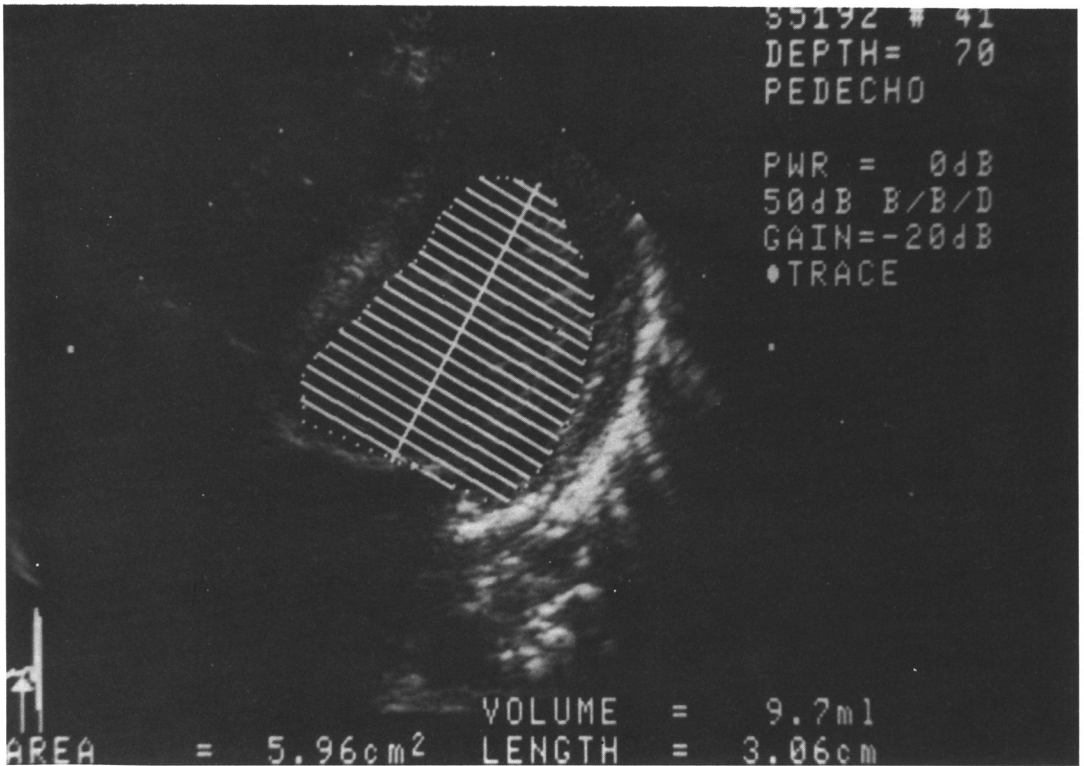


Fig. 3. Apical 4-chamber view, measuring area, length and volume in systole.

크기는 후벽의 최대 전방운동 시점에서 측정하였다 (Fig. 1).

2-D 심초음파도 Simpson's volume 측정법은 2-D로 Apical 4 chamber view에서 좌심실 이완기시의 심내막을 그리면 내장된 computer에 의해 이완기 용적이 측정되며 수축기시의 심내막을 그리면 수축기시 용적과 박출계수가 자동으로 측정된다(Fig. 2, 3). 심장조영술은 환아를 ketamine으로 마취시킨후 대퇴동맥을 통하여 pigtail catheter를 삽입하고 우전방사위에서 심장조영을 실시한후 Philips사에서 개발한 computer에 의해 좌심실 용적과 박출계수를 측정하였다 (Fig. 4). 박출계수를 구하기 위해 사용된 공식은 다음과 같다.

M-mode 방법 :

$$\text{이완기 좌심실 용적} = \frac{7 \times \text{이완기 좌심실 내경}^3}{(2.4 + \text{이완기 좌심실 내경})}$$

$$\text{수축기 좌심실 용적} = \frac{7 \times \text{수축기 좌심실 내경}^3}{(2.4 + \text{수축기 좌심실 내경})}$$

