

연령증가에 따른 혈압요소들의 좌심실비대 및 관동맥질환과의 관련성

고려대학교 의과대학 내과학교실

박재석 · 박창규 · 박미영 · 박재형 · 김용현 · 나진오 · 신성희 · 서순용
홍순준 · 박성미 · 임홍의 · 김응주 · 서홍석 · 오동주 · 노영무

Relation of Blood Pressure Components to Left Ventricular Hypertrophy and Coronary Heart Disease with Aging

Jae-Suk Park, MD, Chang-Gyu Park, MD, Mi-Young Park, MD, Jae-Hyoung Park, MD, Yong-Hyun Kim, MD, Jin-Oh Na, MD, Sung-Hee Shin, MD, Soon-Yong Suh, MD, Soon-Jun Hong, MD, Sung-Mi Park, MD, Hong-Euy Lim, MD, Eung-Joo Kim, MD, Hong-Seok Seo, MD, Dong-Joo Oh, MD and Young-Moo Ro, MD

Department of Internal Medicine, Korea University Medical College, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : There is still uncertainty regarding the relative importance of systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), pulse pressure (PP) in predicting the risk of cardiovascular disease. The relative importance of the BP components, as markers of left ventricular hypertrophy (LVH) and coronary artery disease (CAD), were examined in relation to age. **Subjects and Methods** : In 257 subjects receiving no antihypertensive medication, LVH was determined using the M-mode echocardiography when left ventricular mass index (LVMI) was ≥ 129 g/m² in men or ≥ 118 g/m² in women. In a further 265 subjects, CAD was determined using the coronary angiography when stenosis of the coronary arterial diameter was $\geq 70\%$. The most important BP component was determined using a logistic regression analysis. **Results** : With respect to LVH, in the group <50 years of age, odds ratios (ORs) per 10 mmHg increment in BP were 2.47 ($p < 0.01$), 1.77 ($p < 0.01$), 1.30 ($p > 0.10$) for DBP, SBP and PP respectively. In the group 50 to 59 years of age, ORs were 1.65, 1.35, 1.36 (all $p < 0.05$) for DBP, SBP and PP respectively. In the group ≥ 60 years of age, ORs were 1.56 ($p < 0.05$), 1.67, 2.17 (both $p < 0.01$) for DBP, SBP and PP respectively. With respect to CAD, in all age group, ORs were 0.93 ($p > 0.10$), 1.07 ($p > 0.10$), 1.21 ($p < 0.05$) for DBP, SBP and PP respectively. In the group ≥ 60 years of age, no BP component had a statistical significance. **Conclusion** : With increasing age, there was a gradual shift from DBP to SBP and then to PP as the marker with the greatest relation to LVH. In all age group, PP was the strongest marker of CAD. (Korean Circulation J 2004;34(2):142-150)

KEY WORDS : Blood pressure ; Pulse pressure ; Left ventricular hypertrophy ; Coronary artery disease.

논문접수일 : 2003년 8월 7일

수정논문접수일 : 2003년 9월 16일

심사완료일 : 2003년 9월 29일

교신저자 : 박창규, 152-703 서울 구로구 구로동 길 98번지 고려대학교 의과대학 구로병원 내과학교실

전화 : (02) 818-6114 · 전송 : (02) 866-1643 · E-mail : parkcg@kumc.or.kr

고혈압이 심혈관질환의 위험인자라고 잘 알려져 있지만, 혈압요소중 어느 것이 가장 중요한지에 대해서는 아직 명확하지 않다. 과거에는 확장기 혈압이 심혈관질환의 위험을 가장 잘 대변한다고 생각되어졌다. 그러나, 1971년 Kannel 등은 초기 Framingham 연구에서 연령이 증가할수록 관동맥질환의 예측인자로서 확장기혈압의 중요성이 감소하면서 수축기혈압의 중요성이 증가한다고 발표하였고,¹⁾ 이후 여러 연구에서 노인에서 수축기혈압을 같이 치료할 때 확장기혈압만을 기준으로 했을 때 보다 심장병이 25~27% 정도 감소하여²⁾ 이후에 나온 고혈압의 진단과 치료지침은 수축기혈압과 확장기혈압에 의한 심혈관질환의 위험도를 정의하였다.

최근에는 1999년 Framingham 연구와 고령의 일반인을 대상으로 한 여러 연구에서 수축기혈압이 증가하면서 동시에 확장기혈압이 감소할 때 관동맥질환이 더 증가한다고 하여 맥압의 예후적 중요성이 대두되었다.³⁻⁵⁾ 맥압은 혈압이 정상인 사람,⁶⁾⁷⁾ 고혈압,⁸⁾⁹⁾ 심근경색,¹⁰⁾ 만성신부전 환자¹¹⁾에서 심혈관질환의 이환과 사망에 독립된 예측인자라는 보고가 증가하고 있다. 또한 맥압은 고혈압이나 신부전환자에서 좌심실비대의 정도에도 독립적인 위험인자라고 보고되었으며,⁷⁾¹²⁻¹⁴⁾ 수축기고혈압을 가진 노인에서 맥압의 증가는 뇌졸중의 이환과 사망에도 독립적으로 관련되어 있다고 한다.¹⁵⁾ 2001년 전체 연령을 대상으로 한 Framingham 연구에서는 관동맥질환의 예측인자로서의 중요성이 연령이 증가할수록 확장기혈압에서 수축기혈압으로 그리고 다시 맥압으로 이동한다고 보고하였다.⁶⁾¹⁶⁾

