

## 고혈압 환자에 있어서 심 Echo 도의 변화\*

고려병원 내과

김 지·이 은 기·이 원 경  
김 창 건·박 정 로·서 추 영

= Abstract =

## Echocardiographic Assessment of Cardiac Anatomy and Function in Hypertensive Patients

Jee Kim, M.D., Eun Kie Lee, M.D., Won Koun Lee, M.D.

Chang Gun Kim, M.D., Jung Ro Park, M.D. and Choo Young Suh, M.D.

Department of Internal Medicine, Korea General Hospital, Seoul, Korea

Cardiovascular complications are major sources of morbidity and mortality in hypertensive patients. To assess the prevalence of anatomical and functional abnormalities of the heart in such patients, we studied total 67 subjects with systemic hypertension and hypertensive cardiovascular disease by echocardiography. Accordingly normal values of echocardiography from 27 control subjects, we found each significant change( $p < 0.05$ ) of the septal thickness, left ventricular mass, mitral valve E-F slope and aortic dimension on the both groups, but functional measurements did only show significant change on the hypertensive cardiovascular group in contrast to hypertensive subjects group. The prevalence of the echocardiographic abnormalities on the simple hypertensive subjects group who have no abnormal 12-lead E.C.G. or Chest X-rays are orderly 14 subjects(64%) on the aortic root dimension, 9 subjects (41%) on the left ventricular posterior free-wall thickness and 7 subjects(32%) on the septal-thickness. These findings demonstrated a high prevalence of cardiac abnormalities in a population of asymptomatic hypertensive subjects. And these abnormalities can be detected well by echocardiography before they were otherwise apparent.

## I. 서 론

고혈압 환자에서 심장 맥관 관계의 합병증은 심부전 및 뇌졸중등 궁극적인 결과를 초래하며 이의 예방 및 치료에는 조기발견이 필수적이나 흉부 X선, 심전도에 의한 방법으로 조기발견치 못한 보다 많은 경우에서 심 Echo를 이용하여 발견 할 수 있다<sup>1)</sup>. 또한 관혈적인 심장조영술등은 시행상 여러 난점과 반복시행의 문제점등으로 용이하게 사용 할 수 없다. 여기에 비관혈

적 방법인 심 Echo를 이용하여 심장의 구조적, 기능적 이상을 조기평가<sup>2~5)</sup> 함으로써 고혈압 환자들에 대한 예방적 조치, 치료 및 예후를 결정함에 중요한 사실을 제시해 주고 있다.

국내에서는 1972년 김<sup>6)</sup>등이 처음으로 심 Echo에 관한 연구를 발표한 이래 각종 심질환의 Echo도 소견에 관한 연구가<sup>7~9)</sup> 계속 발표되고 있으나, 고혈압 환자에 관한한 좌심실에 국한된 연구발표<sup>9)</sup>외에 보다 광범한 연구가 없었다.

연구자들은 27명의 정상대조군과 67명의 고혈압 환자에 관한 심 Echo도의 변화를 임상소견, 흉부 X선, 심전도 소견과 비교분석하여 문헌고찰과 아울러 이에 보고하는 바이다.

\* 본 논문의 요지는 1980년도 제24차 순환기학회 학술대회석상에서 발표하였음.

### Echocardiographic Value of Control Group in KGH

Ventricular septal thickness	0.6~1.2cm
Mitral valve E-F slope	57~165mm/sec.
Left ventricular transverse dimension end-diastole	3.5~5.9cm.
Left ventricular transverse dimension end-systole	2.1~4.5cm.
Left ventricular ejection fraction	46~82%.
Left ventricular shortening fraction	16~44%.
Left ventricular mass	71.9~267.1gm.
Left ventricular posterior free-wall thickness	0.7~1.1cm.
Left atrial dimension	1.0~3.6cm.
Aortic root dimension	2.5~3.7cm.