박출계수 =

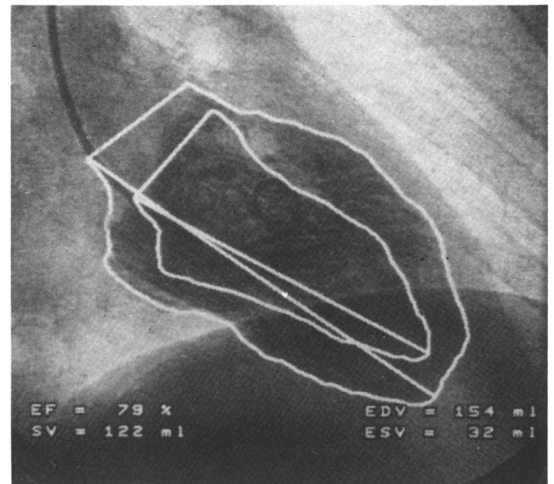


Fig. 4. DCI system, measuring end diastolic volume, end systolic volume and stroke volume in millilitres and ejection fraction in percent.

$$\frac{\text{이완기 좌심실 용적} - \text{수축기 좌심실 용적}}{\text{이완기 좌심실 용적}} \times 100$$

Simpson's volume 방법

Simpson's Volume 공식 $Volume = \frac{F\pi}{4} \sum_{i=1}^{20} a_i b_i$

F=total magnification factor

$a_i b_i$ = axes of the i^{th} elliptical cut

이완기 좌심실 용적 = $\frac{8 \times LVAd \text{ 4ch}^2}{3\pi \times LVLd \text{ 4ch}}$

LVAd 4ch : 4 chamber view에서 측정된 이완기 Left

Ventricular Area

LVLd 4ch : 4 chamber view에서 측정된 이완기 Left

Ventricular Length

수축기 좌심실 용적 = $\frac{8 \times LVAs \text{ 4ch}^2}{3\pi \times LVLs \text{ 4ch}}$

LVAs 4ch : 4 chamber view에서 측정된 수축기 Left

Ventricular Area

LVLs 4ch : 4 chamber view에서 측정된 수축기 Left

Ventricular Length

박출계수 =

$\frac{\text{이완기 좌심실 용적} - \text{수축기 좌심실 용적}}{\text{이완기 좌심실 용적}} \times 100$

통계분석 방법으로 양검사치의 비교는 paired T-test를 이용하였고 상관관계는 linear regression analysis에 대한 상관계수를 구하여 적용하였다.

성 적

M-mode 심초음파도로 측정된 박출계수의 평균치는 67.7%, 2-D 심초음파도 Simpson's volume으로 측정된 평균치는 73.4%, 심장조영 DCI 방법으로 측정된 평균치는 75.1%로 2-D 심초음파도 및 DCI 방법이 약간 높게 나타났으나 통계학적인 유의성은 없었다($p > 0.05$)(Table 1).

심초음파 M-mode와 2-D 심초음파 Simpson's vo-

Table 1. Calculated echocardiographic and angiographic ejection fraction

| No. of patients | Echocardiography | | Angiography(DCI) |
|-----------------|------------------|---------------|------------------|
| | M-mode | 2-dimensional | |
| 1 | 72 | 75 | 75 |
| 2 | 82 | 77 | 78 |
| 3 | 56 | 66 | 73 |
| 4 | 66 | 62 | 66 |
| 5 | 81 | 79 | 84 |
| 6 | 62 | 76 | 75 |
| 7 | 67 | 73 | 78 |
| 8 | 68 | 82 | 81 |
| 9 | 59 | 65 | 67 |
| 10 | 77 | 82 | 81 |
| 11 | 66 | 75 | 79 |
| 12 | 72 | 68 | 73 |
| 13 | 71 | 83 | 86 |
| 14 | 60 | 83 | 81 |
| 15 | 82 | 79 | 77 |
| 16 | 70 | 72 | 71 |
| 17 | 71 | 69 | 71 |
| 18 | 66 | 79 | 81 |
| 19 | 60 | 67 | 70 |
| 20 | 72 | 75 | 73 |
| 21 | 53 | 66 | 63 |
| 22 | 57 | 62 | 70 |
| Mean | 67.7 | 73.4 | 75.1 |

* unit = %

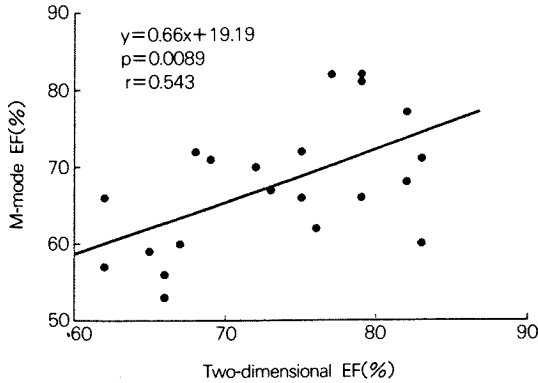


Fig. 5. Relationship of left ventricular ejection fraction determined by two-dimensional echocardiography, modified Simpson's rule method, compared with ejection fraction determined by M-mode echocardiography.

