

고혈압 환자를 포함하는 농촌 인구 집단에서 동맥 경직도 및 복부 비만도가 좌심실 이완 장애에 미치는 영향

한양대학교 의과대학 내과학교실,¹ 예방의학교실²

김석환¹ · 최성일¹ · 신진호¹ · 임헌길¹ · 이방헌¹ · 김미경² · 최보율²

Aterial Stiffness and Abdominal Obesity are Associated with the Relaxation Abnormality of Left Ventricle in Human Hypertension

Seok Hwan Kim, MD¹, Sung Il Choi, MD¹, Jinho Shin, MD¹, Heon Kil Lim, MD¹,
Bang Hun Lee, MD¹, Mi Kyung Kim, PhD² and Bo Youl Choi, MD²

¹Cardiology Division, Internal Medicine and ²Preventive Medicine, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : Aging is a major factor related to a relaxation abnormality of the left ventricle. Increased arterial stiffness and central distribution of body fat are common physiologic changes observed in the elderly. To further elucidate the relationship between aging and a relaxation abnormality of the left ventricle, we investigate the relationship between the pulse wave velocity, abdominal obesity and diastolic function parameters of the left ventricle. **Subjects and Methods :** In 490 subjects (153 normotensive, 128 prehypertensive, 120 untreated hypertensive and 89 hypertensive on anti-hypertensive drugs, aged 59.8 ± 12.6 (21-88) years), the brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) and echocardiographic indices for a relaxation abnormality, i.e. transmitral E, A, E/A, DT, IVRT, were measured. A relaxation abnormality was defined by an E/A <1 or a DT >240 ms in the young (<55 years), an E/A <0.8 and a DT >240 ms in the old (>55 years). Subjects with normal relaxation of the left ventricle (group I, n=252) were compared to the subjects with abnormal relaxation of the LV (group II, n=238), with respect to the baPWV and abdominal circumference. **Results :** In a multiple linear regression analysis, the mean baPWV (cm/sec) was independently correlated with pulse pressure, age, blood pressure, abdominal circumference (AC), body mass index (BMI) and heart rate ($R^2=0.492$, SEE=261.898). However, neither gender nor the left ventricular mass index ($\text{g/m}^{2.7}$) was associated with the mean baPWV. A logistical regression analysis showed abdominal obesity ($AC \geq 90$ cm in male, ≥ 80 cm in female, OR: 2.34), a high baPWV ($\geq 1,600$ cm/sec, OR: 3.96) and a high BMI (≥ 25 kg/m^2 , OR: 0.60) to be independent determinants of a relaxation abnormality. The age adjusted mean baPWV (1526.9 ± 119.4 vs. 1577.1 ± 106.9 cm/sec, $p < 0.0001$) and AC (86.2 ± 9.8 vs. 88.5 ± 7.7 cm, $p=0.005$) were higher in group II than group I. **Conclusion :** Arterial stiffness is the major determinant of a relaxation abnormality of the left ventricle. Abdominal obesity and a high BMI were found to be independent of each other, and an inverse relationship was found with respect to a relaxation abnormality of the left ventricle in a rural Korean population, including hypertensive patients. (Korean Circulation J 2006;36:221-228)

KEY WORDS : Arterial stiffness ; Obesity ; Hypertension ; Left ventricular function.

논문접수일 : 2005년 11월 23일

심사완료일 : 2006년 2월 10일

교신저자 : 신진호, 133-792 서울 성동구 행당동 17 한양대학교 의과대학 내과학교실

전화 : (02) 2290-8308 · 전송 : (02) 2298-9183 · E-mail : jhs2003@hanyang.ac.kr

서론

일반적으로 좌심실의 이완 장애(relaxation abnormality)는 비교적 경증의 이완기능 장애로서 연령이 증가함에 따라 흔히 나타나는 것으로 알려져 있다.¹⁾ 이완 장애의 발생 기전으로는 고혈압에 의한 좌심실질량의 증가와 같은 심근의 구조적인 변화와²⁾ 관계가 있으며 심근의 기능 변화³⁾ 및 내분비 기능 이상^{4,5)}과 유관한 것으로 알려져 있다.

한편 연령의 증가에 따라 나타나는 주요한 생리학적 변화로서 심혈관계통의 순응도 감소⁶⁾ 또는 경화도의 증가⁷⁾와 내장 지방의 증가⁸⁾를 들 수 있다. 연령은 혈압과 더불어 동맥 경직도의 지표인 맥파속도의 가장 중요한 결정인자이며⁹⁾ 복부 비만도 맥파속도에 영향을 주는 인자로 알려져 있다.¹⁰⁾ 좌심실의 이완 장애와 관련하여 이미 알려져 있는 연령은 동맥의 경직도에도 영향을 주는 공통 분모이며 연령이 증가함에 따라 나타나는 심근의 변화와 동맥혈관계통도 변화는 상호 영향을 주고 받는다고 알려져 있으나¹¹⁾ 동맥의 경직도와 좌심실의 이완 장애 간의 직접적인 상호 관계에 대해서는 논란의 여지가 있다. 고혈압 환자에서^{12,13)} 맥파속도가 이완 장애와 관련이 있다는 보고도 있지만 야간 혈압 강하 패턴에 따라 상호 관련성에 차이를 보인다는 보고도 있고 운동의 효과가 혈관 경직도와 좌심실 이완 장애에 미치는 영향이 다르다는 보고도 있으며¹⁴⁾ 보편적인 상호관계를 알아보기 위한 인구집단에 대한 연구는 드물다. 따라서 본 연구는 인구집단을 대상으로 동맥경화도 및 중심성 비만이 좌심실의 이완 장애에 미치는 영향을 밝히고자 맥파속도 및 복부 비만과 좌심실 이완 기능 지표와의 직접적인 상관관계를 연구하였다.