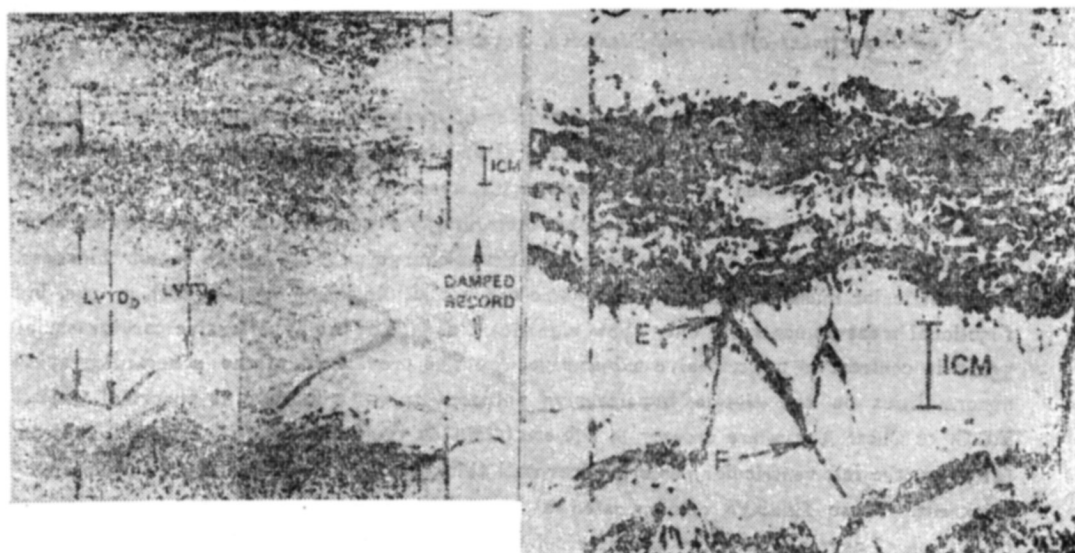


Fig. 1 A. M-mode echocardiograms from hypertensive subjects demonstrating where dimensions were measured. VS=ventricular septum; PW=left ventricular posterior basal free wall; LVTDd=left ventricular transverse dimension at end-diastole; LVTDs=left ventricular transverse dimension at end-systole. E-F slope (and not E-F<sub>0</sub>) was measured. ICM indicates 1cm.

## II. 관찰대상 및 방법

1979년 7월부터 1980년 9월까지 고려병원 내과에 입원한 고혈압환자 67명중 지속성 고혈압이면서, 흉부 X선이나 심전도에 이상소견이 없는 22명과 고혈압성 심장병환자 45명에 대하여 각각 흉부 X선, 심전도, 안저소견과 더불어 Smith-Kline 사 Echoline 20 A 로 심 Echo.도를 시행하였다.

정상대조군은 병력상 고혈압이나, 심장맥관 관계 질

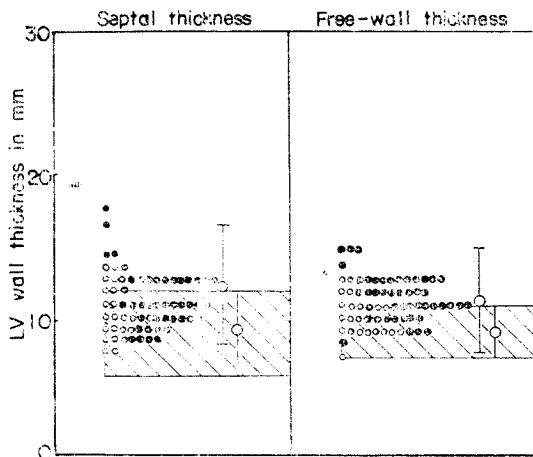
환의 과거력이 없으면서 수축기 혈압이 140 mmHg 이하이며 이완기혈압이 90 mmHg 이하이고 이학적 소견상 심장, 맥관계통에 아무런 이상소견이 없는 정상건강인 27명을 무작위 추출에 의하여 산출되었다.

각 환자군과 정상군의 임상특징은 표 1과 같다. 혈압은 일일 4회 연 2일간 혈압하강제의 투여전까지의 평균치이며 양와위에서 표준혈압기로 측정하였다. 환자군은 2차성 고혈압의 병력이나 입원치료중 고혈압의 원인이 2차성으로 확인된 경우에는 제외한 후 수축기 160 mmHg 이상, 이완기 95 mmHg 이상인 경우이었다.

Table 1. Clinical characteristics of subjects

	Normal	Hypertension	HCVD*
Number of subjects	27	22	45
Sex(Males: Females)	11:16	14:8	22:23
Age(years)			
M $\pm$ SD(range)	41 $\pm$ 15(15~67)	49 $\pm$ 10(30~65)	58 $\pm$ 11(19~75)
Systolic B.P.(mmHg)			
M $\pm$ SD(range)	126 $\pm$ (110~140)	173 $\pm$ 20(150~220)	186 $\pm$ 30(150~240)
Diastolic B.P.(mmHg)			
M $\pm$ SD(range)	80 $\pm$ 9(70~90)	107 $\pm$ 8(90~130)	116 $\pm$ 15(90~160)
Number of subjects with hypertensive retinopathy Keith-Wagener grade $\geq$ 2		5(23%)	23(51%)

HCVD\*: Hypertensive cardio-vascular disease.



