

## 심초음파도에 의한 한국 성인의 심장기능 평가에 대한 연구

한림대학 의학부 내과학교실

박재찬 · 홍경표 · 임종윤 · 고영박 · 이 영

=ABSTRACT=

### Echocardiographic Evaluation of Cardiac Functions in Normal Korean Adults

Jae Chan Park, M.D., Kyung Pyo Hong, M.D., Chong Yun Rim, M.D.,  
Young Bahk Koh, M.D., Young Lee, M.D.

*Department of Internal Medicine, Hallym College*

To evaluate the cardiac functions we examined the M-mode echocardiography with measurements of blood pressure, heart rate and body surface area in 55 normal korean adults (male 30 persons, female 25 persons) of mean age,  $41.7 \pm 12.3$  years. (1) Interventricular septal thickness is  $9.5 \pm 1.7$ mm and left ventricular posterior wall thicknesses are  $8.6 \pm 1.5$ mm at end-diastole,  $14.0 \pm 2.1$ mm at end-systole. (2) Diastolic and systolic left ventricular internal dimensions are  $49.1 \pm 4.8$ mm and  $31.3 \pm 5.0$ mm, respectively. (3) Left ventricular mass by Penn Convention method is  $174.4 \pm 52.1$ g and left ventricular mass index is  $103.2 \pm 28.8$ g/m<sup>2</sup>. (4) Relative wall thickness is  $0.35 \pm 0.06$ . (5) Left ventricular volumes by Teichholz's method are  $114.9 \pm 27.6$ ml at diastole and  $40.2 \pm 17.2$ ml at systole. Therefore, stroke volume is  $74.7 \pm 16.9$ ml and stroke volume index is  $44.5 \pm 10.7$  ml/m<sup>2</sup>. (6) Cardiac output is  $4944 \pm 1058$  ml/min and cardiac index is  $2951 \pm 666$  ml/min/m<sup>2</sup>. (7) Total peripheral resistance is  $1454 \pm 356$  dynes-sec-cm<sup>-5</sup> and total peripheral resistance index is  $2472 \pm 623$  dynes-sec-cm<sup>-5</sup> · m<sup>2</sup>. (8) Fractional shortening is  $36.5 \pm 6.0\%$  and pressure-volume ratio is  $3.27 \pm 1.19$  mmHg/ml. (9) End-systolic wall stress is  $61.3 \pm 19.7 \times 10^3$  dynes-cm<sup>2</sup>. (10) Atrial emptying index is  $0.66 \pm 0.18$ .

**Key Word:** Echocardiography, Cardiac function.

#### 서 론

심초음파도가 임상의학에 도입된 이래로 심초음파도를 이용한 각종 심장질환의 진단 및 심장기능의 평가에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔

다. 특히 심초음파도검사는 심장질환에 관한 정보를 비관혈적으로 제공하며, 비교적 경제적이며, 더우기 반복검사가 용이하여 심장질환의 경과 관찰에 많은 기여를 하고 있다. 심도자술 등과 같은 관혈적인 심장검사법과 비교하여 그에 버금가는

정보를 제공하는 심초음파도가 임상에서 보편화된 것은 이에 비추어 볼 때 당연하지 않다고 할 수 없다. 따라서 심초음파도에서 측정가능한 여러 지표들을 이용하여 심장기능을 비교평가하기 위해서는 심장기능의 척도로 사용되는 여러 지표들이 정상치가 절실히 요구된다. 이러한 맥락에서 여러 학자들에 의하여 정상인의 심장기능에 관한 연구가 활발하였으나 대부분 외국인을 대상으로 하였으며<sup>1, 2)</sup>, 한국인에 관한 연구는 아직 미흡하다고 아니할 수 없다<sup>3, 4, 5)</sup>. 이에 저자들은 임상에서 기본지표로 활용할 수 있도록 심장기능의 척도로 이용될 수 있는 여러 지표들 심초음파도를 이용하여 정상한국인에서 구하였다.

