

# 여성 고혈압 환자에서 부적절한 좌심실비대와 Framingham Risk Score 및 혈관경직도와의 관계

김혜미<sup>1</sup>, 정지현<sup>1</sup>, 이학승<sup>1</sup>, 김지혜<sup>1</sup>, 조구영<sup>2</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 의과대학 서울대학교병원 순환기내과, <sup>2</sup>서울대학교 의과대학 분당서울대학교병원 순환기내과

## Relation of Inappropriate Left Ventricular Hypertrophy on Framingham Risk Score and Vascular Stiffness in Hypertensive Women

Hyue Mee Kim, MD<sup>1</sup>, Ji-Hyun Jung, MD<sup>1</sup>, Hak Seung Lee, MD<sup>1</sup>, Chee Hae Kim, MD<sup>1</sup>, Goo-Yeong Cho, MD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine, Seoul; <sup>2</sup>Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, Seoul National University Bundang Hospital, Seoul National University College of Medicine, Seongnam, Korea

### ABSTRACT

**Background:** Although left ventricular hypertrophy (LVH) is a compensatory process to pressure overload, there are gender differences in left ventricular function and vascular stiffness in hypertension. We evaluated that inappropriate LVH was related with Framingham risk score (FRS) and vascular stiffness in hypertensive women. **Methods:** Total 226 hypertensive women consecutively underwent carotid ultrasound and echocardiography, from which LV mass (LVM), carotid intima-media thickness (IMT) and  $\beta$ -stiffness were measured. Inappropriate LVH was calculated by the ratio of observed LVM to the value predicted for sex, height and stroke work at rest and defined as  $> 128\%$  of predicted. FRS was obtained using by National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III. **Results:** Of 226 subjects, 59 subjects (26%) had inappropriate LVH. As compared with appropriate LVH, subject with inappropriate LVH showed older age, higher FRS, and IMT. Although LV ejection fraction was not different, diastolic parameters of E/A ratio and left atrial volume were significantly worse in inappropriate LVH group. **Conclusions:** The presence of inappropriate LVH in hypertensive women was strongly associated with higher FRS, decreased diastolic function and increased IMT, which might influence future cardiovascular events.

(J Korean Soc Hypertens 2013;19(3):81-89)

**Key Words:** Left ventricular hypertrophy; Vascular stiffness; Hypertension; Women

### 서론

논문접수일: 2013.5.31, 수정완료일: 2013.9.25, 게재승인일: 2013.9.26

교신저자: 조구영

주소: 경기도 성남시 분당구 구미동 173번길 82 분당서울대학교병원 순환기내과

Tel: 031) 787-7024 Fax: 031) 787-4051

E-mail: cardioch@snu.ac.kr

고혈압에서 좌심실비대는 후부하의 증가에 따른 보상적 기전이지만 심질환을 유발하는 첫 단계로 심부전, 심실성 부정맥, 심근경색, 급성심장사, 및 뇌경색의 유병률을 증가시키는 것으로 알려져 있다.<sup>1-4)</sup> 특히 고혈압으로 인한 좌심실비대의 약 15-20%를 차지하는 비보상기전으로 인한

부적절한 좌심실비대(inappropriate left ventricular hypertrophy)는 예후가 더 좋지 않은 것으로 보고된 바 있으며, 적절한 좌심실비대(appropriate left ventricular hypertrophy)에 비하여 심장의 수축기능 감소, 비정상적인 이완기능과 함께 좌심실의 경직도 증가 및 혈압이 낮아지는 경향을 보여 심부전으로 이환되는 중간단계로 설명하기도 한다.<sup>5-8)</sup>

동맥경화증은 나이, 고혈압, 고지혈증, 당뇨 등과 같이 전신적인 원인과 혈관벽의 기계적인 압력으로 인한 국소적인 원인이 있으며, 이러한 위험인자에 의해 혈관벽에 가해지는 ‘shear stress’가 증가되면서 내피기능의 장애가 생기고 이후 혈관벽의 경직도, 순응도 등 기계적 지표들이 변화하게 된다. 이러한 변화는 수축기 및 확장기혈압 시 혈관의 확장 및 수축이 감소하게 하고 궁극적으로는 뇌, 심장, 신장, 말초혈관 등에 동맥경화로 인한 허혈성 변화를 초래하게 된다. 심혈관계 질환과 관련성 있는 동맥경화증 정도를 평가하는 데 가장 대표적인 방법은 초음파를 통한 경동맥의 내중막 두께(intima-media thickness)를 측정하는 것과, 혈관의 확장성(distensibility) 및 순응도(complicance)의 감소와 경직도(stiffness)가 증가되어 있음을 확인하는 것으로 이미 앞선 여러 연구들에서 경동맥의 내중막 두께가 두꺼울수록, 혈관의 경직도가 증가할수록 심혈관계 질환의 위험이 높아짐이 보고된 바 있다.<sup>9-12)</sup> 따라서 심부전으로의 진행위험이 비교적 높은 부적절한 좌심실비대 환자에서 경동맥의 기능을 평가한다면 심혈관계 질환의 이행을 빨리 발견하여 치료에 지표로 이용될 수 있을 것으로 여겨진다.

