

고혈압 환자에서 심초음파도를 이용한 좌심실 수축기 기능지표에 관한 연구

원광대학교 의과대학 내과학교실

손성식 · 김석환 · 정진원 · 박양규 · 박옥규

= Abstract =

Left Ventricular Systolic Function Indexes by Echocardiography in Hypertensive Subjects

Seong Sik Sohn, M.D., Suck 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 Hospital, Iksan, Korea

Background : The evaluation of cardiac performance is very important to management and prognostication in hypertensive patients. Although ejection phase indexes have been used for assessing left ventricular systolic function they are highly dependent on cardiac loading conditions. In addition, these load-dependent indexes may not differentiate accurately between the effects of altered loading conditions and intrinsic abnormalities in contractile function of cardiac muscle. In recent years, the end-systolic pressure to volume or dimension relations have emerged as a reliable measure of the myocardial contractility. The authors studied the changes of end-systolic pressure to volume or dimension relations according to pre-load and after-load by using the Echocardiogram.

Methods : By 2 -D and M-mode Echocardiogram we measured the ratio of end-systolic wall stress to end-systolic volume index(EWS/ESVI), peak systolic pressure to end-systolic dimension of left ventricle(PSP/ESD), peak systolic pressure to end-systolic volume index(PSP/ESVI) to assess myocardial contractility in 139 normal subjects and 55 patients with untreated essential hypertension. Then we compare these indexes to systemic blood pressure & left ventricular end-diastolic dimension.

Results :

- 1) EF, %FS, and mVcf were similar in both groups, but PSP/ESD, PSP/ESVI, EWS/ESVI for the hypertensive group were greater than that for the normal group.
- 2) There was poor relation between arterial blood pressure and EWS/ESVI than other load-independent indexes in both groups.
- 3) There was poor relation between left ventricle end diastolic dimension than other load-independent indexes in both groups.

Conclusion : The ratio of end-systolic wall stress to end-systolic volume index(EWS/ESVI) is a reliable load independent index to assess myocardial contractility in hypertension.

KEY WORDS : Myocardial contractility · Load independent index.

서 론

심장질환 환자의 상태를 평가하고 예후를 예측하며 치료방법을 결정하는데 심장의 좌심실용적, 질량 및 심기능을 측정하는것이 대단히 중요하다. 관상동맥질환의 예후, 판막질환의 수술에 의한 교정시기, 심부전환자에서 약물 사용 시기와 경과관찰을 하는데는 좌심실크기와 기능평가가 정확히 이루어져야한다. 심장의 펌프기능은 전부하, 후부하의 영향하에 있어서 부하에 영향받지 않고 심근수축(load independent contractility)을 평가하는것은 임상적으로 곤란하다. 종래부터 심장의 펌프기능이나 수축성을 평가하는 지표로는 구혈율(ejection fraction), 평균섬유단축율(mean rate of circumferential fiber shortening, mVcf), 분획단축율(percent of fractional fiber shortening, %FS)의 계측이 간편하고 용이하여 널리 사용되고 있다²⁾.

EF은 전부하와 후부하의 영향하에 심전체의 기능평가로 이용되나 부하의 영향을 받아 심근수축력의 근소한 변화에 대하여서는 정상기능을 가진 심장과 병적인심장의 기능을 구별하기 어렵다³⁾. 전부하와 후부하에 영향받지 않는 심근수축력의 지표로는 압용적근부(pressure volume loop)와 수축기말 압용적관계(Emax)를 구하여 평가할수 있지만⁴⁵⁾ 관혈적이며 어렵기 때문에 보다 간편하게 심초음파를 이용한 수축기압과 좌심실 수축기 내경비(PSP/ESD)⁶⁾, 수축기압과 수축말기 좌심실 용적비(PSP/ESV)⁷⁾와 수축기압과 수축말기 좌심실 용적계수비(PSP/ESVI)⁸⁾, 수축말기 벽긴장도와 좌심실 용적계수비(EWS/ESVI) 등⁹⁾의 이용이 보고되었다.

심질환의 수축기 기능의 평가에 구혈기 기능 평가지표인 EF, %FS, mVcf와 부하에 영향받지 않는 지표인 PSP/ESD, PSP/ESVI와 EWS/ESVI을 동시에 측정하면 환자상태의 평가에 도움이 될 수 있다.

저자는 정상인에서 PSP/ESD, PSP/ESVI, EWS/ESVI치를 구하고 고혈압 환자군에서의 결과와 비교 관찰하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

대상은 심혈관질환을 의심할만한 병증이나 과거력이

없고 이학적 검사소견과 혈압이 정상이며, 일반검사, 심전도, 흉부X선 및 심초음파 검사상 이상이 없고 초음파상이 깨끗하여 계측이 용이한 139명(남 104, 여 35)을 정상군으로 하였고, 항고혈압제를 복용하지 않고 3회 측정한 수시혈압으로 수축기 혈압이 140mmHg, 이완기 혈압이 90mmHg 이상의 55명(남 24, 여 31)을 고혈압군으로 하였다.