대상 및 방법

총 630명의 경기도 양평 지역사회 검진 대상자 중 M 모드 측정값이 15° 이상인 초음파 영상, 화질이 불량한 심초음파 결과, 벽운동 장애, 좌심실 구혈율 55%미만, 중등도 이상의 판막폐쇄부전, 판막 협착증, 당뇨 환자, 전혈적인 협심증 증상 환자를 포함하여 총 140명의 환자를 제외한 490명의 환자를 대상으로 체형 측정 자료, 맥파속도와 심초음파 결과를 분석하였다. 대상 집단의 연령은 59.8 ± 12.6 세였고(최소 21세, 최대 88세) 그 중 15명은 정상혈압이었고 128명은 전단계 고혈압이었으며 209명은 고혈압 환자였으며 그 중 89명은 항고혈압 약물 치료를 받고 있었다. 검진 사업에 앞서 한양대학병원의 임상시험 위원회의 승인 절차를 통과하였으며 일체의 검진을 시작하기 직전에 피검자로부터 검진 과정 및 검진 자료를 연구 목적으로 사용하는 데 대하여 서면으로 승인을 얻었다.

신체 지수의 측정 및 혈압 측정

5분 이상 안정을 취한 후 앉은 자세에서 수은주 혈압계를

이용하여 Korotokoff 제 1음과 제 5음이 청진되는 압력을 각각 수축기 혈압과 이완기 혈압으로 정의하였으며 2회 측정 평균치를 사용하되 측정치의 차이가 수축기 혈압 5 mmHg 이상 차이가 날 때는 1회 더 측정하여 근사값 2개의 평균치로 혈압을 표시하였다. 정상혈압은 JNC-VII의 지침에 따라 수축기/이완기 혈압이 119/79 mmHg이하로, 고혈압전 단계는 수축기/이완기 혈압이 120/80 mmHg 이상이고 139/89 mmHg이하로, 고혈압은 수축기/이완기 혈압이 140/90 mmHg이상으로 정의하였다. 복부둘레는 장골능과 늑골의 하한선의 중간 높이에서 수평으로 줄자를 팽팽하게 복부에 둘러서 측정하였으며 남성에서 90 cm 이상 시, 여성에서 80 cm 이상 시 복부 비만으로 정의하였다. 체질량지수에 의한 비만의 기준은 25 kg/m^2 로 정의하였다.

심초음파 검사

이면 심초음파 및 M모드 심초음파 검사를 HP sonos 2500을 이용하였으며 모든 초음파 검사는 단일 검사자가 시행하였다. 모든 측정은 on-line으로 실시하였으며 모든 측정은 단일 검사자가 시행하였다. M 모드 기록 속도를 50 mm/sec로 하였고 좌심실 질량을 측정하기 위한 M모드 영상은 미국 심장 초음파 학회의 지침을 따라 좌심실의 승모판막의 말단부를 기준으로 얻었다.¹⁵⁾ QRS 파의 시작 시점을 이완기말기로 정의하였고 좌심실 직경, 중격 및 후벽 두께를 측정할 때는 leading edge만을 참조하였으며¹⁵⁾ 좌심실 질량은 Devereux등이 제시한 $1.04 \times \{(\text{확장기말 좌심실 중격 두께} + \text{확장기말 좌심실 내경} + \text{확장기말 좌심실 후벽 두께})^3 - \text{확장기말 좌심실 내경}^3\} \times 0.8 \sim 0.6$ 의 공식으로¹⁶⁾ 계산하였으며 좌심실 질량 지수는 신장(m) 2.7을 기준으로 보정하였다.¹⁷⁾ 좌심실 비대는 남녀 공히 좌심실 질량 지수가 $54.0 \text{ g/m}^2.7$ 을 초과하는 경우로 정의하였다.¹⁸⁾

좌심실 이완 기능 지표 중 조기 이완기 속도(E), 후기 이완기 속도(A), 감속 시간(DT)은 심첨4방도에서 승모판의첨부에서 기록하였으며 용지 속도는 100 mm/sec로 하였다. 등용적이완시간(IVRT)은 승모판첨부에서 좌심실 유출로로 측정부위를 이동하면서 승모판 혈류의 발생 시점과 동시에 대동맥 혈류의 종료 시점이 동시에 기록되는 부위에서 기록하였다.¹⁹⁾ 호흡의 영향을 배제하기 위하여 복부 근육이완되어 흡기 운동이 시작되면 기록을 정지한 후 최종 2 심주기 동안의 신호를 제외하고 호기말 신호를 이용하여 혈류를 측정하였다. 각 지표는 한 사람이 측정하였으며 E/A 비와 DT 간에 $r = -0.519 (p < 0.001)$ 의 음의 상관관계가 있었고 E/A비와 IVRT간에 $r = -0.444 (p < 0.001)$ 의 음의 상관관계가 있었으며 DT와 IVRT간에는 $r = 0.533 (p < 0.001)$ 의 양의 상관관계가 있었다. 좌심실 이완 장애는 55세 미만에서는 E/A비가 1 미만이거나 또는 감속 시간이 240 msec초과로 정의하였고 55세 이상에서는 E/A비가 0.8미만이고 그리고 감속 시간이 240 msec 초과로 정의하였다.²⁰⁾

맥파 속도 측정

VP-1000®(Colin, Komaki, Japan)을 이용하여 맥파를 측정하였으며 그 원리는 양측 상지와 양측 발목에서 혈압의 의한 맥파를 측정하고 심전도 신호를 기준으로 시간 차를 측정하며 거리는 신장에 따른 계산 공식으로 구하여 맥파 속도를 계산한다.²¹⁾ 맥파속도의 정상 상한치는 본 연구 대상의 비고혈압 개체의 평균 맥파속도의 평균+표준편차×1로 정의하였고 연령 55세 미만에서는 총 106명의 비고혈압 개체의 맥파속도 값 1306.4 ± 195.2 cm/sec로부터 1501.6 cm/sec를 55세 이상에서는 175명의 비고혈압 개체의 맥파속도 값 1472.5 ± 252.9 로부터 1725.4 cm/sec를 기준치로 정하였다.

