

일부 지역 주민에서 고혈압이환과 비만지표와의 관련성

최봉근, 손락성, 윤태영, 최중명, 박순영, 유동준

경희대학교 의과대학 예방의학교실

Association of Anthropometric Indices with Prevalence of Hypertension in Korean Adults

Bong-Keun Choe, Lack-Seong Son, Tai-Young Yoon,
Joong-Myung Choi, Soon-Young Park, Dong-Joon Lew

Department of Preventive Medicine, School of Medicine, Kyung-Hee University

Objective : To examine the relationship between hypertension prevalence and the four commonest anthropometric measurements for obesity(body mass index(BMI), waist-hip ratio(WHR), waist circumference(WC) and body fat in Korean adults.

Methods : We studied the cross-sectional association of the anthropometric indices and blood pressure in 1,197 individuals(who were participants in the population-based cohort study). Hypertension was defined as blood pressure $\geq 160/95$ mmHg or current use of antihypertensive medication. Informations on life-style factors were obtained from personal interview.

Results : There were close associations between BMI, WHR and WC with blood pressure in both men and women. After age adjustment, BMI and WC showed significantly positive correlation with systolic and diastolic blood pressure levels in both men and women. Odds ratio(ORs) of being hypertensive were estimated comparing the highest to the lowest quantile, adjusting for age, smoking status,

alcohol intake levels, education attainment. The simultaneously adjusted ORs of being hypertensive, comparing the highest vs the lowest categories, was for BMI 2.0(95% confidence interval(CI)=0.9-3.2) in men and 3.2 (95% CI=1.7-6.1) in women, for WC 2.1(95% CI=1.0-4.4) in men and 3.1(95% CI=1.6-5.9) in women, for fat(%) 4.2(95% CI=1.9-9.5) in men and 2.1(95% CI=1.2-3.6) in women.

Conclusion : In addition to measures of overall obesity(BMI) as well as central obesity(WHR, WC), body fat(%) was independently associated with prevalence of hypertension. Among obesity indices, body fat was the most predictor variable in hypertensive state in male and BMI was in female.

Korean J Prev Med 1999;32(4):443-451

Key Words: Anthropometric indices, BMI, WHR, BIA, Hypertension, Odds ratio

서 론

비만은 체내에 축적된 지방량이 정상보다 많은 것을 의미하는데, 산업사회로 들어오면서 생활습관의 서구화와 신체활동량의 감소로 비만인구가 증가하고 있는 상태에 있다. 비만은 단순히 과체중으로 그치지 않고 당뇨병, 고혈압, 심혈관질환 및 지질대사 이상 등의 위험인자로 작용하고 있으며, 단일 질환으로서 다양하고 심각한 보건문제를 일으키고 있다(Jousilahti 등, 1996; Seidell 등, 1996). 하지만 비만과 관련된 건강상의 문제가 직접적인 원인인지, 식이습관과 운동 등의 비만에 선행된 요인에 의한 것인지 구별하기 어려운 상황이다(이성국 등, 1993).

비만과 관련된 역학적 연구에서 심혈관질환으로 인한 사망중 남자는 21%, 여자는 28%가 과체중에 의한 것으로 보고되고 있으며(Seidell 등, 1996), 비만이 심혈관질환의 발생 및 진행에 대한 기전에 대해서는 완전하게 규명되지는 않았지만 직접적인 유발인자로서 순환혈액량과 심박출량을 증가시켜 심근비대와 고혈압, 관상동맥질환을 일으킨다. 또한 비만이 심혈관질환에 미치는 간접적인 영향은 클래스테롤의 증가, 중성지방의 증가, 고밀도지단백질의 감소, 혈당 증가, 혈압 증가 등이 있다. 이중 비만에 의한 혈압증가는 전체 혈류량의 증가, 심장의 운동부하증가 및 말초혈관의 저항성 증가에 의하여 일어나며(Mujais, 1982), 또

한 선택적으로 인슐린 저항이 일어나 고인슐린 혈증을 유발하여 심장에서 염분이 축적되고 교감신경계를 활성화하며 전해질 운반기능도 변화를 일으켜 혈압을 상승시킨다(Landsberg, 1981).

현재 비만과 관련된 역학적 연구에서 비만을 구분하는 방법으로는 직·간접적으로 체지방량을 측정하는법, 체질량지수(Body mass index; BMI)를 이용하는 법, 허리둘레(Waist circumference; WC)와 허리둘레 둔부비(Waist-Hip ratio; WHR)를 이용하는 방법이 사용되고 있다. 비만은 중심성비만과 복부비만으로 나눌 수 있는데 WC, WHR은 복부비만을 판정하는 지표로 많이 사용되고 있다.