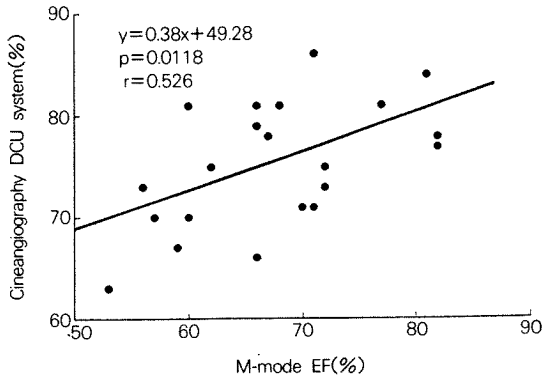


Fig. 6. Relationship of left ventricular ejection fraction determined by M-mode echocardiography, compared with ejection fraction determined by cineangiography DCI system.

lume으로 측정된 박출계수는 상관관계가 있었다($\gamma = 0.54$)(Fig. 5).

심초음파 M-mode와 심장조영 DCI 방법으로 측정된 박출계수는 상관관계가 있었다($\gamma = 0.52$)(Fig. 6).

2-D 심초음파 Simpson's volume과 심장조영 DCI 방법으로 측정된 박출계수는 상관관계가 있었다($\gamma = 0.88$)(Fig. 7).

고 찰

심초음파도는 심혈관질환의 진단에 이용되어 심장

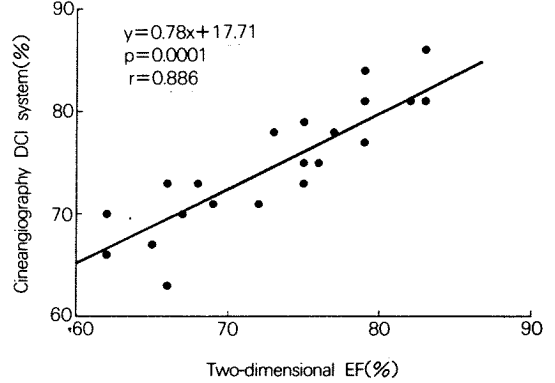


Fig. 7. Relationship of left ventricular ejection fraction determined by two-dimensional echocardiography, modified Simpson's rule method, compared with ejection fraction determined by cineangiography DCI system.

의 해부학적 이상뿐 아니라 기능적인 평가도 할 수 있게 되었다. 좌심실 기능의 평가는 좌심실 용적과 박출계수가 잘 반영한다고 알려져 있다. Pombo⁶⁾ 등은 심혈관 질환 환자들에서 심초음파도 M-mode 검사법에 의한 박출계수가 심장기능을 잘 반영한다고 하였으며 Fortuin⁷⁾ 등도 심초음파 검사가 신뢰성이 있다고 주장하였다. 그러나 심초음파 M-mode 법에 의한 박출계수의 측정은 좌심실의 장축과 단축의 비가 2:1인 타원구체의 형태를 취하면서 운동한다는 가정하에 산출되므로 타원구체의 형태를 취하지 않은 심실운동의 경우에는 이 방법에 의한 박출계수의 측정은 정확하지 못할 가능성이 많다고 하겠다^{4,6,7)}. Lubbrock⁸⁾ 등과 Quinones와 Alexander⁹⁾ 등도 좌심실이 타원구체가 아닌 경우 특히 심실벽운동의 이상이 없는 경우에만 심초음파 검사법에 의한 박출계수가 심실 기능을 잘 반영할 수 있다고 하였다. Teichholz¹⁰⁾ 등도 심장 조영술 및 M-mode 심초음파도에 의한 박출계수치가 심실벽 운동의 이상이 있는 경우에는 상관관계가 적었음을 보고 하였으나 2-D 심초음파도에 의해 산출된 박출계수치는 유의한 상관관계가 있음을 보고하였다¹¹⁾. 그러나 그후 Schiller¹²⁾ 등, Folland¹³⁾ 등은 심실벽 운동이상의 유무에 관계없이 심장조영술 및 방사성 동위원소 심혈관촬영술과 심초음파 검사법에 의한 박출계수 사이에는 유의한 상관관계가 있다고 보고하였다.