#### 대상 및 방법

병력, 이학적 검사, 흉부X선검사와 심전도 및 2-D 심초음파도상 심장질환이 의심되지 않는 정상인 남자 30명과 여자 25명등 총 55명의 한국인 성인을 대상으로 Smithkline Instruments 회사제 SKI 5000 기계와 Dasonics 회사제 DRF-400C 기계를 이용하여 M-mode 심초음파도검사를 시행하였다. 심초음파도검사는 대상을 양와위에서 약간의 좌측위 자세로 하여 흉골 좌변 세번째, 네번째 혹은 다섯번째 늑간에서 실시 하였다. 심초음파도는 50mm/sec의 속도로 기록하였으며, 각종 지표는 3회 측정하여 이의 평균치를 사용하였다. 혈압은 기록이 끝난 직후 측정하였다. 모든 측정은 American Society of Echocardiography 에서 추천한 방법<sup>6)</sup>을 사용하였으며, 다만 좌심실중량의 측정은 Penn Convention법<sup>7)</sup>을 사용하였다. 이상의 방법으로 측정된 지표들은 심장기능을 평가하기 위한 여러 척도를 구하기 위하여 다음의 공식에 적용되었다.

(공식 1)<sup>7)</sup>

$$\text{좌심실중량(g)} = 1.04[(\text{이완기심실중격두께} + \text{이완기좌심실내경} + \text{이완기좌심실후벽두께})^3 - \text{이완기좌심실내경}^3] - 13.6$$

(공식 2)<sup>8)</sup>

$$\text{상대적후벽두께비} = \frac{2 \times \text{이완기좌심실후벽두께}}{\text{이완기좌심실내경}}$$

(공식 3)<sup>9)</sup>

$$\text{이완기좌심실용적(ml)} = \frac{7 \times \text{이완기좌심실내경}^3}{(2.4 + \text{이완기좌심실내경})}$$

$$\text{수축기좌심실용적(ml)} = \frac{7 \times \text{수축기좌심실내경}^3}{(2.4 + \text{수축기좌심실내경})}$$

(공식 4)

$$\text{구혈량(ml)} = \text{이완기좌심실용적} - \text{수축기좌심실용적}$$

(공식 5)

$$\text{심박출량(ml/min)} = \text{구혈량} \times \text{맥박수}$$

(공식 6)

$$\text{총말초혈관저항(dynes-sec-cm}^{-5}\text{)} = \frac{\text{평균혈압} \times 80}{\text{심박출량}}$$

(공식 7)<sup>10)</sup>

분획단축률(%) =

$$\frac{\text{이완기좌심실내경} - \text{수축기좌심실내경}}{\text{이완기좌심실내경}} \times 100$$

(공식 8)<sup>11)</sup>

$$\text{압력/용적비(mmHg/ml)} = \frac{\text{수축기혈압}}{\text{수축기좌심실용적}}$$

(공식 9)<sup>12)</sup>

$$\begin{aligned} &\text{수축기말 Wall Stress}(10^3 \text{ dynes-cm}^2) = \\ &0.33 \times \text{수축기좌심실내경} \times \text{수축기혈압} \\ &\text{수축기좌심실후벽두께} \times (1 + \text{수축기좌심실후벽두께} / \text{수축기좌심실내경}) \end{aligned}$$

나아가, 좌심실중량, 구혈량, 심박출량과 총말초혈관저항 등은 각 대상의 체격에 따른 오차를 줄이기 위하여 체표면적으로 나누어 이를 함께 구하였으며, Atrial Emptying Index는 Strunk등의 방법<sup>13)</sup>을 이용하여 구하였다.

#### 결 과

표 1에서와 같이, 총 55명인 대상군의 연령은 남자가 20세에서 74세(평균 41.9±12.9세), 여자가

Table 1. Age & sex distribution of number of the subjects

| Age(Yr) | Male | Female | Total |
|---------|------|--------|-------|
| 20-29   | 6    | 5      | 11    |
| 30-39   | 8    | 5      | 13    |
| 40-49   | 5    | 9      | 14    |
| 50-59   | 10   | 5      | 15    |
| 60≤     | 1    | 1      | 2     |
| Total   | 30   | 25     | 55    |

Table 2. Subject characteristics

| Variable              | Male       | Female     | Total      |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| Number                | 30         | 25         | 55         |
| BP (mmHg)             |            |            |            |
| Systolic              | 118.3±15.9 | 114.2±18.0 | 116.4±16.9 |
| Diastolic             | 70.8±12.7  | 72.5±12.6  | 71.6±12.5  |
| Mean                  | 86.5±12.7  | 86.2±13.4  | 86.4±12.9  |
| HR(beats/min)         | 66.2±13.2  | 68.5± 9.3  | 67.2±11.6  |
| BSA (m <sup>2</sup> ) | 1.78±0.15  | 1.59±0.14  | 1.69±0.17  |

Data are means±SD.

