

正常若年男子(20代)의 心超音波圖

慶北大學校 醫科大學 內科學敎室

李 重 基 · 朴 熙 明

= Abstract =

Normal Echocardiograms in Young Male Adults

Choong Ki Lee, M.D. and Hi Myung Park, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Kyungpook National University
Taegu, Korea

Various parameters obtainable from the M-mode echocardiograms were determined in 100 healthy young males, and a comparative study of the data with those of the previously reported was made. It was found that our data as a whole were in general agreement with the others.

I. 緒 論

心超音波圖(UCG)는 非觀血의인 방법으로 다른 觀血의인 검사방법이 가지는 위험부담이 없이 각종 心臟疾患의 診斷 및 心臟機能檢査에 사용되고 있으며, 오늘날 心臟病 診療의 주요 檢査法의 하나로 알려져 있다. 그러나 우리나라에서는 UCG에서 구할 수 있는 여러가지 計測值의 정상치가 아직 완전히 확립되어 있지 않다.

저자들은 이들 여러가지 計測值의 正常值를 수립하기 위한 연구의 일부로서 건강한 젊은 男子를 대상으로 UCG를 記錄 分析하여 그 성적을 보고하는 바이다.

II. 材料 및 方法

心臟疾患의 既往歴이 없고 검사 당시 건강한 男子 100명을 대상으로 하였으며 연령은 20세~27세로서 평균 24세였다(第1表). 그리고 UCG는 Hoffrel Model 101A Ultrasonoscope와 2.0 MHz의 transducer를 사용해서 일반적인 관례에 따라 被檢者를 약간 左側臥位를 취하게 하여 제3~5肋間에서 胸骨左緣을 따라 M-mode의 UCG를 기록하였다.

기록순서는 먼저 僧帽弁膜의 UCG를 기록한 다음 transducer를 약간 外下方으로 향하게 하여 僧帽弁의 일부를 포함시켜서 左心室後壁과 心室中隔을 기록하고 이어 transducer를 內上方으로 향하게 하여 大動脈과

左心房을 기록하였다. 그리하여 UCG에서의 여러가지 計測은 역시 관례에 따라 다음과 같이 計測하였다(Fig. 1, 2, 3).

- 1) EF slope : 僧帽弁前葉의 E점과 F점을 연결한 사선의 1초 동안의 높이(垂直).
- 2) 僧帽弁膜 振幅(mitral value amplitude) : D점과 E점 사이의 높이.
- 3) Septal-Mitral distance : C점과 心室中隔의 左側心內膜사이의 거리.
- 4) Mitral-Posterior wall distance : C점과 左心室後壁의 心內膜 사이의 거리.
- 5) 大動脈內徑(aortic root dimension) : 弛緩末期에서 大動脈前壁과 後壁 사이의 거리.
- 6) 左心房內徑(left atrial dimension) : 收縮末期에서 大動脈後壁과 左心房壁 사이의 거리.
- 7) Aortic root systolic amplitude : 收縮初期와 收縮末期에서 大動脈後壁의 높이의 차이.
- 8) Slope of systolic excursion of aortic root : 收縮初期 및 收縮末期의 大動脈後壁의 양점을 연결한 사선의 1초 동안의 높이(垂直).
- 9) 心室中隔 두께(IV septal thickness) : 收縮末期(IVST_s) 및 弛緩末期(IVST_a)에서 心室中隔의 左右心內膜 사이의 거리.
- 10) 心室中隔 振幅(septal excursion) : 收縮末期와 弛緩末期 사이의 心室中隔의 振幅.
- 11) 左心室後壁 두께(LV posterior wall thickness)

: 收縮末期(PWT_s) 및 弛緩末期(PWT_d)에서의 左心

Table 1. Age, mean blood pressure and heart rate of the subjects

	Mean±SD	Range
Age(year)	23.5±1.2	20~27
Mean BP(mmHg)	90±10	83~107
Heart rate(min)	65±11	53~90