Muiesan 등<sup>8)</sup>은 고혈압 환자를 추적하였을 때 지속적으로 부적절한 심비대가 있으면 심혈관 사건이 증가함을 보였는데, 이 군의 71%는 남성이다. 이는 남녀에서 혈역학적 부하에 대한 심비대가 여성에서는 다르게 나타날 수 있음을 보여준다. 본 연구는 한국 여성 고혈압 환자에서 부적절한 심비대의 빈도를 파악하고 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP/ATP III) guideline을 통해 Framingham risk score와 경동맥의 내중막 두께, 기계적 지표들을 구하여 심혈관계 질환의 발생예측을 평가하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

2007년부터 분당서울대학교병원에서 고혈압으로 심장초음파 및 경동맥초음파를 동시에 시행한 여성 환자를 대상으로 하였으며, 의무기록을 바탕으로 후향적으로 분석했다. 대상 환자의 고혈압은 외래에서 2회 이상 측정된 값으로 140/90 mm Hg 이상인 경우 또는 당뇨 환자에서 135/85 mm Hg 이상인 경우로 정의하였고, 이미 고혈압 약물로 치료 중인 환자를 포함하여 선정하였다. 급성관상동맥증후군이나 급성뇌졸중의 병력, 중등도 이상의 판막질환, 이차성 고혈압의 병력이 있거나, 좌심실 구혈률이 50% 이하인 경우, 동성리듬(sinus rhythm)이 아닌 경우는 제외하였다. 대상 환자들에 대해서 Framingham risk score를 나이, 성, 흡연, 수축기혈압, 항고혈압약제 사용 여부, 전체 및 고밀도콜레스테롤을 기준으로 하는 NCEP/ATP III guideline web site를 통해 산출하였다. 이 연구는 분당서울대학교병원의 임상연구관리위원회(institutional review board) 허가 후에 이루어졌다.

### 2. 심초음파

심초음파검사는 Vivid 7 혹은 E9 (GE, Norton, Norway) 2.5-MHz 탐촉자를 이용하여 좌측 양와위에서 시행되었고 M-mode 영상은 미국심장초음파학회의 가이드라인에 따라 얻었다. 좌심실 용적 및 구혈률은 심슨씨 방법(biplane Simpson's method)으로 측정하였으며 간헐파형도플러를 이용하여 이완기기능(E [early filling phase], A [late filling phase], deceleration time)을, 조직도플러를 이용하여 s', e' (mitral annulus systolic, early diastolic velocity)을 평가하였다. 예측 좌심실심근량(predictive left ventricular mass, pLVM)은 de Simone 등<sup>13)</sup>에 의해 얻어진 공식을 이용하여  $55.37 + 6.64 \times \text{키}(\text{m}^{2.7}) + 0.64 \times \text{stroke work}$  (수축기혈압  $\times$  일회 박출량  $\times 0.0144 [\text{gm}^2]$ ) -  $18.07 \times \text{성별}$  (여성 = 2) 수식으로 계산하였고, M-mode를 통해 좌심실 심근량(observed LVM, oLVM)을 측정하였다. LV mass index (LVMI)는 좌심실심근량(oLVM)/body surface

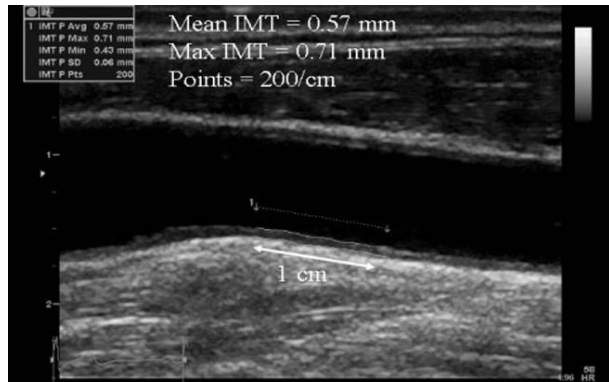


Fig. 1. Measurement of carotid intima-media thickness (IMT).

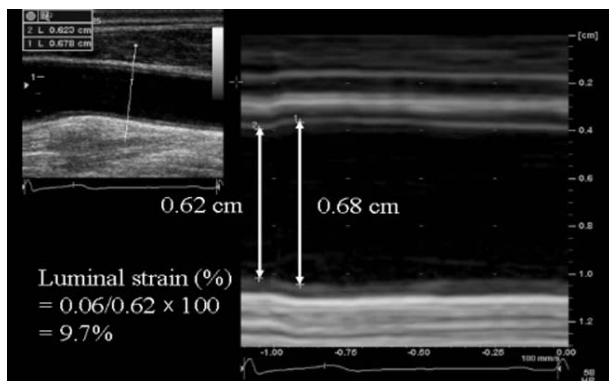


Fig. 2. Measurement of luminal strain.