Shaded areas represent the 95% prediction interval derived from normal control group. Open circles: hypertensive subjects. Closed circles: hypertensive cardiovascular disease.

Fig. 1. Distribution of absolute echocardiographic measurements of ventricular septum, left ventricular free-wall thickness on 67 subjects.

### 심 Echo 측정법

Smith-Kline 사 Echoline-20 A, M-mode+ransducer 로 대상자의 좌측에서 대상자를 양와위, 또는 양와위에서 15~30°정도 좌경시킨 상태에서 제 3~5 늑간과 흉골좌연으로부터 4 cm 이내에 내경 1 inch, 초당 진동수 2.25 MHz 인 transducer 를 이용하여 촬영하였으며, Polaroid camera 를 이용하였다. 심실중격, 좌심

실내경 및 좌심실 후벽 두께의 측정은 각 심내막의 Echo.를 각 심실벽에 포함시킨 standard 방법으로, 좌심실근량도 standard formula 에 의해서 측정 산출하였다.

좌심방의 직경은 대동맥근 후벽과 좌심방 후벽간의 최대거리, 승모판막 E-F 경사도는 그림 1A 와 같이 측정하였다<sup>9~11)</sup>.

### 심전도 측정

심전도 측정은 입원 제 1일에서 7일 사이에 실시한 것이며 좌심실비대 확정은 Romhilt-Estes scoring system<sup>12)</sup>에 따른 score 5이상인 경우이다.

### 흉부 X선

입원과 동시 기본점사로 촬영하였으며 심장비대는 심.흉비율이 0.5 이상인 경우로 정하였다.

### 통계분석

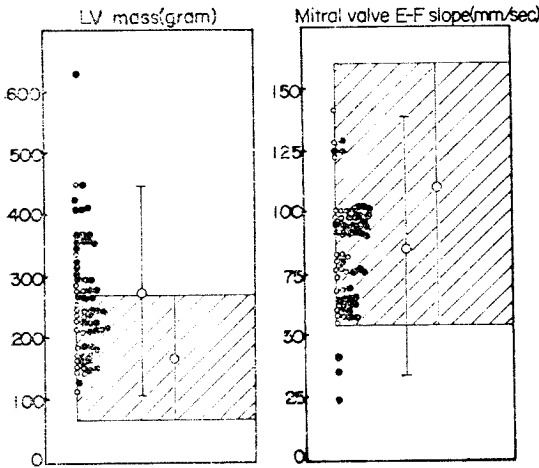
모든 표에서의 기록은 평균치 $\pm$ 표준편차이며 유의판정기준은 T-test 로 P-value 0.5 이하로 기준하였다. 표 5의 이상 판정기준은 정상대조군 평균치에서 2표준편차 외부변역에 포함되는 실측치의 환자수를 표시한 것이다.

## III. 관찰성적 및 결과

1) 표 1에서는 정상대조군, 고혈압환자군, 고혈압성 심장병환자군 3군으로 분류하여 평균연령은 정상군 41세, 고혈압환자군 49세, 고혈압성심장병환자군 58세로

**Table 2. The mean value and p-value of echocardiographic measurements of septal thickness, left ventricle posterior free-wall thickness, left ventricle mass, and mitral valve E-F slope for each group**

Groups	Normal	Hypertension	HCVD.
Echo measurement			
Septal thickness			
M±SD(cm)	0.9±0.2	1.0±0.2	1.4±0.4
P-value		p<0.05	p<0.05
Free-wall thickness			
M±SD(cm)	0.9±0.2	1.0±0.2	1.2±0.2
P-value		p<0.05	p<0.05
LV. mass(gm)			
M±SD	170±49	217±75	285±81
P-value		p<0.05	p<0.05
Mitral valve E-F slope(mm/sec.)			
M±SD	111±27	87±22	80±18
P-value		p<0.05	p<0.05



**Fig. 2. Distribution of echocardiographic measurements of Left ventricular mass and mitral valve E-F slope.**

각군마다 약 10세 정도의 연령증가를 볼 수 있다. 수축기혈압은 순서대로 126 mmHg, 173 mmHg, 186 mmHg로 나타났으며 이완기혈압은 80 mmHg, 107 mmHg, 116 mmHg로 나타났다. 이중 안저소견에서 K-W Gr (II) 이상인 경우가 고혈압군에서 5명 (23%), 고혈압성심장병군에서 23명 (51%)으로 나타났다.