Table 1. Demographic characteristics of study subjects

Age (year)	59.8±12.6
Sex (male/female)	209/281
Body mass index (kg/m ²)	24.2±3.4
Body mass index ≥ 25 (%)	40%
Abdominal circumference (cm)	87.3±8.9
Abdominal obesity (%)	64%
Waist hip ratio	0.90±0.06
Systolic blood pressure (mmHg)	124.6±17.3
Diastolic blood pressure (mmHg)	80.2±9.2
Normotensive (%)	31.2%
Prehypertensive (%)	26.1%
Hypertensive (%)	42.7%
Heart rate (beats per minute)	68.3±9.9
Left ventricular mass index (g/m ^{2.7})	55.7±15.8
E (cm/sec)	66.7±16.3
A (cm/sec)	75.1±16.2
DT (msec)	203.2±36.8
IVRT (msec)	76.2±12.0
Mean brachial-ankle pulse wave velocity (cm/sec)	1552.7±363.5
Abdominal obesity was defined by abdominal circumference ≥90 cm in male, ≥80 cm in female. DT: deceleration time, IVRT: iso-volumic relaxation time. Blood pressure was categorized according to the JNC-VII guideline	

Table 2. Pearson correlation coefficients between the parameters of transmitral blood flow and the clinical variables including age, gender, body size, blood pressure, arterial stiffness, and LV mass index

	Pearson correlation coefficient				
	E	A	DT	IVRT	EAR
Age (year)	-0.310 [†]	0.263 [†]	0.307 [†]	0.303 [†]	-0.437 [†]
Gender (male)	-0.098*	-0.181 [†]	0.072	0.002	0.045
Body mass index (kg/m ²)	0.167 [†]	0.013	-0.105*	-0.017	0.078
Abdominal circumference (cm)	-0.041	0.145 [†]	0.076	0.131 [†]	-0.150 [†]
Systolic blood pressure (mmHg)	-0.142 [†]	0.328 [†]	0.182 [†]	0.170 [†]	-0.324 [†]
Diastolic blood pressure (mmHg)	-0.023	0.122 [†]	0.012	0.099*	-0.133 [†]
Heart rate (beats per minute)	-0.113*	0.239 [†]	0.080	0.005	-0.233 [†]
LV mass index (g/m ^{2.7})	-0.076	0.187 [†]	0.117 [†]	0.138 [†]	-0.198 [†]
Mean baPWV (cm/sec)	-0.357 [†]	0.369 [†]	0.306 [†]	0.276 [†]	-0.480 [†]

BaPWV: brachial-ankle pulse wave velocity, LV: left ventricular, PWV: pulse wave velocity. *: p<0.05, †: p<0.01

통계 분석

모든 자료는 평균값±표준 오차로 표기하였으며 단순 상관 관계 분석을 위해서는 전체 측정치의 표준 편차의 3.5배를 벗어난 극단적인 측정치를 제외한 후 Pearson 상관 계수를 구하였고 통계적으로 유의한 변수에 대하여 단계적 다중 선형 분석(stepwise multiple linear regression)을 시행하였다. 이완 장애에 미치는 각 인자의 영향을 분석하기 위한 로지스틱 회귀분석(multiple logistic regression analysis) 모델은 연령(55세 기준), 성별, 고혈압 유무, 맥박(분당 68회 기준), 비만 유무, 복부 비만 유무, 좌심실 비대 유무, 맥파속도 상승을 포함하여 분석하였다. 양 군 간 비교 시에는 분포에 따라 student's t test 또는 Mann-Whitney test를 시행하였다. 통계적 유의성은 p값이 0.05 미만일 때 인정하였고 SPSS 통계 프로그램 12판을 이용하였다.

결 과

대상군의 인구학적 특성

Table 1에서 보는 바와 같이 총 490명의 분석 대상의 연령은 59.8±12.6이었으며 남성이 209(42.7%)명이었고 여성이 281(57.3%)명이었다. 평균 체질량지수는 24.2±3.4이었다. 수축기 혈압은 124.6±17.3 mmHg였고 이완기 혈압은 80.2±9.2 mmHg이었으며 맥압은 44.4±13.1 mmHg였고 맥박수는 분당 68.3±9.9회 였다. 비만은 196명(40%)에서 관찰되었고 복부 비만은 315명(64.3%)에서 관찰되었으며 맥파속도의 증가는 143명(29.2%)에서 관찰되었고 이완 기능 장애는 238명(48.6%)에서 관찰되었다(Table 1).

상완 족부간 맥파속도(Mean brachial-ankle PWV)를 결정하는 인자

단순상관관계 분석에서는 연령(r=0.322), 수축기 혈압(r=0.587), 이완기 혈압(r=0.260), 맥박수(r=0.147), 좌심실질량지수(r=0.131)와 양의 상관 관계를 보였고 체질량지수(r=-0.157)와 음의 상관관계를 보였다(Table 2)(Fig. 1). 다변량 분석결과 맥파속도는 연령($\beta=0.145$), 복부둘레($\beta=0.274$),