BP=Blood Pressure; BSA=Body Surface Area; HR=Heart Rate

22세에서 68세(평균 41.4±11.8세)까지 분포되어 있었으며, 전체적인 연령분포는 20세에서 74세(평균 41.7±12.3세)이었다. 이들의 남녀별에 따른 혈압, 맥박수 및 체표면적을 보면, 혈압은 남자의 경우 118.3±15.9mmHg/70.8±12.7mmHg(평균 86.5±12.7mmHg), 여자의 경우 114.2±18.0mmHg/72.5±12.6mmHg(평균 86.2±13.4mmHg), 총대상군의 경우 116.4±16.9mmHg/71.6±12.5mmHg(평균 86.4±12.9mmHg), 맥박수는 남자 66.2±13.2/min, 여자 68.5±9.3/min, 총대상군 67.2±11.6/min 이었으며, 체표면적은 남자 1.78±0.15m<sup>2</sup>, 여자 1.59±0.14m<sup>2</sup>, 총대상군 1.69±0.17m<sup>2</sup>이었다(표 2). American Society of Echocardiography방법에 의하여 M-mode 심초음파도로부터 측정된 각 심장부위의 계측치를 보면, 심실중격두께는 남자 10.1±1.4mm, 여자 8.7±1.7mm, 총대상군 9.5±1.7mm, 이완기좌

Table 3. Echocardiographic findings in subjects

| Variable  | Male     | Female   | Total    |
|-----------|----------|----------|----------|
| IVS (mm)  | 10.1±1.4 | 8.7±1.7  | 9.5±1.7  |
| PWT (mm)  |          |          |          |
| Diastolic | 8.7±1.3  | 8.5±1.8  | 8.6±1.5  |
| Systolic  | 14.2±2.3 | 13.7±1.9 | 14.0±2.1 |
| LVID (mm) |          |          |          |
| Diastolic | 49.6±4.3 | 48.5±5.4 | 49.1±4.8 |
| Systolic  | 31.5±4.5 | 30.9±5.6 | 31.3±5.0 |

IVS=Interventricular Septal Thickness; LVID=Left Ventricular Internal Dimension;  
PWT=Posterior Wall Thickness.

심실후벽두께는 남자 8.7±1.3mm, 여자 8.5±1.8mm, 총대상군 8.6±1.5mm, 수축기좌심실후벽두께는 남자 14.2±2.3mm, 여자 13.7±1.9mm, 총대상군 14.0±2.1mm이었다. 이완기좌심실내경은 남자 49.6±4.3mm, 여자 48.5±5.4mm, 총대상군 49.1±4.8mm, 수축기좌심실내경은 남자 31.5±4.5mm, 여자 30.9±5.6mm, 총대상군 31.3±5.0mm 이었다(표 3).

이상과 같은 측정치와 Penn Convention법을 이용하여 구한 심장기능에 관한 여러 척도는 표 4와 같다. 좌심실중량은 남자의 경우 186.7±39.4g, 여자의 경우 159.5±61.8g, 총대상군의 경우 174.4±52.1g이었으며, 체표면적당 좌심실중량은 남자 105.4±20.5g/m<sup>2</sup>, 여자 100.5±36.7g/m<sup>2</sup>, 총대상군 103.2±28.8g/m<sup>2</sup>이었다. 상대적후벽두께비는 남자 0.35±0.06, 여자 0.35±0.07, 총대상군 0.35±0.06 이었다. Teichholz법<sup>9)</sup>에 의하여 구한 이완기좌심실용적은 남자 117.5±25.4ml, 여자 111.8±30.3ml, 총대상군 114.9±27.6ml이었으며, 수축기좌심실용적은 남자 40.8±13.5ml, 여자 39.6±21.0ml, 총대상군 40.2±17.2ml이었다. 이에 따라, 구혈량은 남자 76.7±18.0ml, 여자 72.2±15.5ml, 총대상군 74.7±16.9ml, 심박출량은 남자 5011±1200ml/min, 여자 4864±874ml/min, 총대상군 4944±1058ml/min 이었으며, 총말초혈관저항은 남자 1448±379 dynes-sec-cm<sup>-5</sup>, 여자 1460±334 dynes-sec-cm<sup>-5</sup>, 총대상