심장조영술로 좌심 기능평가는 Dodge¹⁴⁾ 등에 의해 이면 심장영화 조영술(biplane cineangiocardio-

phy)을 이용한 방법이 보고되었으며 그후 Sandler와 Dodge¹⁵⁾가 좌심실을 타원체로 가정하여 단면 심장영화 조영술(single plane cineangiocardiology)을 이용하여 좌심실의 용적을 측정하였다. 그러나 이와 같은 방법은 조영술로 찍은 필름을 실제 크기와 같이 확대시킨 후 장축과 단축을 그어서 좌심실 내경을 측정하여야 하므로 시간이 많이 소요되고 불편한 점이 많다. Lange¹⁶⁾등은 심장조영술로써 실제 해부학적 좌심실용적과 비슷하게 측정되는 방법을 개발하였다. 최근 Sandler와 Dodge¹⁵⁾ 및 Lange¹⁶⁾의 측정법을 이용하여 1990년 Philips사에서 DCI(Digital Cardiac Imaging) 방법을 개발하였다. 이 방법은 심도자 시술 동안 혹은 후에 반복해서 영상자료를 계수화한 것으로 Koning¹⁷⁾등은 이 방법을 이용하여 연구한 결과 표준 필름 사용법과 일치하는 상관관계를 보여주었다고 보고하였다. 이 측정법을 사용하여 좌심실 기능을 평가하는데 용수로 소요되는 시간은 약 6분정도이며 자동화하면 약 20초 정도 소요된다. 그러므로 심장조영술후 좌심실 박출계수를 측정하는데 DCI 방법은 간편하고 유용한 방법이라고 생각된다. 심초음파도 및 좌심실 조영술에 의해 측정한 박출계수 사이에는 Pombo⁶⁾등은 0.88, Schiller¹²⁾등은 0.87, Folland¹³⁾등은 0.78의 상관관계가 있음을 보고하였다. 이 연구에서는 M-mode법과 2-D 방법간에는 0.54, M-mode법과 DCI 방법간에는 0.52, 2-D 방법과 DCI 방법간에는 0.88의 상관관계를 보였다. DCI 방법으로 측정한 박출계수와 심초음파도의 M-mode 방법 및 2-D Simpson's volume 방법으로 측정한 박출계수를 비교하여 2-D Simpson's volume 방법이 더 유의한 상관관계가 있어 이 방법에 의한 박출계수치는 심장기능을 비교적 정확히 반영하는 것으로 생각된다. 좌심실 기능을 평가하는 박출계수의 측정법은 심초음파 2-D Simpson's volume 방법이 환아에게 위험부담을 주지않고 반복해서 간편하게 시행할 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

연구 배경 :

좌심실 기능 측정에 이용되는 심실용적과 박출계수는 기본적인 생리지표이며, 이들을 정확히 측정하는 것은 매우 중요하며 지금까지 여러가지 방법이 사용

되어 왔다. 이 연구는 심실중격 결손증을 가진 환아에서 심초음파도의 M-mode, 2-D 심초음파도의 Simpson's volume 측정법과 심장조영 DCI 방법에 의해 측정된 박출계수를 비교함으로써 심초음파도의 정확도와 임상적 응용여부를 평가하고자 하였다.

방 법 :

1992년 11월부터 1993년 6월까지 계명대학교 동산병원 소아과에 심장검사를 받기위해 입원한 심실중격 결손증 환아 22명을 대상으로 심초음파도의 M-mode 및 2-D Simpson's volume법으로 측정한 박출계수와 심장조영 DCI 방법으로 측정한 박출계수를 비교관찰하였다.

결 과 :

M-mode 심에코도로 측정한 박출계수의 평균치는 67.7%, 2-D 심초음파도 Simpson's volume으로 측정된 평균치는 73.4%, 심장조영 DCI 방법으로 측정된 평균치는 75.1%로 2-D 심에코도 및 DCI 방법이 약간 높게 나타났으나 통계학적인 유의성은 없었다($p>0.05$).

심초음파 M-mode와 2-D 심초음파 Simpson's volume으로 측정된 박출계수는 상관관계가 있었다($\gamma=0.54$).