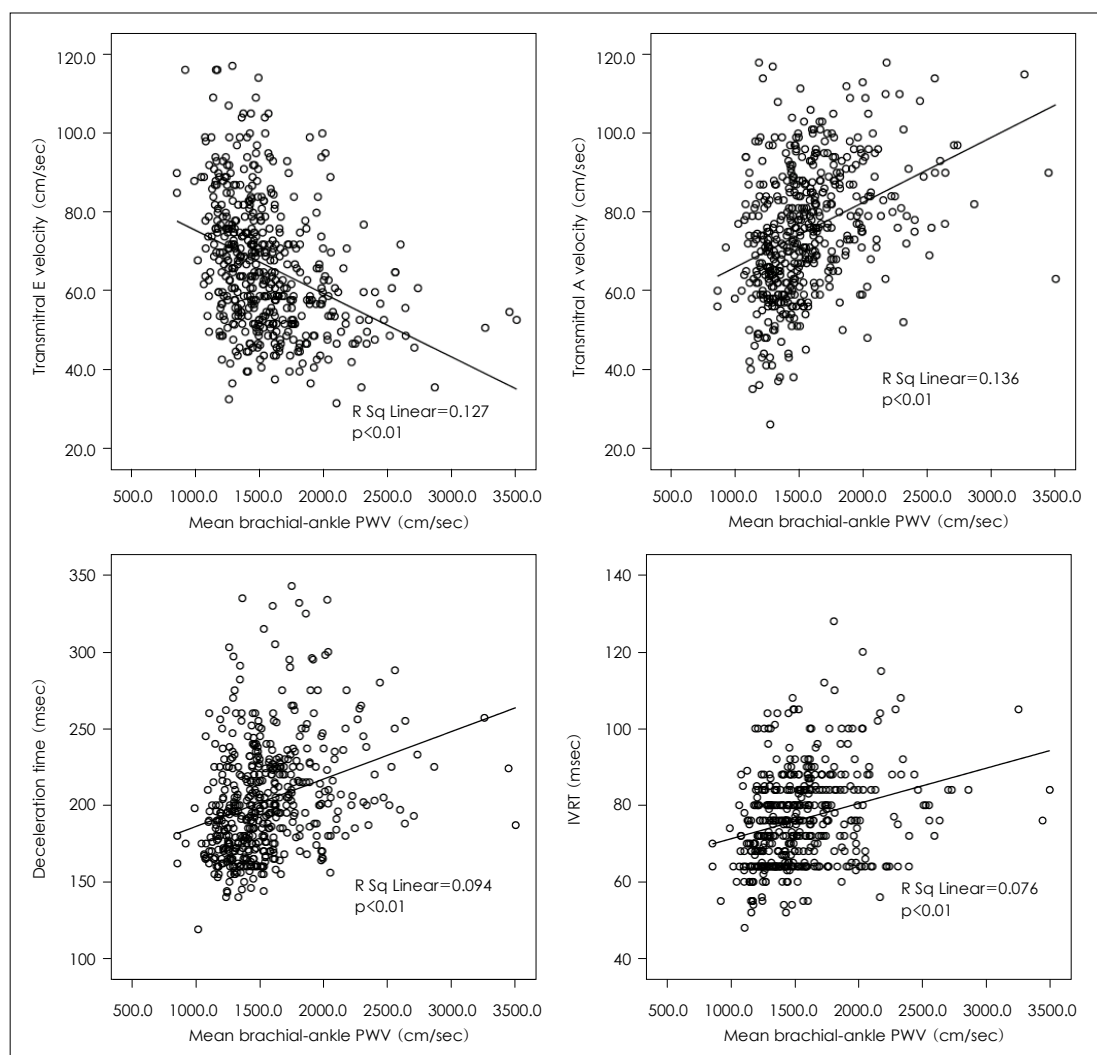


Fig. 1. The correlation between parameters of transmitral flow and mean brachial-ankle pulse wave velocity. PWV: pulse wave velocity.

체질량지수($\beta=-0.410$), 수축기혈압($\beta=0.633$), 이완기혈압($\beta=-0.103$), 맥박수($\beta=0.122$)와 독립적인 관련성을 보였다($R^2=0.492$, $SEE=261.89$).

승모판 혈류속도 지표에 대한 상관 관계 분석

Table 1에서 보는 바와 같이 승모판 혈류의 E 속도는 단순 상관관계 분석에서는 연령($r=-0.310$), 체질량지수($r=0.167$), 수축기 혈압($r=-0.142$), 맥박수($r=-0.113$), 평균맥파속도($r=-0.357$), 성별($r=0.019$)이 상관관계를 보였다(Table 2)(Fig. 1). 다변량 분석결과에서는 맥파속도($\beta=-0.267$), 연령($\beta=-0.192$), 복부둘레($\beta=-0.275$), 체질량지수($\beta=0.306$)만이 독립적인 관련인자였다($R^2=0.223$, $SEE=14.561$).

승모판 혈류의 A 속도는 단순상관관계 분석에서 연령($r=0.263$), 복부둘레($r=0.145$), 수축기 혈압($r=0.328$), 이완기혈압($r=0.122$), 맥박수($r=0.239$), 평균맥파속도($r=0.369$), 좌심실질량지수($r=0.187$), 성별($r=0.181$)의 다양한 변수와 상관관계가 있었다(Table 2)(Fig. 1). 다변량 분석결과에서는

체질량 지수와 이완기 혈압을 제외한 연령($\beta=0.133$), 복부둘레($\beta=0.196$), 수축기 혈압($\beta=0.246$), 맥박수($\beta=0.217$), 평균맥파속도($\beta=0.138$), 좌심실질량지수($\beta=0.106$), 성별($\beta=0.160$)이 독립적인 관련 인자였다($R^2=0.281$, $SEE=13.979$).

DT는 단순 상관관계 분석에서 연령($r=0.307$), 체질량지수($r=-0.105$), 수축기혈압($r=0.182$), 평균맥파속도($r=0.306$), 좌심실질량지수($r=0.117$)와 상관 관계가 있었고(Table 2)(Fig. 1), 다변량분석결과 연령($\beta=0.197$), 복부둘레($\beta=0.250$), 체질량지수($\beta=-0.230$), 맥파속도($\beta=0.153$)만이 독립적인 관련인자였다($R^2=0.179$, $SEE=33.748$).

IVRT는 단순상관관계 분석에서 연령($r=0.303$), 복부둘레($r=0.131$), 수축기 혈압($r=0.170$), 이완기혈압($r=0.099$), 맥파속도($r=0.276$), 좌심실 질량지수($r=0.138$)와 관련이 있었고(Table 2)(Fig. 1), 다변량분석결과 연령($\beta=0.228$), 복부둘레($\beta=0.229$), 체질량지수($\beta=-0.175$), 맥파속도($\beta=0.181$)만이 독립적인 관련인자였다($R^2=0.159$, $SEE=11.183$).