2. 심초음파검사

모든 대상자에서 검사전 20분간 안정을 시킨 후에 ATL UM 9 System 심초음파기기에 2.25MHz 위상차 탐촉자를 사용하여 양와위에서 15~30도 좌측편위자세에서이면서 심초음파 감시하에 좌심실 M형 초음파도를 초당 100mm 속도로 기록하였다. 이면서 심초음파 유도하에 좌심실 M형 심초음파도는 탐촉자를 좌측흉골연의 3-4늑간에서 좌측흉골연 단축상에서 M형 beam이 승모관 첨부 직하부에 직각이 되도록하여 기록하였다.

계측은 2명의 관찰자가 심초음파 기계에 내장된 측정기를 사용하여 계측하였다. Friedman등¹⁰⁾의 방법에 따라 좌심실 확장기말 직경은 심전도 R과 정점에서, 수축기말 직경은 심실중격이 가장 후방운동한 정점에서 각각 계측하였다. 좌심실 확장기말 및 수축기말 심실중격두께와 후벽두께는 미국 심초음파학회(ASE)추천방법으로 계측하였다. 좌심실 중량(LV mass)은 Devereux와 Alonso등¹¹⁾이 이용한 방법을 이용하여 교정좌심실 중량을 구하였다. 계측된 좌심실중량은 신장으로 지표화하였다. 좌심실의 경선벽 긴장도(meridional wall stress)는 Grossman¹²⁾과 Hood 방법¹³⁾인 다음과 같은 공식으로 산출하였다.

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

$$\text{말기수축기 긴장도} = \frac{0.334 \times \text{SBP} \times \text{Ds}}{\text{(end systolic wall stress, ES)} \quad \text{Ts} \times (1 + \text{Ts}/\text{Ds})}$$

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

수축기혈압과 이완기말 혈압(SBP, DBP)은 안정 양

와위에서 수은혈압계를 사용하여 상완동맥에서 Koro-tokoff법으로 측정하였다. 수축기 혈압은 좌심실 최대수축기 혈압과 최대수축기 및 수축기말 벽긴장도의 혈압을 대표하는 것으로 사료되어 수축기 혈압을 사용하였다. 실제로 최대긴장도는 항상 최대좌심실 혈압 보다 낮은 좌심실압력에서 발생하므로 상기 방법으로는 최대긴장도가 과대평가되므로 다음과 같은 회귀등식으로 교정하였다. 즉 $PS=0.86 \times \text{산출된 } PS - 27 \times 10^3 \text{ dynes/cm}^2$, 또한 수축기말압(ESP)은 $0.66 \times SBP + 13$ 의 공식에 측정한 수축기 혈압을 대입하여 산출하였다^{9,14,15}.

수축기 기능지표인 구혈율(EF), 분획단축율(%FS), 평균섬유단축율(mVcf), PSP/ESD, PSP/ESVI, EWS/ESVI등은 계산 공식표에 의해 계산하였다(Table 1).

측정된 성적은 평균과 표준편차로 표시하였으며 양군 간의 비교는 Student-t test검정을 시행하였으며 p value<0.05이면 통계적으로 유의하다고 판정하였고 각 변수간의 상관관계는 회귀분석 방법을 사용하였다.

결 과

1) 정상군과 고혈압군의 특성에서 연령, 신장, 체중, 체질량지수 및 좌심실질량 지수, 이완말기 및 수축말기 좌심실 내경(EDD, ESD), 심실 중격 두께(IVSd, IVSs), 좌심실 후벽두께(LVPWd, LVPWs), 좌심실 최대 벽 긴장도(PWS)등을 비교하였을 때 42±14 대 58±14세(P.0001), 164±8 대 159±9cm(P.0001), 63±10 대 65±12kg(P=NS), 23±3 대 26±4kg/m²(P.0001), 105±22 대 149±53g/Ht(P.0001), 52±4 대 49±4mm(P.0002), 32±4 대 30±5mm(P.004), 9±1 대 13±3mm(P.0001), 13±2 대 17±4mm(.0001), 9±1 대 12±3mm(P.0001), 14±2 대 17±3mm(P.0001), 141±35 대 124±40($\times 10^3 \text{ dynes/cm}^2$) (P.003)로서 고혈압군에서 특히 좌심실질량, 두께, 체질량지수가 증가되었고 PWS는 감소되었다(Table 2).

2) 정상군과 고혈압군에서 EF, %FS, mVcf는 양군 간에 차이가 없었으나 PSP/ESD, PSP/ESVI, EWS/ESVI는 고혈압군에서 높았다(Table 3).

