

정상인에 있어서 좌심실 중량의 신체크기에 따른 변화 및 심실 벽긴장도

원광대학교 의과대학 내과학교실

소재범 · 손성식 · 김석환 · 정진원 · 박양규 · 박옥규

= Abstract =

Relation of Left Ventricular Mass to Body Size and Left Ventricular Wall Stress in Normal Adults

Jae-Bum Soh, M.D., Sung-Sik Shon, M.D., Seok-Hwan Kim, M.D.,
Jin-Won Jeong, M.D., Yang-Kyu Park, M.D., Ock-Kyu Park, M.D.

Department of Internal Medicine, Wonkwang University School of Medicine, Iksan, Korea

Background : Increased left ventricular mass in patients with essential hypertension, coronary artery disease, chronic renal failure or in general population has been suggested as a useful predictor of increased cardiovascular morbidity and mortality. Many studies have reported that left ventricular mass is correlated positively with body size. Thereafter normalization of left ventricular mass for body weight, body surface area or height has been tried in experimental and clinical studies, but it is uncertain which is appropriate. This study was designed to determine the appropriate method for normalization of left ventricular mass to exclude influence of body size in normal adults.

Methods : We measured left ventricular mass in 100 normal adults by M-mode echocardiogram using ASE cube method without(Devereux and Reichek's method) and with correction(Devereux and Alonso's method). Left ventricular mass were normalized for body weight, height, body surface area, body surface area^{1.5}, height^{2.0} and height^{2.7}.

Results :

1) Left ventricular mass by Devereux and Reichek's method correlated well with that by Devereux and Alonso's method($r=1.0$, $p < 0.001$).

2) Corrected left ventricular mass correlated well with weight($r=0.64$, $p < 0.001$), height($r=0.49$, $p < 0.05$), body surface area($r=0.53$, $p < 0.01$) and body mass index($r=0.58$, $p < 0.001$).

3) Correlation coefficients of left ventricular mass/weight with weight, of ventricular mass/height with height, of ventricular mass/height^{2.0} with height, of ventricular mass/height^{2.7} with height, of ventricular mass/body surface area with body surface area and of ventricular mass/body surface area^{1.5} with body surface area were 0.12, -0.05, -0.29, -0.42, 0.13 and -0.11 respectively.

4) Peak systolic wall stress correlated negatively with age and indexed left ventricular mass, but end systolic wall stress did not correlated with indexed left ventricular mass.

Conclusions : The current indexation method of left ventricular mass for height may reduce the variability associated with body size. Furthermore, it could be used reliably in normal Korean adults.

KEY WORDS : Echocardiography · Left ventricular mass · Left ventricular mass index.

서 론

좌심실 중량이 증가 되면 일반인^{1,3)}, 고혈압 환자³⁾, 만성 신부전⁴⁾ 또는 관상동맥 혈관 질환에서⁵⁾ 심혈관 질환의 이환율과 사망율이 높아진다고 하며, 즉 좌심실비대는 심혈관 질환의 이환율과 사망율의 위험인자이며 환자의 예후를 예측하는 인자로 알려져 왔다¹⁻⁵⁾. 좌심실비대의 평가 방법으로 12 유도 심전도 보다는 좌심실구조의 변화까지도 동시에 관찰할 수 있는 심초음파 방법을 많이 이용하는데^{6,7)} 좌심실 중량은 비만 유무나 신장의 크기에 따라 차이가 있으므로 체표면적이나 신장으로 지표화하여 교정할 필요가 있다^{1,3,7)}. 신장과 체표면적으로 지표화 하였을 때에 비만이 있는 사람이나 비만과 고혈압을 동반한 환자에서 좌심실 비대의 유병율에 차이가 있는데^{8,11)} 사람의 신체 크기 변화때문에 발생하는 이와 같은 좌심실 중량의 차이점을 최소화 하기 위하여 여러 가지 지표화법이 제시되고 있다⁹⁾. 한편, 최대 좌심실 벽긴장도는 후부하의 증가로 인하여 증가되고 이는 벽두께를 자극하여 좌심실을 비대하게 하는 중요한 역할을 하며 비대된 심실은 벽긴장도를 감소시킨다^{12,13)}. 미국과 같이 여러 종족이 살고 있어 신체 크기의 차이가 심한 경우와 우리나라와 같이 단일 민족으로 신체 크기의 차이가 적은 경우에는 좌심실 중량을 지표화 하는데 차이가 있을 수 있다.

저자는 이면성 심초음파 감시하에 M형 심초음파도를 이용하여 좌심실 중량과 최대 벽긴장도를 산출하여 정상인의 좌심실 중량과 이들을 지표화하는 여러가지 방법을 검토하였고 이들과 최대 좌심실 벽긴장도와와의 관계를 알고자 본연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

대상은 심혈관질환을 의심할만한 병증이나 과거력이

없고 이학적 검사소견과 혈압이 정상이며 일반검사, 심전도, 흉부 X선 및 심초음파상 이상이 없고 초음파상이 깨끗하여 계측이 용이한 100명(남 61, 여 39)을 대상으로 하였다.