E/A 비는 연령($r=-0.437$), 복부둘레($r=-0.150$), 수축기

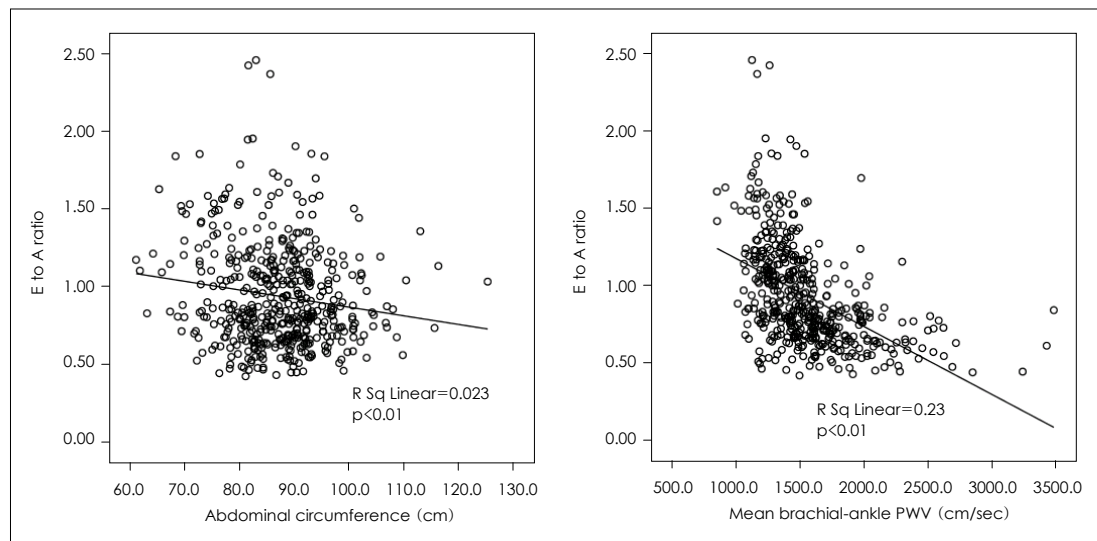


Fig. 2. The relationship between E to A ratio of transmitral blood flow and abdominal circumference and pulse wave velocity. BaPWV: brachial-ankle pulse wave velocity.

Table 3. Multivariate logistic regression analysis of independent parameters as a predictor of relaxation abnormality of left ventricle

Variables	Odds ratio	95% CI	p
Age (≥ 55 yrs)	1.99	1.54-2.43	0.002
Gender (female)	0.72	0.25-1.18	0.162
Hypertension	1.55	0.72-1.58	0.039
Heart rate (≥ 68 bpm)	1.75	1.33-2.16	0.006
Obesity	0.60	0.10-1.09	0.040
Abdominal obesity	2.34	1.78-2.89	0.002
LVH	1.13	0.72-1.54	0.531
Increased PWV	3.96	3.46-4.45	0.000

CI: confidence interval, LVH: left ventricular hypertrophy, PWV: pulse wave velocity. Obesity was defined by ≥ 25 kg/m² of body mass index regardless of gender. Abdominal obesity was defined by ≥ 80 cm of abdominal circumference in female and ≥ 90 cm in male. LVH was defined by ≥ 52 g/m^{2.7} of left ventricular mass index

혈압($r=-0.324$), 이완기혈압($r=-0.133$), 맥박($r=-0.233$), 맥파속도($r=-0.480$), 좌심실 질량지수($r=-0.198$)와 관련이 있었다(Table 2)(Fig. 2). 다변량분석결과 연령($\beta=-0.288$), 복부둘레($\beta=-0.320$), 체질량지수($\beta=0.276$), 맥박($\beta=-0.190$), 맥파속도($\beta=-0.2478$), 좌심실 질량지수($\beta=-0.118$)가 독립적인 관련인자였다($R^2=0.406$, $SEE=0.258$).

좌심실 이완기능 장애에 관여하는 인자

로지스틱 회귀분석 결과 연령(odds 비: 1.98, $p=0.002$), 비만(odds 비: 0.62, $p=0.04$), 복부비만(odds 비: 2.34, $p=0.002$), 심박수(odds 비: 1.7, $p=0.006$), 고혈압(odds 비: 1.55, $p=0.039$), 맥파속도의 증가(odds 비: 3.96, $p<0.001$)가 독립적인 관련인자였다(Table 3). 체질량 지수에 의한 비만과 복부비만 둘 다 포함하는 모델에서는 이완 장애에 대해 서로 반대되는 관련성을 보여 주었으나 각각 단독으로 포함한 모델에서는 체질량 지수에 의한 비만은 이완 장애와

관련성이 없었으며(odds 비: 0.88, $p=0.5$) 복부 비만은 독립적인 관련인자였다(odds 비: 1.77, $p=0.016$). 좌심실 비정상 이완군($n=238$)에서 정상 이완군($n=252$)에 비해서 평균 맥파속도가 높았다(1407.8 ± 261.1 vs 1706.2 ± 393.14 , $p<0.0001$). 이러한 차이는 연령을 보정한 후에도 유지되었다(1526.9 ± 119.4 vs 1577.1 ± 106.9 , $p<0.0001$)(Table 4).

고 찰

본 연구는 고혈압 환자를 포함하는 한 농촌 인구 집단을 대상으로 노령 인구에서 흔히 나타나는 동맥 경직도와 복부 비만이 좌심실의 이완 장애와 어떠한 상관관계를 갖고 있는지 알아보고자 시행되었으며 그 결과 상완축부간 맥파속도의 증가 및 복부 비만이 좌심실의 이완 장애 현상과 매우 밀접한 관련성이 있음을 알 수 있었다. 55세를 기준으로 연령에 따라 각각 다른 이완 기능 장애의 판정 기준과 맥파속도의 증가에 대한 판정 기준을 적용하였기 때문에 맥파속도나 복부 비만의 변수를 제외한 다른 회귀분석 모델에서도 연령에 의한 이완 장애의 관련성은 odds 비가 2정도로 일정하게 유지되었으며 맥파 속도와 복부 비만은 연령과는 독립적으로 좌심실의 이완 장애와 관련성을 보여 주고 있다.