3) 정상군에서 수축기 혈압과 PSP/ESD, PSP/ESVI, EWS/ESVI와의 상관관계는 각각 0.65, 0.41, 0.17이었고 이완기 혈압과의 상관관계는 각각 0.53, 0.37, 0.10이었으며 평균 혈압과의 상관관계는 각각 0.62,

0.40, 0.14이었다. 고혈압군에서 수축기혈압과 PSP/ESD, PSP/ESVI, EWS/ESVI와의 상관관계는 각각 0.32, 0.06, -0.002이었고, 이완기 혈압과의 상관관계

Table 1. Calculation Formula

$$EF = \frac{EDD^3 - ESD^3}{EDD^3}$$

$$\%FS = \frac{EDD - ESD}{EDD} \times 100$$

$$mVcf = \frac{EDD - ESD}{LVET \times EDD}$$

Load-independent contractility index

: PSP/ESD, PSP/ESVI, EWS/ESVI

Abbreviation; EF=ejection fraction, %FS=Percent of fractional shortening, mVcf=mean rate of circumferential fiber shortening, PSP=Peak systolic pressure, EDD=Left ventricle end diastolic dimension, ESD=Left ventricle end systolic dimension, LVET=Left ventricle ejection time, ESVI=Left ventricle end systolic volume index, EWS=end systolic wall stress

Table 2. Characteristics of Normal and Hypertensive subjects

	Normal(n=139)	Hypertension (=55)	P value
Age (yrs)	42±14	58±14	.0001
Height(cm)	164±8	159±9	.0001
Weight(Kg)	63±10	65±12	NS
BMI(kg/m ²)	23±3	26±4	.0001
LVMI(g/Ht)	105±22	149±53	.0001
EDD(mm)	52±4	49±4	.0002
ESD(mm)	32±4	30±5	.004
IVSd(mm)	9±1	13±3	.0001
IVSs(mm)	13±2	17±4	.0001
LVPWd(mm)	9±1	12±3	.0001
LVPWs(mm)	14±2	17±3	.0001
EWS (10 ³ dynes/cm ²)	47±12	47±19	NS
PWS (10 ³ dynes/cm ²)	141±35	124±40	.003
ESVI(ml/m ²)	24±8	23±9	NS

BMI : Body mass index LVMI : Left ventricular mass index Ht : Height ESD : Left ventricular end-systolic dimension EDD : Left ventricular end-diastolic dimension IVSd : End-diastolic interventricular septal thickness IVSs : End-systolic interventricular septal thickness LVPWd : End-diastolic left ventricular posterior wall thickness LVPWs : End-systolic left ventricular posterior wall thickness EWS : Left ventricle end systolic wall stress PWS : Left ventricle peak systolic wall stress ESVI : Left ventricle end systolic volume index

Table 3. Left ventricular contractile function indexes in normal and hypertensive subjects

	Normal(n=139)	Hypertension (n=55)	P value
EF(%)	69±6	69±8	NS
% Fs	39±6	40±7	NS
mVcf(cic/s)	1.3±0.2	1.4±0.3	NS
PSP/LVDs	3.7±6	5.4±10	.0001
PSP/ESVI	5.2±1.6	7.6±3.4	.0001
EWS/ESVI	2.0±0.5	2.2±0.7	.0009

EF : Ejection fraction %FS : Percent of fractional shortening mVcf : Mean velocity of circumferential fiber shortening PSP : Peak systolic blood pressure ESD : Left ventricular end-systolic dimension ESVI : Left ventricular end systolic volume index EWS : Left ventricle end systolic wall stress

Table 4. Correlation between blood pressure with contractile function indexes in normal and hypertensive subjects

		Normal(n=139)	Hypertension (n=55)
SBP	PSP/ESD	0.65	0.32
	PSP/ESVI	0.41	0.06
	EWS/ESVI	0.17	-0.002
DBP	PSP/ESD	0.53	0.04
	PSP/ESVI	0.37	-0.04
	EWS/ESVI	0.10	-0.09
MBP	PSP/ESD	0.62	0.23
	PSP/ESVI	0.40	0.02
	EWS/ESVI	0.14	-0.04

SBP : Systolic blood pressure DBP : Diastolic blood pressure MBP : Mean blood pressure PSP : Peak systolic blood pressure ESD : Left ventricular end systolic dimension ESVI : Left ventricle end systolic volume index EWS : Left ventricle end systolic wall stress

는 각각 0.04, -0.04, -0.09이었으며 평균 혈압과의 상관관계는 각각 0.23, 0.02, -0.04로 혈압과 EWS/ESVI의 상관관계가 가장 적었다(Table 4, Fig. 1, 2).

4) 정상군에서 이완말기 좌심실내경과 PSP/ESD, PSP/ESVI, EWS/ESVI의 상관관계는 각각 -0.55, -0.56, -0.40이었고 고혈압군에서 이완기말 좌심실내경과 PSP/ESD, PSP/ESVI, EWS/ESVI의 상관관계는 각각 -0.67, -0.68, -0.30으로 양군에서 이완말기 좌심실내경과 EWS/ESVI의 상관관계가 가장 적었다(Table 5, Fig. 3, 4).