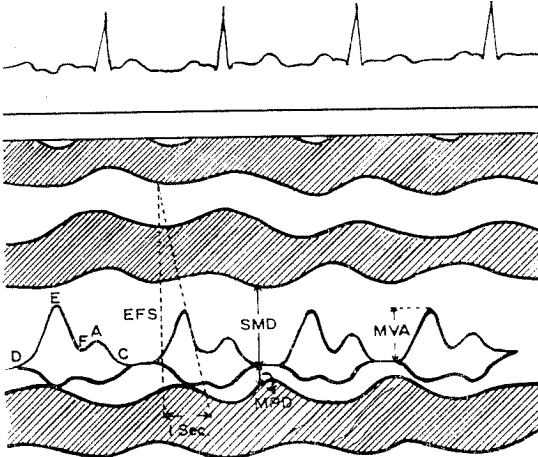


Fig. 1. Measurements on the mitral valve

EFS = EF slope

MVA = Mitral valve amplitude

SMD = Septal mitral distance

MPD = Mitral-posterior wall distance

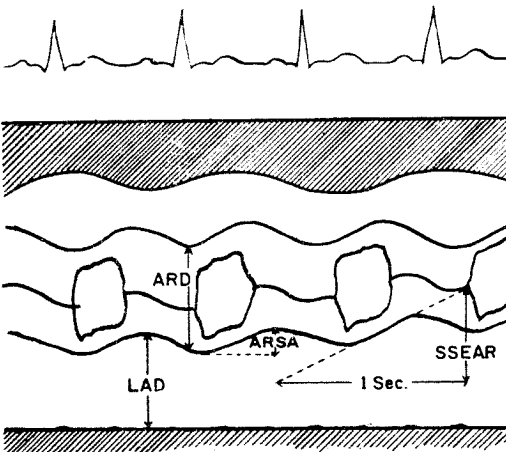


Fig. 2. Measurements on the aorta and the left atrium

ARD = Aortic root dimension

LAD = Left atrial dimension

ARSA = Aortic root systolic amplitude

SSEAR = Slope of systolic excursion of aortic root

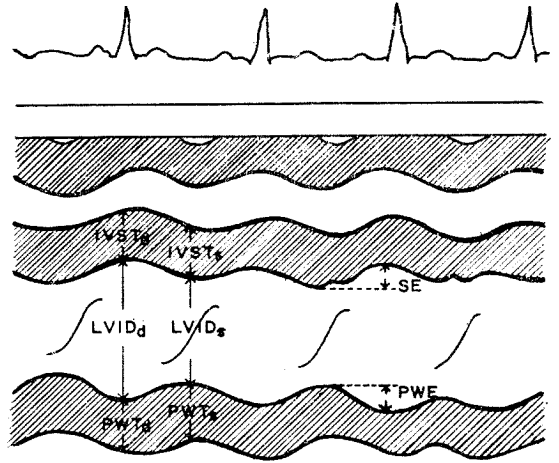


Fig. 3. Measurements on the left ventricle

SE=Septal excursion

PWE=Posterior wall excursion

PWTs & PWTd=Posterior wall thickness, end-systolic and end-diastolic, respectively.

LVIDs & LVIDd=Left ventricular internal dimension, end-systolic and end-diastolic, respectively.

IVSTs & IVSTd=Interventricular thickness, end-systolic and end-diastolic, respectively.

室後壁의 心内膜과 心外膜 사이의 거리.

12) 左心室後壁 振幅 (posterior wall excursion) : 收縮末期와 弛緩末期 사이의 左心室後壁의 진폭 (振幅).

13) 左心室内徑 (LV internal dimension) : 收縮末期 (LVID_s) 및 弛緩末期 (LVID_d)에서의 心室中隔의 左側 心内膜과 左心室後壁의 心内膜 사이의 거리.

그리고 다음 여러가지 計測値는 다음 공식에 의해서 산출하였다.

1) 左心室 驅血時間 (LVET) : 心電圖의 R波와 左心室後壁의 最低方位 사이의 時間에서 50 msec을 뺀 시간.

2) 心室中隔 平均 收縮速度 (mean septal velocity) = septal excursion/LVET.

3) % of systolic wall thickening of septum = $(IVST_s - IVST_d / IVST_d) \times 100$.

4) 左心室後壁 平均 收縮速度 (mean posterior wall velocity) = posterior wall excursion/LVET.

5) % of systolic wall thickening of posterior wall = $(PWT_s - PWT_d / PWT_d) \times 100$.

6) 弛緩末期 容量 (end diastolic volume: EDV) = LVID_d³.

7) 收縮末期 容量(end systolic volume: ESV) = LVID_s³.

8) 一回心搏出量(stroke volume: SV) = EDV-ESV.

9) 驅血率(Ejection fraction) = (EDV-ESV/EDV) × 100.

10) 心筋 收縮速度(Vcf: mean velocity of circumferential fiber shortening) = (LVID_d-LVID_s/LVID_d) × LVET.

11) % of shortening of internal dimension = (LVID_d-LVID_s/LVID_d) × 100.

12) 左心室 質量(left ventricular mass) = [(LVID_d + 2PWT_d)³ - LVID_d³] × 1.05.

Ⅲ. 成 績

僧帽弁에 관련된 여러가지 計測値는 第2表와 같이 EF slope 는 60~164 mm/sec 로 그 範圍가 넓었으며

平均은 110.3±24.4 mm/sec 였으며 僧帽弁膜 振幅, septal-mitral distance 및 mitral-posterior wall distance 는 각각 23.2±2.4 mm, 35.5±3.5 mm 및 11.8±1.6 mm 였다.