이러한 비만지표들과 혈압과의 관련성에 관한 연구들을 살펴보면, 국내에서는 서효숙 등(1993)이 병원기록을 토대로 한

연구에서 체지방량은 혈압과 유의한 상관관계가 없었으나 BMI, 체중, 연령 등과는 유의한 상관관계를 보인다고 하였다. Ko 등(1997)은 BMI, WC, WHR이 혈압과 유의한 상관관계를 보이며, 이중 WC와 WHR이 BMI보다 더 혈압의 변화를 설명할 수 있는 비만지표라고 하였다. 이러한 연구들은 혈압과 비만지표들간의 상관성의 규명에 대한 연구들이었으며, 자료원이 병원기록과 검진결과를 이용한 것이었다.

따라서 본 연구는 지역사회 인구집단을 대상으로 하여 비만관련지표들과 혈압과의 관련성과 이를 비만지표들의 값이 변화할수록 고혈압 이환상태에 어느 정도의 원인적 관계에 있는지 알아보고자 하였다.

연구 방법

한국인 악성종양의 발생률추정 및 관련위험요인 규명을 위한 역학적 연구의 목적으로 구축된 자료를 이용하였다. 이 자료는 병인론 규명을 위한 분자역학적 코호트 구축을 위한 것이었으며 1996년부터 매년 코호트 구축을 위해 농촌지역인 충청북도 충주시 일원의 주민을 대상으로 조사되었다. 잠정적 대상자(eligible population)는 전 주민이었으며 연구대상(study population)은 연구에 참여한 주민으로 하였다. 이 자료 중 1997년 7월 23일부터 27일까지 조사된 자료를 이용하여 단면적연구(cross sectional study)를 시행하였다. 설문조사와 검진을 마친 1,197명(남자495명, 여자 702명)을 대상으로 하였다.

1. 설문조사

설문은 사전에 훈련받은 설문조사 요원이 검진 중에 설문을 전달하도록 하였으며, 검진을 받기 전에 대기하는 동안 각자가 설문의 내용을 기입하고, 설문요원이 검토한 후에 필요한 내용은 다시 질문하는 방법을 택하였다. 누락된 설문문항은 추후 전화면접을 통하여 기입하였다.

2. 혈압의 측정

사전 교육된 조사원이 수은혈압측정기와 Velcro Cuff를 이용하여 10분간의 안정상태를 취한 후에 수축기 혈압은 Korotkoff phase I, 이완기 혈압은 Korotkoff phase IV을 측정하였다.

3. 신체 계측

신장은 Martin's 생체계측기를 이용하여 측정을 하였고, 단위는 cm로 하여 소숫자 이하 한자리까지 기록하였으며 체중은 평량 120 kg인 체중기를 사용하였으며, 단위는 kg, 그리고 소숫자 이하 한자리까지 기록하였다.

허리둘레는 200 cm 줄자를 사용하여 늑골하단과 상전장골극 사이에서 측정하였으며, 둔부 둘레는 엉덩이의 가장 큰 부위에서 측정하였다.

체지방(Body fat)의 측정은 간편하면서도 타당성이 높은 방법으로 알려진 임피던스 방법을 사용하였다. 본 연구에서의 체지방 측정은 Bioelectrical Impedance Fatness Analyzer GIF-891DX (길우상사)를 이용하여 측정하였다.

4. 분석방법

면접조사에 의해 수집된 자료는 excel 7.0을 이용하여 전산화하였고, 입력된 자료는 변수마다 분포표를 만들어 일정범위를 넘어선 변수의 유무, 문항간의 일치도를 확인하였다.

본 조사대상자의 흡연습관에는 과거흡연자의 질병이환률이 흡연자와 차이가 없었으므로 흡연자 과거흡연자를 흡연자로 분류하였으며, 흡연을 하지 않은 사람은 비흡연자로 분류하였다. 음주정도는 과거 1년동안의 평균 음주횟수와 술의 종류, 한 번에 섭취한 음주량을 분석하여 '비음주자', 하루에 30g미만을 섭취하는 군을 '<30', 30g 이상을 섭취하는 군을 '≥30'으로 분류하였다.

비만지표는 체중과 신장의 비로 산출되는 BMI, WC, WHR, 체지방률을 이용하였으며 각 변수들의 평균과 표준편차를 구하였다.

수축기 혈압이 160 mmHg 이상, 이완

기 혈압이 95 mmHg 이상, 그리고 β -blocker, 칼슘 길항제, 이뇨제 등의 고혈압 약물을 1주일에 4일이상 복용하는 사람을 고혈압군으로 구분하였다.

BMI, WC, WHR, Fat(%), TBW(l)는 빈도분포에 따라 다섯부분(quintile)으로 구분하였다.