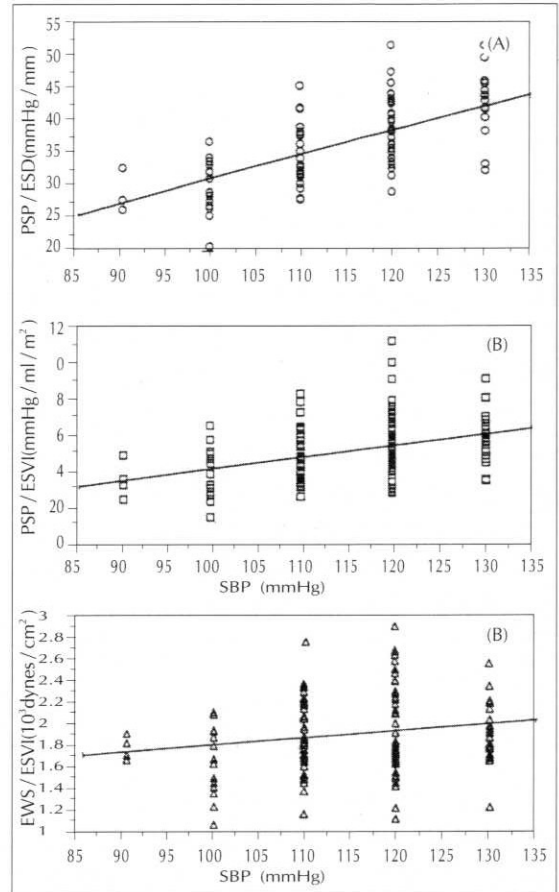


Fig. 1. Relations of SBP to (A) PSP/ESD ($r=0.65$) (B) PSP/ESVI ($r=0.41$), (C) EWS/ESVI ($r=0.17$) in normal subjects. SBP : Systolic blood pressure PSP : Peak systolic blood pressure ESD : Left ventricular end-systolic dimension ESVI : Left ventricular end systolic volume index EWS : Left ventricle end systolic wall stress.

고 안

좌심실질량의 증가나 심기능장애는 사망율을 높이고 심혈관 질환의 이환율과 사망율의 위험인자로 알려져 있다^{1,16-20}. 특히 고혈압 환자에서는 좌심실 비대 유무를 면밀히 관찰하므로써 예후 결정에 도움이 될 것이다.

본 연구에서 고혈압 환자는 좌심실 질량 지수, 중격 및 후벽두께가 정상에 비하여 높아서 비대한 경우가 많은 것을 관찰할 수 있었다.

좌심실의 동심성비대는 후부하의 증가로 인하여 좌심실벽의 긴장도를 감소시킴으로써 좌심실 기능을 개선시

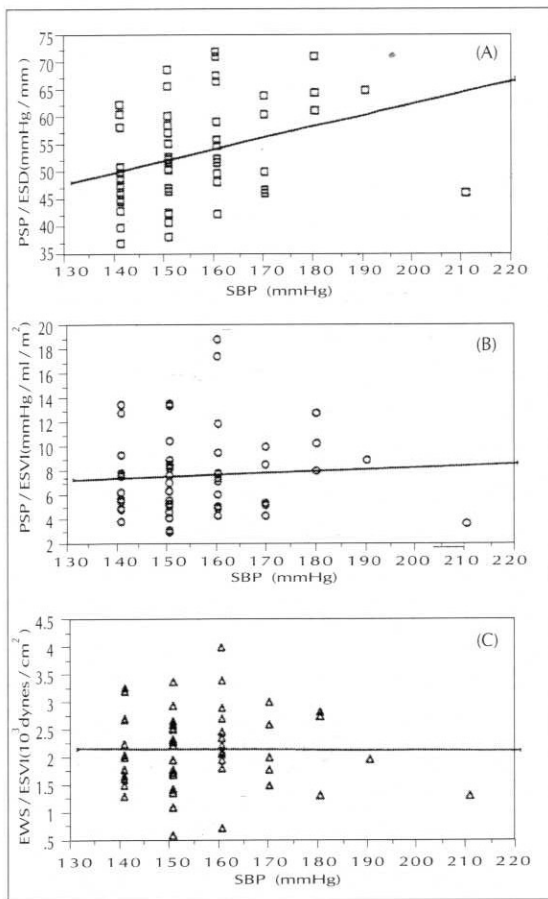


Fig. 2. Relations of SBP to (A) PSP/ESD ($r=0.32$) (B) PSP/ESVI ($r=0.06$), (C) EWS/ESVI ($r=0.002$) in hypertensive subjects. SBP : Systolic blood pressure PSP : Peak systolic blood pressure ESD : Left ventricular end-systolic dimension ESVI : Left ventricular end systolic volume index EWS : Left ventricle end systolic wall stress.

켜 주는 보상기전으로 생각된다¹²⁾. 그러므로 수축기 기능의 분석은 환자의 진단, 치료 및 예후 판정에 크게 도움이 된다^{1,23)}. 박 등²²⁾은 34예의 고혈압 환자의 심 echo도 관찰에서 심부전이 없이 좌심실 비대만 있는 경우는 좌심실 기능이 잘 유지된다고 하였으며 본 연구에서도 좌심실 질량 지수는 현저히 증가되었지만 EF, mVcf, %FS등은 정상군 결과와 일치되었다.