大動脈 및 左心房과 그들에 관련되는 여러가지 計測値는 第3表와 같다. 大動脈內徑 및 左心房內徑은 각각 28.9±1.9 mm 및 31.3±3.1 mm 였으며 左心房과 大動脈內徑과의 比는 約 1.1로서 左心房이 약간 컸다.

心室中隔 및 그것에 관련되는 여러가지 計測値는 第4表와 같이 弛緩末期 및 收縮末期의 心室中隔 두께는 각각 9.7±1.1 mm 및 13.8±1.4 mm 였고 이들의 % of systolic wall thickening 은 약 44%였다. 心室中隔 平均 收縮速度는 20.3±5.0 mm/sec 였으며 心室中隔과 左心室後壁의 두께의 比는 약 1.1로서 心室中隔의 두께가 다소 두꺼웠다.

左心室에 관련된 여러가지 計測値는 第5表 및 第6表와 같다. 左心室後壁의 弛緩末期 및 收縮末期의 두

Table 2. Measurements on the mitral valve

	Mean±SD	Range
EF slope(mm/sec)	110.3±24.4	60~164
Mitral valve amplitude(mm)	23.2±2.4	20~32
Septal-mitral distance(mm)	35.5±3.5	26~42
Mitral-posterior wall distance(mm)	11.8±1.6	8~16

Table 3. Measurements on the aortic root and the left atrium

	Mean±SD	Range
Aortic root dimension(mm)	28.9±1.9	25~34
Aortic root systolic amplitude(mm)	9.9±2.0	5~14
Slope of systolic excursion of aortic root(mm/sec)	35.1±7.0	21~61
Left atrial dimension(mm)	31.3±3.1	16~40
Left atrial dimension/Aortic root dimension	1.1±0.1	0.8~1.6

Table 4. Measurements on the interventricular septum

	Mean±SD	Range
End diastolic septal thickness(mm)	9.7± 1.1	8~13
End systolic septal thickness(mm)	13.8± 1.4	12~18
Septal excursion(mm)	6.3± 1.2	4~8.8
Mean septal velocity(mm/sec)	20.3± 5.0	11~35
% of systolic wall thickening	43.9±17.9	13~88
Septal thickness/Posterior wall thickness	1.1± 0.2	0.8~1.6

Table 5. Measurements on the posterior wall of the left ventricle

	Mean \pm SD	Range
End diastolic posterior wall thickness(mm)	8.7 \pm 0.7	8~10
End systolic posterior wall thickness(mm)	13.9 \pm 1.3	12~17
Posterior wall excursion(mm)	13.5 \pm 1.5	10~18
Mean posterior wall velocity(mm/sec)	42.9 \pm 7.0	21~61
% of systolic wall thickening	60.7 \pm 18.3	20~105
Posterior wall excursion/Septal excursion	2.2 \pm 0.4	1.4~3.4

Table 6. Measurements on the chamber of the left ventricle

	Mean \pm SD	Range
End diastolic internal dimension(mm)	51.0 \pm 3.4	40~ 58
End systolic internal dimension(mm)	33.4 \pm 3.4	25~ 44
End diastolic volume(ml)	133.4 \pm 30.5	79~185
End systolic volume(ml)	39.0 \pm 13.5	16~ 85
Stroke volume(ml)	96.0 \pm 20.3	58~160
Ejection fraction(%)	72.0 \pm 8.0	40~ 80
Vcf*(circ./sec)	1.14 \pm 0.21	0.52~1.67
% of shortening of internal dimension	34.7 \pm 5.0	17.6~45.8
Left ventricular mass(gm)	196.3 \pm 38.2	77.7~312.2
Cardiac output(ml)	6198 \pm 1636	2862~11963

* Vcf : Mean velocity of circumferential fiber shortening.

계는 각각 8.7 \pm 0.7 mm 및 13.9 \pm 1.3 mm 였으며, 이들의 % of systolic wall thickening 은 약 61%였다. 左心室後壁의 平均 收縮速度는 42.9 \pm 7.0 mm/sec 였으며 左心室後壁과 心室中隔의 振幅의 比는 약 2.2였다. 弛緩末期 및 收縮末期의 左心室內徑은 각각 51.0 \pm 3.4 mm 및 33.4 \pm 3.4 mm 였으며 이들의 % of shortening of internal dimension 은 약 35%였다. 弛緩末期 및 收縮末期의 左心室容量은 약 133 ml, 39ml 였으며 1 回心搏出量은 96 ml 였다. 驅血率은 72.0 \pm 8.0%, 心筋 收縮速度는 1.14 \pm 0.21 circ./sec 였으며 左心室 質量은 약 196 gm 이었다.