특히 맥파속도는 다른 변수 보다도 좌심실 이완 장애와 가장 높은 관련성을 보여주고 있는바 동맥의 경직도가 좌심실의 구조와 이완 기능의 변동에 있어서 중요한 변수임을 대변하는 것으로 생각되며 이론적으로는 인과관계의 측면에서 본다면 심근의 변화와 혈관의 변화가 서로 상호작용을 일으킬 가능성으로 설명할 수 있겠으나¹¹⁾ 단순한 통계적 관련성의 측면에서 본다면 일차적인 이유에 의한 동맥의 조성 및 순응도의 변화가 심근 내부에서도 유사하게 발

Table 4. Comparison between group of normal left ventricular relaxation (Group I) and group of abnormal relaxation (Group II)

	Group I (N=252)	Group II (N=238)	p
Age (year)	57.1 ± 13.0	62.6 ± 11.6	<0.0001
Male/Female	108/144	100/138	0.78
Height (cm)	159.5 ± 8.5	155.2 ± 9.4	<0.0001
Weight (kg)	62.5 ± 11.3	58.0 ± 10.2	<0.0001
Body mass index (kg/m ²)	24.5 ± 3.7	23.9 ± 3.0	0.08
Abdominal circumference (cm)	86.2 ± 9.8	88.5 ± 7.7	0.005
Waist hip ratio	0.88 ± 0.06	0.92 ± 0.06	<0.0001
Systolic blood pressure (mmHg)	120.3 ± 14.4	129.1 ± 18.8	<0.0001
Diastolic blood pressure (mmHg)	79.1 ± 9.0	81.3 ± 9.3	0.01
Pulse pressure (mmHg)	41.2 ± 10.3	47.8 ± 14.7	<0.0001
Heart rate (beats per minute)	66.3 ± 9.0	70.3 ± 10.4	<0.0001
LV mass (gram)	189.3 ± 55.8	189.8 ± 53.3	0.92
LV mass index (g/m ^{2.7})	53.6 ± 15.7	57.9 ± 15.6	0.003
E (cm/sec)	76.2 ± 14.8	56.6 ± 10.9	<0.0001
A (cm/sec)	67.5 ± 14.6	83.2 ± 13.8	<0.0001
Deceleration time (msec)	183.8 ± 22.1	223.6 ± 38.2	<0.0001
Isovolumic relaxation time (msec)	71.9 ± 9.4	80.9 ± 12.8	<0.0001
E to A ratio	1.16 ± 0.29	0.69 ± 0.13	<0.0001
Mean brachial-ankle PWV (cm/sec)	1407.8 ± 261.1	1706.2 ± 393.1	<0.0001
Age adjusted mean brachial-ankle PWV (cm/sec)	1526.9 ± 119.4	1577.1 ± 106.9	<0.0001

Age adjusted mean brachial-ankle PWV was higher in group II than group I. LV: left ventricular, PWV: pulse wave velocity

Table 5. Multivariate logistic regression model predicting relaxation abnormality of left ventricle in a subgroup excluding subjects on anti-hypertensive medication

Variables	Odds ratio	95% CI	P
Age (≥ 55 yrs)	2.10	1.59-2.61	0.002
Gender (female)	0.67	0.22-1.12	0.12
Hypertension	1.53	1.02-2.03	0.09
Heart rate (≥ 68 bpm)	1.70	1.22-2.19	0.01
Obesity	0.53	-0.05-1.13	0.02
Abdominal obesity	2.44	1.99-2.90	0.003
LVH	1.20	0.65-1.76	0.401
Increased PWV	3.96	3.46-4.45	0.000

CI: confidence interval, LVH: left ventricular hypertrophy, PWV: pulse wave velocity. Obesity was defined by ≥ 25 kg/m² of body mass index regardless of gender. Abdominal obesity was defined by ≥ 80 cm of abdominal circumference in female and ≥ 90 cm in male. LVH was defined by ≥ 52 g/m^{2.7} of left ventricular mass index

생하기 때문일 가능성도 있다.²²⁾

복부 비만과 좌심실 이완 장애의 관련성에 대해서는 흥미롭게도 체질량 지수가 좌심실 이완 장애에 대해서 복부 비만과는 상반되는 결과를 보여 주고 있다. 이는 복부 비만의 정도를 고려하지 않았을 때의 모델에서 체질량 지수가 아무런 관련성이 없었던 것과 대조를 이루고 있으며 그 이유로는 복부 비만과 체질량지수의 증가가 동시에 포함된 회귀분석 모델에서는 체질량 지수가 복부 비만의 존재가 보정된 상태로 적용되기 때문에 복부 이외의 부위에 분포된 지방이나 근육량과 같이 복부 지방 이외의 체중 증가의 요인이 좌심실 이완 기능에 긍정적인 관련성을 보였을 가능성이

있겠다. Janssen 등²³⁾의 보고에 따르면 고령환자에서는 복부둘레에 대해 보정된 상태에서 체질량지수가 낮은 사망률을 예측한다고 하였으며 그 이유로 복부둘레에 의해 보정된 상태의 체질량지수는 상당부분 lean body mass를 반영하기 때문이라는 가설을 제시하였다.²³⁾

본 연구에서 맥파속도의 증가에 대한 기준치는 좌심실의 이완 장애에 대한 진단 기준이 55세를 기준으로 달리 적용되었는데도 55세를 기준으로한 맥파속도에 대한 정상치에 대한 판정 기준이 없었기 때문에 집단 내 정상 혈압을 가진 대상의 분포를 이용하여 판정기준을 정하였다. 연구 대상 집단이 인구 집단이었고 기존에 확립되어있는 매 연령과 성별에 따른 세세한 정상치²⁴⁾를 적용하였을 때에도 유사한 결과를 보이고 있어서 결과에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