2) 표 2, 그림 1, 2에서와 같이 심실중격 두께는 고혈압군  $1.0 \pm 0.2$  cm, 고혈압성 심장병군  $1.4 \pm 0.4$  cm으로 정상대조군  $0.9 \pm 0.2$  cm과 비교한 결과 각 환자

군 공히 유의한 증가를 나타내고 있다 ( $p < 0.05$ ).

3) 좌심실후벽의 두께는 고혈압군  $1.0 \pm 0.2$ , 고혈압성심장병군  $1.2 \pm 0.2$  cm로 대조군  $0.9 \pm 0.2$  cm과 비교한 결과 각 환자군 공히 유의한 증가를 보이고 있다 ( $p < 0.05$ ).

4) 좌심실근량 측정에서는 고혈압군  $217 \pm 75$  gm, 고혈압성심장병군  $285 \pm 81$  gm으로 대조군  $170 \pm 49$  gm과 비교 각 환자군 공히 유의한 증가를 보이고 있다 ( $p < 0.05$ ).

5) 승모판 E-F 경사도는 고혈압환자군  $87 \pm 22$ , 고혈압성심장병군  $80 \pm 18$  mm/sec로 대조군  $111 \pm 27$  mm/sec와 비교한 결과 각 환자군 공히 유의한 감소를 보이고 있다 ( $p < 0.05$ ).

6) 표 3. 그림 3에서와 같이 좌심실 내경의 측정치는 이완기말기에서 고혈압군  $4.8 \pm 0.5$ , 고혈압성심장병군  $4.8 \pm 0.6$  cm, 대조군  $4.7 \pm 0.6$  cm에 비교한 결과 각 환자군 공히 유의한 변화가 없었다 ( $p > 0.05$ ). 그러나 수축기말기의 측정치에서는 고혈압군  $3.5 \pm 0.5$  cm, ( $p > 0.5$ ), 고혈압성심장병군  $3.8 \pm 0.8$  cm, ( $p < 0.05$ )로 고혈압성심장병군에서만 대조군  $3.3 \pm 0.6$  cm에 비하여 유의한 증가를 보이고 있다.

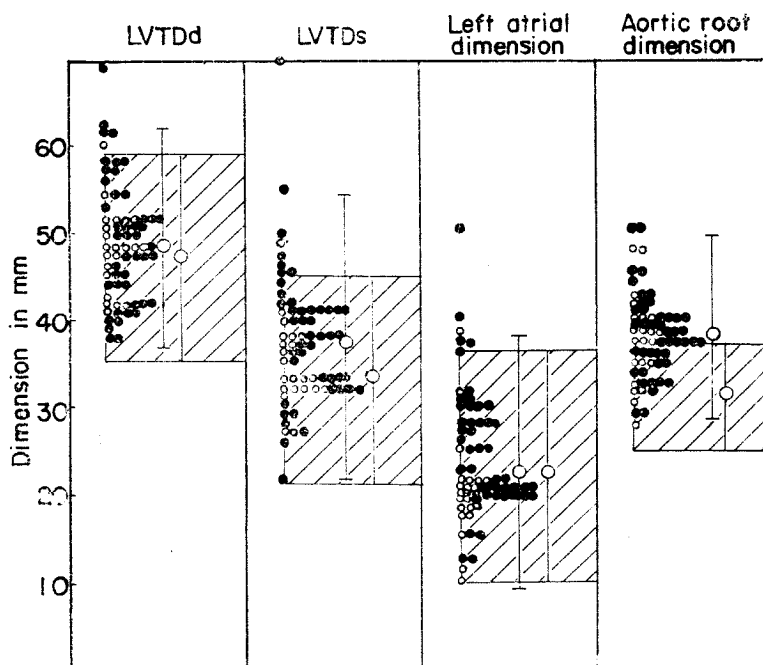
7) 좌심방 내경은 고혈압군  $2.0 \pm 0.6$  cm, 고혈압성심장병군  $2.5 \pm 0.7$  cm, 대조군  $2.2 \pm 0.7$  cm에 비해 각 환자군 공히 유의한 변화가 없었다 ( $p > 0.05$ ). 이에 반하여 대동맥근 내경은 고혈압군  $3.8 \pm 0.5$  cm 고혈압성심장병군  $3.8 \pm 0.2$  cm으로 대조군  $3.1 \pm 0.3$  cm에 비