IV. 考 察

心超音波圖(UCG)는 非觀血的으로 위험부담이 없이 心臟의 形態學的 및 機能的 變化를 쉽게 알 수 있는 心臟檢査法의 하나이다. 그리고 UCG 가 僧帽弁膜 疾患의 진단에 처음 이용되기 시작된 이래 UCG 에서 計測된 여러가지 計測值의 精確도가 어느 정도인지에 대

해서는 여러 學者들에 의해서 여러가지 방법으로 검토된 바가 있다. Troy¹⁾등, Murray²⁾등은 UCG 로써 計測한 左心室內徑과 左心室後壁의 두께는 心造影術로써 얻어진 數值들과 相關關係가 높다고 하였으며 Sjögren³⁾등도 左心室後壁의 두께를 UCG 와 心造影術로 구하여 서로 비교해 보았던 바 높은 相關關係가 있었다고 하였다. 또한 Feigenbaum⁴⁾등은 左心室後壁의 두께는 剖檢이나 心臟手術을 통하여 實測한 두께와 거의 일치한다고 하였으며 Francis⁵⁾등도 手術前에 UCG 로 計測한 大動脈內徑과 手術時에 實測한 성적사이에 거의 차이가 없었다고 하였다.

우리나라에서도 UCG 를 이용하여 구한 여러가지 計測值의 正常値가 보고된 바 있으나^{6~8)} 이들 성적에는 觀察對象者의 年齡, 性別등에 대한 기술이 명확하지 않으며 外國에서 보고된 여러 성적에서도 비슷한 문제점이 있는 것이 대부분이다. 本 研究에서는 UCG 로써 구할 수 있는 여러가지 計測值의 年齡 및 性別에 따른 正常値를 알아보기 위한 研究의 일부로서 우선 健康한 젊은 男子에서의 計測值를 구하여 문헌에 보고된 것과

비교 검토하였다.

僧帽瓣의 FE slope 은 左心室의 充滿速度^{9,10)}와 Compliance^{9~13)} 및 僧帽瓣血流量¹¹⁾등을 반영한다고 하며 僧帽瓣狹窄을 비롯한 여러 질환에서도 EF slope 의 감소를 볼 수 있다. 本成績에서는 EF slope 가 60~164 mm/sec, 平均 110.3±24.4 mm/sec 로서 그 범위가 넓었으며 Demaria¹¹⁾등, Ziady¹⁴⁾등, Wharton¹⁵⁾ 등의 성적과 비슷하였으나 金⁶⁾등, 徐⁷⁾등, 金⁸⁾등 및 Quinone¹²⁾등 보다는 다소 높았다. 僧帽瓣의 運動性を 나타내는 僧帽瓣振幅은 23.2±2.4 mm 로서 여러 學者들^{6~8,15)}의 성적과 큰 차이가 없었다. Septal-mitral distance(systolic LV outflow tract) 및 mitral-posterior wall distance 는 左心室內에서 左心室과 僧帽瓣前葉의 位置關係를 보여주므로 특히 閉塞性非對稱性肥大, 左心室肥大등의 診斷에 이용될 수 있다. 일반적으로 septal-mitral distance 는 mitral-posterior wall distance 의 약 3배가 된다고 하는데¹⁶⁾ 本成績에서의 이들 計測値는 각각 35.5±3.5 mm 및 11.8±1.6 mm 로서 Henry¹⁷⁾등의 34.6 mm 및 9.8 mm 와 비슷하였다.

Francis⁵⁾등은 UCG 에서의 大動脈內徑과 實測値와는 거의 차이가 없다고 하였으며 本成績에서는 大動脈內徑이 28.9±1.9 mm 로서 Francis⁵⁾등, 徐⁷⁾등, Gilbert¹⁸⁾등, McDonald¹⁹⁾등, Hernberg²⁰⁾등과 거의 같았으며 Gramiak²¹⁾등의 3.37±0.4 cm, Brown²²⁾등의 3.27±0.45 cm 보다는 다소 낮은 편이었다. 左心房內徑은 31.3±3.1 mm 로서 Gilbert¹⁸⁾등, Brown²²⁾등, Akgün²³⁾등, Patton²⁴⁾등과 비슷하였으며 McDonald¹⁹⁾등, Rubler²⁵⁾등보다는 다소 크게 計測되었다. 左心房肥大(擴張)를 診斷함에 있어서 左心房의 크기를 測定하는 것보다 左心房과 大動脈의 內徑과의 比를 보는 것이 더욱 정확하다고 하는데²²⁾ 本成績에서는 左心房과 大動脈의 內徑의 比는 1.1±0.1로서 여러 學者들^{7,8,22,26)}의 성적과 비슷하였고 左心房이 大動脈內徑보다 약간 컸다. Aortic root systolic amplitude 및 slope of systolic excursion of aortic root 는 大動脈後壁의 收縮期の 運動狀態를 나타내는 것으로 大動脈後壁의 運動은 일반적으로 左心室의 收縮機能을 반영한다고 한다²⁷⁾. 그러나 Strunk²⁸⁾등은 左心房 容積의 변화가 大動脈壁運動의 主要因子라 하였고 Akgün²³⁾등은 左心房內徑의 변화가 大動脈壁運動에 가장 큰 영향을 미친다고 하고 大動脈 運動이 左心室機能의 指標가 된다고 하므로 大動脈 運動은 左心室의 變化의 영향을 많이 받기 때문에 大動脈壁의 運動을 分析함으로써 간접