고혈압이 울혈성 심부전에 빠지면 치료를 하여도 약 절반정도가 5년내에 사망한다고 한다^{23,24)}. 따라서 고혈압 환자에서는 좌심실 비대나 심기능을 면밀히 검사할 필요가 있다. 심기능은 심 펌프기능과 심근기능으로 구별되는데 심 펌프기능에는 심근기능이 관여 됨으로써

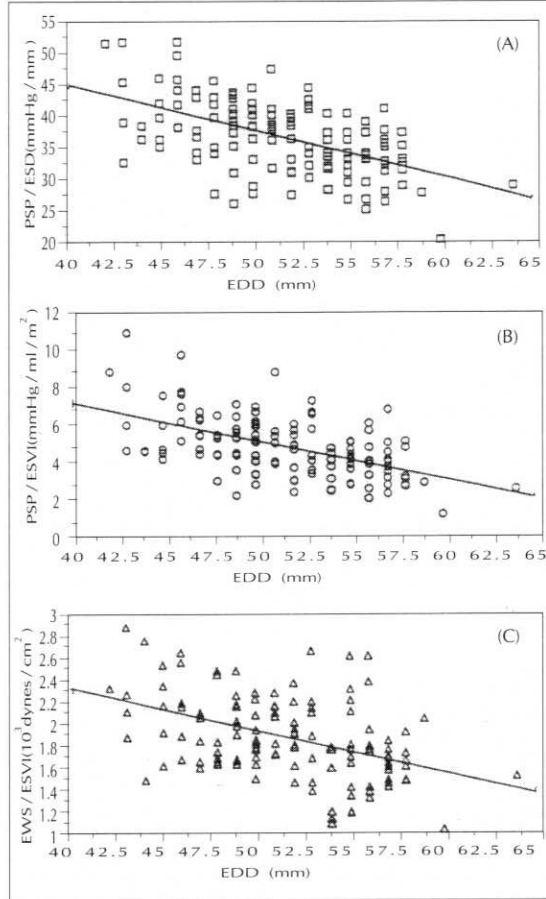


Fig. 3. Relations of EDD to (A) PSP/ESD ($r=-0.55$) (B) PSP/ESVI ($r=-0.56$), (C) EWS/ESVI ($r=-0.40$) in normal subjects. EDD : Left ventricular end-diastolic dimension, PSP : Peak systolic blood pressure ESD : Left ventricular end-systolic dimension ESVI : Left ventricular end systolic volume index EWS : Left ventricle end systolic wall stress.

로 분리하기는 어려우나, 심초음파 지표중mVcf는 전부하와 후부하의 영향이 가장 적어서 심근 수축력의 지표로 사용된다^{2,25)}. 심장의 수행능(performance)은 전부하, 후부하, 심근수축력과 심박수의 4가지 여건에 따라 변하고 병적상태심에서는 탄성과 심실수축의 협동운동 불능증 및 확장기능등에 의해 영향을 받으며, 수축기 펌프기능의 지표로는 CO, SV, EF과 %FS가 이용된다^{2,26-28)}. 후부하는 말초저항이나 혈압 정도에 따라 영향을 받는다. 심부전에 있어서는 심박수는 빨리 증가하나 정상인과 고혈압에서는 심박수는 정상범위에 있었다.

저자가 관찰한 정상인과 고혈압 환자에서 EF, %FS, mVcf는 박²²⁾, 박²⁹⁾, Quinones³⁰⁾, Fortuin^{31,32)} 및 Coop-