2. 심초음파 검사

모든 대상자에서 검사전 20분간 안정을 시킨 후에 ATL UM 9 system 심초음파기에 2.25 MHz의 위상차 탐촉자를 사용하여 양와위에서 15~30도 좌측 편위 자세에서 이면성 심초음파 감시하에 좌심실 M형 초음파도를 초당 100mm 속도로 기록하여 계측하였다. 이면성 심초음파 감시하에 좌심실 M형 심초음파도는 탐촉자를 좌측 흉골연의 3~4 늑간에서 좌측흉골연 단축상에서 M형 beam이 승모판첨부 직하부에 직각이 되도록하여 기록하였다. 계측은 2명의 관찰자가 심초음파 기계의 screen상에 가장 선명하고 측정하기 좋은 화면을 정지시키고 기계에 내장된 측정기를 사용하여 자동 계측하였다. 경우에 따라서는 polaroid film에 복사하여 측정하였다. Friedman등¹⁴⁾의 방법에 따라 좌심실 확장기말 직경은 심전도 R파 정점에서 수축기말 직경은 심실중격이 가장 후방 운동한 정점에서 각각 계측하였다. 좌심실 확장기말 및 수축기말 후벽두께, 수축기 및 확장기 심실중격두께는 미국 심초음파학회(ASE) 추천방법으로 계측하였다. 좌심실 중량(LV mass)은 Devereux와 Reichek의 법¹⁵⁾인 다음과 같은 공식을 이용하여 산출하였다.

$$LV\ mass = 1.04[(LVIDd + PWTd + IVSTd)^3 - (LVIDd)^3] - 13.6$$

[LVIDd : 좌심실 확장기말 직경, PWTd : 확장기 후벽두께, IVSTd : 확장기 심실중격두께]

또한 Devereux와 Alonso등¹⁶⁾이 사용한 방법인 공식 $0.80[1.04\{(IVSd + LVIDd + PWTd)^3 - (LVIDd)^3\} + 0.6]$ 즉 $0.80(ASE-cube\ LV\ MASS) + 0.6$ 을 이용하여 교정 좌심실 중량을 구하였다. 계측된 좌심실 중량의 신체 크기에 따른 변화를 교정하기 위한 가장 적합한 지표방법을

알기 위하여 신장, 체표면적, 체표면적^{1.5}, 신장^{2.0}(Ht^{2.0}), 신장^{2.7}(Ht^{2.7}), 체중등을 정상화 지표로 다시 지표화하여 체중, 체질량지수(BMI, body mass index), 신장, 체표면적과의 상관 관계를 보았다. 좌심실의 경선벽 긴장도(meridional wall stress)는 Grossman¹⁷⁾과 Hood¹⁸⁾방법인 다음과 같은 공식으로 산출하였다.

$$\text{최대 수축기 긴장도(peak systolic stress, PS)} = \frac{0.334 \times \text{SBP} \times \text{Dd}}{\text{Td} \times (1 + \text{Td}/\text{Dd})}$$

$$\text{말기 수축기 긴장도(End systolic wall stress, ES)} = \frac{0.334 \times \text{SBP} \times \text{Ds}}{\text{Ts} \times (1 + \text{Ts}/\text{Ds})}$$

[Dd : 좌심실의 확장기말 직경, Td : 확장기말 후벽두께, Ds : 가장 최소시의 좌심실 수축기말 직경, Ts : 수축기말 후벽두께]

수축기 혈압(SBP)은 안정 앙와위에서 수은주 혈압계를 사용하여 상완동맥에서 Korotkoff법으로 측정하였다. 수축기 혈압(SBP)은 좌심실 최대 수축기 혈압과 최대 수축기 및 수축기말 벽긴장도의 혈압을 대표한 것으로 사료되어 수축기 혈압을 사용하였다. 실제로 최대 긴장도는 항상 최대 좌심실 혈압보다 낮은 좌심실 압력에서 발생하므로 상기 방법으로는 최대긴장도가 과대평가 된다. 따라서 다음과 같은 회귀등식으로 교정하였다. 즉 $PS = 0.86 \times \text{산출된 PS} - 27 \times 10^3 \text{ dynes/cm}^2$. 또한 수축기말압(ESP)은 $0.66 \times \text{SBP} + 13$ 의 공식^{13,19,20)}에 측정된 수축기혈압을 대입하여 산출하였다.

좌심실 중량을 여러가지 지표화들로 교정한 치와 좌심실 최대 수축기 벽긴장도와 수축기말 벽긴장도와의 상호 관계를 비교 관찰하였다. 측정 및 관찰된 성적은 평균과 표준편차로 표시하였으며 p value < 0.05 이면 통계적으로 유의하다고 판정하였고 남녀간의 차이는 Student t-test 검정을 시행하였고 각 변수간의 상관관계는 회귀분석 방법을 이용하였다.

결 과

1) 대상자의 평균 연령, 신장, 체중, 체표면적, 체질량 지수는 39.4 ± 13.0 세, 1.65 ± 0.80 m, 63.5 ± 10.0 kg, $1.69 \pm 0.15 \text{ m}^2$, $23.4 \pm 3.4 \text{ kg/m}^2$ 이었고, 수축기 혈압,

확장기 좌심실 내경, 확장기 심실 중격 두께, 확장기 좌심실 후벽 두께, 수축기말 좌심실 내경, 수축기말 심실 중격 두께, 수축기말 좌심실 후벽 두께, 좌심실 최대 수축기 벽긴장도(PS) 및 좌심실 수축기말 벽긴장도(ES)는 각각 $116.5 \pm 11.3 \text{ mmHg}$, $51.5 \pm 4.2 \text{ mm}$, $8.3 \pm 1.3 \text{ mm}$, $8.7 \pm 1.3 \text{ mm}$, $32.0 \pm 4.0 \text{ mm}$, $12.7 \pm 2.1 \text{ mm}$, $14.1 \pm 2.1 \text{ mm}$, $148.1 \pm 35.7 \times 10^3 \text{ dynes/cm}^2$, $48.4 \pm 12.3 \times 10^3 \text{ dynes/cm}^2$ 이었다(Table 1).