통계적 분석방법으로는 student t-test와 연령, 음주, 흡연을 공변량(covariant)으로 하여 공분산분석(analysis of covariance, ANCOVA)을 사용하여 고혈압군과 정상 혈압군에서 비만지표들의 차이를 파악하였다. 혈압과 비만관련 지표들과의 상관성은 Pearson 상관계수를 구하여 관련성을 알아보았다. 고혈압과 비만지표들의 관련성의 정도를 상대위험도 즉, 비차비(odds ratio)로 평가하기 위하여 선형증화회귀 모델(multiple linear logistic regression model)을 이용하였다. 비만지표들의 수준이 증가함에 따라 고혈압 이환정도가 직선적으로 변화하는 경향이 있는지는 우도비 경향분석법(likelihood ratio test for trend)을 택하였다.

이상의 통계분석을 시행하기 위하여 Statistical Analysis System(SAS) version 6.12를 사용하였다.

연구 결과

1. 고혈압군과 정상혈압군의 특성

조사대상자를 고혈압군과 정상혈압군으로 나누어 일반적 특징을 보면 전체 1,197명 중 남자가 495명(41.1%) 여자가 702명(58.6%)이었다(표 1). 조사대상자를 정상혈압군과 고혈압군으로 구분하였을 때의 비만지표들은 모두 고혈압군에서 높게 나타나는 결과를 보여주었다(표 2). 연령은 고혈압군에서 남녀 모두 높게 나왔으며 음주, 흡연, 연령을 공변량(covariant variables)으로 하여 공분산 분석을 시행한 결과 WC, BMI, WHR, fat(%)는 고혈압군에서 높은 결과를 보였으며 그 차이는 통계학적으로도 의미있는 결과를 보였다($p<0.05$). 자료에 제시하지 않았지만 일본 비만학회(1993)에서 제시한 기준으로 비만한 군, 과체중군, 표

Table 1. General characteristics of study population

General characteristics	Men				Women				
	Non-hypertensive n	%	Hypertensive n	%	Non-hypertensive n	%	Hypertensive n	%	
age	<45	101	25.9	17	16.2	159	29.1	20	12.9
	45~59	110	28.2	23	21.9	181	33.1	63	40.6
	60~69	129	33.1	47	44.3	169	30.9	57	36.8
	>70	50	12.8	18	17.1	38	6.9	15	9.7
Education level	primary school(under)	250	65.1	78	74.3	442	82.2	142	91.6
	middle school	68	17.2	13	12.4	52	9.7	9	5.8
	high school(over)	66	17.1	14	13.3	44	8.1	4	2.6
smoking status	non-smoker	84	22.1	28	26.7	494	91.9	145	95.4
	ex-smoker	68	17.9	26	24.8	7	1.3	2	1.3
	smoker	228	60.0	51	48.5	36	6.8	5	3.3
Drinking	non	88	22.9	19	18.1	389	72.2	124	80.0
	<30(g/day)	252	65.6	72	68.6	139	25.8	30	19.4
	>30g(g/day)	44	11.5	14	13.3	11	2.0	3	1.8
Total		390	100	105	100	547	100	155	100

Table 2. Mean values of body composition & blood pressure by sex and hypertensive status

variable	Men				Women				P-value*		
	Non-hypertensive (n=390)		Hypertensive (n=105)		P-value*	Non-hypertensive (n=547)		Hypertensive (n=155)			
	Means	S.D.	Means	S.D.		Means	S.D.	Means			
Age(y)	57.5	11.7	60.5	10.3	0.001	54.7	11.6	59.5	9.8	0.001	
SBP(mmHg)	124.7	13.2	148.9	10.1	0.001	122.1	12.3	148.3	17.3	0.001	
DBP(mmHg)	77.8	7.9	92.7	13.1	0.001	77.7	7.6	92.7	12.1	0.001	
BMI(kg/m ²) [†]	22.5	3.0	23.2	2.7	0.032	24.0	3.4	25.2	3.4	0.002	
WC [†]	83.0	8.4	85.4	7.8	0.015	81.9	9.0	85.3	8.5	0.001	
WHR [†]	0.91	0.06	0.93	0.06	0.009	0.89	0.08	0.91	0.06	0.002	
Fat(%) [†]	20.5	6.0	22.7	5.3	0.015	29.9	5.4	31.7	5.8	0.001	
TBW(l) [†]	35.2	5.3	35.4	4.7	0.730	27.9	3.8	28.3	4.0	0.331	

*tested by Student t-test and [†]ANCOVA**Table 3.** Age-adjusted Pearson correlation coefficients between anthropometric indices and blood pressure