**Table 3. The mean value and P-value of echocardiographic measurements of left ventricular dimensions at end diastolic and end systolic and left atrial and aortic root dimensions for each group**

Echo measurements	Normal	Hypertension	HCVD
LVTDD(cm)			
M $\pm$ SD	4.7 $\pm$ 0.6	4.8 $\pm$ 0.5	4.8 $\pm$ 0.6
P-value		p>0.05	p>0.05
LVTDS			
M $\pm$ SD	3.3 $\pm$ 0.6	3.5 $\pm$ 0.5	3.8 $\pm$ 0.8
p-value		p>0.05	p<0.05
Left atrial dimension			
M $\pm$ SD	2.2 $\pm$ 0.7	2.0 $\pm$ 0.6	2.5 $\pm$ 0.7
P-value		p>0.05	p>0.05
Aortic root dimension			
M $\pm$ SD	3.1 $\pm$ 0.3	3.8 $\pm$ 0.5	3.8 $\pm$ 0.2
P-value		p<0.05	p<0.05

LVTDS=left ventricular transverse dimension at end-systole.

LVTDD=left ventricular transverse dimension at end-systole.



LVTDD=left ventricular transverse dimension at end diastole.

LVTDS=left ventricular transverse dimension at end systole.

**Fig. 3.** Distribution of absolute echocardiographic measurements of left ventricular dimensions at end-diastole and end-systole, and left atrial and aortic root dimensions in 67 subjects.

**Table 4. The mean value and p-value of echocardiographic measurements of left ventricular ejection fraction and percent fractional shortening on each group**

Groups	Normal	Hypertension	HCVD
Echo. measurements			
LV. ejection fraction			
M $\pm$ SD(%)	64 $\pm$ 9	60 $\pm$ 9	50 $\pm$ 16
P-value		p>0.05	p<0.05
LV fractional shortening			
M $\pm$ SD(%)	30 $\pm$ 7	27 $\pm$ 6	23 $\pm$ 9
P-value		p>0.05	p<0.05

**Table 5. Prevalence of echocardiographic abnormalities in the subjects**

Groups		Hypertension	HCVD	Total*
Echo. measurements				
Ventricular septal thickness	$\geq$ 1.2cm	7(32%)	17(38%)	24(35%)
Left ventricular free wall thickness	$\geq$ 1.1cm	9(41)	33(73)	42(63)
Disproportionate septal thickening	$\geq$ 1.3cm	5(23)	6(13)	11(16)
Left ventricular transverse dimension at end-diastole	$\geq$ 5.9cm	0	5(11)	5(7)
Left ventricular mass	$\geq$ 267gm	4(18)	26(58)	30(45)
Left ventricular transverse dimension at end-systole	$\geq$ 4.5cm	1(5)	6(13)	7(10)
Left atrial dimension	$\geq$ 3.6cm	1(5)	5(11)	6(10)
Aortic root dimension	$\geq$ 3.7cm	14(64)	25(56)	39(58)
Ejection fraction	$\leq$ 46%	2(9)	18(40)	20(30)
Percent fractional shortening	$\leq$ 16%	0	11(24)	11(16)
E-F slope	$\leq$ 57mm/sec	1(5)	5(11)	6(10)

\* Echocardiographic value were considered abnormal if they were above(or below for ejection fraction, percent fractional shortening and mitral valve E-F slope) the 95% prediction interval derived from normal subjects.

해 각 환자군 공히 유의한 증가를 보이고 있다( $p < 0.05$ ).

8) 표 4, 그림 4에서와 같이 좌심실기능면에서 ejection fraction은 고혈압군  $60 \pm 9\%$ 로 대조군  $64 \pm 9\%$ 에 비하여 유의한 감소가 없으나( $p > 0.05$ ), 고혈압성 심장병군  $50 \pm 16\%$ 으로 대조군에 비하여 유의한 감소( $p < 0.05$ )를 보이고 있다.

9) 좌심실 fractional shortening도 고혈압군  $27 \pm 6\%$  ( $p > 0.05$ ), 고혈압성심장병군  $23 \pm 9\%$ , ( $p < 0.05$ )로 대조군  $30 \pm 7\%$ 에 비해 고혈압성심장병군에서만 유의한 감소를 관찰 할 수 있다.