2) 대상자 남·여간의 연령, 수축기 혈압, 최대 수축기 벽긴장도, 수축기말 벽긴장도, 체질량 지수는 남녀간에 유의한 차이는 없었으나 신장, 체중, 확장기 좌심실 내경, 체표면적은 남자가 여자 보다 유의하게 증가되었다(Table 2).

3) 좌심실 중량은 Devereux와 Reichek의 방법(LVM)으로 평균 $193.5 \pm 44.6 \text{ gm}$, Devereux와 Alonso의 방법(교정 좌심실 중량, CLVM)으로 평균 $171.7 \pm 35.8 \text{ gm}$ 이었고 LVM과 CLVM은 매우 유의한 상관 관계를 보였다($r=1.0$, $p < 0.001$, Fig. 1). LVM과 CLVM은 남자가 여자보다 증가되었으나, LVM및 CLVM을 지표화하였을때 남녀간의 유의한 차이는 없었다(Table 3).

Table 1. The subjects characteristics (n=100)

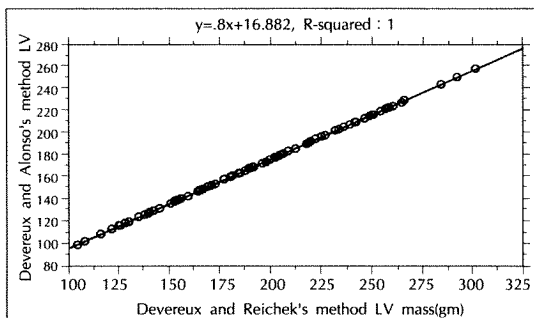
Age(years)	39.4 ± 13.0
Hieght(m)	1.65 ± 0.80
Weight(kg)	63.5 ± 10.0
Systolic BP(mmHg)	116.5 ± 11.3
LVDd(mm)	51.5 ± 4.2
IVSd(mm)	8.3 ± 1.3
LVPWTd(mm)	8.7 ± 1.3
LVDs(mm)	32.0 ± 4.0
IVSs(mm)	12.7 ± 2.1
LVPWTs(mm)	14.1 ± 2.1
PS($\times 10^3 \text{ dynes/cm}^2$)	148.1 ± 35.7
ES($\times 10^3 \text{ dynes/cm}^2$)	48.4 ± 12.3
BSA(m ²)	1.69 ± 0.15
BMI(kg/m ²)	23.3 ± 3.4

BP=blood pressure ; LVDd=left ventricular end-diastolic dimension ; LVDs : left ventricular end-systolic dimension ; IVSd=interventricular septal thickness in end-diastole ; IVSs=interventricular septal thickness in end-systole ; LVPWTd=left ventricular posterior wall thickness in end-diastole ; LVPWTs=left ventricular posterior wall thickness in end-systole ; PS=left ventricular peak systolic wall stress ; ES=left ventricular end-systolic wall stress ; BSA=body surface area BMI ; body mass index

Table 2. Comparison of the clinical and echocardiographic parameters between male and female subjects

	Male(n=69)	Female(n=31)	p value
Age(years)	38.7 ± 12.4	40.6 ± 13.4	NS
Height(m)	1.69 ± 0.72	1.59 ± 0.54	< 0.001
Weight(kg)	66.2 ± 9.4	59.3 ± 9.5	< 0.001
Systolic BP(mmHg)	116.9 ± 10.3	115.9 ± 12.9	NS
LVDd(mm)	52.2 ± 4.4	50.4 ± 3.7	< 0.05
IVSd(mm)	8.4 ± 1.2	8.1 ± 1.4	NS
IVPWTd(mm)	8.8 ± 1.2	8.5 ± 1.4	NS
LVDs(mm)	32.5 ± 4.5	31.5 ± 3.2	NS
IVSs(mm)	12.9 ± 1.9	12.2 ± 2.2	NS
IVPWTs(mm)	14.6 ± 1.9	13.4 ± 2.2	NS
PS($\times 10^3$ dynes/cm ²)	149.6 ± 39.4	145.9 ± 29.5	NS
ES($\times 10^3$ dynes/cm ¹)	47.8 ± 12.8	49.3 ± 11.6	NS
BSA(m ²)	1.75 ± 0.13	1.60 ± 0.13	< 0.001
BMI(kg/m ²)	23.3 ± 3.4	23.3 ± 3.3	NS

BP=blood pressure ; LVDd=left ventricular end-diastolic dimension ; LVDs=left ventricular end-systolic dimension ; IVSd=interventricular septal thickness in end-diastole ; IVSs=interventricular septal thickness in end-systole ; LVPWTd=left ventricular posterior wall thickness in end-diastole ; LVPWTs=left ventricular posterior wall thickness in end-systole ; PS=left ventricular peak systolic stress ; ES=left ventricular end-systolic wall stress ; BSA=body surface area ; BMI=body mass index ; NS=non-specific

**Fig. 1.** Correlation of left ventricular mass by Devereux and Reichek's method with that by Devereux and Alonso's method.

4) 연령과 좌심실 중량 및 좌심실 중량지표(LVMI)들과 비교하였을 때 LVM, CLVM, 체중으로 지표화한 교정 좌심실 중량(CLVM/Wt), 신장으로 지표화한 교정 좌심실 중량(CLVM/Ht), $Ht^{2.0}$ 으로 지표화한 교정 좌심실 중량(CLVM/ $Ht^{2.0}$), $Ht^{2.7}$ 으로 지표화한 교정 좌심실 중량(CLVM/ $Ht^{2.7}$), 체표면적으로 지표화한 교정 좌심실 중량(CLVM/BSA), 체표면적^{1.5}으로 지표화한 교정 좌심실 중량(CLVM/BSA^{1.5})은 연령에 따라 유의한 증가를 보였다(각각 $r=0.35$, $r=0.35$, $r=0.38$, $r=0.45$, $r=0.52$, $r=0.55$, $r=0.46$, $r=0.48$, $p<0.001$).