심초음파 M-mode와 심장조영 DCI 방법으로 측정된 박출계수는 상관관계가 있었다($\gamma=0.52$).

2-D 심초음파 Simpson's volume과 심장조영 DCI 방법으로 측정된 박출계수는 상관관계가 있었다($\gamma=0.88$).

결 론 :

DCI 방법으로 측정한 박출계수와 심초음파도의 M-mode 방법 및 2-D Simpson's volume 방법으로 측정한 박출계수를 비교하여 2-D Simpson's volume 방법이 더 유의한 상관관계가 있어 이 방법에 의한 박출계수치는 심장기능을 비교적 정확히 반영하는 것으로 생각된다.

좌심실 기능을 평가하는 박출계수의 측정법은 심초음파 2-D Simpson's volume 방법이 환아에게 위험부담을 주지않고 반복해서 간편하게 시행할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- 1) Cohn PF, Gorlin R, Cohn LH, Collins JJ Jr : *Left vent-*

- ricular ejection fraction as a prognostic guide in surgical treatment of coronary and valvular heart disease. *Am J Cardiol* 34 : 136-141, 1974
- 2) Hammermeister KE, Kennedy JW : Predictors of surgical mortality in patients undergoing direct myocardial revascularization. *Circulation* 50(Suppl II) : 11-112, 1974
 - 3) Nelson GR, Cohn PF, Gorlin R : Prognosis in medically treated coronary artery disease. Influence of ejection fraction compared to other parameters. *Circulation* 52 : 408-412, 1975
 - 4) Murray JA, Chinn N, Peterson DR : Influence of left ventricular function on early prognosis in atherosclerotic heart disease. *Am J Cardiol* 33 : 159, 1974
 - 5) Silverman NM, Schiller NB, Yaeger RL, Ports TA : Left ventricular volume analysis by two-dimensional echocardiography in children. *Circulation* 58(Suppl II) II-202, 1978
 - 6) Pombo JF, Troy BL, Russell RO : Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* 43 : 480-490, 1971
 - 7) Fortuin NJ, Hood JP, Craige E : Evaluation of left ventricular function by echocardiography. *Circulation* 46 : 26-35, 1972
 - 8) Ludbrook P, Darliner JS, Peterson K, Leopold G, O'Rourke RA : Comparison of ultrasound and cineangiographic measurements of left ventricular performance in patients with and without wall motion abnormalities. *Br Heart J* 35 : 1026-1032, 1973
 - 9) Quinones MA, Alexander JK : Echocardiographic assessment of left ventricular function : with special reference to normalized velocities. *Circulation* 50 : 42-51, 1974
 - 10) Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R : Problems in echocardiographic volume determinations : Echocardiographic angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Am J Cardiol* 37 : 7-11, 1976
 - 11) Teichholz LE, Cohen MV, Sonnenblick EH, Gorlin R : Study of left ventricular geometry and function by B-scan ultrasonography in patients with and without surgery. *N Engl J Med* 291 : 1220-1226, 1974
 - 12) Schiller NB, Acquatella H, Ports TA, Drew D, Goerke J, Ringertz H, Silverman NH, Brundage B, Botuinick EH, Boswell R, Carlsson, Parmley W : Left ventricular volume from paired biplane Two-dimensional echocardiography. *Circulation* 60 : 547-556, 1979
 - 13) Folland ED, Parisi AF, Moynihan PF, Jones DR, Feldman CL, Tow DE : Assessment of left ventricular ejection fraction and volumes by real-time, Two-dimensional echocardiography. *Circulation* 60 : 760-766, 1979
 - 14) Dodge HT, Sandler H, Bellow DW, Lord JD : The use of biplane angiocardiology for the measurement of left ventricular volume in man. *Am Heart J* 60 : 762-776, 1960
 - 15) Sandler H, Dodge HT : The use of single plane angiocardiology for the calculation of left ventricular volume in man. *Am Heart J* 75 : 325-334, 1968
 - 16) Lange DE, Onnash D, Farr FL, Heintzen PH : Angiocardiographic left ventricular volume determination. Accuracy, as determined from human casts, and clinical application. *Europ J Cardiol* 8/4-5 : 449-476, 1978
 - 17) Koning G, Brand M, Zorn I, Loois G, Reiber JHC : Usefulness of digital angiography in the assessment of left ventricular ejection fraction. *Catheterization and Cardiovascular diagnosis* 21 : 185-194, 1990