area<sup>14)</sup>로 계산하였고 측정치 대 예측치의 좌심실심근량 비 값이 28% 이상 증가한 경우(oLVM/pLVM > 128%)를 부적절한 좌심실비대라고 정의하였다.<sup>8)</sup>

### 3. 경동맥초음파

경동맥초음파 역시 심초음파와 동일 기종의 것으로 10-MHz 탐촉자를 통해 영상을 얻었다. 경동맥내중막 두께의 측정은 팽대 부위(carotid bulb)를 중심으로 총경동맥 및 내경동맥이 최소 1 cm 이상 보이도록 하여 electrocardiogram gated로 1회 심주기를 저장 후 R-wave에서 측정하며, 팽대 부위에서 총경동맥 원위 1 cm까지의 원위벽 중 동맥경화반 병변이 없는 부위로 200 point를 측정, 이를 평균한 값으로 구하였다(Fig. 1)

경동맥 내강의 변형(carotid luminal strain)은 수축기와 이완기 동안의 경동맥 직경의 변화를 통해서 아래와 같이

계산하였고(Ds: 수축기의 경동맥 직경, Dd: 이완기의 경동맥 직경)<sup>15)</sup> 혈압을 함께 측정하여  $\beta$ -stiffness를 구하였다(Fig. 2)<sup>16)</sup> (ln: 자연로그, SBP: 수축기혈압[systolic blood pressure], DBP: 이완기혈압[diastolic blood pressure])

$$\text{Luminal strain (\%)} = \left[ \frac{Ds - Dd}{Dd} \right] \times 100$$

$$\beta\text{-stiffness} = \left[ \ln\left(\frac{SBP}{DBP}\right) \right] / \text{strain}$$

### 4. Cardiovascular performance

Cardiovascular performance에 중요한 지표인 vascular-ventricular coupling index는 Ea (arterial elastance)/Ees (ventricular elastance)<sup>17)</sup>를 통해 계산하였다. Arterial elastance (Ea)는 수축기말압력(end systolic pressure,  $0.9 \times$  수축기혈압)/일회 박출량(stroke volume)<sup>18)</sup>으로 구하였고, ventricular elastance (Ees)는 수축기말압력(end systolic pressure)/수축기말용적(end systolic volume)으로 비침습적으로 측정하였다.<sup>19)</sup>

### 5. 통계분석

연속형 변수는 평균  $\pm$  표준편차, 범주형 변수는 빈도수 및 백분율로 표시하였다. 연속형 변수의 비교는 독립표본 t-test, 범주형 변수는 chi-square test를 사용하였다. 연속형 변수의 관련성을 비교하고자 선형회귀분석을 시행하였다. 모든 통계학적 검증은 SPSS ver. 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 통계적 유의수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

## 결 과

### 1. 임상적 특성

고혈압으로 심장초음파 및 경동맥초음파를 시행한 총 226명이 대상에 포함되었으며, 이 중 부적절한 좌심실비대군은 59명, 적절한 좌심실비대군은 167명이었다. 임상적 특징은 Table 1에서 보듯이 당뇨, 이상지질혈증, 흡연 등과 같은 위험인자는 두 군 간에 차이가 관찰되지 않았

**Table 1.** Baseline clinical characteristics

Subject	Appropriate (n = 167)	Inappropriate (n = 59)
Age (yr)	60.9 ± 12.5	70.5 ± 8.1*
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	24.2 ± 3.2	26.8 ± 3.5*
Baseline risk factors		
Diabetes	38 (22.8)	11 (18.6)
Dyslipidemia	82 (49.1)	24 (40.7)
Current smoking	13 (7.8)	7 (11.9)
Fasting glucose (mg/dL)	118 ± 41	114 ± 30
Creatinine (mg/dL)	0.8 ± 0.3	1.0 ± 1.0
Total cholesterol	196 ± 46	188 ± 37
Low density lipoprotein cholesterol	111 ± 41	106 ± 31
High density lipoprotein cholesterol	54 ± 17	53 ± 13
Systolic blood pressure (mm Hg)	132 ± 19	140 ± 23*
Diastolic blood pressure (mm Hg)	76 ± 12	78 ± 12
Mean blood pressure (mm Hg)	95 ± 13	99 ± 14*
Framingham risk score (%)	4.4 ± 4.2	9.9 ± 7.2*

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%).

\*p-value < 0.05.