5) CLVM과 신체크기간의 관계를 보면 CLVM은 체중, 신장, 체표면적, 체질량지수와 유의한 상관관계가 있

었다(각각 $r=0.64$, $p<0.001$, $r=0.49$, $p<0.05$, $r=0.53$, $p<0.001$, $r=0.58$, $p<0.001$)(Fig. 2).

6) CLVM을 지표화 하였을 때 각각의 신체크기 변수와의 상관관계를 살펴보면 CLVM/Wt와 Wt, CLVM/Ht와 Ht, CLVM/ $Ht^{2.0}$ 와 Ht , CLVM/ $Ht^{2.7}$ 와 Ht , CLVM/BSA와 BSA, CLVM/BSA^{1.5}와 BSA와의 관계는 각각 $r=0.12$, $r=-0.05$, $r=-0.29$, $r=-0.42$, $r=0.13$, $r=-0.11$ 이었다(Table 4, Fig. 3).

7) PS 및 ES와 연령과의 관계는 역상관관계를 보였다(각각 $r=-0.26$, $r=-0.24$, $P<0.05$), PS와 LVMI간의 관계는 CLVM/BSA^{1.5}, CLVM/BSA, CLVM/ $Ht^{2.7}$, CLVM/ $Ht^{2.0}$, CLVM/Wt, CLVM/Ht순으로 역상관관계를 보였으나(각각 $r=-0.25$, $r=-0.24$, $r=-0.23$, $r=-0.23$, $r=-0.21$, $r=-0.21$, $p<0.05$), ES는 LVMI와 유의한 상관이 없었다(Fig. 4).

고 안

좌심실 비대는 심근 산소 소모량을 증가시키고 관상동맥 혈류의 여력을 감소시키고 심근에 산소의 요구와 공급에 불균형을 초래하여 협심증, 심근경색 및 급사를 일으키기 쉬우므로 좌심실 비대의 유무는 환자의 동맥경화성 심장병의 유병율과 예후판정에 중요한 위험인자이다

Table 3. Left ventricular mass and indexed left ventricle masses by two methods(A, B) in normal subject

	Total(n=100)	Male(n=69)	Female(n=31)	p valve
A) Devereux and Reichek's method				
LVM	193.5 ± 44.6	201.2 ± 42.9	181.4 ± 45.0	< 0.05
LVM/BSA	114.1 ± 23.1	115.1 ± 23.3	112.4 ± 23.1	NS
LVM/Ht	117.3 ± 27.9	119.5 ± 26.5	113.9 ± 27.5	NS
LVM/Wt	3.05 ± 0.54	3.04 ± 0.54	3.06 ± 0.55	NS
LVM/BSA ^{1.5}	88.3 ± 18.3	88.0 ± 19.0	88.7 ± 17.4	NS
LVM/Ht ^{2.0}	71.7 ± 17.5	71.8 ± 17.9	71.5 ± 17.2	NS
LVM/Ht ^{2.7}	50.7 ± 13.3	50.1 ± 13.7	51.7 ± 12.6	NS
B) Devereux and Alonso's method				
CLVM	171.7 ± 35.6	177.9 ± 34.3	162.0 ± 36.0	< 0.05
CLVM/BSA	101.3 ± 18.4	101.8 ± 18.6	100.5 ± 18.2	NS
CLVM/Ht	104.1 ± 21.6	105.6 ± 21.4	101.7 ± 22.0	NS
CLVM/Wt	2.71 ± 0.43	2.70 ± 0.43	2.74 ± 0.44	NS
CLVM/BSA ^{1.5}	78.4 ± 14.7	77.8 ± 15.4	79.3 ± 13.8	NS
CLVM/Ht ^{2.0}	63.6 ± 14.2	63.4 ± 14.6	63.9 ± 13.8	NS
CLVM/Ht ^{2.7}	44.9 ± 10.9	44.2 ± 11.4	46.2 ± 10.1	NS

LBM=left ventricular mass ; CLVM : corrected left ventricular mass ; BSA : body surface area ; BMI : body mass index ; Ht=height ; Wt=weight ; NS=non-specific