적으로 左心房의 變化를 알 수 있다고 하였다. 本成績에서는 aortic root 의 systolic amplitude 는 9.9±2.0 mm 로서 Gramiak²¹⁾등, Akgün²³⁾등, Rubler²⁵⁾등의 성적과 비슷하였고 slope of systolic excursion of aortic root 는 35.1±7.0 mm/sec 로서 Gramiak²¹⁾등과 비슷하였다.

心室中隔의 弛緩末期 두께는 9.7±1.1 mm 로서 여러 學者들^{29~35)}의 성적과 비슷하였으며 收縮末期 두께는 13.8±1.4 mm 로서 Cohen³⁴⁾등, Rossen³⁵⁾등과 비슷하였으나 Corya²⁹⁾등의 9±1.66 mm 보다는 두꺼웠다. 左心室後壁의 弛緩末期 두께는 8.7±0.7 mm 로서 여러 學者들^{18,26,29,31,32,36~38)}과 비슷하였으나 Feigenbaum⁴⁾등, Toshima³⁰⁾등 및 Bahler³³⁾등의 11±2 mm, 1.0±0.1 cm 및 1.1±0.09 cm 보다는 다소 적었다. 그러나 收縮末期의 두께는 13.9±1.3 mm 로서 여러 學者들^{34,38)}과 비슷하였다. 弛緩末期 左心室內徑은 51.0±3.4 mm 로서 金⁸⁾등, Rubler²⁵⁾등 및 McDonald³⁶⁾등의 43.1±3.5 mm, 4.40±0.28 cm 및 29.83±7.06 mm 보다는 높게 測定되었으나 대다수 學者들^{7,8,26,39~42)}과 비슷하였으며 收縮末期 內徑은 33.4±3.4 mm 로서 역시 다른 學者들^{26,30,37,41,42)}과 비슷하였으나 金⁸⁾, Rubler²⁵⁾등 및 McDonald²⁹⁾등의 17.57±4.96 mm, 29.1±2.2 mm 및 28.3±2.6 mm 보다는 높았다. 心室中隔 및 左心室後壁의 振幅, 平均收縮速度 및 % of systolic wall thickening 등은 左心室의 血力學的 狀態를 표시하는 것으로서 左心室 機能의 지표가 될 수 있다. 本成績에서 % of systolic wall thickening of septum 은 43.9±17.9%로 Corya²⁹⁾등 및 Rossen³⁵⁾등과 비슷하였으나 Cohen³⁴⁾등, Kramer³⁹⁾등 및 Mason⁴³⁾등의 75.9±8.8%, 61.3±3.3% 및 56±3%보다는 다소 낮았으며 心室中隔의 振幅은 6.3±1.2 mm 로서, Rossen³⁵⁾등, Corya⁴⁴⁾등과는 비슷하였으나 McDonald³⁶⁾등 및 Jacobs⁴⁵⁾등의 4.2±2.2 mm 및 5.0 mm 보다는 다소 높았으며 心室中隔 平均 收縮速度는 20.3±5.0 mm/sec 로 Cohen³⁴⁾등, Demaria³⁷⁾등과 비슷하였다. 心室中隔과 左心室後壁의 두께의 比는 일반적으로 1.3이상이면 心室中隔 肥厚가 있다고 하며 本成績에서는 1.1±0.2로서 여러 學者들^{30~34,46)}과 비등하였으며 左心室後壁振幅과 心室中隔 振幅과의 比는 2.2±0.4이었다. 左心室後壁의 % of systolic wall thickening 은 心室中隔의 그것보다는 그 정도가 훨씬 높았으며 Corya²⁹⁾등의 47±16.0%보다도 높았으나 Cohen³⁴⁾등, Kramer³⁹⁾등 및 Mason⁴³⁾등의 84.8±6.3%, 73.7±5.9% 및 89±9%보다는 다소 낮았다. 左心室後壁 振幅은 13.5±1.5 mm

로서 다른 여러 學者들^{36,44,45,47)}의 成績과 큰 차이가 없었으나 Smithen⁴⁸⁾등의 4.0 mm, Kraunz⁴⁹⁾등의 7.2±1.8 mm 보다는 훨씬 높았다. 左心室後壁 平均 收縮速度는 42.9±7.0 mm/sec 로서 다른 學者들^{34,40,50)}과 비슷하였으나 Gilbert¹⁸⁾등의 成績에서는 51.1±2.4 mm/sec, Demaria³⁷⁾등은 33.2±1.4 mm/sec, Kraunz⁴⁹⁾등은 27±5.8 mm/sec 이었다.