Table 4. Hemodynamic and echocardiographic findings in subjects

| Variable   | Male       | Female     | Total      |
|--|------------|------------|------------|
| LV mass (g)  | 186.7±39.4 | 159.5±61.8 | 174.4±52.1 |
| LVM index (g/m <sup>2</sup> )                            | 105.4±20.5 | 100.5±36.7 | 103.2±28.8 |
| RWT  | 0.35±0.06  | 0.35±0.07  | 0.35±0.06  |
| LV volume (ml)   |            |            |            |
| Diastolic  | 117.5±25.4 | 111.8±30.3 | 114.9±27.6 |
| Systolic   | 40.8±13.5  | 39.6±21.0  | 40.2±17.2  |
| SV (ml)  | 76.7±18.0  | 72.2±15.5  | 74.7±16.9  |
| SV index (ml/m <sup>2</sup> )                            | 43.6±11.6  | 45.6± 9.6  | 44.5±10.7  |
| CO (ml/min)  | 5011±1200  | 4864± 874  | 4944±1058  |
| CI (ml/min/m <sup>2</sup> )                              | 2838± 701  | 3085± 607  | 2951± 666  |
| TPR (dynes-sec-cm <sup>-5</sup> )                        | 1448± 379  | 1460± 334  | 1454± 356  |
| TPR index (dynes-sec-cm <sup>-5</sup> · m <sup>2</sup> ) | 2585± 701  | 2322± 514  | 2472± 623  |
| FS (%)   | 36.6± 6.2  | 36.4± 5.9  | 36.5± 6.0  |
| Pressure/Volume (mmHg/ml)                                | 3.27±1.32  | 3.28±1.03  | 3.27±1.19  |
| ESWS (10 <sup>3</sup> dynes-cm <sup>2</sup> )            | 62.0±18.8  | 60.4±21.1  | 61.3±19.7  |
| AEI  | 0.69±0.18  | 0.61±0.17  | 0.66±0.18  |

AEI= Atrial Emptying Index; CI= Cardiac Index; CO= Cardiac output; ESWS= End-Systolic Wall Stress; FS= Fractional Shortening; LV= Left Ventricle; LVM= Left Ventricular Mass; RWT= Relative Wall Thickness; SV= Stroke Volume; TPR= Total Peripheral Resistance.

군 1454±356 dynes-sec-cm<sup>-5</sup>이었다. 이들 각각을 체표면적으로 환산하면, 체표면적당 구혈량은 남자 43.6±11.6ml/m<sup>2</sup>, 여자 45.6±9.6ml/m<sup>2</sup>, 총대상군 44.5±10.7ml/m<sup>2</sup>, 체표면적당 심박출량은 남자 2838±701ml/min/m<sup>2</sup>, 여자 3085±607ml/min/m<sup>2</sup>, 총대상군 2951±666ml/min/m<sup>2</sup>이었으며, 체표면적당 총말초혈관저항은 남자 2585±701 dynes-sec-cm<sup>-5</sup> · m<sup>2</sup>, 여자 2322±514 dynes-sec-cm<sup>-5</sup> · m<sup>2</sup>, 총대상군 2472±623 dynes-sec-cm<sup>-5</sup> · m<sup>2</sup>이었다. 그 밖에, 분획단축률은 남자 36.6±6.2%, 여자 36.4±5.9%, 총대상군 36.5±6.0%, 압력/용적비는 남자 3.27±1.32mmHg/ml, 여자 3.28±1.03mmHg/ml, 총대상군 3.27±1.19mmHg/ml, 수축기말 Wall Stress는 남자 62.0±18.8×10<sup>3</sup> dynes-cm<sup>2</sup>, 여자 60.4±21.1×10<sup>3</sup> dynes-cm<sup>2</sup>, 총대상군 61.3±19.7×10<sup>3</sup> dynes-cm<sup>2</sup>이었으며, Atrial Emptying Index는 남자 0.69±0.18, 여자 0.61±0.17, 총대상군 0.66±0.18이었다. 위의 모든 측정치는 체표면적과 심실중격두께를 제외하고 남녀간에 통계적

으로 유의한 차이는 발견되지 않았다.

## 고 안

심장질환 진료에 있어서 심장기능, 즉 좌심실의 기능을 평가하는 것은 대단히 중요하다. 특히 비관혈적인 심초음파도검사는 이 점에서 중요한 역할을 하고 있으나, 이러한 진술 이면에는 심초음파도 검사로부터 도출한 여러 심장지표가 심도자술 및 심장조영술로부터 측정된 것들과 좋은 상관관계를 갖고 있음을 전제로 하고 있다<sup>14)</sup>. 2-D 초음파도의 발달로 M-mode 심초음파도의 단점이 상당히 보완되었으나 2-D 초음파도의 경우 측면분해능의 개선이 요구되고 있어, 저자들은 기록과 측정이 비교적 용이하고 단순한 M-mode 심초음파도를 검사방법으로 선택하였다.