**Table 2.** Baseline echocardiographic parameters

Subject	Appropriate (n = 167)	Inappropriate (n = 59)
Observed LVMI (g/m <sup>2.7</sup> )	39.9 ± 7.2	63.3 ± 10.4*
LVMI (g/m <sup>2</sup> )	83.3 ± 14.9	121.9 ± 18.9*
Systolic function		
Left ventricular ejection fraction (%)	61.5 ± 4.7	60.1 ± 7.0
Stroke volume (mL)	66.2 ± 16.2	72.7 ± 16.3
s' (cm/sec)	6.7 ± 1.5	6.0 ± 1.3*
Diastolic function		
E/A ratio	0.97 ± 0.35	0.78 ± 0.22*
Deceleration time (msec)	225 ± 49	242 ± 49*
e' (cm/sec)	6.7 ± 2.1	4.9 ± 1.2*
Left atrial volume index (mL/m <sup>2</sup> )	25.7 ± 6.3	35.7 ± 27.7*
Carotid parameters		
Intima-media thickness (mm)	0.71 ± 0.16	0.79 ± 0.14*
Strain (%)	6.5 ± 2.5	5.8 ± 2.1
β-stiffness	0.10 ± 0.05	0.11 ± 0.06

Values are presented as mean ± standard deviation.

Observed LVMI, observed left ventricular mass index; s', mitral annulus systolic velocity; E/A ratio, the ratio of the early (E) to late (A) ventricular filling velocities; e', early diastolic velocity.

\*p-value < 0.05.

으나 평균 연령(60.9 ± 12.5 years vs. 70.5 ± 8.1 years), body mass index (24.2 ± 3.2 kg/m<sup>2</sup> vs. 26.8 ± 3.5 kg/m<sup>2</sup>), 수축기혈압(132 ± 19 mm Hg vs. 140 ± 23 mm Hg), 평균

혈압(95 ± 13 mm Hg vs. 99 ± 14 mm Hg) 및 Framingham risk score (4.4 ± 4.2 vs. 9.9 ± 7.2)는 부적절한 좌심실비대군에서 유의하게 높았다(p < 0.05).

Table 3. Cardiovascular performance

Subject	Appropriate (n = 167)	Inappropriate (n = 59)
Arterial elastance (Ea, mmHg/mL)	1.89 ± 0.52	1.80 ± 0.44
Ventricular elastance (Ees, mmHg/mL)	3.07 ± 1.01	2.80 ± 0.87
Vascular-ventricular coupling index	0.64 ± 0.14	0.70 ± 0.3*

Values are presented as mean ± standard deviation.

\*p-value < 0.05.

## 2. 심초음파 및 경동맥초음파 지표의 비교

심초음파 지표(Table 2)들 중 observed LVMI ( $39.9 \pm 7.2 \text{ g/m}^{2.7}$  vs.  $63.3 \pm 10.4 \text{ g/m}^{2.7}$ ), LVMI ( $83.3 \pm 14.9 \text{ g/m}^2$  vs.  $121.9 \pm 18.9 \text{ g/m}^2$ )는 부적절한 좌심실비대군에서 높게 측정되었고 수축기기능을 나타내는 지표들 중 좌심실구혈률( $61.5\% \pm 4.7\%$  vs.  $60.1\% \pm 7.0\%$ )은 두 군에서 유의한 차이가 없었으나  $s'$  ( $6.7 \pm 1.5 \text{ cm/sec}$  vs.  $6.0 \pm 1.3 \text{ cm/sec}$ )은 부적절한 좌심실비대군에서 낮게 측정되었다. 이완기기능을 나타내는 지표에서는 E/A ratio ( $0.97 \pm 0.35$  vs.  $0.78 \pm 0.22$ )와  $e'$  ( $6.7 \pm 2.1 \text{ cm/sec}$  vs.  $4.9 \pm 1.2 \text{ cm/sec}$ )은 부적절한 좌심실비대군에서 낮게 측정되었고, deceleration time ( $225 \pm 49 \text{ msec}$  vs.  $242 \pm 49 \text{ msec}$ )과 left atrial volume index ( $25.7 \pm 6.3 \text{ mL/m}^2$  vs.  $35.7 \pm 27.7 \text{ mL/m}^2$ )는 유의하게 높았다.

경동맥내중막 두께( $0.71 \pm 0.16 \text{ mm}$  vs.  $0.79 \pm 0.14 \text{ mm}$ )는 부적절한 좌심실비대군에서 높게 측정되었으나, 그 외 경동맥초음파를 통해 측정한 luminal strain,  $\beta$ -stiffness는 유의한 차이가 없었다. Cardiac performance를 확인하고자 했던 arterial elastance, ventricular elastance에서는 양군 간의 유의한 차이는 없었으나, vascular-ventricular coupling index는 부적절한 좌심실비대군에서 높게 측정되었다(Table 3).

## 3. 심실비대와 경동맥기능 및 Framingham risk score와의 관계 비교

경동맥초음파를 통한 측정값인 경동맥내중막 두께와 LVMI 사이에는 유의한 양의 상관관계를 보였으나( $R = 0.26$ ,  $p < 0.001$ ),  $\beta$ -stiffness와 LVMI의 뚜렷한 상관관계는 관찰되지 않았다(Fig. 3). Framingham risk score와 좌

심실 심근량지수(LVMI,  $R = 0.34$ ,  $p < 0.001$ ), 측정치 대 예측치의 좌심실 심근량 비(oLVM/pLVM,  $R = 0.42$ ,  $p < 0.001$ )는 모두 유의한 양의 상관관계를 보였다(Fig. 4).