	Men		Women	
	SBP	DBP	SBP	DBP
Body height(cm)	0.049	0.104 [†]	-0.023	-0.028
Body weight(kg)	0.184 [†]	0.183 [†]	0.226 [†]	0.217 [†]
Waist circumference(cm)	0.240 [†]	0.218 [†]	0.212 [†]	0.202 [†]
Hip circumference(cm)	0.182 [†]	0.172 [†]	0.214 [†]	0.215 [†]
WHR	0.194 [†]	0.164 [†]	0.099 [†]	0.089 [†]
BMI(kg/m ²)	0.187 [†]	0.154 [†]	0.255 [†]	0.250 [†]
Fat(%)	0.149 [†]	0.135 [†]	0.254 [†]	0.225 [†]
Total body water(l)	0.092	0.092	0.144 [†]	0.148 [†]

[†] p<0.05 : p value of pearson correlation

준체중군, 저체중군으로 구분하였을 때 비만한 군은 전체의 17.3%였으며, 고혈압인 경우는 31.4%로 나타났다(p<0.05).

표준체중군과 저체중군에 비하여 높은 유병률을 보였다.

2. 혈압과 비만지표들과의 상관성

혈압에 영향을 미치는 변수인 연령을 보정한 상태에서 혈압과 비만관련지표들

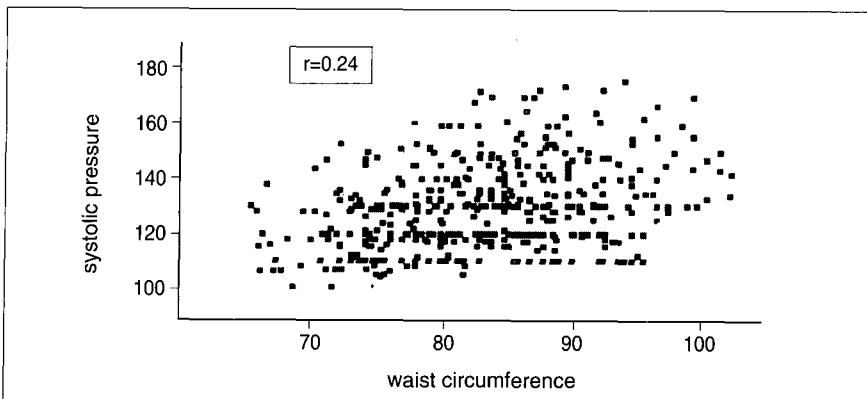


Figure 1. Plot of systolic blood pressure against waist circumference in men.

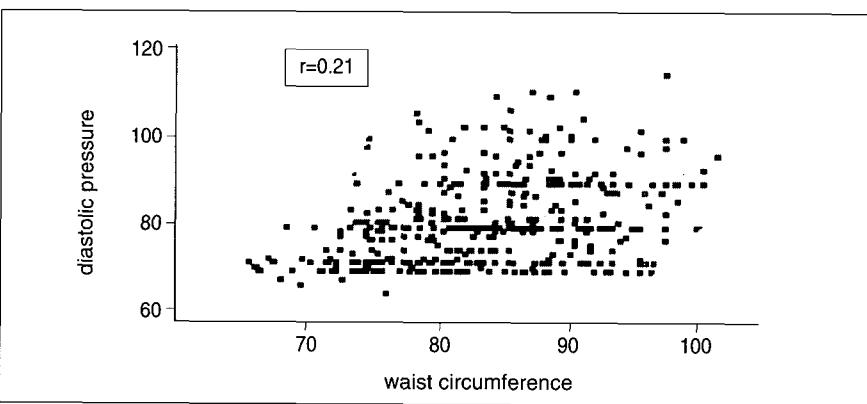


Figure 2. Plot of diastolic blood pressure against waist circumference in men.

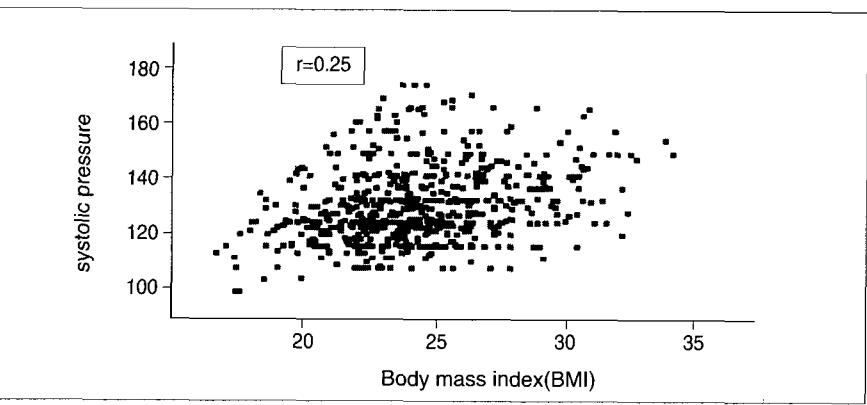


Figure 3. Plot of systolic blood pressure against BMI in women.