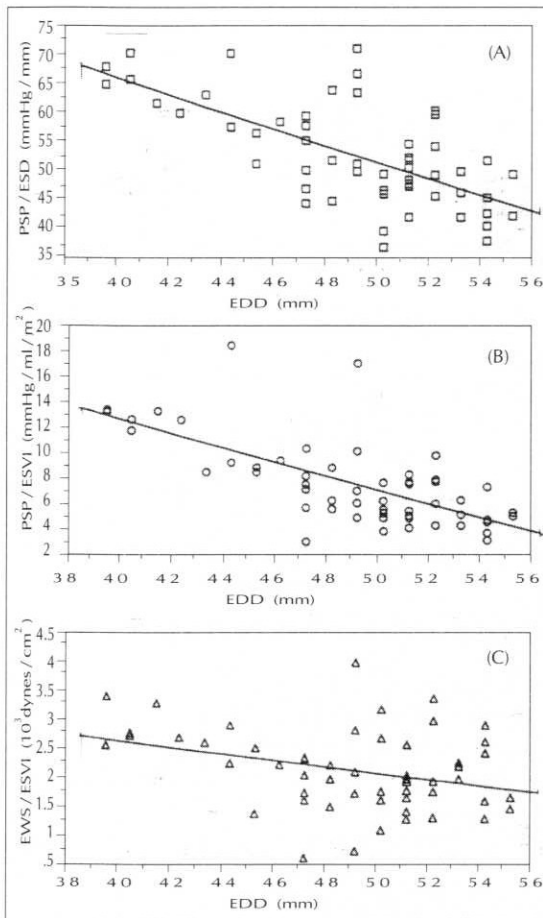


Fig. 4. Relations of EDD to (A) PSP/ESD ($r = -0.657$) (B) PSP/ESVI ($r = -0.68$), (C) EWS/ESVI ($r = -0.30$) in hypertensive subjects. EDD : Left ventricular end-diastolic dimension, PSP : Peak systolic blood pressure ESD : Left ventricular end-systolic dimension ESVI : Left ventricular end systolic volume index EWS : Left ventricle end systolic wall stress.

er³³등의 결과와 유사하였다.

근래 수축기말압과 용적 및 직경 비가 후부하와 전부하의 영향이 적은 믿을만한 수축기 기능지표로 보고되었다³⁴⁻³⁹.

Itaya⁶등은 심초음파로 얻어진 수축기 직경(ESD)와 동시 측정된 수축기 혈압(PSP)을 이용하여 좌심실 수축기 기능의 지표로서 ESD와 PSP/ESD를 제시하고 이는 전부하, 심박수에 의해 영향을 받지 않고 후부하에 다소 영향을 받으나 심근수축력을 아는 민감한 지표로서 Emax와 비슷하며 정상치는 3.7 ± 0.8 (mmHg/cm)로 저자가 관찰한 3.7 ± 0.6 과 유사하였고 고혈압군에서는

5.4 ± 1.0 로 높았는데 이는 후부하의 증가와 심근수축력의 증가를 시사하였다.

Itaya 등⁶은 여러 가지 질환에서 수축기 기능지표로 PSP/ESD를 관찰하여 비대심이나 후부하가 증가된 상태에서는 정상치보다 높고 전부하가 증가되는 대동맥도관 폐쇄부전에서는 낮아진다고 하였다.

Nivatpumin 등³은 PSP/ESD가 EF보다 민감한 지표로 고려되고 EDD와 ESD이 같이 증대되어 일부에서는 SBP저하에서 정상보다 저하한다고 한다.

Sasaki 등⁸은 비관혈적으로 측정된 유용한 좌심실 수축기 기능지표로 PSP/ESVI비를 제시했는데 정상은 6.03mmHg/ml로서 저자의 5.2 ± 1.6 과 유사하였고 고혈압 환자에서는 7.6 ± 3.4 로서 증가됨을 볼수 있었다.

Higuma 등⁷은 PSP/ESV도 Emax와 상관관계가 좋아서 수축기 기능지표로 유용하다고 하였다. 본 연구에서는 PSP/ESVI를 관찰하였는데 고혈압 환자에서는 증가되었다.

본 연구에서는 ESW은 정상이나 고혈압 환자에서 47 ± 12 와 47 ± 19 로 차이가 없었다.

Garavaglia 등⁹은 EWS/ESVI가 부하에 영향받지 않는 좌심실 수축기 지표로 지적하였고 비만성 고혈압 환자에서 EF, %FS과 mVcf는 정상이지만 EWS/ESVI가 감소됨을 보고하고 EWS/ESVI는 BMI, EDD 및 LVMI와 역상관 관계가 있음을 지적하였다.

본 연구에서는 PSP/ESD, PSP/ESVI 및 EWS/ESVI의 지표들은 EDD와 역의 상관관계를 보였고 그 중 EWS/ESVI가 가장 낮은 상관관계를 보여 부하에 영향이 없는 좋은 지표로 사료되었다.

PWS는 정상인에 비하여 고혈압 환자군에서 다소 낮았는데 보상적으로 심장비대를 초래하여 낮아진 것으로 생각되며 李 등²¹이 고혈압 환자에서 좌심실이 비대된 환자에서 PS가 낮아진 조건과 일치된다.

전부하와 후부하의 영향을 더 정확히 증명하려면 같은 환자에서 점차적으로 혈압과 EDV를 변화시키며 EWS/ESVI를 관찰한다면 더 명확한 결과를 알 수 있을 것이다.

본 연구에서 정상인에 비하여 PSP/ESD, PSP/ESVI 및 EWS/ESVI비가 다소 증가된 치를 보이는데 이는 후부하등에 의하여 좌심실단축 속도는 감소되나 심기능이 정상인 경우는 전부하의 예비력이 있어 후부하가 증대하면 Frank Starling 기전이 개입되어 심박출량을 유지하기 때문이라 할 수 있다²⁶.

그러나 좌심실 기능이 저하되면 전부하의 예비력이 한계에 달하여 후부하의 증대에 대한 과부하를 처리하지 못하며 심박출량을 유지하지 못하여 수축기능의 저하를 보이는 현상을 후부하 부정합(afterload mismatch)이라 한다⁴⁰⁾.