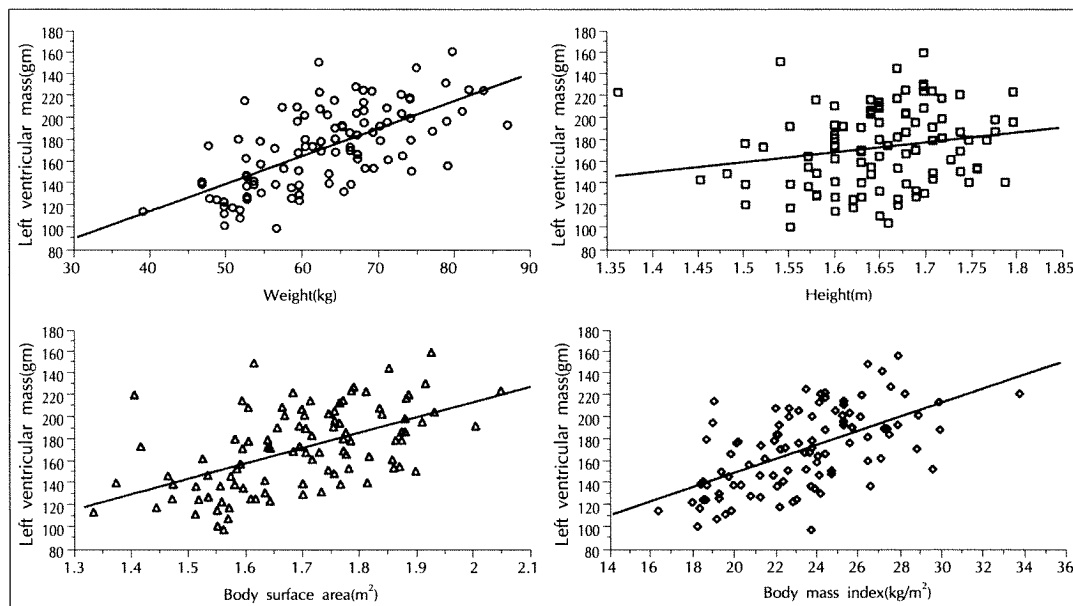


Fig. 2. Correlation of left ventricular mass(Devereux and Alonso's method) with body size.

¹⁻⁵⁾ Koren 등³⁾은 합병증이 없는 고혈압환자에서 좌심실 비대는 혈압, 깃연 또는 총콜레스테롤치 보다도 더 강력한 위험인자이고, 심혈관 질환으로 인한 사망과 위험의 가장 예민한 예측인자 라고 하였다. 좌심실 비대의 평가로는 심전도, 흉부 X선 및 심초음파를 이용할 수 있으나 심초음파는 형태적 변화와 좌심실 중량을 쉽게 산출할

수 있어서 많이 이용되고 있다¹⁻⁷⁾. LVM의 증가뿐 아니라 심실중격 및 후벽두께, 좌심실 직경, 비교적 벽두께 (2 후벽두께 / 확장기말 심실내경)의 해부학적 변화를 알 수 있어 편리하다³⁾. LVM가 증가하더라도 동심성 비대가 편심성 비대보다 유병율과 사망율이 더 많다고 보고 되고 있다³⁾. LVM은 Devereux과 Reichek 공식을 이

Table 4. Relations of unindexed and indexed left ventricular mass to body size

relation			r-value
CLVM	vs	Wt	0.64
CLVM	vs	Ht	0.49
CLVM	vs	BSA	0.53
CLVM	vs	MBI	0.58
CLVM/	vs	Wt	0.12
CLVM/Ht	vs	Ht	-0.05
CLVM/Ht	vs	Ht	-0.29
CLVM/Ht	vs	Ht	-0.42
CLVM/	vs	BSA	0.13
CLVM/	vs	BSA	-0.11

Wt=weight ; Ht=height ; CLVM=corrected left ventricular mass ; BSA=body surface area ; BMI=body mass index

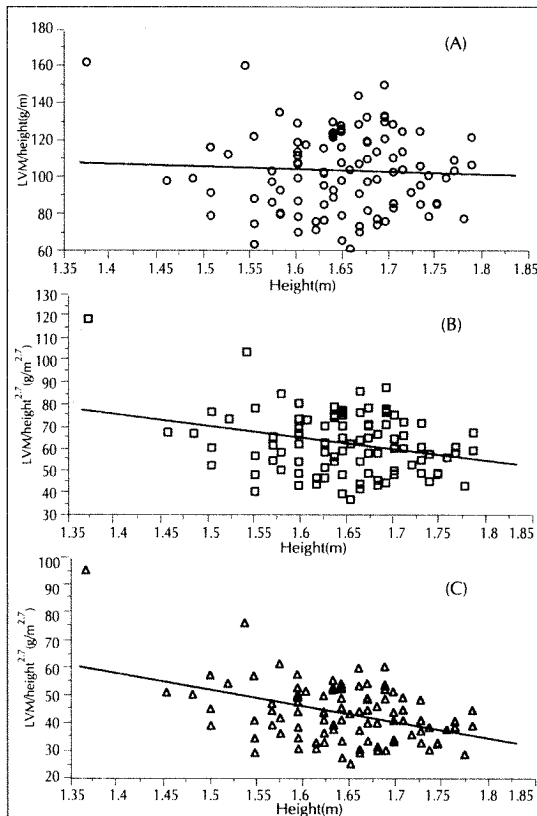


Fig. 3. Relation of left ventricular mass/height to (A) height ($r=-0.05$, $p < 0.04$), (B) of left ventricular mass/height^{2.0} to height ($r=-0.29$, $p < 0.05$) and (C) of left ventricular mass/height^{2.7} to height ($r=-0.42$, $p < 0.05$). LVM=left ventricular mass.

용하여 Penn와 ASE(American society of Echocardiography) 방법으로 좌심실 중격 및 후벽두께와 심실직경 등을 측정하여 구한 산출치는 부검한 LVM과도