## 고 찰

본 연구는 부적절한 좌심실비대가 동반된 여성 고혈압 환자에서 그렇지 않은 환자에 비하여 심혈관계 질환의 발생위험이 증가하고, 경동맥내중막 두께가 유의하게 높음을 보였다. 고혈압 환자에서는 후부하에 증가에 따른 보상작용으로 좌심실비대가 발생하게 되며, 이는 심혈관계 질환의 위험인자임이 알려져 있다.<sup>1-4)</sup> 이러한 좌심실비대는 혈류역학적 부하에 따른 적절성을 반영하지 못하는 용어로 필요한 혈류역학적 부하를 넘어서는 비보상적 기전에 따른 좌심실비대를 부적절한 좌심실비대라 정의한다. Losartan Intervention for Endpoint Reduction in Hypertension (LIFE) 연구에서는 적절한 좌심실비대군에 비하여 부적절한 좌심실비대군에서 심근의 수축기능 저하, 이완기능의 장애가 높게 나타남을 보고하였는데<sup>6)</sup> 본 연구에서는 수축기기능을 나타내는 지표 중 좌심실구혈률에는 유의한 차이가 없었으며, 좌심실비대 환자에서 장축수축을 반영하는  $s'$  값은 부적절한 좌심실비대군에서 더 낮게 나타났다. 또한 이완기기능을 나타내는 지표는 모두 부적절한 좌심실군에서 감소된 이완기기능에 합당한 결과를 보였는데 이는 남녀 모두를 대상으로 한 연구와 비슷한 결과를 보였다. Libhaber 등<sup>7)</sup>은 대상군의 여성 비율이 83.6%로 높음에도 부적절한 좌심실비대 환자에서 좌심실구혈률이 감소함을 밝혔는데 이는 부적절한 좌심실비대의 정의를 측정치 대 예측치의 좌심실심근량 비를 150% 이상으로 정의하여 본 연구대상보다 심근질환

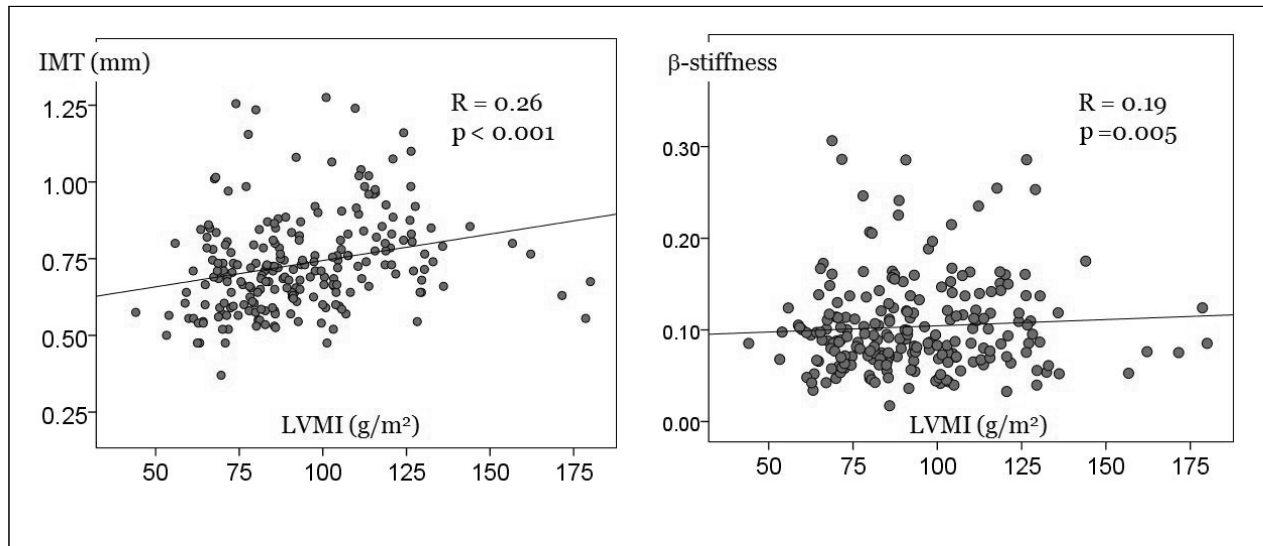


Fig. 3. Correlation between left ventricular mass index (LVMI) and carotid intima-media thickness (IMT) and b-stiffness.