고혈압에 있어서 심근의 변화로 전부하의 예비력이 저하되게 되면 EWS/ESVI등이 감소를 일으킬 것이다. 본 연구에서 고혈압 환자의 EWS/ESVI등이 정상군에 비해 증가되어 수축기 기능이 증가 되었는데 이는 심부전 환자를 제외하여 대부분이 잘 대상되기 때문으로 생각되었다.

위와 같은 수축기 기능지표를 심장질환에 이용하여 많은 경험을 얻으므로 유용한 지표인지 여부가 더 명확해질 것으로 사료된다.

결 론

조기에 정확히 좌심수축기능을 평가하는 것이 여러 임상상황에서 중요한 문제로 인식되어 왔다. 그러나 기존의 구혈기 지표(EF, %FS, mVcf.)는 심근 자체의 수축기능을 나타내는데 있어서 부하의 변화에 영향을 받는다는 단점을 가지고 있다. 따라서 부하의 영향을 적게 받는 지표로서 PSP/ESD, PSP/ESVI, EWS/ESVI가 소개되었다. 이러한 부하 비의존성 지표와 기존의 구혈기 지표와의 상관관계와 전부하와 후부하에 따른 차이를 알고자 본 연구를 시행하였다.

정상인 139명과 고혈압 환자 55명을 대상으로 미국 심초음파학회 추천방법으로 심초음파검사를 시행하여 구혈기 지표와 부하 비의존성 지표를 구하였고 지표간의 상관관계와 전부하 및 후부하의 변화에 따른 차이를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다. (1) EF, %FS 및 mVcf는 정상군과 고혈압군간에 차이가 없었으나 PSP/ESD, PSP/ESVI, EWS/ESVI는 고혈압군에서 높았다. (2) 혈압과 부하 비의존성 지표와의 상관성에 있어서는 EWS/ESVI와의 상관관계가 가장 낮았다. (3) 이완말기 좌심실 내경과 부하 비의존성 지표와의 상관성에서 EWS/ESVI와의 상관관계가 가장 낮았다.

이상과 같은 결과로 EWS/ESVI가 전부하와 후부하의 변화에 영향을 가장 적게 받는 지표로서 정확한 좌심실의 수축기 기능평가에 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- 1) Aurigemma GP, Gausch WH, Villegas B, Meyer TE : *Noninvasive assessment of left ventricular mass chamber volume and contractile function. Current Problem in Cardiology* 20 : 361, 1995
- 2) Braunwald E, Ross J, Sonnenblick EH : *Mechanisms of contraction of the normal and failing heart, 2nd ed Little Brown Boston* 130-165, 1976
- 3) Nivatpumin T, Katz S, Schever J : *Peak left ventricular systolic pressure/end-systolic volume ratio : A sensitive detector of left ventricular disease. Am J Cardiol* 43 : 969, 1979
- 4) Suga H, Sagawa K : *Instantaneous pressure-volume relationships and their ratio in the excised, supported canine left ventricle. Circ Res* 35 : 117, 1974
- 5) Suga H, Sagawa K, Shoukas AA : *Load independence of the instantaneous pressure volume ratio of the canine left ventricle and effects of epinephrine and heart rate. Cir Res* 32 : 314, 1973
- 6) Itaya M, Takahashi H, Faruta Y, Ogata Y, Fujiyama M, Jinnouchi J, Koga Y, Utsu F, Toshima H : *Clinical study of ventricular end-systolic dimension and systolic blood pressure/end diastolic dimension ratio as the indices of left ventricular function. J Cardiology* 11 : 529, 1981
- 7) Higuma N, Tsutsui M, Toeda T, Yamazoe M, Matsuda H, Kasahara T, Arai Y, Izami T, Shu T, Tamura K, Murooka H, Shihata A : *Significance of peak left ventricular systolic pressure/end-systolic volume rates for the assessment of left ventricular contractility : Comparison of left ventriculography and echocardiography. J Cardiology* 10 : 441, 1980
- 8) Sasaki T, Matsuzaki M, Takuhashi Y, Toma T, Ogawa H, Natito H, Matsuda Y, Kumada T, Kusukawa R : *Significance of noninvasive parameter(PSP/ESVI) in assessing left ventricular contractility. J Cardiology* 11 : 543, 1981
- 9) Garavaglia GE, Messerli FH, Nunez BD, Schieder RE, Grossman E : *Myocardial contractility and left ventricular function on obese patients with essential hypertension. 62 : 594, 1988*
- 10) Friedman MJ, Roeske WR, Sahn DJ, Iarson D, Goldberg S : *Accuracy of M mode echocardiographic measurements of the left ventricle. Am J Cardiol* 49 :