하지만 대부분의 연구들은 추적관찰을 통해 혈압요소와 향후 심혈관질환의 이환과의 관계를 조사하여 혈압측정 당시의 관련성을 알 수 없었고, 단지 병력, 문진 등 역학적 방법에 의존하였을 뿐 실제로 심초음파에 의한 좌심실비대나 관동맥조영술에 의한 허혈성심질환을 진단하여 혈압요소와의 관계를 조사한 연구는 없었다. 따라서, 이번 연구에서는 수축기혈압, 확장기혈압, 맥압과 혈압 측정 당시에 심초음파로 측정된 좌심실비대 및 관동맥조영술로 평가한 관동맥질환 사이의 관련성을 알아보고, 나아가 이들 혈압요소 가운데 어느 것이 심혈관질환의 위험도를 가장 잘 대변하는지 알아보고자 하였다.

대 상

심초음파를 이용한 연구방법에서는 혈압이 정상이거나 고혈압 환자중 항고혈압약을 최근 4주 이상 복용하지 않은 257명을 대상으로 하였고, 관동맥조영술을 이용한 연구방법에서는 역시 항고혈압약을 복용한 적이 없는 또 다른 265명을 대상으로 하였다. 두 가지 연구방법 모두에서 혈압요소에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 이전에 관상동맥중재술을 시행한 경우, 좌심실 구혈율 50% 미만, 중등도 이상의 판막질환, 심방세동 및 맥박수 100회 이상인 경우는 연구대상에서 제외하였다. 혈압의 측정은 심초음파나 관동맥조영술을 시행하기 전에 외래에서 10분 이상 앉은 자세에서 안정을 취한 후 수은혈압계로 2회 측정하여 평균값을 구하였다. 대상환자의 비만도를 측정하기 위하여 몸무게(kg)를 키(m)의 제곱으로 나눈 체질량지수(body mass index)를 구하였다. 고지혈증은 ATP(Adult Treatment Panel) III에서의 분류¹⁷⁾를 참고하여 총콜레스테롤 240 mg/dL 이상이거나 저밀도지단백 160 mg/dL 이상이거나 고밀도지단백 40 mg/dL 미만이거나 중성지방 200 mg/dL 이상인 경우로 정의하였다. 당뇨는 현재 치료 중이거나 새로 진단된 경우로 정의하였고, 흡연은 1년 이내에 흡연력이 있는 경우로 정의하였다.

심초음파를 이용한 좌심실비대의 평가

257명을 대상으로 SONOS 5500(HEWLETT PACKARD) 심초음파기로 4 MHz transducer를 사용하여 M-mode 심초음파도를 기록하여 좌심실의 확장기말내경(LVID), 심실중격두께(IVST)와 좌심실후벽두께(LVPWT)를 측정하였으며, 좌심실 질량(LV mass)은 cube formula를 이용한 corrected ASE method¹⁸⁾로 계산하였고 이를 체표면적(BSA)으로 나누어 좌심실 질량지수(LV mass index)를 구하였다.

ASE-cube LV mass(g) =

$$1.04[(LVID+IVST+LVPWT)^3-LVID^3]$$

LV mass by corrected ASE method (LVM_{ASE}) =

$$0.8(ASE-cube LV mass)+0.6$$

LV mass index(LVMI)=LVMase/BSA(g/m²)

좌심실비대는 정상인의 좌심실 질량지수의 평균에

표준편차를 더한 값인 정상 상한치를 기준으로 하였고, Shub 등에 의해 보고된 남자 129 g/m², 여자 118 g/m² 이상인 경우로 정의하였다.¹⁹⁾

관동맥조영술을 이용한 관동맥질환의 평가

265명을 대상으로 Judkins 방법으로 관동맥조영술을 시행하고 좌전하행지, 좌회전동맥, 우관상동맥의 3개의 주요동맥에 대해 내경협착이 70% 이상인 경우 유의한 협착으로 정의하였다.²⁰⁾

통계분석

응용 통계 프로그램인 window용 SPSS 10.0를 사용하여 통계적 분석을 하였다. 연속변수에 대해서는 평균±표준편차로 표시하였고, 두 집단간 평균치의 비교를 위해서는 t-test, 세 집단간 평균치의 비교를 위해서는 one way ANOVA를 사용하였다. 비연속변수에 대한 두 집단간 비교는 Chi-square test를 사용하였다. 다변량분석을 위해서 로지스틱 회귀분석을 사용하였고, 혈압요소의 좌심실비대나 관동맥질환 대한 위험도는 혈압 10 mmHg 증가에 대한 교차비(odds ratio)로 나타내었다. 다변량분석에서 단일혈압 모델에서는 세 개의 혈압요소 중 한 개씩만을 회귀모델에 포함하여 분석하였고, 복수혈압 모델에서는 세 개의 혈압요소들 사이에 다중공선성(multicollinearity)이 존재하여 세 개를 함께 회귀모델에 포함시키는 것은 불가능하여 두 개씩 포함하였으며, 연령 등 다른 위험인자들은 각각 단변량분석에서 통계적으로 유의할 때만 다변량분석에 포함하였다. p값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