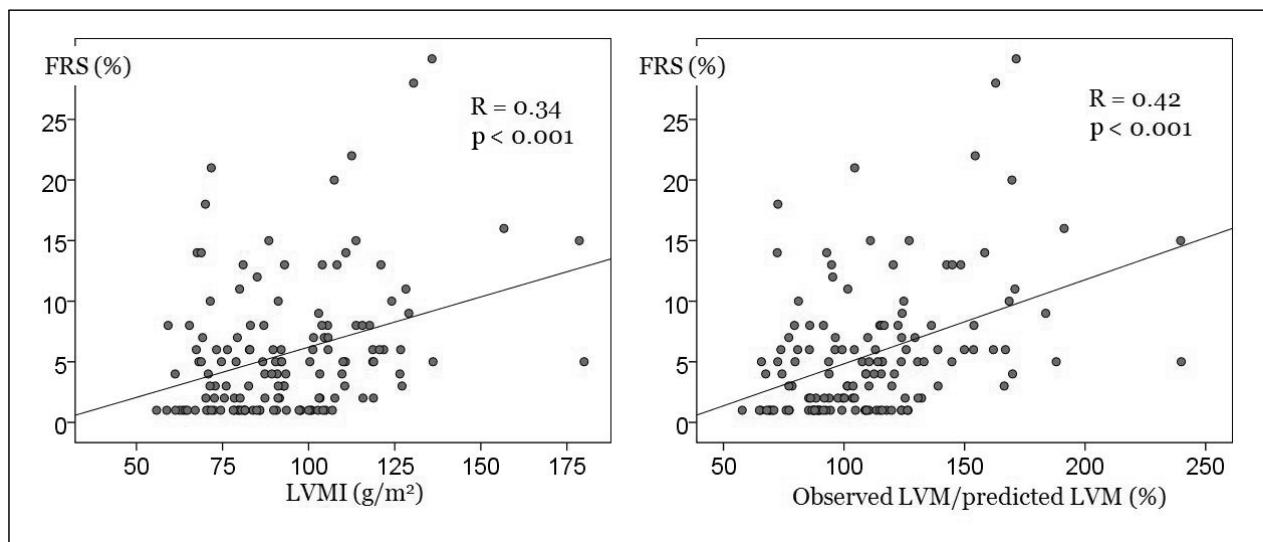


Fig. 4. Correlation between left ventricular mass (LVM) and Framingham risk score (FRS). LVMI, left ventricular mass index,

이 더 진행되었기 때문으로 여겨진다. 본 연구에서는 s'이 감소하였는데 이는 심근의 장축 방향의 수축을 대변하는 것으로 초기 심근수축기 이상을 반영하는 것임을 감안하면 비슷한 결과로 해석된다. MAAssa Ventricolare sinistra nell' Ipertensione (MAVI) 연구에서는 부적절한 좌심실비대 여부를 평가하는 측정치 대 예측치의 좌심실심근량 비의 비율이 높을수록 심혈관계 질환 발생위험도가 점차 높아짐을 보였으며<sup>5)</sup> 본 연구에서도 이 비율이 증가함

에 따라 심혈관계 질환 위험도를 판단하는 Framingham risk score가 증가함을 보여 남, 여 모두에서 부적절한 좌심실비대의 정도가 커질수록 심혈관계 질환 발생위험이 높아짐을 확인할 수 있었다.

성별과 연령에 따른 고혈압의 유병률을 살펴보면 45-64세에는 남녀의 고혈압 유병률이 비슷하나, 65세 이후로는 여성에서 더 높은 유병률을 보이는데<sup>20)</sup> 이는 고령의 여성에서 심혈관계 질환의 발생이 높은 것과 관련되는 소견이

다. 남녀를 모두 대상으로 한 LIFE, MAVI 연구에서는 보상적인 좌심실비대군과 부적절한 좌심실비대군 사이 통계적으로 유의한 연령의 차이가 관찰되지 않으나<sup>5,6)</sup> 여성 고혈압 환자만을 대상으로 한 본 연구에서는 두 군 사이에 통계적으로 유의한 연령의 차이가 관찰되고 있음을 보였고 이는 여성에서 고혈압을 비롯한 심혈관계 질환의 유병률이 남성과 비교하여 고령에서 높은 것에 따른 효과일 것으로 예측된다.

좌심실구혈률이 유지되는 심부전은 고령, 고혈압, 여성과의 연관성이 밝혀진 바 있으며<sup>21)</sup> Masoudi 등<sup>22)</sup>은 좌심실구혈률이 유지되는 심부전, 즉 이완기 심부전 환자의 79%가 여성임을 보였다. 여성에서 이완기기능부전의 비율이 높은 것은 arterial elastance를 나타내는 지표와 연관성이 있음이 밝혀진 바 있는데<sup>23)</sup> 본 연구에서 부적절한 좌심실비대 환자는 유의한 이완기기능의 감소를 보였으나 arterial elastance는 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 본 연구에서 arterial elastance, ventricular elastance 모두 정상인에 비해 상당히 증가되어 있으나 적절한 혹은 부적절한 심비대 간의 차이는 없었다. Ventricular elastance의 증가는 심근의 수축력의 증가보다는 좌심실의 geometry의 변형이 주원인으로 생각된다. 하지만 양 군에서 arterial elastance, ventricular elastance가 의미 있는 차이를 보여주지 못한 것은 인종, 성별 때문인지 알 수 없으나 향후 더 많은 연구가 있어야 할 것으로 여겨진다. 또한 vascular-ventricular coupling index는 부적절한 좌심실비대 환자에서 높게 나타났으나 정상 범위에 속하여 부적절한 좌심실비대 환자군에서의 특징적인 소견은 설명할 수 없었다. 여성 고혈압 환자에서 좌심실 구혈률이 유지되는 심부전 환자들의 비율이 높고 이러한 경우 운동 시 vascular-ventricular coupling index의 감소폭이 줄어드는 것으로 보고되어 있어<sup>24)</sup> 향후 부적절한 좌심실비대와 운동 시 vascular-ventricular coupling index의 감소폭과의 연관성을 찾을 수 있을 것으로 보인다. 경동맥의 내중막 두께가 두꺼울수록 심혈관계 질환의 발생위험이 높아짐은 앞선 연구들에서 보고되었으며<sup>9-11)</sup> Roman 등<sup>25)</sup>은 좌심실비대 환자에서 대조군에 비해 경동맥내중막 두께가 더 증가함을