위에서 언급한 여러가지 計測이외에 UCG 를 이용하여 左心室 機能을 測定하는데 중요시 되는 것으로는 % of shortening of internal dimension, 驅血率, Vcf 등이 있다⁵¹⁾. 本 研究에서 % of shortening of internal dimension 은 34.7±5.0%로서 여러 學者들^{18,37,39,43,47)}과 비슷하였으나 Fortuin⁴¹⁾등의 23.7±4.0% 보다는 높았다. 한편 UCG 를 이용하여 左心室容량을 산출하는 方法에는 Fortuin⁴¹⁾方法, Pombo⁵²⁾方法등이 있으며 Pombo⁵²⁾등은 心造影術과 UCG 로 구한 容량을 비교 검토해 보아 UCG 로써도 정확하게 左心室容량을 測定할 수 있다고 하였다. 本 成績에서는 弛縮末期 容量이 133.4±30.5 ml 로서 Rubler²⁵⁾등의 81.0±2.6 ml 보다는 많았으나 대부분의 學者들^{18,37,41)}과는 비슷하였고 收縮末期 容量도 39.0±13.5 ml 로 Fortuin⁴¹⁾등의 59±17 ml 보다는 적었으나 대부분의 學者들^{25,37)}과 비슷하였으며 驅血率은 72.0±8.0%로서 Fortuin⁴¹⁾등의 59±7%보다는 높았으나 다른 대다수 學者들^{18,25,40,53)}과는 비슷하였다. 한편 Vcf 는 心筋 收縮力을 직접적으로 표시하는 것으로⁵¹⁾ 驅血率과 비슷한 의미를 가지는 것으로 容量대신에 물체를 測定하여 산출하는 것으로 本 成績에서는 1.14±0.21로서 대다수의 學者들^{18,25,37,40)}과 비슷하였으나 徐⁷⁾등, Fortuin⁴¹⁾등의 0.93±0.252, 0.92±0.15보다는 높았고 Kramer³⁹⁾등의 1.50±0.07보다는 낮았다. 左心室 肥대를 직접 무게로써 알 수 있는 左心室 質量은 역시 心造影術로 구한 성적과 높은 相關關係를 가진다고 하며 本 研究에서는 196.3±38.2 gm 으로 Gilbert¹⁸⁾등의 213±9 gm 과 비슷하였으나 McFarland³²⁾등, Bahler³³⁾등의 130±4 gm, 147±24 gm 보다는 높게 산출되었다.

V. 要 約

心超音波圖에서 구할 수 있는 여러가지 計測値의 우리나라 正常値를 수립하기 위한 연구의 일부로서 건강한 남자 100명의 心超音波圖를 分析하여 그 成績을 보고하고 아울러 文獻에 보고된 성적과 비교 검토하였다.

REFERENCES

- 1) Troy, B.L., Pombo, J., and Rockley, C.E.: *Measurement of left ventricular thickness and mass by echocardiography. Circulation, 45:602, 1972*
- 2) Murray, J.A., Jonston, W. and Reid, J.M.: *Echocardiographic determination of left ventricular dimensions, volumes and performance. Am. J. Cardiol., 30:252, 1972*
- 3) Sjögren, A-L, Hytönen, I., and Frick, M.H.: *Ultrasonic measurement of left ventricular wall thickness. Chest, 57:37, 1970*
- 4) Feigenbaum, H., Popp, R.L., Chip, H.N., and Haine, C.L.: *Left ventricular wall thickness measured by ultrasound. Arch. Int. Med., 121:391, 1968*
- 5) Francis, G.S., Hargan, A.D., Oury, J., and O'Rourke, R.A.: *Accuracy of echocardiography for assessing aortic root diameter. Brit. Heart J., 37:3-76, 1975*
- 6) 김삼수, 김학중: *Echocardiogram 에 관한연구. 대한내과학회잡지, 15:29, 1972*
- 7) 徐舜圭, 崔致浩, 宋熙昇: *正常韓國人의 心超音波圖에 관한 研究. 대한내과학회잡지, 20:381, 1977*
- 8) 金大河, 金永眞, 李學重: *僧帽瓣膜疾患의 Echo 圖에 관한 研究. 순환기, 8:45, 1978*
- 9) Layton, C., Gent, G., Pridie, R., McDonald, A., and Brigden, W.: *Diastolic closure rate of normal mitral valve. Brit. Heart J., 35:1066, 1973*
- 10) Laniado, S., Yellin, E., Kotler, M., Levy, L., Stadler, J., and Terdimas, R.: *A study of the dynamic relations between the mitral valve echogram and phasic mitral flow. Circulation, 51:104, 1975*
- 11) DeMaria, A.N., Miller, R.R., Amsterdam, E. A., Markson, W., and Mason, D.T.: *Mitral valve early diastolic closing velocity in the echocardiogram: Relation to sequential diastolic flow and ventricular compliance. Am. J. Cardiol., 37: 693, 1976*
- 12) Quinones, M.A., Gaasch, W.H., Waisser, E., and Alexander, J.K.: *Reduction in the diastolic*