표 3에서 보면, 심실중격두께는 9.5±1.7mm이며, Hammond 등<sup>15)</sup>은 9.4±1.7mm, 서 등<sup>3)</sup>은 8.6±1.4mm, 박 등<sup>4)</sup>은 8.3±1.6mm, 김 등<sup>5)</sup>은 9.9±2.1

mm로 보고하였다. 이완기좌심실후벽두께는  $8.6 \pm 1.5\text{mm}$ 로 Hammond등<sup>15)</sup>은  $8.4 \pm 1.5\text{mm}$ , 서 등<sup>3)</sup>은  $8.5 \pm 1.4\text{mm}$ , 박 등<sup>4)</sup>은  $7.5 \pm 1.4\text{mm}$ , 김 등<sup>5)</sup>은  $7.9 \pm 1.6\text{mm}$ 로 발표하였다. 이완기좌심실내경은 Lutas등<sup>16)</sup>은  $48.0 \pm 4.9\text{mm}$ , Hammond등<sup>15)</sup>은  $48.1 \pm 5.3\text{mm}$ , 서 등<sup>3)</sup>은  $46.1 \pm 6.2\text{mm}$ , 박 등<sup>4)</sup>은  $44.9 \pm 8.2\text{mm}$ , 김 등<sup>5)</sup>은  $49.3 \pm 6.4\text{mm}$ 로 보고하였으며, 수축기좌심실내경은 박 등<sup>4)</sup>은  $31.0 \pm 6.5\text{mm}$ , 김 등<sup>5)</sup>은  $32.4 \pm 5.8\text{mm}$ 로 보고하였다. 좌심실내경에 관한 저자들의 결과는 이완기시  $49.1 \pm 4.8\text{mm}$ , 수축기시  $31.3 \pm 5.0\text{mm}$ 로 위의 보고들과 유사하였다.

Devereux등<sup>7, 17)</sup>은 M-mode 심초음파도를 이용하여 좌심실중량을 산출할 때 심내막 초음파를 제외한 심실중격두께와 좌심실후벽두께, 심내막 초음파를 포함시킨 좌심실내경을 적용하면 실제의 좌심실중량에 가장 근사한 값을 구할 수 있다고 보고하였다. 저자들도 이에 의거하여 좌심실중량을 구한결과(표 4) 평균  $174.4 \pm 52.1\text{g}$ 으로서, Hammond등<sup>15)</sup>의  $154.9 \pm 50.3\text{g}$ , 박 등<sup>4)</sup>의  $140.3 \pm 53.9\text{g}$ , 김 등<sup>18)</sup>의  $126 \pm 6\text{g}$ 보다 많으나, 이 등<sup>19)</sup>의  $170 \pm 49\text{g}$ 과는 유사하였다. 체표면적당 좌심실중량은  $103.2 \pm 28.8\text{g}/\text{m}^2$ 으로서 Lutas등<sup>16)</sup>의  $81 \pm 22\text{g}$ , Hammond등<sup>15)</sup>의  $84.0 \pm 22.7\text{g}/\text{m}^2$ , 김 등<sup>18)</sup>의  $85 \pm 4\text{g}/\text{m}^2$ 보다 많았다.

상대적후벽두께비는 좌심실의 비대와 확장의 관계를 평가하는데 도움을 주며, 나아가 수축기 좌심실압력을 측정하는데 간접적으로 이용될 수 있다<sup>8)</sup>. 좌심실 압력 과부담(pressure overload)의 경우 상대적후벽두께비는 증가하며, 좌심실 용적 과부담(volume overload)의 경우에는 상대적후벽두께비가 감소한다. 따라서 상대적후벽두께비는 압력 과부담과 용적 과부담의 병변에 대한 상대적인 기여도를 평가할 수 있다. 표 4에서와 같이 정상인에서의 상대적후벽두께비는  $0.35 \pm 0.06$ 으로 Lutas등<sup>16)</sup>의  $0.36 \pm 0.07$ , Hammond등<sup>15)</sup>의  $0.35 \pm 0.07$ 과 유사하다.