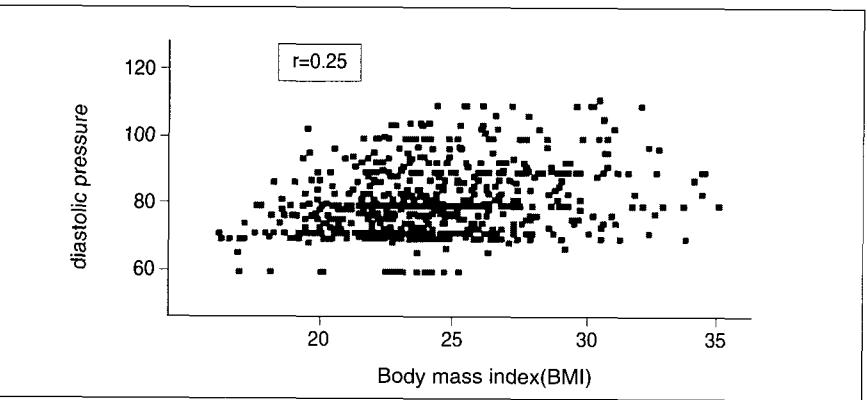


Figure 4. Plot of diastolic blood pressure against BMI in women.

간의 부분 상관계수(partial correlation coefficient)를 구하였다(표 3).

남자에서는 수축기 혈압은 체중, WC, 둔부둘레, WHR, BMI, fat(%)와 유의한 정상관을 보였으며 WC와의 상관계수가 0.24로 가장 크게 나타났다(그림 1). 신장과 체수분량은 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 이완기 혈압과는 체수분량을 제외한 모든변수에서 유의한 정상관을 보였으며, WC와의 상관계수가 0.218로 가장 컸다(그림 2). 여자에서는 수축기 혈압 및 이완기 혈압 모두 BMI와의 상관계수가 가장 큰 것으로 나타났다(그림 3과 그림 4). 상관계수는 수축기 혈압에서는 BMI, fat(%), 둔부둘레의 순이었다. 이완기 혈압에서는 BMI, fat(%), 둔부둘레의 순으로 나타났다. 여자에서는 fat(%)와의 상관계수가 남자에서 보다 크게 나타났다.

상관계수는 비만지표들 대부분에서 통계학적으로 의미있는 결과를 보였지만 상관계수의 크기는 0.3을 넘지 못하는 수준이었다.

3. 혈압과 비만관련 지표와의 관련성

비만지표와 고혈압 이환상태와의 선형적인 관계를 알아보기 위하여 비만지표들의 값을 빈도표에 따라 다섯(quintile) 부분으로 구분하여(표 4와 5) 가장 낮은 군을 기준으로 하여 로지스틱 회귀분석을 시행하였다(표 6과 표 7).

연령만을 보정했을 경우 BMI는 BMI가 증가할수록 고혈압 이환의 비차비가 직선적으로 증가하였으며 이는 통계학적으로도 의미있는 결과를 보였으며 남자보다 여자에서 더 직선적인 관계를 보여주었다. WC 역시 BMI와 마찬가지로 WC가 증가할수록 비차비는 증가하였다. WHR도 WC와 같은 결과를 보였으나 선형적인 관계를 설명하는 정도는 낮게 나타났다. 체수분량은 고혈압이환의 비차비와 선형적인 관계를 나타내지 못하는 결과를 보였다.

연령만을 보정한 로지스틱 분석에서는 남자에서 비차비는 가장 낮은 BMI군을 기준으로 하였을 때 가장 높은 BMI군의 비차비는 2.1(95% CI=1.1~4.5)이었다.

Table 4. Anthropometric indices quintile-range of in male

Q	BMI	Waist	WHR	Fat(%)	TBW
1	14.81~20.15	61.0~75.6	0.749~0.864	10.1~15.9	21.6~31.1
2	20.16~21.70	75.7~80.9	0.865~0.898	16.0~18.8	31.2~33.9
3	21.71~23.20	81.0~85.7	0.899~0.928	18.9~21.5	34.0~36.4
4	23.21~25.11	85.8~90.5	0.929~0.958	21.6~25.9	36.5~39.4
5	25.12~33.18	90.6~105.0	0.959~1.021	26.0~31.5	39.5~42.0

Table 5. Anthropometric indices quintile-range in female

Q	BMI	Waist	WHR	Fat(%)	TBW
1	15.20~21.78	56.0~75.5	0.755~0.835	12.1~25.9	17.3~24.8
2	21.79~23.21	75.6~80.5	0.836~0.872	26.0~28.4	24.9~26.9
3	23.22~24.63	80.6~84.1	0.873~0.905	28.5~31.4	27.0~29.0
4	24.64~26.71	84.2~90.2	0.906~0.947	31.5~34.8	29.1~31.0
5	26.72~38.16	90.3~108.0	0.948~1.170	34.9~42.4	31.1~39.2