보였다. 본 연구에서도 부적절한 좌심실비대 환자에서 경동맥내중막 두께가 유의하게 높게 측정되어 Framingham risk score의 결과와 함께 심혈관계 질환의 위험도가 높아짐을 간접적으로 확인할 수 있었다. 부적절한 좌심실비대 환자에서 경동맥의 기능적인 측면이 떨어질 것으로 예상하였으나, 앞선 다른 연구에서처럼<sup>25)</sup> strain에서는 낮은 값을 보이고  $\beta$ -stiffness index는 높은 값을 보였으나, 통계적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

본 연구의 제한점으로는 고혈압약물에 대한 평가가 이루어지지 않았으며, 단면 연구로서 부적절한 심비대가 향후 심혈관사건과의 연관성을 직접 평가하지 못하였다는 점이다.

결론적으로 본 연구는 부적절한 좌심실비대가 동반된 여성 고혈압 환자에서 심장의 이완기기능이 감소하고, 경동맥의 내중막 두께가 증가하며 심혈관계 질환 발생위험과 유의한 상관관계가 있음을 보여주고 있으나, 경동맥의 변형, 경직도, arterial elastance와는 상관관계를 보이지는 못하여 한국 고혈압 여성에서는 외국 연구 혹은 남성에 비해 혈관의 기능이 상이할 수 있음을 시사하였다.

## 요 약

**연구배경:** 고혈압 환자에서 좌심실비대는 후부하에 따른 보상적 기전이자 심질환을 유발하는 단계로 알려져 있다. 그러나 좌심실비대는 좌심실기능과 혈관의 경직도는 성별에 따라 달라 혈류역학적 부하에 따른 적절성 여부를 반영하지 못해 여성 고혈압 환자에서 이를 반영하는 부적절한 좌심실비대와 심혈관계 질환 발생위험 및 혈관의 경직도와 관계를 알아보고자 하였다.

**방법:** 226명의 고혈압 여성 환자들에 대해 심장초음파, 경동맥초음파를 시행하여 좌심실질량과 경동맥내중막 두께,  $\beta$ -stiffness를 측정하였으며, 부적절한 좌심실비대는 성별, 키, stroke work를 통해 계산한 측정치 대 예측치의 좌심실심근량 비율이 128% 이상인 경우로 정의하였다. Framingham risk score (FRS)는 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III를 통하여

계산되었다.

**결과:** 총 226명 중 59명이 부적절한 좌심실비대 환자였으며, 적절한 좌심실비대군과 비교하였을 때 부적절한 좌심실비대군에서 나이가 많고 FRS가 높으며 경동맥내중막 두께가 더 증가함을 보였다. 하지만 경동맥의 확장,  $\beta$ -stiffness 및 arterial elastance에는 차이가 없었다. 두 그룹 간에 좌심실구혈률은 차이가 없었으나, 장축기능을 보여주는 s'은 부적절한 좌심실비대군에서 낮았다. 이완기 기능을 나타내는 지표인 E/A ratio는 부적절한 좌심실비대군에서 낮았고, left atrial volume index는 높았다.

**결론:** 부적절한 좌심실비대가 동반된 고혈압 여성 환자들은 높은 FRS, 이완기기능장애, 증가된 경동맥내중막 두께를 보여, 추후 심혈관계 질환의 발생위험이 높음을 보였다. 하지만 경동맥의 기능성지표에는 차이가 없었다.

### Conflict of interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

### 감사의 글

이 연구는 2011년 대한고혈압학회 산학협동연구비로 시행되었다.