심초음파도를 이용하여 좌심실용적을 측정하고자 많은 노력이 있었다. 아직 많은 한계점을 갖고 있는 것은 부인할 수 없으나, 심초음파도를 이용

한 측정치가 좌심실조영술로부터 구한 좌심실용적과 좋은 상관관계를 보인다는 것 또한 정설로 인정되고 있다. 특히 2-D초음파도의 발달은 심초음파도의 한계를 상당히 축소시켰으나, 심내막의 측면분해능등 아직 개선되어야 할 점이 있다고 생각한다. 저자들은 Teichholz 등이 개발한 방법을 이용하여 좌심실용적을 측정하여 본 결과, 박 등<sup>4)</sup>의 보고(이완기좌심실용적  $94.7 \pm 24.2\text{ml}$ , 수축기좌심실용적  $39.8 \pm 20.0\text{ml}$ )와 약간의 차이를 나타내었다. 그러나, 구혈량과 체표면적당 구혈량은 각각  $74.7 \pm 16.9\text{ml}$ ,  $44.5 \pm 10.7\text{ml}/\text{m}^2$ 으로서, Lutas등<sup>16)</sup>의 체표면적당 구혈량  $44 \pm 11\text{ml}/\text{m}^2$ 과 유사하였다. 서 등<sup>3)</sup>과 박 등<sup>4)</sup>은 정상한국인에서의 구혈량을 각각  $60.6 \pm 22.7\text{ml}$ ,  $60.1 \pm 14.5\text{ml}$ 로 보고하였으며, 김 등<sup>5)</sup>은 체표면적당 구혈량을  $61.5 \pm 26.0\text{ml}/\text{m}^2$ 으로 보고한 바 있다. 공식 (5)에 의거하여 구한 심박출량 및 체표면적당 심박출량은 각각  $4944 \pm 1058\text{ml}/\text{min}$ ,  $2591 \pm 666\text{ml}/\text{min}/\text{m}^2$ 으로서, Lutas등<sup>16)</sup>의 체표면적당 심박출량  $3.08 \pm 0.94\text{L}/\text{min}/\text{m}^2$ , Hammond등<sup>15)</sup>의 심박출량  $5507 \pm 1921\text{ml}/\text{min}$ , 체표면적당 심박출량  $3004 \pm 914\text{ml}/\text{min}/\text{m}^2$ 과 유사하였다. 총말초혈관저항 및 체표면적당 총말초혈관저항 역시  $1454 \pm 356\text{ dynes} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$  및  $2472 \pm 623\text{ dynes} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5} \cdot \text{m}^2$ 으로서, Lutas등<sup>16)</sup>의 총말초혈관저항  $1445 \pm 443\text{ dynes} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$ , Hammond등<sup>15)</sup>의 총말초혈관저항  $1.45 \pm 0.50 \times 10^3\text{ dynes} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$ , 체표면적당 총말초혈관저항  $2.60 \pm 0.83 \times 10^3\text{ dynes} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5} \cdot \text{m}^2$ 과 유사하였다.

좌심실기능의 척도로 흔히 인용되는 분획단축률은 저자들의 경우  $36.5 \pm 6.0\%$ 로서 Lutas등<sup>16)</sup>의  $35 \pm 6\%$ , Hammond등<sup>15)</sup>의  $35.0 \pm 5.5\%$ , 박 등<sup>4)</sup>의  $33.1 \pm 9.2\%$ , 김 등<sup>5)</sup>의  $34.4 \pm 6.8\%$ 와 유사하였다. 그러나, 좌심실수축기능의 척도로 이용될 수 있는 압력/용적비는  $3.27 \pm 1.19\text{mmHg}/\text{ml}$ 로서 Lutas등<sup>16)</sup>의  $5.0 \pm 3.2\text{mmHg}/\text{ml}$ 보다 작았다. 좌심실의 수축기능은 전부담(preload) 및 후부담(afterload)에 의해 크게 좌우되므로, 좌심실의 Wall Stress에 대한 연구는 여러 학자들의 관심을 끌어 왔다<sup>12, 20, 21)</sup>. 공식 (9)와 같이 좌심실후벽두께와 좌심실내경 및

혈압을 이용하면 M-mode 심초음파도에서 좌심실의 Wall Stress를 용이하게 구할 수 있다. Lutas 등<sup>16)</sup>이 보고한 수축기말 Wall Stress는  $63.1 \pm 19.4 \times 10^3 \text{ dynes-cm}^2$ , Hammond 등<sup>15)</sup>이 보고한 수축기말 Wall Stress는  $63.0 \pm 21.3 \times 10^3 \text{ dynes-cm}^2$ 로서, 저자들의  $61.3 \pm 19.7 \times 10^3 \text{ dynes-cm}^2$  과 유사하다. 그러나, Abi-Samra 등<sup>22)</sup>이 발표한  $49 \pm 10 \times 10^3 \text{ dynes-cm}^2$ 은 저자들의 그것보다 작았다.