Table 6. Age-adjusted Odds ratio(ORs) of being hypertensive for men and women

variable	Men		Women
	age-adjusted OR(95%CI) ¹⁾	age-adjusted OR(95%CI)	
BMI(quintiles)			
1	1.0	1.0	
2	1.0 (0.4~2.1)	2.1 (1.1~4.1)	
3	1.5 (0.7~3.0)	2.5 (1.3~4.9)	
4	2.4 (1.2~4.8)	3.5 (1.8~6.7)	
5	2.1 (1.1~4.5)	3.6 (1.9~6.8)	
	χ^2 trend ²⁾ = 9.345 df=1 p<0.003	χ^2 trend ²⁾ = 18.457 df=1 p<0.001	
WC(quintile)			
1	1.0	1.0	
2	0.9 (0.4~2.1)	2.0 (1.1~3.9)	
3	2.2 (1.1~4.5)	2.6 (1.3~4.9)	
4	2.4 (1.2~4.9)	2.4 (1.2~4.6)	
5	2.4 (1.2~5.0)	3.3 (1.7~6.2)	
	χ^2 trend ²⁾ = 10.576 df=1 p<0.002	χ^2 trend ²⁾ = 12.418 df=1 p<0.001	
WHR(quintiles)			
1	1.0	1.0	
2	0.7 (0.3~1.7)	1.9 (1.1~3.8)	
3	1.9 (0.9~3.8)	2.3 (1.2~4.5)	
4	1.9 (0.9~3.8)	1.7 (0.9~3.4)	
5	2.1 (1.1~4.3)	2.6 (1.3~5.0)	
	χ^2 trend ²⁾ = 9.637 df=1 p<0.002	χ^2 trend ²⁾ = 5.570 df=1 p<0.03	
Fat(quintiles)			
1	1.0	1.0	
2	3.1 (1.4~7.0)	1.1 (0.5~1.8)	
3	3.5 (1.6~8.0)	1.2 (0.7~2.3)	
4	2.4 (1.1~5.7)	0.9 (0.5~1.7)	
5	5.1 (2.3~11.6)	2.3 (1.3~4.0)	
	χ^2 trend ²⁾ = 12.373 df=1 p<0.001	χ^2 trend ²⁾ = 7.401 df=1 p<0.006	
TBW(quintiles)			
1	1.0	1.0	
2	1.4 (0.7~2.8)	1.2 (0.6~2.3)	
3	1.9 (0.9~3.8)	1.3 (0.7~2.4)	
4	1.7 (0.8~3.4)	1.9 (1.1~3.5)	
5	1.7 (0.8~3.6)	2.4 (1.3~4.5)	
	χ^2 trend ²⁾ = 2.542 df=1 p>0.115	χ^2 trend ²⁾ = 2.125 df=1 p>0.155	

CI : confidence interval ; BMI: body mass index ; WC: waist circumference ; WHR :waist-hip ratio ; TBW : total body water

¹⁾ Age adjusted odds ratio and 95% confidence intervals were derived from regression coefficient and standard error in linear logistic models.²⁾ Chi-square value of likelihood ratio test for trend to access log-linear increase in the logit risk with continuous exposure to the risk factors.