또한 본 연구의 대상에는 약물 투여 중인 고혈압 환자도 포함되어 있었으며 약물 치료군을 제외한 회귀분석 모델에서도 Table 5에서 보는 바와 같이 맥파속도는 좌심실 이완 장애와 유사한 결과를 보여주고 있는 반면 고혈압에 대해서는 고혈압에 대한 약물 치료를 받고 있더라도 평균적으로 정상인에 비해 혈압이 높을 수 밖에 없는 환자군이 제외됨으로써 고혈압과 좌심실 이완 장애와의 통계적 관련성이 떨어지게 나타났다. 기존의 환자군을 대상으로 한 연구에서는 좌심실 비대와 좌심실 이완 장애의 관련성이 보고되었으며¹²⁾ 본 연구에서도 단순 상관관계 분석에서 좌심실 질량지수가 승모판 A형류 속도 및 E/A와 의미있는 상관관계를 보

여주었으나 다변량 분석에서는 의미가 없는 것으로 나타났다.

동맥의 경직도가 좌심실 이완 장애에 대해 미치는 영향이 환자군에 적용될 때에는 좌심실 비대와 같이 인구 집단과 차이를 보이는 지표의 영향을 고려해야 한다. 본 연구에서는 관상동맥 질환에 대해서 병력청취, 심전도, 심초음파를 시행하여 비정상 여부를 판정하였으나 부하 검사를 시행하지 않았기 때문에 맥파속도의 증가가 미세혈관 협심증을 포함한 관상동맥 질환과의 관련성이 있을 가능성에 대한 보고를 고려해 볼 때²⁵⁻²⁸⁾ 맥파속도와 좌심실 이완 장애와의 관련성 속에 관상동맥 질환이 내재되어 혼란변수로 작용할 가능성은 여전히 남아있다고 하겠다.

미국 심초음파 학회의 권고사항에 따르면 고혈압성 심질환에 대한 심초음파 연구에 있어서는 좌심방 압력과 승모판 혈류 지표와의 비선형적 연관관계 때문에 좌심실 구혈율이 40%이상일 때는 조직도플러를 연구 지표로 사용하는 것이 좋다고 되어 있다.¹³⁾²⁹⁾ 비록 본 연구는 인구 집단을 대상으로 연구로서 이완기능과 맥파 속도에 대해 동시에 중요한 혼란 변수로 작용하는 심박수에 대해 보정된 상태에서 얻어진 결과이며³⁰⁾ 안정 시 좌심방 압력이 상승되어 있을 정도의 좌심실 이완기능 장애는 드물 것으로 사료되나 승모판 혈류가 좌심방압을 예측하는데 한계가 있기 때문에 본 연구 결과의 적용 시 이 점을 고려해야 한다고 생각된다.

결론적으로 고혈압 환자를 포함한 인구 집단에서 상완측부 맥파속도 및 복부비만은 좌심실 이완 장애와 밀접한 상관 관계를 갖고며 이는 연령, 성별, 혈압, 맥박에 독립적이다. 따라서 같은 연령대라도 맥파속도 및 복부 비만이 있을 때는 좌심실의 이완 장애가 동반될 가능성이 더 높다.

요 약

배경 및 목적 :

고령은 좌심실 이완 장애와 관련하여 가장 널리 알려져 있는 인자이다. 동맥경화도의 증가 또는 중심성 비만은 연령이 증가함에 따라 나타나는 대표적인 변화 중 일부이다. 연령과 관련된 좌심실 이완 장애 현상에 미치는 동맥경화도의 증가 및 중심성 비만의 영향을 알아보고자 지역 사회에 거주하는 인구 집단을 대상으로 동맥경화도 및 중심성 비만과 좌심실 이완기능 지표와의 연관성을 연구하였다.

방 법 :

경기도 양평 지역에 거주하는 총 490명의 주민을 대상으로 연구를 실시하였다. 대상군의 평균 연령은 59.8세였으며 그 중 153명은 정상 혈압, 128명은 전단계 고혈압, 120명은 치료받지 않는 고혈압, 89명은 약물 치료 중인 고혈압이었다. 모든 대상자에서 복부둘레와 평균 상완 측부간 맥파속도(mean baPWV)를 측정하였고 심초음파를 시행하여 평균 맥파속도와 승모판 혈류 지표로 E, A, DT, IVRT를 측정하였다. 이완장애는 55세 미만에서는 E/A <1 또는 DT >240

ms로, 55세 이상에서는 E/A <0.8 그리고 DT >240 ms로 정의하였다.

결 과 :

다변량 선형분석 결과 mean baPWV는 맥압, 연령, 혈압, 복부둘레, 체질량지수, 심박수와 독립적인 상관관계가 있었다($R^2=0.492$, $SEE=261.898$). 그러나 성별, 좌심실 질량 지수는 평균 맥파속도와는 무관하였다. 로지스틱 회귀 분석에서 복부 비만(남성 ≥ 90 cm, 여성(80 cm)의 좌심실의 이완장애에 대한 odds 비는 2.34이었고 비정상맥파속도의 odds 비는 3.96이었으며 비만(체질량지수 ≥ 25 kg/m²)의 odds 비는 0.60이었다. 연령 보정 후의 평균 상완 측부간 맥파속도(1526.9 ± 119.4 vs 1577.1 ± 106.9 , $p < 0.0001$) 및 복부둘레(86.2 ± 9.8 vs 88.5 ± 7.7 , $p = 0.005$)는 이완장애군($n=238$)에서 정상군($n=252$)보다 높았다.

결 론 :

연령은 동맥경화도에 영향을 주는 독립적인 인자 중 하나이며 동맥경화도의 증가는 좌심실 이완장애와 관련된 가장 주요한 인자였다. 체질량 지수에 의한 비만보다 복부 비만이 좌심실 이완장애와 더 밀접하게 관련되어 있다.