10) 표 5에서와 같이 이상변화를 보인 정도가 고혈압군에서는 대동맥근내경 14명(64%)으로 가장 많았고 좌심실후벽두께(41%), 심실중격두께(32%) 순으로 나타났다으며 고혈압성심장병군에서는 좌심실 후벽두께 33명(73%)으로써 가장 많았고 좌심실근량 26명(58%), 대동맥근내경 25명(56%), 심실중격두께 17명(38%) 순으로 나타났다.

기능면에서의 이상 발현율은 ejection fraction 46%미만이 고혈압군에서 2명(9%), 고혈압성심장병군에서는 18명(46%), fractional shortening에서는 16%미만이 고혈압군에서는 한 명도 없으며 고혈압성 심장병

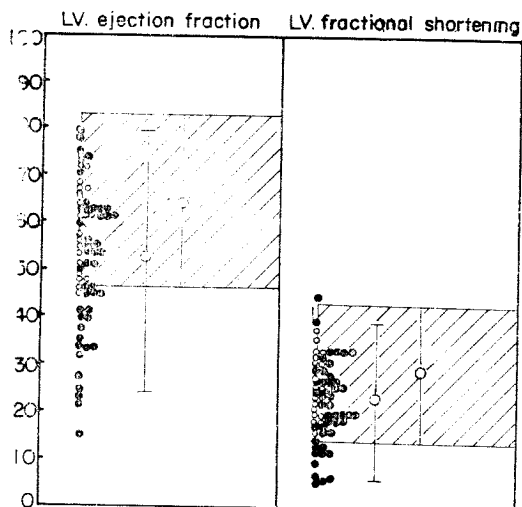


Fig. 4. Distribution of absolute echocardiographic measurements of left ventricular ejection fraction and fractional shortening.

군에서는 11명 (24%), 승모판 E-F 경사도가 57 mm/sec 이하인 경우 고혈압군에서는 1명 (5%), 고혈압성심장병군에서는 5명 (11%)으로 나타내고 있다.

#### IV. 고 찰

정상군이나 고혈압환자군에서 심 Echo 도치의 변화는 연령, 체표면적에 따라 거의 일정율로 나타남을 Gardin<sup>13)</sup> 등이 제시하였으나 본 연구에서는 전체 대상자의 연령, 체표면적에 대한 심 Echo 도 값은 각 군에서 유의한 변화가 없어 그에 대한 교정을 하지 않았다.

전체 환자군에서 심 Echo 도 값의 이상발현율은 78%이며 그 중 최대 이상발현치는 좌심실 후벽두께의 이상 증가가 63%로 나타났다. Daniel<sup>12)</sup> 등은 경증 내지 중증의 고혈압환자 234명 중 61%에서 좌심실후벽두께의 이상 증가를 제시하고 있다. 그러나 Schlant<sup>14)</sup> 등은 고혈압환자 73명 중 36명 (49%)에서 좌심실근량에서 이상을 보였으며 본 연구에서는 67명 중 30명 (45%)에서 이상을 보여, 좌심실후벽두께 다음으로 이상증가를 보이고 있다.

또한 Daniel<sup>12)</sup> 등은 심실중격두께에서 전체 고혈압환자 234명 중 117명 (50%)에서 이상발현을 제시하였으나 본 연구에서는 67명 중 24명 (35%)에서 이상을 보여 심 Echo 도에서 이상발현율은 대체적으로 좌심실후벽두께, 좌심실근량, 심실중격두께의 순으로 이상을 보이고 있다. 또한 Sjögren<sup>15)</sup> 등은 이러한 변화를 심 Echo 도와 심 조영술로 그 결과를 비교하여 입증한 바 있다.

수축기 말기 좌심실내경은 고혈압환자군에서는 유의한 증가가 없으나 고혈압성 심장병환자군에서는 평균  $38 \pm 8$  mm 로써 유의한 증가를 보이고 있다. 이는 좌심실내경의 변화는 직접적으로 좌심실부하용량에 밀접한 상관 관계로 나타남<sup>16~19)</sup> 일 것으로 생각된다.

좌심방 내경의 증가, 즉 좌심방비대는 본 연구에서는 유의한 증가도 없고 이상 발현율의 빈도도 6명 (10%) 밖에 없으나 Feigenbaum<sup>20)</sup>의 보고에는 약 30%에서 이상발현빈도를 제시하나 이는 연령, 체표면적에 대한 교정<sup>20)</sup>을 하지 않은 경우이며 또한 좌심실비대 유무에 관계없이 환자군에서 특별히 유의한 증가를 보이지 않는다. 이는 고혈압으로 인한 심장의 구조적 변화에는 좌심방의 변화를 조기에 찾을 수는 없을 것으로 생각할 수 있을 것이다.