Table 7. Odds ratio(ORs) of being hypertensive for men and women

variable	Men		Women
	Mutivariate adjusted ^a OR(95%CI) ^b	Mutivariate adjusted ^a OR(95%CI) ^b	
BMI(quintiles)			
1	1.0	1.0	
2	0.9 (0.4~1.8)	1.8 (0.9~3.6)	
3	1.4 (0.6~2.9)	2.2 (1.2~4.4)	
4	2.1 (1.1~4.3)	3.1 (1.6~5.8)	
5	2.0 (0.9~4.1)	3.2 (1.7~6.1)	
	χ^2 trend ^c = 6.989 df=1 p<0.009	χ^2 trend ^c = 15.924 df=1 p<0.001	
WC(quintile)			
1	1.0	1.0	
2	0.9 (0.4~2.0)	1.8 (0.9~3.6)	
3	1.9 (0.9~3.9)	2.3 (1.2~4.4)	
4	2.3 (1.1~4.8)	2.1 (1.1~4.1)	
5	2.1 (1.0~4.4)	3.1 (1.6~5.9)	
	χ^2 trend ^c = 7.931 df=1 p<0.005	χ^2 trend ^c = 12.549 df=1 p<0.001	
WHR(quintiles)			
1	1.0	1.0	
2	0.6 (0.2~1.4)	1.7 (0.9~3.4)	
3	1.7 (0.8~3.4)	2.0 (1.1~4.0)	
4	1.6 (0.8~3.3)	1.6 (0.8~3.2)	
5	1.8 (0.9~3.7)	2.5 (1.2~4.9)	
	χ^2 trend ^c = 6.122 df=1 p<0.014	χ^2 trend ^c = 4.734 df=1 p<0.005	
Fat(quintiles)			
1	1.0	1.0	
2	2.7 (1.2~6.2)	0.8 (0.4~1.5)	
3	3.2 (1.4~7.2)	1.2 (1.6~2.1)	
4	2.0 (0.8~4.7)	0.8 (0.4~1.6)	
5	4.2 (1.9~9.5)	2.1 (1.2~3.6)	
	χ^2 trend ^c = 8.291 df=1 p<0.004	χ^2 trend ^c = 5.455 df=1 p<0.010	
TBW(quintiles)			
1	1.0	1.0	
2	1.3 (0.6~2.7)	1.2 (0.6~2.4)	
3	1.8 (0.9~3.7)	1.2 (0.6~2.4)	
4	1.6 (0.8~3.4)	1.9 (1.1~3.6)	
5	1.5 (0.7~3.3)	2.5 (1.3~4.6)	
	χ^2 trend ^c = 1.924 df=1 p>0.160	χ^2 trend ^c = 1.751 df=1 p>0.170	

CI : confidence interval ; BMI: body mass index ; WC: waist circumference ; WHR :waist-hip ratio ; TBW : total body water

^a Adjusted odds ratio and 95% confidence intervals were derived from regression coefficient and standard error in linear logistic models.^b adjusted age, smoking status, educational attainment, alcohol intake level^c Chi-square value of likelihood ration test for trend to access log-linear increase in the logit risk with continuous exposure to the risk factors.

체지방률의 비차비는 5.1(95% CI=2.3~11.6)이었으며, 중심성 비만을 반영하는 지표로 알려진 WC, WHR의 비차비는 각각 2.4(95% CI=1.2~5.0), 2.1(95% CI=1.1~4.3)이었다. 여자에서는 BMI 3.6(95% CI=1.9~6.8), WC, WHR, TBW, 체지방률의 순이었다(표 6). 연령을 보정한 경우의 비차비는 체수분량을 제외한 다른 변수들에서는 quintiles이 증가할수록 비차비도 증가하는 결과를 보여주고 있으며, 교란변수로 작용할 수 있는 음주, 흡연, 교육정도를 보정했을 경우의 비차비는 연령만을 보정했을 때의 비

차비보다는 약간 감소하였다(표 7). 교란변수의 영향을 모두 보정하였을 때 남자에서는 체지방률이 고혈압 상태를 예측할 수 있는 변수(predictor variable)였으며, 다음은 BMI와 WC의 순이었다. 여자의 경우에는 BMI, WC, WHR 순이었다(표 7).

비만관련 지표들이 증가할수록 고혈압 이환과의 관련성을 우도비경향분석(Likelihood ratio test for trend)을 시행한 결과, TBW를 제외한 모든 변수에서 비만관련 지표들이 증가할수록 고혈압에 이환될 비차비가 증가하는 경향을 보였

으며 이는 통계학적으로도 유의한 결과를 보여주고 있다(표 6과 표 7).

고 찰

이 연구에서 고혈압의 이환과 가장 관련성이 크게 나타난 것은 남자에서 체지방률이었으며, 여자에서는 BMI와 WC로 나타났다. 이는 연령, 흡연, 음주, 교육정도를 보정한 후에도 통계학적으로도 의미있는 결과를 보였다.

현재의 비만과 고혈압의 관계에서 병리생리학적인 기전은 인슐린의 저항성에

초점이 맞추어져 있으며(Pollare 등, 1990; Flack 등, 1991; Hennes, 1996), 복부지방세포는 문맥순환(portal circulation)과 직접적으로 관련이 있으며 대사적으로도 매우 활성화되어 있으며, 다른 부위에 있는 지방보다 인슐린 저항을 증가시킨다. 이 결과로 인슐린 혈증이 유발되어 신장에서는 염분이 축적되고 교감신경계를 활성화하여 전해질 운반기능도 변화를 일으켜 혈압을 상승시킨다(Ruderman, 1981). Piccirillo 등(1998)은 비만한 사람은 비만하지 않은 사람에 비하여 자율신경계를 조절하는 능력이 저하되어 있어 동맥혈압이 증가하고 자율신경계의 조절기능의 저하는 심근의 산소소모량을 조절하는 아드레날린 수용체의 역할을 감소시켜서 악성부정맥이 발생할 가능성이 높다고 하였다.