716, 1982

- 11) Devereux RB, Alonso DR, Lutas E, Sachs I, Reichek N : *Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy : Comparison to necropsy findings.* *Am J Cardiol* 57 : 450, 1986
- 12) Grossman W, Jones D, McLaurin LP : *Wall stress and patterns of hypertrophy in the human left ventricle.* *J Clin Invest* 56 : 563, 1975
- 13) Hood WP, Rackley CE, Roletto EL : *Wall stress in the normal hypertrophied human left ventricle.* *Am J Cardiol* 72 : 558, 1968
- 14) Wilson JR, Reichek N, Hirshfeld J, Keller CA : *Noninvasive assessment of load reduction in patients with asymptomatic aortic regurgitation.* *Am J Med* 68 : 665, 1980
- 15) Troy AD, Chukko CS, Gash AK, Bore AA, Spann JE : *Left ventricular function in systemic hypertension.* *J Cardiovasc Ultra Sonogr* 2 : 251, 1983
- 16) Levy D, Garrison 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
- 17) Levy D, Garrison RJ, Savage DD, Kannel WB, Castelli WP : *Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart Study.* *N Engle J Med* 322 : 1561, 1990
- 18) 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
- 19) Silberberg JS, Barre PE, Prichard SS, Sniderman AD : *Impact of left ventricular hypertrophy on survival in end-stage renal disease.* *Kidney Int* 36 : 286, 1989
- 20) Cooper RS, Simmons BE, Castaner A, Sanrhanam V, Ghabi 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
- 21) 李昌洙 · 安泳顔 · 金惠珠 · 姜貞採 · 朴玉圭 : 本態性高血壓에서 左心室壁 緊張度 대한내과학회잡지 9 : 1057, 1984
- 22) 朴良圭 · 朴玉圭 : 高血壓性 心臟病에서 左心室肥大가 心機能에 미치는 影響. 순환기 13 : 135, 1983
- 23) 木川田隆一 : 心機圖とその臨床. 新興醫學出版社. p39, 1977
- 24) Mckee PA, Castelli WP, McNamara PM, Kannel WB : *The natural history of congestive heart failure : Framingham study.* *New Eng J Med* 285, 1441, 1971
- 25) 北昌顯 · 島津彰一 · 松尾裕英 : 心エコー圖による 心機能評價の 有用性. 内科 47 : 447, 1981
- 26) 小野 史朗 · 松崎益徳 : 心筋の 收張 障害. 最新醫學 50 : 15, 1995
- 27) Demeria AN, Neuman A, Schubart PJ, Lee Gm, Mason DJ : *Systemic correlation of cardiac chamber size and ventricular performance determined with echocardiography and alterations in heart rate in normal person.* *Am J Cardiol* 343 : 1, 1979
- 28) Redwood DR, Hfenrry WL, Epstein SE : *Evaluation of the ability of echocardiography to measure acute alteration in left ventricular volume.* *Circulation* 50 : 901, 1974
- 29) 朴玉圭 : 正常人에 있어서 超音波檢査로 決定된 心機能의 心搏數에 對한 影響. 전남의대잡지 17 : 31, 1980
- 30) Quinones MA, Gaasch WH, Cole JS, Alexander JK : *Echocardiographic determination of left ventricular stress-velocity relation in man.* *Circulation* 51 : 689, 1975
- 31) Fortuin NJ, Hood WP, Jr : *Determination of mean velocity of circumferential fiber shortening(mVcf) by echocardiography.* *Circulation(supplement II)* 43 : 34, 1971
- 32) Fortuin NJ, Hood WP, Jr, Cragie E : *Evaluation of left ventricular function by echocardiography.* *Circulation* 46 : 26, 1972
- 33) Cooper RH, O'Rourke RA, Karliner JS, Peterson KL, Leopold GH : *Comparison of ultrasound and cineangiographic measurements of the mean rate of circumferential fiber shortening in man.* *Circulation* 46 : 914, 1972
- 34) Carabello BA, Green LH, Grossman W, Cohn JH : *Hemodynamic determination of prognosis of aortic valve replacement in critical aortic stenosis and advanced congestive heart failue.* *Circulation* 62 : 42, 1980
- 35) Sagawa K, Suga H, Shoukas AA, Bukalar Km : *Endsystolic pressure/volume ratio. A new index of ventricular contractility.* *Am J Cardiol* 40 : 745, 1977
- 36) Grossman W, Braunwald E, Mann T, McLaurin

- LP, Green LH : *Contractile state of the left ventricle in men as evaluated from the end-systolic pressure-volume relation*. *Circulation* 56 : 845, 1977
- 37) Sagawa K : *The end-systolic pressure-volume relation of the ventricle : definition, modifications, and clinical use*. *Circulation* 63 : 1233, 1981
- 38) Borow KM, Neumann A, Wynne J : *Sensitivity of end-systolic pressure-dimension and pressure-volume relations to the inotropic state in humans*. *Circulation* 65 : 988, 1982
- 39) Marsh JD, Green LH, Wynne J, Cohn PF, Grossman W : *Left ventricular end-systolic pressure-dimension and stress-length relations in normal human subjects*. *Am J Cardiol* 44 : 1311, 1979
- 40) Ross J Jr : *Afterload mismatch and preload reserve : a conceptual frame work for the analysis of ventricular function*. *Prog Cardiovasc Dis* 18 : 255, 1976