- descent of the mitral valve echogram in patients with altered left ventricular diastolic pressure-volume relations. *Circulation*, 49:246, 1974
- 13) Bergeron G.A., Cohen, M.V., Teichholz, L.E., and Gorlin, R.: Echocardiographic analysis of mitral valve motion after acute myocardial infarction. *Circulation*, 51:82, 1975
 - 15) Wharton, C.F.P., and Bescos, L.L.: Mitral valve movement: a study using an ultrasound technique. *Brit. Heart J.*, 32:344, 1970
 - 16) Salcedo, E.E.: *Atlas of echocardiography*, W.B. Saunders Company, 1978
 - 17) Henry, W.L., Clark, C.E., Griffith, J.M., and Epstein, S.E.: Mechanism of left ventricular outflow obstruction in patients with obstructive asymmetric septal hypertrophy. *Am. J. Cardiol.*, 35:337, 1975
 - 18) Gilbert, C.A., Nutter, D.O., Felner, J.M., Perkins, J.V., Heymsfield, S.B., and Schlant, R.C.: Echocardiographic study of cardiac dimensions and function in the endurance-trained athlete. *Am. J. Cardiol.*, 40:528, 1977
 - 19) McDonald, I.G.: Echocardiographic assessment of left ventricular function in aortic valve disease. *Circulation*, 53:860, 1976
 - 20) Hernberg, J., Weis, B., and Keegan, A.: Ultrasonic recording of aortic valve motion. *Radiology*, 94:361, 1970
 - 21) Gramiak, R., and Sah, P.M.: Echocardiography of the normal and diseased aortic valve. *Radiology*, 96:1, 1970
 - 22) Brown, O.R., Harrison, D.C., and Popp, R.L.: An improved method for echographic detection of left atrial enlargement. *Circulation*, 50:58, 1974
 - 23) Akgün, G., and Layton, C.: Aortic root and left atrial wall motion: An echocardiographic study. *Brit. Heart J.*, 39:1082, 1977
 - 24) Patton, R., Dragatakis, L., Marpole, D., and Sniderman, A.: The posterior left atrial echocardiogram of mitral regurgitation. *Circulation*, 57:1134, 1978
 - 25) Rubler, S., Damani, P.M., and Pinto, E.R.: Cardiac size and performance during pregnancy estimated with echocardiography. *Am. J. Cardiol.*, 40:534, 1977
 - 26) Dunn, F.G., Chandranatra, P., deCarvalho J. G.R., Basta, L.L., and Frohlich, E.D.: Pathophysiolgic assessment of hypertensive heart disease with echocardiography. *Am. J. Cardiol.*, 39:789, 1977
 - 27) Pratt, R.C., Parisi, A.F., Harrington, J.J., and Sasahara, A.A.: The influence of left ventricular stroke volume on aortic root motion. *Circulation*, 53:947, 1976
 - 28) Strunk, B.L., Fitzgerald, J.W., Lipton, M., Popp, R.L., and Barry, W.H.: The posterior aortic wall echocardiogram, its relationship to left atrial volume changes. *Circulation*, 54:744, 1976
 - 29) Gorya, B.C., Rasmussen, S., Feigenbaum, H., Knoebel, S.B., and Black, M.J.: Systolic thickening and thinning of the septum and posterior wall in patients with coronary artery disease, congestive cardiomyopathy and atrial septal defect. *Circulation*, 55:109, 1977
 - 30) Toshima, H., Koga, Y., Uemura, S., Zinnouchi, J., Kimura, N., and Nakamura, S.: Echocardiographic study on hypertrophic cardiomyopathy. *Japanese Heart J.*, 17:275, 1979
 - 31) Abbasi, A.S., Mac Alpin, R.N., Eber, L.M., and Pearce, M.L.: Left ventricular hypertrophy diagnosed by echocardiography. *N.E.J.M.*, 289:118, 1973
 - 32) McFarland, T.M., Alam, M., Goldstein, S., Pickard, S.D., and Stein, P.D.: Echocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Circulation*, 57:1140, 1978
 - 33) Bahler, A.S., Teichholz, L.E., Gorlin, R., and Herman, M.V.: Correlation of electrocardiography and echocardiography in determination of left ventricular wall thickness: Study of apparently normal subjects. *Am. J. Cardiol.*, 39:189, 1977
 - 34) Cohen, M.V., Cooperman, L.B., and Rosenblum, R.: Regional myocardial function in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis, an echocardiographic study. *Circulation*, 52:842, 1975