결 과

심조음파를 이용한 좌심실비대와 혈압요소의 관련성

연구대상의 특성

전체 257명 가운데 좌심실비대가 없는 군은 198명(77%), 좌심실비대가 있는 군은 59명(23%) 이었다. 나이는 각각 47.2±15.0세, 55.4±10.0세로 차이가 있었지만(p<0.01), 성별, 당뇨, 흡연, 고지혈증, 체질량지수에는 두 군간에 차이가 없었다. 혈압요소들을 비교하

Table 1. Clinical characteristics according to LVH status

	No LVH (n=198)	LVH (n=59)	p
Age, yr	47.2±15.0	55.4±10.0	<0.001
Male	111 (56.1%)	26 (44.1%)	NS
Diabetes	3 (1.5%)	3 (5.1%)	NS*
Smoker	81 (41.3%)	21 (35.6%)	NS
Hyperlipidemia	46 (30.7%)	15 (28.3%)	NS
BMI kg/m ²	23.7±3.6	25.0±2.8	0.009
BP mmHg			
SBP	134.6±23.4	159.7±23.0	<0.001
DBP	82.8±14.8	97.6±15.8	<0.001
MBP	100.1±16.8	118.3±17.0	<0.001
PP	51.8±14.0	62.2±18.4	<0.001

Values are mean±SD or number of patients (%). *: Fisher's exact test, NS: no statistical significance, LVH: left ventricular hypertrophy, BMI: body mass index, BP: blood pressure, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, MBP: mean blood pressure, PP: pulse pressure

면 좌심실비대군에서 수축기혈압, 확장기혈압, 평균혈압, 맥압의 평균값이 더 높았다(p<0.01) (Table 1).

혈압요소들과 좌심실 질량지수와의 상관관계

좌심실비대와의 상관계수가 수축기혈압은 0.497, 확장기혈압은 0.461, 평균혈압은 0.502, 맥압은 0.332로서 모두 뚜렷한 양성 선형관계를 보였다(p<0.01).

전체 연령군에서의 로지스틱 회귀분석

혈압요소 이외의 좌심실비대에 대한 위험인자들이 포함된 로지스틱 회귀모델에 혈압요소 중 1개만을 포함시켜 분석한 단일혈압모델에서, 수축기혈압, 확장기혈압, 맥압의 좌심실비대에 대한 위험도(혈압이 10 mmHg씩 증가할 때마다의 교차비)는 각각 1.52, 1.91, 1.46으로 확장기혈압의 위험도가 가장 높았다(p<0.01). 혈압요소 중 2개를 함께 포함한 복수혈압모델에서는 수축기혈압이나 확장기혈압은 맥압과 함께 포함되었을 때 위험도가 맥압보다 더 높았고(p<0.01), 수축기혈압과 확장기혈압을 함께 모델에 포함하면 확장기혈압의 위험도가 1.39로 수축기혈압보다 더 높았다(p<0.05) (Table 2).

연령군에 따른 로지스틱 회귀분석

연령군을 50세 미만, 50~59세, 60세 이상의 세 집단

Table 2. Logistic regression models relating LVH to single or dual BP indexes

		β (SE)	Wald χ^2	p	OR (95% CI)
Single BP component (a)					
SBP		0.42 (0.08)	31.1	<0.001	1.52 (1.31–1.76)
DBP		0.65 (0.12)	29.6	<0.001	1.91 (1.51–2.41)
PP		0.38 (0.10)	13.6	<0.001	1.46 (1.19–1.78)
Dual BP components (b)					
Model 1	SBP	0.58 (0.12)	23.6	<0.001	1.80 (1.42–2.27)
	PP	−0.30 (0.16)	3.4	0.067	0.74 (0.54–1.02)
Model 2	DBP	0.59 (0.12)	24.0	<0.001	1.80 (1.42–2.28)
	PP	0.27 (0.11)	6.3	0.012	1.30 (1.06–1.60)
Model 3	SBP	0.27 (0.10)	6.7	0.010	1.31 (1.07–1.61)
	DBP	0.33 (0.16)	4.1	0.043	1.39 (1.01–1.92)

Odds ratio (OR) was associated with a 10 mmHg increase in BP. Each BP variable was added to a model that contains covariates and (a) no other BP variable, or (b) one other BP variable. Adjusted for age, male, diabetes, smoking, hyperlipidemia, and BMI. Wald $\chi^2 = (\beta/SE)^2$, LVH: left ventricular hypertrophy, BP: blood pressure, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, PP: pulse pressure, SE: standard error, CI: confidence interval

Table 3. Logistic regression models relating LVH to single BP index by age groups