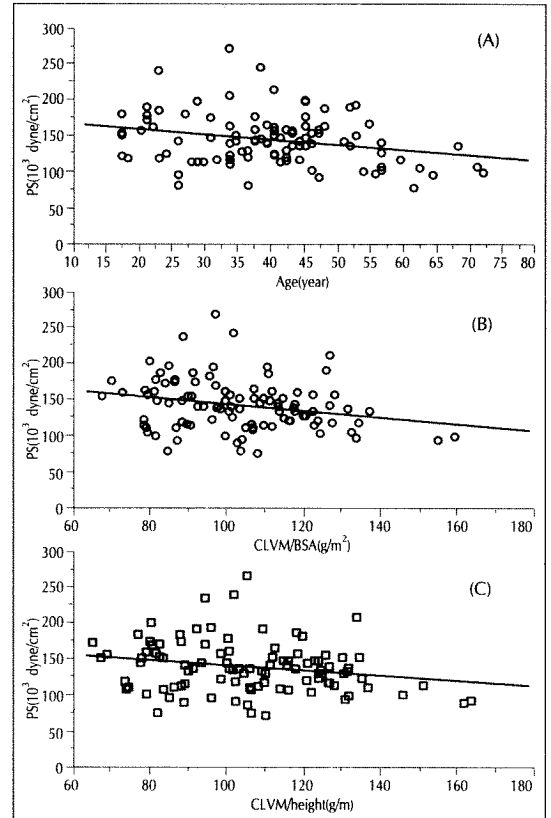


Fig. 4. Relations of peak systolic wall stress to (A) age($r=-0.26$, $p < 0.05$), to (B) left ventricular mass/body surface area($r=-0.24$, $p < 0.05$) and to (C) left ventricular mass/height($r=-0.21$, $p < 0.05$). CLVM=corrected left ventricular mass ; BSA=body surface area ; PS=peak systolic wall stress of left ventricle.

아주 밀접한 관계가 있으나¹⁵⁾ 전체적으로 과다평가(25%)되어 Devereux와 Alonso등이 제시한 $0.80(ASE \text{ Cube } LVM) + 0.6$ 식에 주입하여 얻은 교정치(CLVM)와 비교하였다.¹⁶⁾

저자들의 경우에도 LVM은 $193.5 \pm 44.6\text{gm}$ 이고 CLVM은 $171 \pm 35.6\text{gm}$ 으로 LVM가 다소 컸으나 양자 간에 유의한 상관관계를 보여 역시 교정한 것이 더 유용한 것으로 사료되었다. LVM은 대부분 신체의 크기에 따라 달라진다. 즉 신장, 체표면적, 체중에 따라 달라진다.^{8,20,21)} 본 연구에서도 신장, 체표면적 및 체질량지수의 증가에 따라 CLVM가 증가되는 경향이 있었다.

Dannenberg등²²⁾은 연령이 증가되면 CLVM/Ht가 증가된다고 하였는데 본연구에서도 연령이 증가하면 LVM, CLVM, CLVM/Wt, CLVM/Ht, CLVM/Ht², CLVM/Ht^{2.7}, CLVM/BSA, CLVM/BSA^{1.5}등이 유의

한 증가를 보였다. 신체크기에 의한 영향을 받지 않게 하기 위하여 지표화하는 방법으로 신체크기를 나타내는 BSA, Ht등이 이용되고 있다^{8-10,21,22}. 실험적이나 임상적으로 LVM을 BSA와 Ht으로 정상화하였으나 이런 방법의 적합성 여부에 대한 이론이 있다^{8,20,21}. De Simone등⁸은 LVM/BSA와 BSA($r=0.54$), LVM/Ht와 Ht($r=0.72$)와는 상관관계가 있고, LVM/Ht^{2.7}, LVM/BSA^{1.5}로 정상화하면 현저히 감소되어 평행선상에 가까워진다고 하고 이와 반대로 BSA, BSA^{1.5}, Wt로 교정하면 심한 과체중 사람에서는 LVMI가 감소되므로 체중의 크기에 따르면 LVM 판정이 달라진다고 하였다.

Garavaglia등²⁰은 정상 성인과 비만 성인을 지표화하면 비만이 없는 경우와 경도 및 중등도 비만이 있는 경우 간에 유의한 차이를 보이고 LVM/Ht^{2.7}로 지표화하면 양자 사이에 차가 줄어 든다고 하였다. Lauer등²¹은 신장지수가 남자는 2.12, 여자에서는 1.97이므로 남녀 전체에서는 2.02이므로 Ht^{2.0}으로 정상화한 것이 적합한 지표라고 하였고, Ht^{2.0}으로 나눈 LVM은 신체크기와 성별에 의한 변이를 감소 시킨다고 하였다.

Lauer등²³은 BMI은 LVM과 강력하게 상관관계가 있고, 비만에서는 LVM/BSA치를 사용하면 좌심실 비대의 구별이 어려워 지므로 LVM/Ht을 사용한 것이 좋으며 심혈관 질환의 유병율은 LVM/BSA치를 사용하면 LVM/Ht치 사용시보다 적어 진다고 하였다.

Yarnell등²⁴은 4년간 추적 관찰한 결과 신장이 가장 작은 1/5집단에서 신장이 가장 큰 1/5집단보다 허혈성 심장병(심근경색)발생이 약 두배가량 많다고 보고하여 신장이 작은 사람이 더 위험하다고 보고하였다.

저자들 경우에는 Ht와 CLVM/Ht가 가장 평행선상으로 상관관계가 적었고, CLVM/Ht^{2.7}, CLVM/Ht^{2.0}과는 다소 역상관관계를 보였는데 본 연구의 대상자의 신장치수는 1.59~1.69 정도로 2.0 이하에 해당되는 경우가 많았기 때문에 사료된다. 과체중이나 신장이 큰 사람이 적을 때는 CLVM/Ht나 CLVM/BSA로 정상화 해도 무방할 것으로 사료된다. 즉 우리나라처럼 사람들의 체중이나 신장의 차이가 심하지 않은 경우는 Ht와 BSA 양자중 하나로 표준화 하여도 좋을 것으로 사료된다.