대동맥후벽운동을 관찰함으로써 좌심방의 emptying 내지는 좌심실의 filling을 평가할 수 있다는 보고는 국내외 여러 학자들에 의해 발표되어 왔다<sup>13, 23, 24, 25)</sup>. 저자들의 경우 Atrial Emptying Index는  $0.66 \pm 0.18$ 로서 Dreslinski 등<sup>23)</sup>의  $0.82 \pm 0.03$ , 김 등<sup>25)</sup>의  $0.92 \pm 0.18$ 보다 작았다. 이는 대상군의 평균연령이 다른 보고에 비해 높았기 때문이 아닌가 생각한다.

## 결 론

한국 성인의 심장기능을 비관혈적으로 평가하기 위하여 성인 남자 30명과 여자 25명 등 총 55명 (평균연령  $41.7 \pm 12.3$ 세)의 정상인을 대상으로 M-mode 심초음파도를 시행하고, 혈압, 맥박수, 체표면적을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 심실중격두께는  $9.5 \pm 1.7 \text{ mm}$ , 이완기좌심실후벽두께는  $8.6 \pm 1.5 \text{ mm}$ , 그리고 수축기좌심실후벽두께는  $14.0 \pm 2.1 \text{ mm}$ 이었다.

2) 이완기좌심실내경은  $49.1 \pm 4.8 \text{ mm}$ , 그리고 수축기좌심실내경은  $31.3 \pm 5.0 \text{ mm}$ 이었다.

3) Penn Convention 법에 의한 좌심실중량은  $174.4 \pm 52.1 \text{ g}$ , 그리고 체표면적당 좌심실중량은  $103.2 \pm 28.8 \text{ g/m}^2$ 이었다.

4) 상대적후벽두께비는  $0.35 \pm 0.06$ 이었다.

5) Teichholz 법에 의한 좌심실용적은 이완기시  $114.9 \pm 27.6 \text{ ml}$ , 수축기시  $40.2 \pm 17.2 \text{ ml}$ 이었으며, 따라서 구혈량은  $74.7 \pm 16.9 \text{ ml/m}^2$ , 체표면적당 구혈량은  $44.5 \pm 10.7 \text{ ml/m}^2$ 이었다.

6) 심박출량은  $4944 \pm 1058 \text{ ml/min}$ 이었으며, 체표면적당 심박출량은  $2951 \pm 666 \text{ ml/min/m}^2$ 이었다.

7) 총말초혈관저항은  $1454 \pm 356 \text{ dynes-sec-cm}^{-5}$ 이었으며, 체표면적당 총말초혈관저항은  $2472 \pm 623 \text{ dynes-sec-cm}^{-5} \cdot \text{m}^2$ 이었다.

8) 분획단축률은  $36.5 \pm 6.0\%$ 이었으며, 좌심실 수축기능의 척도로 이용될 수 있는 압력/용적비는  $3.27 \pm 1.19 \text{ mmHg/ml}$ 이었다.

9) 수축기말 Wall Stress는  $61.3 \pm 19.7 \times 10^3 \text{ dynes-cm}^2$ 이었다.

10) Atrial Emptying Index는  $0.66 \pm 0.18$ 이었다.

이상의 결과는 임상에서 심장기능을 비관혈적으로 평가하기 위한 기본 지표로서의 의의를 가지고 있다고 생각한다.

## REFERENCES

- 1) Gardin JM, Henry WL, Savage DD, Ware JH, Burn C, and Borer JS: *Echocardiographic Measurements in Normal Subjects; Evaluation of an Adult Population without Clinically Apparent Heart Disease. J Clin Ultrasound* 7:439, 1979
- 2) Gordon EP, Schmittger I, Fitzgerald PJ, Williams P, and Popp RL: *Reproducibility of Left Ventricular Volume by Two-dimensional Echocardiography. J Am Coll Cardiol* 2:506, 1983
- 3) 서순규 · 최치호 · 송희성 : 정상 한국인 *Echocardiogram*에 관한 연구. 대한내과학회잡지, 20:381, 1977
- 4) 박찬현 · 남성학 · 손락지 · 박영규 · 이방헌 · 이정균 · 손의석 · 허봉열 : 한국인의 심초음파도에 관한 연구. 순환기 11:173, 1981
- 5) 김종선 · 문성채 · 문한규 : 한국 정상인에 있어서 심 *Echo*도에 관한 연구. 대한의협지 26:1035, 1983
- 6) Sahn DJ, Demaria A, Kisslo J, and Weyman A: *Recommendations Regarding Quantitation in M-mode Echocardiography; Results of a Survey of Echocardiographic Measurements. Circulation* 58:1072, 1978
- 7) Devereux RB, and Reichek N: *Echocardiographic Determination of Left Ventricular Mass in Man; Anatomic Validation of the*