		β (SE)	Wald χ^2	p	OR (95% CI)
Age<50 yr					
SBP		0.57 (0.15)	13.6	<0.001	1.77 (1.31–2.39)
DBP		0.91 (0.22)	17.4	<0.001	2.47 (1.62–3.79)
PP		0.26 (0.20)	1.6	NS	1.30 (0.87–1.93)
Age 50–59 yr					
SBP		0.30 (0.12)	6.6	0.010	1.35 (1.08–1.70)
DBP		0.50 (0.21)	5.5	0.019	1.65 (1.09–2.50)
PP		0.30 (0.15)	3.9	0.048	1.36 (1.00–1.83)
Age ≥ 60 yr					
SBP		0.52 (0.16)	10.5	0.001	1.67 (1.23–2.29)
DBP		0.45 (0.20)	5.0	0.025	1.56 (1.06–2.31)
PP		0.78 (0.25)	9.7	0.002	2.17 (1.34–3.54)

Odds ratio (OR) was associated with a 10 mmHg increase in BP. SBP, DBP, PP were entered in separate models, adjusted for age, male, diabetes, smoking, hyperlipidemia, and BMI. LVH: left ventricular hypertrophy, BP: blood pressure, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, PP: pulse pressure, SE: standard error, CI: confidence interval

으로 나누어 살펴보면, 단일혈압모델인 경우 50세 미만의 연령군에서 혈압 이외의 다른 위험인자를 보정한 위험도는 수축기혈압은 1.77, 확장기혈압은 2.47, 맥압은 1.30으로 확장기혈압이 가장 높았다($p<0.01$). 50~59세의 연령군에서 위험도는 수축기혈압은 1.35, 확장기혈압은 1.65, 맥압은 1.36 이었다($p<0.05$). 60세 이상의 연령군에서 위험도는 수축기혈압은 1.67, 확장기혈압은 1.56, 맥압은 2.17로 맥압이 가장 높았다($p<0.01$) (Table 3). 복수혈압모델인 경우 50세 미만의 연령군에서 수축기혈압이나 확장기혈압은 맥압보다 위험도가

더 높았고($p<0.01$), 수축기혈압을 함께 고려할 때 확장기혈압의 위험도는 2.23으로 더 높았다($p<0.05$). 50~59세의 연령군에서 수축기혈압의 위험도는 1.49, 확장기혈압은 1.52로 경계성의 유의성을 보였지만($p<0.10$), 맥압은 통계적으로 유의하지 않았다. 60세 이상의 연령군에서 맥압은 확장기혈압과 함께 모델에 포함될 때 위험도가 더 높았다($p<0.01$). 확장기혈압을 함께 고려할 때 수축기혈압의 위험도는 2.12로서 단일혈압모델에서의 수축기혈압 위험도인 1.67보다 더 높았지만($p<0.01$), 확장기혈압의 위험도는 통계적으로 유의하지

않았다($p=0.208$).

좌심실비대에 대한 맥압 지표

Receiver operating characteristic(ROC) curve법을 이용하여 구한 민감도와 특이도의 합이 가장 큰 맥압값은 50.5 mmHg였으며, 50 mmHg를 기준으로 맥압과 좌심실비대의 교차표를 구하면 민감도와 특이도는 각각 75%, 58%로 통계적으로 유의하였고($p<0.01$), 이때 맥압이 50 mmHg 이상인 경우 좌심실비대의 위험도(odds ratio)는 3.20였다.

Table 4. Clinical characteristics according to CAD status

	No CAD (n=181)	CAD (n=84)	p
Age, yr	53.8±11.6	60.6±11.5	<0.001
Male	78 (43.1%)	55 (65.5%)	0.001
Diabetes	15 (8.3%)	18 (21.7%)	0.004
Smoker	53 (29.6%)	46 (44.8%)	<0.001
Hyperlipidemia	63 (39.4%)	47 (58.0%)	0.006
BMI, kg/m ²	24.6±4.5	24.2±2.9	NS
BP, mmHg			
SBP	138.9±25.1	142.5±22.3	NS
DBP	87.2±13.5	85.8±10.7	NS
MBP	104.4±16.6	104.7±13.3	NS
PP	51.6±16.2	56.6±17.2	0.023

Values are mean±SD or number of patients (%). NS: no statistical significance, CAD: coronary artery disease, BMI: body mass index, BP: blood pressure, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, MBP: mean blood pressure, PP: pulse pressure

Table 5. Logistic regression model relating CAD to single or dual BP indexes

		β (SE)	Wald χ^2	p	OR (95% CI)
Single BP component (a)					
SBP		0.07 (0.07)	1.1	NS	1.07 (0.94–1.22)
DBP		−0.08 (0.12)	0.4	NS	0.93 (0.73–1.18)
PP		0.19 (0.10)	4.0	0.046	1.21 (1.00–1.46)
Dual BP components (b)					
Model 1	SBP	−0.17 (0.13)	1.7	NS	0.85 (0.66–1.09)
	PP	0.40 (0.19)	4.6	0.032	1.49 (1.03–2.14)
Model 2	DBP	−0.15 (0.13)	1.5	NS	0.86 (0.67–1.10)
	PP	0.23 (0.10)	5.0	0.026	1.26 (1.03–1.54)
Model 3	SBP	0.21 (0.10)	4.2	0.040	1.23 (1.01–1.49)
	DBP	−0.34 (0.18)	3.6	0.057	0.71 (0.51–1.01)