- 35) Rossen, R.M., Goodman, D.J., Ingham, R.E., and Popp, R.L.: *Ventricular systolic septal thickening and excursion in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis*. *N.E.J.M.*, 291:1317, 1974
- 36) McDonald, I.G., Feigenbaum, H., and Chang, S.: *Analysis of left ventricular wall motion by reflected ultrasound*. *Circulation*, 46:14, 1972
- 37) DeMaria, A.N., Neuman, A., Lee, G., Fowler, W., and Mason, D.T.: *Alteration in ventricular mass and performance induced by exercise training in man evaluated by echocardiography*. *Circulation*, 57:237, 1978
- 38) Traill, T.A., Gibson, D.G., and Brown, D.J.: *Study of left ventricular wall thickness and dimension changes using echocardiography*. *Brit. Heart J.*, 40:162, 1978
- 39) Kramer, N.E., Chawla, K.K., Patel, R., Khan, M., Mayer, T., and Towne, W.D.: *Differentiation of posterior myocardial infarction from right ventricular hypertrophy and normal anterior loop by echocardiography*. *Circulation*, 58:1057, 1978
- 40) Quinones, M.A., Gaasch, W.H., and Alexander, J.K.: *Echocardiographic assessment of left ventricular function, With special reference to normalized velocity*. *Circulation*, 50:42, 1974
- 41) Fortuin, N.J., Hood, W.P., and Craigie, E.: *Evaluation of left ventricular function by echocardiography*. *Circulation*, 46:26, 1972
- 42) Gibson, D.G., and Brown, D.: *Measurement of instantaneous left ventricular dimension and filling rate in man, using echocardiography*. *Brit. Heart J.*, 35:1141, 1973
- 43) Mason, S.J., Weiss, J.L., Weisfeldt, M.L., Garrison, J.B., and Fortuin, N.J.: *Exercise echocardiography: Detection of wall motion abnormalities during ischemia*. *Circulation*, 59:50, 1979
- 44) Corya, B.C., Feigenbaum, H., Rasmussen, S., and Black, M.J.: *Echocardiographic features of congestive cardiomyopathy compared with normal subjects and patients with coronary artery disease*. *Circulation*, 49:1153, 1974
- 45) Jacobs, J.J., Feigenbaum, H., Corya, B.C., and Phillips, J.F.: *Detection of left ventricular asynergy by echocardiography*. *Circulation*, 48:263, 1973
- 46) Cirak, C.E., Henry, W.L., and Epstein, S.E.: *Familial prevalence and genetic transmission of idiopathic hypertrophic subaortic stenosis*. *N.E.J.M.*, 289:709, 1973
- 47) Fogelman, A.M., Abbasi, A.S., Pearce, M.L., and Kattus, A.A.: *Echocardiographic study of the abnormal motion of the posterior left ventricular wall during angina pectoris*. *Circulation*, 46:905, 1972
- 48) Smithen, C.S., Wharton, C.F.P., and Sowton, E.: *Independant effects of heart rate and exercise on left ventricular wall movement measured by reflected ultrasound*. *Am. J. Cardiol.*, 30:43, 1972
- 49) Kraunz, R.F., and Kennedy, J.W.: *Ultrasonic determination of left ventricular wall motion in normal man*. *Am. Heart J.*, 79:36, 1970
- 50) Cooper, R.H., O'Rourke, R.A., Karliner, J.S., and Perterson, K.L.: *Comparision of ultrasound and cineangiographic measurements of the mean rate of circumferential fiber shortening in man*. *Circulation*, 46:914, 1972
- 51) Feigenbaum, H.: *Echocardiography*, 2nd Ed., Lea and Febiger, Philadelphia, 1976
- 52) Pombo, J.F., Troy, B.L., and Russel, R.O.: *Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography*. *Circulation*, 43:480, 1971
- 53) Schwarz, F., Flameng, W., Langebartels, F., Sesto, M., Walter, P., and Schlepper, M.: *Impaired left ventricular function in chronic aortic valve disease: Survival and function after replacement by Björk-Shiley prosthesis*. *Circulation*, 60:48, 1979