좌심실 긴장도(PS와 ES)는 좌심실벽의 단위면적에 작용하는 힘으로서 좌심실내경과 반경에 비례하고 벽두께에 반비례한다^{18,25}. 좌심실에 만성적인 압력 과부하가 가해질때 심근비후가 발생되지 않으면 벽긴장도가 증가

하여 좌심실기능이 저하되어 조기에 심부전을 일으킬 수 있다¹⁸. 李²⁵과 Devereux²⁶등은 FS(fractional shortening, 분획단축)은 PS와는 상관관계가 없지만 ES와는 좋은 역 상관관계를 보여 ES은 좌심실기능을 반영하는 좋은 지표라고 하였다.

벽두께는 벽긴장도 특히 PS와 역상관 관계가 있어서 심장의 압력 과부하에 대하여 좌심실 확장보다 비후가 저명하면 심장의 보상작용이 충분하여 PS가 정상적으로 감소된다. 즉 좌심실비대는 심장의 후부하를 정상화하고 수축기 기능을 보호하는 적응과정으로 발생한다^{27,28}. 벽두께가 증가하면 PS가 정상이거나 떨어지고 벽두께가 비후하지 않으면 PS가 높아진다. 고혈압환자의 치료에서 ES가 정상인 사람은 고혈압치료로 LVM가 감소되나 ES가 정상이하로 떨어져있는 경우는 고혈압치료로 LVM가 감소되지 않았다 한다²⁹.

저자들이 구한 PS는 $148.1 \pm 35.7 \times 10^3 \text{ dynes/cm}^2$, ES는 $48.4 \pm 12.3 \times 10^3 \text{ dynes/cm}^2$ 로서 Wilson등¹²의 PS 137 ± 28 , ES 63 ± 16 과 유사하였고, ES은 Garavaglia등²⁰의 47.2 ± 12.0 와 일치되었으며 PS는 이등²⁵의 189 ± 75 와 Lauer등²³의 184.5 ± 31.6 보다는 다소 낮았으나 PS는 연령과 LVM 및 CLVM와는 역상관관계 즉 LVM가 증가하면 PS가 감소하는 경향을 보였으나, ES는 LVM와 특별한 상관관계를 보이지 않았다. 이러한 결과는 이등²⁵과 Devereux등²⁶이 FS는 PS와 상관관계가 없고 ES와 좋은 상관관계를 보여 ES가 좌심실기능을 반영하는 좋은 지표가 되며 ES가 증가하면 좌심실기능이 감소되고 반대인 경우는 좌심실기능이 정상화되고 벽두께와 역상관관계를 보이며 후부하에 대하여서는 좌심실 확장보다 비후가 더 저명하면 PS가 정상으로 된다는 의견과 일치된다고 할 수 있다. 또한 좌심실 상태를 평가시에는 LVM, PS, ES등을 동시에 측정하여 비교 평가하는 것이 심장 상태를 더 자세히 알 수 있을 것으로 사료되었으며 특히 비만환자에서는 LVM, PS, ES을 측정하여 관찰하는 것이 환자 예후 판정에 도움이 될 것으로 사료된다.

요 약

연구배경 :

좌심실 중량이 심혈관 질환의 이환율과 사망율의 위험 및 예후 인자로 알려지면서 좌심실 중량에 대한 평가에

관심이 높아졌고, 이러한 방법으로 심초음파의 이용이 보편화 되었다. 또한 신체크기의 좌심실 중량에 대한 영향을 배제하기 위하여 여러 연구가 진행되었으며 여러가지 지표방법이 소개되었다. 이러한 지표방법중 한국인에게 적절한 지표방법을 찾기 위하여 본연구를 시행하였다.

방 법 :

정상인 100명을 대상으로 미국 초음파학회 추천방법으로 심초음파를 시행하여 Devereux와 Reichek법과 Devereux와 Alonso법으로 좌심실 중량을 구하였고, 좌심실 중량과 신체 크기간의 관계와 여러가지 방법으로 좌심실 중량을 지표화 하였을때의 변화를 관찰하였고, 이를 심실 벽긴장도와와의 관계를 관찰하였다.

결 과 :

1) 좌심실 중량은 Devereux와 Reichek법으로 $193.5 \pm 44.6\text{gm}$ (남 $201.2 \pm 42.9\text{gm}$, 여 $181.4 \pm 45.0\text{gm}$), Devereux와 Alonso법으로 $171.7 \pm 35.6\text{gm}$ (남 $177.9 \pm 34.3\text{gm}$, 여 $162.0 \pm 36.0\text{gm}$)이었다.

2) 좌심실 중량과 신체크기간의 관계를 보면 좌심실 중량은 체중, 신장, 체표면적, 체질량지수와 유의한 상관관계가 있었다.

3) 좌심실 중량을 지표화 하였을 때 신체크기에 대한 좌심실 중량의 변화는 감소되었으며 특히 신장으로 지표화하였을 때 좌심실 중량의 변화가 가장 최소화되었다.

4) 지표화된 좌심실 중량은 좌심실 최대 수축기 벽긴장도와 역상관관계를 보였으나 수축기말 벽긴장도와는 유의한 관계가 없었다.