Odds ratio (OR) was associated with a 10 mmHg increase in BP. Each BP variable was added to a model that contains covariates and (a) no other BP variable, or (b) one other BP variable. Adjusted for age, sex, diabetes, smoking, hyperlipidemia, and BMI. CAD: coronary artery disease, BP: blood pressure, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, PP: pulse pressure, SE: standard error, CI: confidence interval

관동맥조영술을 이용한 관동맥질환과 혈압요소와의 관련성

연구대상의 특성

전체 265명 가운데 관동맥질환이 없는 군은 181명(68%), 관동맥질환이 있는 군은 84명(32%)이었다. 나이는 각각 53.8±11.6세, 60.6±11.5세로 차이가 있었고($p<0.01$), 관동맥질환군에서 남자, 당뇨, 흡연, 고지혈증의 빈도가 더 높았다($p<0.01$). 혈압요소들을 비교하면 관동맥질환군에서 맥압만이 더 높았고($p<0.05$), 다른 혈압요소에서는 유의한 차이가 없었다(Table 4).

전체 연령군에서의 로지스틱 회귀분석

단일혈압모델에서 관동맥질환에 대한 다른 위험인자를 보정한 위험도가 맥압만이 1.21로 유의하였다($p<0.05$). 복수혈압모델에서 맥압은 수축기혈압이나 확장기혈압과 함께 모델에 포함될 때 맥압만이 유의하게 위험도가 더 높았고($p<0.05$), 수축기혈압과 확장기혈압을 함께 고려하면 수축기혈압은 증가할수록(OR 1.23, $p<0.05$), 확장기혈압은 감소할수록(OR 0.71, $p=0.057$) 관동맥질환의 위험도가 증가하였다(Table 5).

연령군에 따른 로지스틱 회귀분석

연령군을 50세 미만, 50~59세, 60세 이상의 세 집단으로 나누어 살펴보면, 단일혈압모델인 경우 50세 미만의 연령군에서 맥압의 위험도만 1.53 으로 경계성의 유의성을 보였고($p=0.062$), 나머지 연령군에서는 세 가지

Table 6. Logistic regression models relating CAD to single BP index by age groups

	β (SE)	Wald χ^2	p	OR (95% CI)
Age<50 yr				
SBP	0.13 (0.13)	1.0	NS	1.14 (0.88–1.47)
DBP	−0.09 (0.24)	0.2	NS	0.91 (0.57–1.45)
PP	0.42 (0.23)	3.5	0.062	1.53 (0.98–2.38)
Age 50–59 yr				
SBP	−0.04 (0.13)	1.1	NS	0.96 (0.74–1.23)
DBP	−0.30 (0.22)	1.8	NS	0.75 (0.48–1.15)
PP	0.10 (0.18)	0.3	NS	1.11 (0.78–1.58)
Age ≥ 60 yr				
SBP	0.11 (0.10)	1.3	NS	1.12 (0.92–1.36)
DBP	0.03 (0.19)	0.0	NS	1.03 (0.71–1.50)
PP	0.20 (0.13)	2.3	NS	1.22 (0.94–1.58)

Odds ratio (OR) was associated with a 10 mmHg increase in BP. SBP, DBP, PP were entered in separate models, adjusted for age, sex, diabetes, smoking, hyperlipidemia, and BMI. CAD: coronary artery disease, BP: blood pressure, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, PP: pulse pressure, SE: standard error, CI: confidence interval

혈압요소 중 어느 것도 관동맥질환과 유의한 연관성이 없었다(Table 6). 복수혈압모델인 경우 50세 미만의 연령군에서 맥압은 수축기혈압이나 확장기혈압과 함께 모델에 포함될 때 맥압의 위험도가 더 높았고($p<0.10$, $p<0.05$), 수축기혈압과 확장기혈압을 함께 고려하면 수축기혈압의 위험도가 더 높았다($p<0.05$). 50~59세 또는 60세 이상의 연령군에서는 세 개의 혈압요소 위험도 모두 통계적으로 유의하지 않았다.

관동맥질환에 대한 맥압 지표

ROC curve법을 이용하여 구한 민감도와 특이도의 합이 가장 큰 맥압값은 49.5, 61.5 mmHg였으며, 좌심실비대와 같이 50 mmHg를 기준으로 맥압과 관동맥질환의 교차표를 만들면 민감도와 특이도는 각각 72%, 47%로 통계적으로 유의하였고($p<0.01$), 이 때 맥압이 50 mmHg 이상인 경우 관동맥질환의 위험도(odds ratio)는 2.09였다.