### References

1. Levy D, Garrison RJ, Savage DD, Kannel WB, Castelli WP. Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart Study. *N Engl J Med*. 1990;322:1561-6.
2. Haider AW, Larson MG, Benjamin EJ, Levy D. Increased left ventricular mass and hypertrophy are associated with increased risk for sudden death. *J Am Coll Cardiol*. 1998;32:1454-9.
3. Verdecchia P, Carini G, Circo A, Dovellini E, Giovannini E, Lombardo M, et al. Left ventricular mass and cardiovascular morbidity in essential hypertension: the MAVI study. *J Am Coll Cardiol*. 2001;38:1829-35.
4. Kim YJ. Role of echocardiography in hypertensive patients. *J Korean Soc Hypertens*. 2010;16:9-18.
5. De Simone G, Verdecchia P, Pede S, Gorini M, Maggioni AP. Prognosis of inappropriate left ventricular mass in hypertension: the MAVI Study. *Hypertension*. 2002;40:470-6.
6. Palmieri V, Wachtell K, Gerdts E, Bella JN, Papademetriou V, Tuxen C, et al. Left ventricular function and hemodynamic features of inappropriate left ventricular hypertrophy in patients with systemic hypertension: the LIFE study. *Am Heart J*. 2001;141:784-91.
7. Libhaber CD, Norton GR, Maseko MJ, Majane OH, Millen AM, Maunganidze F, et al. Relationship between inappropriate left ventricular hypertrophy and ejection fraction independent of absolute or indexed mass in a community sample of black African ancestry. *J Hypertens*. 2013;31:169-76.
8. Muiesan ML, Salvetti M, Paini A, Monteduro C, Galbassini G, Bonzi B, et al. Inappropriate left ventricular mass changes during treatment adversely affects cardiovascular prognosis in hypertensive patients. *Hypertension*. 2007;49:1077-83.
9. Roman MJ, Pickering TG, Schwartz JE, Pini R, Devereux RB. Association of carotid atherosclerosis and left ventricular hypertrophy. *J Am Coll Cardiol*. 1995;25:83-90.
10. Polak JF, Pencina MJ, Pencina KM, O'Donnell CJ, Wolf PA, D'Agostino RB Sr. Carotid-wall intima-media thickness and cardiovascular events. *N Engl J Med*. 2011;365:213-21.
11. Vlachopoulos C, Aznaouridis K, Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55:1318-27.
12. Sohn IS, Lee JB, Cho BH, Park JH, Jin ES, Cho JM, et al. Carotid intima-media thickness and arterial stiffness in hypertensive patients with first attack of ischemic stroke. *J Korean Soc Hypertens*. 2010;16:14-21.
13. De Simone G, Devereux RB, Kimball TR, Mureddu GF, Roman MJ, Contaldo F, et al. Interaction between body size and cardiac workload: influence on left ventricular mass during body growth and adulthood. *Hypertension*. 1998;31:1077-82.
14. De Simone G, Daniels SR, Devereux RB, Meyer RA, Roman MJ, de Divitiis O, et al. Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight. *J Am Coll Cardiol*. 1992;20:1251-60.
15. Peterson LH, Jensen RE, Parnell J. Mechanical properties of



- arteries in vivo. *Circ Res.* 1960;8:622-39.
16. Kawasaki T, Sasayama S, Yagi S, Asakawa T, Hirai T. Non-invasive assessment of the age related changes in stiffness of major branches of the human arteries. *Cardiovasc Res.* 1987;21:678-87.
17. Asanoi H, Sasayama S, Kameyama T. Ventriculoarterial coupling in normal and failing heart in humans. *Circ Res.* 1989;65:483-93.
18. Kelly RP, Ting CT, Yang TM, Liu CP, Maughan WL, Chang MS, et al. Effective arterial elastance as index of arterial vascular load in humans. *Circulation.* 1992;86:513-21.
19. Chen CH, Fetters B, Nevo E, Rochitte CE, Chiou KR, Ding PA, et al. Noninvasive single-beat determination of left ventricular end-systolic elastance in humans. *J Am Coll Cardiol.* 2001;38:2028-34.
20. Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ, Berry JD, Borden WB, et al. Executive summary: heart disease and stroke statistics--2013 update: a report from the American Heart Association. *Circulation.* 2013;127:143-52.
21. Senni M, Tribouilloy CM, Rodeheffer RJ, Jacobsen SJ, Evans JM, Bailey KR, et al. Congestive heart failure in the community: a study of all incident cases in Olmsted County, Minnesota, in 1991. *Circulation.* 1998;98:2282-9.
22. Masoudi FA, Havranek EP, Smith G, Fish RH, Steiner JF, Ordin DL, et al. Gender, age, and heart failure with preserved left ventricular systolic function. *J Am Coll Cardiol.* 2003;41:217-23.
23. Shim CY, Park S, Choi D, Yang WI, Cho IJ, Choi EY, et al. Sex differences in central hemodynamics and their relationship to left ventricular diastolic function. *J Am Coll Cardiol.* 2011;57:1226-33.
24. Tan YT, Wenzelburger F, Lee E, Heatlie G, Leyva F, Patel K, et al. The pathophysiology of heart failure with normal ejection fraction: exercise echocardiography reveals complex abnormalities of both systolic and diastolic ventricular function involving torsion, untwist, and longitudinal motion. *J Am Coll Cardiol.* 2009;54:36-46.
25. Roman MJ, Pickering TG, Schwartz JE, Pini R, Devereux RB. Relation of arterial structure and function to left ventricular geometric patterns in hypertensive adults. *J Am Coll Cardiol.* 1996;28:751-6.