결 론 :

이상과 같은 결과로 정상 한국인에서 좌심실 중량을 지표화하는 방법으로 신장을 사용하는 것이 유의하였고 임상적으로도 다른 지표방법보다 쉽게 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- 1) Levy D, Garison RJ, Savage DD, Kannel WB, Castelli WP : *Left ventricular mass and incidence of coronary heart disease in an elderly cohort. Ann Intern Med 110 : 101, 1989*
- 2) Levy D, Garison RJ, Savage DD, Kannel WB, Castelli WP : *Prognostic implications of echo-*

cardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart study. N Engl J. Med 322 : 1561, 1990

- 3) Koren MJ, Devereux RB, Casale PN, Savage DD, Laragh JH : *Relation of left ventricular mass and geometry to morbidity and mortality in men and women with essential hypertension. Ann Intern Med 114 : 345, 1991*
- 4) Silberberg JS, Barre PE, Prichard SS, Sniderman AD : *Impact of left ventricular hypertrophy on survival in end-stage renal disease. Kindney Int 36 : 286, 1989*
- 5) Cooper RS, Simmons BE, Castaner A, Santhanam V, Ghali J, Mar M : *Left ventricular hypertrophy is associated with worse survival independent of ventricular function and number of coronary arteries severely narrowed. Am J Cardiol 65 : 441, 1990*
- 6) Levy D, Labid SB, Anderson KM, Christiansen JL, Kannel WB, Castelli WP : *Determination of sensitivity and specificity of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy. Circulation 81 : 815, 1990*
- 7) 신순철 · 강정채 · 박옥규 : 본태성 고혈압환자의 좌심실비대의 평가방법으로서의 심 전도, 흉부방사선 및 심초음파도의 비교. 대한내과학회지 36 : 55, 1989
- 8) Simone G, Daniels SR, Devereux RB, Meyer RA, Roman MJ, Divitiis O, Alderman MH : *Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults : Assessment of allometric relations and impact of overweight. J Am Coll Cardiol 20 : 125, 1992*
- 9) Daniels SR, Meyer RA, Liang Y, Bove KE : *Echocardiographically determined left ventricular mass index in normal children, adolescents and young adults. Am Coll Cardiol 12 : 703, 1988*
- 10) Hammond IW, Devereux RB, Alderman MH, Laragh JH : *Relation of blood pressure and body build to left ventricular mass in normotensive and hypertensive employed adults. J Am Coll Cardiol 12 : 996, 1988*
- 11) Simone G, Moecia D, Buonissimo S, Di Lorenzo L, Costantino G, de Divitiis O : *Normal left ventricle : Quantitative analysis of physical and functional determinants of geometry and performance. Am J Nonivasive Cardiol 2 : 217, 1988*

- 12) Fanbarg BL : *Experimental cardiac hypertrophy*. *N Eng J Med* 282 : 723, 1970
- 13) Wilson JR, Reichel N, Hirshfeld J, Keller CA : *Noninvasive assessment of load reduction in patients with asymptomatic aortic regurgitation*. *Am J Med* 68 : 665, 1980
- 14) Friedman MJ, Roeske WR, Sahn DJ, Larson D, Goldberg S : *Accuracy of M mode echocardiographic measurements of the left ventricle*. *Am J Cardiol* 49 : 716, 1982
- 15) Devereux RB, Reichel N : *Echocardiographic determination of left ventricular mass in man : Anatomic validation of the method*. *Circulation* 55 : 613, 1977
- 16) Devereux RB, Alonso DR, Lutas E, Sachs I, Reichel N : *Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy : Comparison to necropsy findings*. *Am J Cardiol* 57 : 450, 1986
- 17) Grossman W, Jones d, McLaurin LP : *Wall stress and patterns of hypertrophy in the human left ventricle*. *J. Clin Invest* 56 : 56, 1975
- 18) Hood WP, Rackley CE, Rolett EL : *Wall stress in the normal hypertrophied human left ventricle*. *Am J Cardiol* 72 : 558, 1968
- 19) Troy AD, Chukko CS, Gash AK, Bore AA, Spann JE : *Left ventricular function in systemic hypertension*. *J Cardiovasc ultrasonogr* 2 : 251, 1983
- 20) Garavaglia GE, Messerli FH, Nunez BD, Schmi-eder RE, Grossman E : *Myocardial contractility and left ventricular function in obese patients with Essential hypertension*. *Am J Cardio* 62 : 594, 1988
- 21) Lauer MS, Anderson KM, Larson MG, Levy D : *A new method for indexing left ventricular mass for difference in body size*. *Am J Cardiol* 74 : 487, 1994
- 22) Dannenberg AL, Levy D, Garrison RJ : *Impact of age on echocardiographic left ventricular mass in a healthy population. The Framingham study*. *Am J Cardiol* 64 : 1066, 1989
- 23) Lauer MS, Anderson KM, Kannel WB, Levy D : *The impact of obesity on left ventricular mass and geometry. The Framingham Heart study*. *JAMA* 266 : 231, 1991
- 24) Yarnell JWG, Limb ES, Elwood PC, Bainton D, Heighr : *A risk factor for ischemic heart disease : Prospective results from Caerphilly and Speedwell*. *Eur Heart J* 12(Suppl) : 33, 1991
- 25) 李昌洙 · 安泳顔 · 金惠洙 · 姜貞採 · 朴玉圭 : *本態性高血壓에서 左心室壁緊張度*. *대한내과학회잡지* 27 : 1057, 1984
- 26) Devereux RB, Savage BD, Sachs I, Laragh JH : *Relation of hemodynamic load to left ventricular hypertrophy and performance in hypertension*. *Am J Cardiol* 51 : 171, 1983
- 27) Frolich ED, Apstein C, Chobanian AV, Devereux RB, Dustan HD, Dzan V, Fanad-Tarazi F, Horan MT, Marcus M, Massei B, Pteffer MA, Rocella EJ, Savage D, Sub L : *The heart in hypertension*. *New Eng J Med* 327 : 998, 1992
- 28) Grossman W : *Cardiac hypertrophy useful adaptation or pathologic process*. *Am J Med* 69 : 576, 1980
- 29) Sugishita Y, Iida K, Yakisuda K, Ieo I : *Cardiac determinants of regression of left ventricular hypertrophy in essential hypertension with antihypertensive treatment*. *J Am Coll Cardiol* 15 : 665, 1990