고 찰

2001년 Framingham Heart Study에 Framingham Offspring Study를 결합하여 전체 연령을 대상으로한 연구에서, 연령이 증가할수록 관동맥질환의 예측인자는 확장기혈압에서 수축기혈압으로 그리고 다시 맥압으로 점

진적으로 이동하여, 50세 이하에서는 확장기혈압이 가장 강력한 예측인자이고, 50~59세에는 이행기로서 세 혈압요소 모두 비슷하지만, 60세 이후에는 확장기혈압은 관동맥질환과 음의 상관관계를 보여서 맥압이 수축기혈압보다 더 좋은 예측인자라고 보고하였다.¹⁶⁾ 이번 연구결과 좌심실비대에 대한 위험도는 50세 미만에서는 확장기혈압이 다른 혈압요소보다 더 높았고, 50대에는 확장기혈압의 위험도는 감소하고 맥압 및 수축기혈압의 위험도는 증가하는 추세를 보였으며, 60세 이후에는 위험도가 맥압 > 수축기혈압 > 확장기혈압의 순서로, 연령이 증가할수록 좌심실비대와 관련된 지표로서 확장기혈압의 중요성은 감소하고 맥압과 수축기혈압의 중요성은 증가하였다. 한편 관동맥질환에 대한 위험도는 전체 연령을 대상으로 했을 때 맥압의 위험도가 1.21로 가장 높았는데, 수축기혈압과 확장기혈압을 함께 고려하면 수축기혈압의 위험도는 1.23으로 수축기혈압 단독 위험도인 1.07 보다 높았고, 수축기혈압이 증가하면서 동시에 확장기혈압이 감소할수록 위험도가 증가하여 맥압이 증가함에 따라 위험도가 증가한다는 사실과 일치하였다. 맥압이 50 mmHg 이상인 경우에 그렇지 않은 경우보다 좌심실비대의 위험도는 약 3배 정도 높았고 관동맥질환의 위험도는 약 2배 정도 높아서, 맥압의 증가로 혈압측정 당시의 심혈관질환의 위험성을 추정하는데 의의가 있음을 보였다.

1997년 Framingham Heart Study에서, 50세까지는 수축기혈압과 확장기혈압이 함께 평행하게 증가하다가 60세 이후부터 수축기혈압은 지속적으로 증가하는 반면 확장기혈압은 감소하여 맥압이 크게 증가한다고 보고하였다.²¹⁾ 심장에서 혈액이 박출되면 상행대동맥은 확장되고 투사파와 반사파의 중첩에 의하여 맥파(pulse wave)를 만들게 되는데 투사파는 좌심실 구출과 동맥의 경직에 의해 좌우되고 반사파는 동맥의 경직과 맥파의 반사지점과 연관이 있다. 젊은 연령에서는 나이가 증가함에 따라 말초혈관저항의 증가로 수축기혈압과 확장기혈압이 함께 상승하고 동맥의 신전성이 크기 때문에 맥파의 전파속도가 느려 반사파가 주로 확장기 때 나타난다. 그러나, 나이가 들면 동맥은 콜라겐 섬유와 칼슘이 침착되고 탄력층이 변성됨에 따라 내막과 중막의 두께가 증가하여 경화가 진행되는 구조적 변화와 내피세포 의존성 혈관확장의 감소 등 여러 기능적인 변화가 함께 일어난다. 동맥의 경직도 증가는 중심성 탄력 동맥에서 두드러지게 나타나기 때문에 맥파의 전파속도가 빨라져 반사파가 수축 후기 때 일찍 나타나 수축기혈압과 맥압은 점차 커지고 대동맥 탄성감소로 확장기혈압은 감소하게 된다.^{3) 16) 21-25)} 이번 좌심실비대에 관한 연구에서 60세 이상의 복수혈압모델에서 수축기혈압이 증가할수록 좌심실비대의 위험도는 증가하였지만 (OR 2.12, $p<0.01$), 확장기혈압은 좌심실비대와 통계적으로 관련성이 없었다(OR 0.65, $p=NS$). 그 이유는 연령증가에 따른 중심동맥의 경직과 이로 인한 후부하의 증가가 좌심실비대의 발생에 주요한 역할을 하기 때문으로 생각된다.

Gasowski 등⁸⁾에 의한 연구에서 보면 일정한 수축기혈압에서 맥압이 증가한 경우가 일정한 맥압에서 수축기혈압이 증가한 경우보다 관동맥질환과 더 관련되어 있다고 보고하였고, 이는 관동맥질환의 위험이 말초혈관 저항에 의한 안정성 스트레스보다는 중심동맥 경직에 의한 박동성 스트레스와 더 관련되어 있음을 시사해 준다. 이번 연구에서 전체연령군에서 맥압의 관동맥질환에 대한 위험도가 가장 높았고, 수축기혈압의 위험도가 단일혈압모델에서 1.07이었던 반면에 수축기혈압과 확장기혈압의 복수혈압모델에서는 1.23으로 증가하였고, 복수혈압모델에서 수축기혈압이 증가할수록(OR 1.23, $p<0.05$) 동시에 확장기혈압이 감소할수록 관동