좌심실 수축기능은 분출분율(ejection fraction)으로 측정하였으며 McDonald<sup>21)</sup> 등은 62.2%, Fortuin<sup>16)</sup> 59%, Delgado<sup>22)</sup> 71%, Hood<sup>23)</sup> 67%, 그리고 Abbasi<sup>24)</sup> 는 68%에서 이상치를 나타내었다고 보고하였으며 본 연구에서는 고혈압환자군에서 9%, 고혈압성심장병 환자군에서는 40%, 전체 환자군에서는 20%로, 본 연구에서 다소 적은 것으로 나타났으나 고혈압환자군에 비해 고혈압성심장병군에서 훨씬 많은 이상발현 빈도는 고혈압의 정도와 심장의 구조적 변화에 따라 ejection fraction에 차이가 나타남을 보이고 있다.

승모판 E-F. 경사도로써 좌심실 이완성 기능을 관찰한 결과 전체적으로 정상군 측정치의 하한변역으로 이동되어 있음을 보여주고 있다.

좌심실후벽 두께에 대한 심실중격두께의 역비례적인 비후(>1.3)는 Criley<sup>25)</sup> 등은 47%, Toshima<sup>26)</sup> 등에서 30%, Dunn<sup>27)</sup> 10%, Schlant<sup>14)</sup> 등에서는 1% 미만으로 보고 되었으나 본 관찰에서는 고혈압군에서 23%, 고혈압성심장병군에서 13%, 전체 환자군에서 16%를 보여 다른 저자들과 유사한 결과를 보이고 있으나 Daniel<sup>12)</sup> 등의 경도 내지 중등도 고혈압에서는 4% 미만으로 떨어져 있다. 이의 연구에는 선전성 심근비후증과의 관계가 보고되고 있으나 본 연구에서는 제외되었었다.

본 연구에서 고혈압환자의 심 Echo 도 이상발현율은 전체적으로 78%를 보이고 있으며 이 중에는 흉부 X선, 심전도에서 정상이면서 심 Echo 도에서만 이상인 경우 35%가 포함되어 있으며 심전도나 흉부 X선에서 이상 발견율은 10% 미만이었다. 따라서 심전도 흉부 X선에 비해 조기에 이상을 발견 할 수 있으며 이에 흉부 X선, 심전도등과 더불어 조사함으로써 고혈압에 대한 보다 정확한 결과를 조기에 얻을 수 있을 것으로

사료된다. 이는 Schlant<sup>14)</sup>등, Pisarczyk<sup>20)</sup>등에 의해 서도 밝혀졌다.