중심 단어 : 동맥경직도 ; 좌심실 기능 ; 비만 ; 고혈압.

REFERENCES

- 1) Iskandrian AS, Hakki AH. Age-related changes in left ventricular diastolic performance. *Am Heart J* 1986; 112:75-8.
- 2) Masuyama T, Yamamoto K, Sakata Y, et al. Evolving changes in Doppler mitral flow velocity pattern in rats with hypertensive hypertrophy. *J Am Coll Cardiol* 2000; 36:2333-8.
- 3) Prasad A, Okazaki K, Arbab-Zadeh A, et al. Abnormalities of Doppler measures of diastolic function in the healthy elderly are not related to alterations of left atrial pressure. *Circulation* 2005; 111:1499-503.
- 4) Biondi B, Fazio S, Palmieri EA, et al. Left ventricular diastolic dysfunction in patients with subclinical hypothyroidism. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84:2064-7.
- 5) Bertoni PD, Morandi G. Impaired left ventricular diastolic function in acromegaly: an echocardiographic study. *Acta Cardiol* 1987; 42:1-10.
- 6) O'Sullivan C, Duggan J, Lyons S, Thornton J, Lee M, O'Brien E. Hypertensive target-organ damage in the very elderly. *Hypertension* 2003; 42:130-5.
- 7) Tomiyama H, Yamashina A, Arai T, et al. Influences of age and gender on results of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement: a survey of 12517 subjects. *Atherosclerosis* 2003; 166:303-9.
- 8) Dockery F, Bulpitt CJ, Donaldson M, Fernandez S, Rajkumar C. The relationship between androgens and arterial stiffness in older men. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51:1627-32.
- 9) Mitchell GF, Parise H, Benjamin EJ, et al. Changes in arterial stiffness and wave reflection with advancing age in healthy men and women: the Framingham Heart Study. *Hypertension* 2004; 43:1239-45.
- 10) Koizumi M, Shimizu H, Shimomura K, et al. Relationship between hyperinsulinemia and pulse wave velocity in moderately hyperglycemic patients. *Diabetes Res Clin Pract* 2003; 62:17-21.
- 11) Cheitlin MD. Cardiovascular physiology-changes with aging.

Am J Geriatr Cardiol 2003;12:9-13.

- 12) Lee DC, Han DS, Yoo WS, et al. *Effects of age and left ventricular hypertrophy on left ventricular diastolic function in normotensives and hypertensives. Korean Circ J* 1991;21:92-9.
- 13) Tsioufis C, Chatzis D, Dimitriadis K, et al. *Left ventricular diastolic dysfunction is accompanied by increased aortic stiffness in the early stages of essential hypertension: a TDI approach. J Hypertens* 2005;23:1745-50.
- 14) Gates PE, Tanaka H, Graves J, Seals DR. *Left ventricular structure and diastolic function with human ageing: relation to habitual exercise and arterial stiffness. Eur Heart J* 2003;24:2213-20.
- 15) Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A. *Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. Circulation* 1978;58:1072-83.
- 16) Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, et al. *Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. Am J Cardiol* 1986;57:450-8.
- 17) Soh JB, Shon SS, Kim SH, Jeong JW, Park YK, Park OK. *Relation of left ventricular mass to body size and left ventricular wall stress in normal adults. Korean Circ J* 1996;26:69-77.
- 18) Shin J, Kim KS, Kim SG, et al. *Influences of body size and cardiac workload on the left ventricular mass in healthy Korean adults with normal body weight and blood pressure. Korean Circ J* 2005;35:335-40.
- 19) Schmitz L, Schneider MB, Lange PE. *Isovolumic relaxation time corrected for heart rate has a constant value from infancy to adolescence. J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:221-2.
- 20) Fagard RH, Lijnen PJ, Petrov VV. *Opposite associations of circulating aldosterone and atrial natriuretic peptide with left ventricular diastolic function in essential hypertension. J Hum Hypertens* 1998;12:195-202.
- 21) Shin J, Lee J, Lim HK, et al. *The relationship between the pulse wave velocity (PWV) and the left ventricular geometry. Korean Circ J* 2005;35:683-9.
- 22) Redfield MM, Jacobsen SJ, Borlaug BA, Rodeheffer RJ, Kass DA. *Age- and gender-related ventricular-vascular stiffening: a community-based study. Circulation* 2005;112:2254-62.
- 23) Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R. *Body mass index is inversely related to mortality in older people after adjustment for waist circumference. J Am Geriatr Soc* 2005;53:2112-8.
- 24) Tomiyama H, Yamashina A, Arai T, et al. *Influences of age and gender on results of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement: a survey of 12517 subjects. Atherosclerosis* 2003;166:303-9.
- 25) Han SH, Park CG, Park SW, et al. *High aortic stiffness assessed by pulse wave velocity is an independent predictor of coronary artery calcification and stenosis in suspected coronary artery disease patients. Korean Circ J* 2004;34:468-76.
- 26) Park SM, Seo HS, Lim HE, et al. *Assessment of the arterial stiffness index as a clinical parameter for atherosclerotic coronary artery disease. Korean Circ J* 2004;34:677-83.
- 27) Synn YC, Bae JH, Kim KY, et al. *Is arterial stiffness useful in differentiating patients with coronary artery disease from risk factor only patients? Korean Circ J* 2004;34:845-55.
- 28) Lee YS, Kim KS, Nam CW, Kim YN. *Increased arterial stiffness in patients with cardiac syndrome X: pulse wave velocity in cardiac syndrome X. Korean Circ J* 2005;35:424-8.
- 29) Gottdiener JS, Bednarz J, Devereux R, et al. *American society of echocardiography recommendations for use of echocardiography in clinical trials. J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:1086-119.
- 30) Lantelme P, Mestre C, Lievre M, Gressard A, Milon H. *Heart rate: an important confounder of pulse wave velocity assessment. Hypertension* 2002;39:1083-7.