- Method. Circulation* 55:613, 1977
- 8) Reichek N, and Devereux RB: *Reliable Estimation of Peak Left Ventricular Systolic Pressure by M-mode Echocardiographic Determined End-diastolic Relative Wall Thickness; Identification of Severe Valvular Aortic Stenosis in Adult Patients. Am Heart J* 103:202, 1982
  - 9) Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, and Gorlin R: *Problems in Echocardiographic Volume Determinations; Echocardiographic-angiographic Correlations in the Presence or Absence of Asynergy. Am J Cardiol* 37:7, 1976
  - 10) Quinones MA, Pickering E, and Alexander JK: *Percentage of Shortening of the Echocardiographic Left Ventricular Dimension; Its use in Determining Ejection Fraction and Stoke Volume. Chest* 74:59, 1978
  - 11) Sagawa K, Suga H, Shoukas A, and Bakalar K: *End-systolic Pressure/Volume Ratio; a New Index of Ventricular Contractility. Am J Cardiol* 40:748, 1977
  - 12) Reichek N, Wilson J, St John Sutton M, Plappert T, Goldberg S, and Hirshfeld JW: *Noninvasive Determination of Left Ventricular End-systolic Stress; Validation of the Method and Initial Application. Circulation* 65:99, 1982
  - 13) Strunk BL, London EJ, Fitzgerald J, Popp RL, and Barry WH: *The Assessment of Mitral Stenosis and Prosthetic Mitral Valve Obstruction, using the Posterior Aortic Wall Echocardiogram. Circulation* 55:885, 1977
  - 14) Feigenbaum H, Popp RL, Wolfe SB, Troy BL, Pombo JF, Heine CL, and Dodge HT: *Ultrasound Measurements of the Left Ventricle; a Correlative study with Angiocardiology. Arch Intern Med* 129:461, 1972
  - 15) Hammond IW, Devereux RB, Alderman MH, Lutas EM, Spitzer MC, Growley JS, and Largh JG: *The Prevalence and Correlates of Echocardiographic Left Ventricular Hypertrophy Among Employed Patients with Uncomplicated Hypertension. J Am Coll Cardiol* 7:639, 1986
  - 16) Lutas EM, Devereux RB, Reis G, Alderman MH, Pickering TG, Borer JS, and Laragh HJ: *Increased Cardiac Performance in Mild Essential Hypertension; Left Ventricular Mechanics. Hypertension* 7:979, 1985
  - 17) Reichek N, and Devereux RB: *Left Ventricular Hypertrophy; Relationship of Anatomic, Echocardiographic and Electrocardiography; Relationship of Anatomic, Echocardiographic and Electrocardiographic Findings, Circulation* 63:1391, 1984
  - 18) 김창범 · 양윤모 · 신창섭 · 이종인 · 김대하 · 황정운 : 심 Echo 도를 이용한 좌심실비대의 진단. 순환기 12:157, 1982
  - 19) 이명숙 · 최봉태 · 김인숙 · 김 지 · 박정로 · 서추영 : 동맥경화성 심장병에 있어서 M-mode 이용한 심 Echo 도적 관찰. 순환기 12:145, 1982
  - 20) Quinones MA, Mokotoff DM, Nouri S, Winters WL, and Miller RR: *Noninvasive Quantification of Left Ventricular Wall Stress; Validation of Method and Application to Assessment of Chronic Pressure Overload. Am J Cardiol* 45:782, 1980
  - 21) Sagawa K: *The End-systolic Pressure-volume Relation of the Ventricle; Definition, Modifications and Clinical Use. Circulation* 63:1223, 1981
  - 22) Abi-Samra F, Fouad FM, and Tarazi RC: *Determinants of Left Ventricular Hypertrophy and Function in Hypertensive Patients. Am J Med* 75 Supp (Sep.): 26, 1983
  - 23) Dreslinski GR, Frohlich ED, Dunn FG, Messerli FH, Suarez DH, and Reisin E: *Echocardiographic Diastolic Ventricular Abnormality in Hypertensive Heart Disease; Atrial Emptying Index. Am. J. Cardiol.*, 47:1098, 1981
  - 24) 박양규 : 고혈압성 심장병에 있어서 심실 확장기 대동맥근 후벽의 운동속도에 관한 연구. 순환기 14:301, 1984
  - 25) 김승관 · 박상진 · 남광우 · 정명호 · 윤영근 · 강정채 · 박옥규 : 각종 심장판막질환 환자의 대동맥 후벽 심에코도에 관하여. 순환기 15:587, 1985