맥질환이 증가하였다(OR 0.71, $p=0.057$). 이러한 결과로부터 맥압이 수축기혈압이나 확장기혈압보다 관동맥질환과 더 관련된 혈압요소를 알 수 있었고, 그 이유는 연령이 증가할수록 중심동맥의 경직으로 인한 확장기혈압의 감소와 이로 인한 관동맥혈류의 감소가 관동맥질환의 발생에 주요한 역할을 하기 때문으로 생각된다. 그러나, 고연령군에서는 세가지 혈압요소 모두 관동맥질환 발생과 관련이 없었고 나이, 남자, 당뇨의 다른 위험인자들이 더 많이 관련된 것으로 나타났다. 한편, 관동맥질환군에서 나이가 많고 질병이 중증인 경우가 더 많았는데 이 경우 좌심실기능 장애 등으로 인해 혈압요소들이 오히려 감소하는 경향을 보여 관동맥질환군과 정상군 사이에 유의한 차이가 없어졌을 것으로 생각된다.

이러한 맥압의 상승과 심혈관계 합병증과의 관계는 양방향성의 개념으로 설명할 수 있는데, 상승된 맥압이 혈관손상을 유발하여 동맥경화를 진행시키고, 동맥경화에 의해 중심동맥의 경직도가 증가하여 맥파의 반향이 증가하므로 더 맥파를 증폭시킨다. 이 고리에서 상승된 맥압이 동맥경화의 원인일 수도 있고 그 결과일 수도 있는 것이다.²⁶⁾

결론적으로 좌심실비대와 관련성이 가장 큰 혈압요소 지표는 나이에 따라 변하여, 50세 미만에서는 확장기혈압이 가장 중요한 지표였으나, 50~59세에서는 확장기혈압의 중요성이 감소하여, 60세 이후에서는 맥압과 수축기혈압이 가장 중요한 지표가 되었고, 이는 중심동맥 경직도 증가와 관련된 것으로 생각된다. 반면에 관동맥질환과의 관련성이 가장 큰 혈압요소 지표는 전체 연령군에서 맥압이었으나, 고연령군에서는 세 가지 혈압요소 중 어느 것도 유의한 지표가 아니었고, 이는 고혈압 이외의 다른 심혈관질환 위험인자들이 더 많은 관련성을 가지기 때문으로 생각된다.

요 약

배경 및 목적 :

혈압의 어느 요소가 심혈관질환의 위험도를 예측하는데 상대적으로 가장 중요한가에 대해서는 아직 확실하지 않다. 최근에 여러 추적관찰 연구에서 60세 이상에서 맥압이 관동맥질환의 가장 강력한 예측인자라고 보

고하였다. 이에 좌심실비대과 관동맥질환의 위험도에 대한 수축기혈압, 확장기혈압, 맥압의 상대적 중요성을 서로 다른 연령군에서 비교해 보았다.

방 법 :

고혈압약을 복용하지 않는 257명을 대상으로 M-mode 심초음파를 이용하여 좌심실질량지수를 구하여 남자 129 g/m², 여자 118 g/m² 이상인 경우 좌심실비대로 정의하였고, 또 다른 고혈압약을 복용하지 않는 265명을 대상으로 관동맥조영술을 시행하여 내경협착이 70% 이상인 경우 관동맥질환으로 진단하였고, 로지스틱 회귀분석을 통하여 좌심실비대 및 관동맥질환에 가장 큰 영향을 주는 혈압요소를 알아보았다.

결 과 :

좌심실비대에 대한 위험도는 50세 미만에서는 확장기혈압 2.47, 수축기혈압 1.77, 맥압 1.30(10 mmHg 증가마다)이었고, 50~59세에서는 확장기혈압 1.65, 수축기혈압 1.35, 맥압 1.36 이었고, 60세 이상에서는 확장기혈압 1.56, 수축기혈압 1.67, 맥압 2.17 이었다. 관동맥질환에 대한 위험도는 전체 연령군에서 확장기혈압 0.93, 수축기혈압 1.07, 맥압 1.21 이었다. 그러나 60세 이상의 연령군에서는 세 가지 혈압요소 중 어느 것도 통계적으로 유의하지 않았다.

결 론 :

좌심실비대와 관련성이 가장 큰 혈압요소 지표는 연령이 증가할수록 확장기혈압에서 수축기혈압으로 다시 맥압으로 이동하였다. 50대까지는 확장기혈압이 가장 중요한 지표이지만 그 중요성이 점차 감소하여 60세 이후에서는 맥압과 다음으로 수축기혈압이 가장 중요한 지표였다. 관동맥질환과 관련성이 가장 큰 혈압요소 지표는 전체연령에서 맥압이지만 60세 이후에서는 어느 혈압요소도 유의한 관련성이 없었다.

중심 단어 : 혈압; 맥압; 좌심실비대; 관동맥질환.

REFERENCES

- 1) Kannel WB, Gordon T, Schwartz MJ. Systolic versus diastolic blood pressure and risk of coronary heart disease. *Am J Cardiol* 1971;27:335-46.
- 2) Staessen JA, Gasowski J, Wang JG, Thijs L, den Hond E, Boissel JP, Coope J, Ekblom T, Gueyffier F, Liu L, Kerlikowske K, Pocock S, Fagard RH. Risks of untreated and treated isolated systolic hypertension in the elderly: meta-analysis of outcome trials. *Lancet* 2000;355:865-72.