## V. 결 론

본 연구의 결과로 보아 심 Echo 도의 이용은 고혈압으로 인한 심장의 구조적 기능적 이상변화를 심전도나 흉부 X선에 비해 보다 조기에 보다 높은 정확도로 발견할 수 있으며 또한 Routine Screening에 이용해야 할 것으로 사료된다. 또 이학적 소견, 흉부 X선, 심전도 등과 더불어 심 Echo 도의 시행과 이의 적절한 평가는 고혈압 환자에서 우선 시행해 보아야 할 중요한 시술로 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Daniel, D.S., Stephen, E.E and John, H.L.: *Echocardiographic assessment of cardiac anatomy and function in hypertensive subjects. Circulation*, 59:623, 1979.
- 2) Feigenbaum, H., Wilfe, S.B., Popp, R.L. and Dodge, H.T.: *Correlation of ultrasound with angiocardiology in measuring left ventricular diastolic volume. Cardiology*, 23:111, 1969.
- 3) McDonald, I.G.: *Echocardiographic assessment of left ventricular function in aortic valve disease. Circulation*, 53:860, 1976.
- 4) Grant, C., Greene, D.G., Bunnell, I.L.: *Left ventricular enlargement and hypertrophy. Am. Heart. J.*, 78:43, 1969.
- 5) Fortuin, N.J., Hood, W.P. and Craige, E.: *Evaluation of left ventricular function by echocardiography. Circulation*, 46:26, 1972.
- 6) 김삼수, 김학중: *Echocardiogram에 관한 연구. 대한내과학회잡지*, 15:29, 1972.
- 7) 서순규, 최치호, 송희성: *정상 한국인의 Echocardiogram에 관한 연구. 대한내과학회잡지*, 20:381, 1977.
- 8) 김종성, 문성채: *심장 Echo에 관한 연구. 대한내과학회잡지*, 23:19, 1980.
- 9) 정순창, 김대하, 이학중: *심 Echo 도를 이용한 좌심실비대의 진단. 대한내과학회잡지*, 23:9, 1980.
- 10) Gifford, R.W.: *Evaluation of the hypertensive patient with emphasis on detecting curable causes. Milbank Men Fund Q*, 47:170, 1969.
- 11) Eckberg, D.L. and Cavanaugh, M.S.: *A simplified neck suction pevice for activation of carotid baroreceptors. J. Lab. Clin. Med.*, 85:167, 1975.
- 12) Romhilt, D.W., Estes, E.H.: *A point-score system for the ECG diagnosis of left ventricular hypertrophy. Am. Heart. J.*, 75:752, 1968.
- 13) Gardin, J.M., Henry, W.L., Savage, D.D., Ware, J.H. and Burn, C.: *Echocardiographic measurements in normal subjects: evaluation of an adult population without clinically apparent heart disease. J. Clin. Ultrasound. In press.*
- 14) Schlant, R.C., Felner, J.M., Heynsfield, S.B., Gilbert, C.A., Shulman, N.B. and Tuttle E.B.: *Echocardiographic studies of left ventricular anatomy and function in essential hypertension. Cardiovasc Med.*, 2:477, 1977.
- 15) Sjören, A.L., Hytonen, I. and Frick, M.H.: *Ultrasonic measurements of left ventricular wall thickness. Chest*, 57:37, 1970.
- 16) Fortuin, N.J., Sherman, M.E., Hoop, and Craige, E.: *Departmination of left ventricular volumes by ultrasound. Circulation*, 44:575, 1971.
- 17) Lewis, R.P., Sandeer, H.: *Relationship between changes in left ventricular dimension and ejection fraction in man. Circulation*, 44:548, 1971.
- 18) Pomb, J. E., Troy, B.L., Russel, R.O.Jr.: *Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. Cir*, 43:480, 1971.
- 19) Lanani, A.V., Lee, S. J.K.: *Echocardiographic measurement of cardiac output using the mitral valve and aortic root echo. Circulation*, 54:738, 1976.
- 20) Gerstenblith, G., Fderiksin, J., Yin, F.C.P., Fortuin, N.J., Lakatta, E.F. and Weisfeldt, M.L.: *Echocardiographic assessment of a normal adult aging population. Circulation*, 56:273, 1977.
- 21) Drayer, J.I.M., Savage, D.D., Henry, W.L., Mathews, E.C. Jr., Largh, J.H. and Epstein,



- S.E.: *Incidence of echocardiographic left ventricular hypertrophic and left atrial enlargement in essential hypertension. Circulation*, 57: 223, 1976.
- 22) Delgado, C.E., Fortuin, N.J. and Ross, R.S.: *Acute effects of low dose alcohol on left ventricular function by echocardiography. Circulation*, 52:535, 1975.
- 23) Hood, W.P., Jr., Rackly, C.R. and Rolett, E.L.: *Wall stress in the normal and hypertrophied human left ventricle. Amer. J. Cardiol.*, 22: 550, 1968.
- 24) Abbasi, A.S., Mac Alpin, R.N., Eber, L.M. and Perace, M.L.: *Echocardiographic diagnosis of idiopathic hypertrophic cardiomyopathy without outflow obstruction. Circulation*, 46: 897, 1972.
- 25) Criley, J.M., Blaufuss, A.H. and Abbasi, A.S.: *Nonobstructive IHSS. Circulation*, 52:963, 1975.
- 26) Toshima, H., Koga, Y., Yoshioka, H., Ayiyoshi, T. and Kimura, N.: *Echocardiographic classification of hypertensive heart disease: a correlative study with clinical features. Jpn. Heart J.*, 16:377, 1975.
- 27) Dunn, F.G., Chandratana, P., Decarvallo, J.G. R., Basta, L.L. and Frohlich, E.F.: *Pathophysiologic assessment of hypertensive heart disease with echocardiography. Am. J. Cardiol.*, 39: 789, 1977.
- 28) Pisarczyk, M.J. and Ross, A.M.: *Cardiac measurement in hypertension: echocardiogram, electrocardiogram and x-ray comparison. Am. J. Cardiol.*, 37:162, 1976.