- 3) Franklin SS, Khan SA, Wong ND, Larson MG, Levy D. Is pulse pressure useful in predicting risk for coronary heart disease? *Circulation* 1999;100:354-60.
- 4) Casiglia E, Tikhonoff V, Mazza A, Piccoli A, Pessina AC. Pulse pressure and coronary mortality in elderly men and women from general population. *J Hum Hypertens* 2002;16:611-20.
- 5) Safar ME. Pulse pressure, arterial stiffness, and cardiovascular risk. *Curr Opin Cardiol* 2000;15:258-63.
- 6) Sesso HD, Stampfer MJ, Rosner B, Hennekens CH, Gaziano JM, Manson JE, Glynn RJ. Systolic and diastolic blood pressure, pulse pressure, and mean arterial pressure as predictors of cardiovascular disease risk in men. *Hypertension* 2000;36:801-7.
- 7) Darne B, Girerd X, Safar M, Cambien F, Guize L. Pulsatile versus steady component of blood pressure: a cross-sectional analysis and a prospective analysis on cardiovascular mortality. *Hypertension* 1989;13:392-400.
- 8) Gasowski J, Fagard RH, Staessen JA, Grodzicki T, Pocock S, Boutitie F, Gueyffier F, Boissel JP. Pulsatile blood pressure component as predictor of mortality in hypertension: a meta-analysis of clinical trial control groups. *J Hypertens* 2002;20:145-51.
- 9) Vaccarino V, Berger AK, Abramson J, Black HR, Setaro JF, Davey JA, Krumholz HM. Pulse pressure and risk of cardiovascular events in the systolic hypertension in the elderly program. *Am J Cardiol* 2001;88:980-6.
- 10) Mitchell GF, Moye LA, Braunwald E, Rouleau JL, Bernstein V, Geltman EM, Flaker GC, Pfeffer MA. Sphygmomanometrically determined pulse pressure is a powerful independent predictor of recurrent events after myocardial infarction in patients with impaired left ventricular function. *Circulation* 1997;96:4254-60.
- 11) Blacher J, Guerin AP, Pannier B, Marchais SJ, Safar ME, London GM. Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal disease. *Circulation* 1999;99:2434-9.
- 12) Brahimi M, Dahan M, Dabire H, Levy BI. Impact of pulse pressure on degree of cardiac hypertrophy in patients with chronic uraemia. *J Hypertens* 2000;18:1645-50.
- 13) Kim DK, Goo YS, Kim HJ, Kim HJ, Lee TH, Maeng HY, Hong SP, Kim YS, Jung IH, Choi HY, Kang SW, Choi KH, Lee HY, Han DS. Risk factors of left ventricular hypertrophy in CAPD patients. *Korean J Nephrol* 2002;21:966-74.
- 14) Pannier B, Brunel P, el Aroussy W, Lacolley P, Safar ME. Pulse pressure and echocardiographic findings in essential hypertension. *J Hypertens* 1989;7:127-32.
- 15) Domanski MJ, Davis BR, Pfeffer MA, Kastantin M, Mitchell GF. Isolated systolic hypertension: prognostic information provided by pulse pressure. *Hypertension* 1999;34:375-80.
- 16) Franklin SS, Larson MG, Khan SA, Wong ND, Leip EP, Kannel WB, Levy D. Does the relation of blood pressure to coronary heart disease risk change with aging? *Circulation* 2001;103:1245-9.
- 17) Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Cholesterol in Adults. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, evaluation, and treatment of the high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001;285:2486-97.
- 18) Oh JK, Seward JB, Tajik AJ. *The echo manual*. 2nd ed.

- Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999. p.39.
- 19) Shub C, Klein AL, Zachariah PK, Bailey KR, Tajik AJ. *Determination of left ventricular mass by echocardiography in a normal population: effects of age and sex in addition to body size. Mayo Clin Proc* 1994;69:205-11.
 - 20) Alexander RW, Schlant RC, Fuster V. *Hurst's the heart. 9th ed. New York: McGRAW-HILL;1998. p.564-6.*
 - 21) Franklin SS, Gustin W 4th, Wong ND, Larson MG, Weber MA, Kannel WB, Levy D. *Hemodynamic patterns of age-related changes in blood pressure. Circulation* 1997;96:308-15.
 - 22) Asmar RG, O'Rourke MF, Safar ME. *Arterial stiffness and pulse wave velocity: clinical application. Paris: Elsevier SAS; 1999. p.17-23.*
 - 23) Safar ME. *Epidemiologic findings imply that goals for drug treatment of hypertension need to be revised. Circulation* 2001;103:1188-90.
 - 24) Lee JW. *Pulse pressure and systolic blood pressure. Korean Circ J* 2002;32:293-8.
 - 25) Nichols WW, O'Rourke MF. *McDonald's blood flow in arteries. 4th ed. London: Arnold;1998.*
 - 26) Dart AM, Kingwell BA. *Pulse pressure: a review of mechanisms and clinical relevance. J Am Coll Cardiol* 2001;37:975-84.