체중과 혈압과의 관계에서 Eliahou(1982)은 체중이 많이 나갈수록 혈압이 증가하는 경향을 보이며, 비만이 동반된 고혈압 환자에서 체중감량으로 혈압강하를 유도할 수 있다고 하였다. 박 등(1988)은 비만지표들과 심혈관 질환의 위험인자인 콜레스테롤, 혈당 및 혈압과의 관련성에서 체중이 가장 높은 상관성을 보인다고 하였다. 본 연구에서 체중은 남자의 경우 이완기 혈압과 관련성이 있었으나 수축기혈압은 관련성이 없었으며, 여자에서는 수축기, 이완기 혈압 모두 관련성이 없었다.

연령과 혈압, BMI의 관련성은 연령이 증가할수록 수축기 혈압은 증가하고, 이완기 혈압은 45세 정도까지 증가한다고 알려져 있으며(Bots 등, 1991), BMI는 69세까지는 연령에 따라 증가하지만 그 이후에는 감소한다고 알려져 있다(NIH, 1979). BMI와 혈압과의 관계에서는 Koich(1990)은 BMI가 수축기, 이완기 혈압과 관련성을 가진다고 하였고, 이는 본 연구의 결과와 일치하였다. 본 연구에서는 특히 여자에서 수축기, 이완기 혈압과 BMI와의 관련성이 가장 높은 결과를 보였다. Kamal 등(1997)은 BMI와 혈압과의 관련성에 관한 연구에서 노년의 일본계 미국인에서는 수축기 혈압, 이완기

혈압은 모두 BMI와 관련성이 있음을 입증하였다. 또한 고혈압은 노년층에서 흔한 만성 상태중의 하나이며, 질병이환과 사망률과 밀접한 관계가 있으므로 BMI를 의미있게 줄일수 있다면 고혈압 유병률을 감소시킬 수 있으며, 이로 인해 야기되는 공중보건학적 문제를 해결할 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 비만을 나타내는 여러 가지 지표 중에서 BMI, WHR, WC와 역학적 연구에서 많이 사용되고 있는 BIA법을 이용하여 체지방률과 체수분량을 측정하여 비만관련 지표로 사용하였다. 비만지표들과 간접적으로 체지방을 측정하는 BIA법은 측정자에 의한 측정오류가 있을 수 있다(Marks 등, 1989; Fuller 등, 1991; Ferrario 등, 1995). 측정오차를 최소화하기 위하여 사전에 교육을 하였으며 교육을 받은 이외의 사람이 측정하는 것을 포함으로써 측정오차를 줄일 수 있었다. BIA법으로 체구성 성분을 측정하는 것에 대해 아직까지 많은 논란이 있는 것은 사실(Robert 등, 1996)이나, 단순성, 이동의 간편성, 가격, 대상자의 호응도, 비침습적 방법 등의 장점으로 인해 대규모의 역학 조사에서 많이 사용되고 있는 방법이다(Robert 등, 1996).

Korke(1998) 등의 연구에서는 연령을 보정했을 경우에 다른 비만관련 지표들의 비차비보다 BMI의 비차비가 크게 나타났다. 다음이 WHR, Metric index 순의 결과를 보여주고 있는데 본 연구의 결과와 일치함을 알 수 있다. 본 연구에서는 남자에서는 BIA방법을 이용하여 측정한 체지방률이 다른 비만지표들의 비차비보다 높은 결과를 보였다.

Ko 등(1997)은 중심성 비만을 반영하는 지표 중 WHR 보다는 WC가 더 유용하지만 WC는 비만을 측정하는 방법으로서는 만족스럽지 못하며 따라서 WC, WHR, BMI 모두 측정하여 심혈관 질환의 위험인자와의 관련성을 보는 것이 타당하다고 하였다.

중심성 비만을 반영하는 WHR 및 WC 모두 증가할수록 고혈압에 이환될 비차비는 증가하는 경향을 보였으며 이는 통

계학적으로도 유의한 결과를 보여주고 있다. WC의 비차비가 WHR의 비차비보다 남녀 모두에서 약간 큰 결과를 보였다.

비만과 고혈압을 같이 갖고 있는 환자를 치료하는데 가장 합리적인 방법은 증가된 체중을 줄여 정상체중으로 하는 것이다(Frohlich 등, 1986). 이는 BMI를 줄임으로써 고혈압 이환을 감소시킬수 있다는 Kamal(1997)의 결과와도 일치하는 것이며 비약물적 치료인 체중의 감소로 어느정도 혈압이 감소할 수 있다는 사실을 말해주는 것이라 할 수 있다. 혈역동학적으로 혈압의 감소는 혈액량을 직접적으로 감소시켜 심박출량을 감소하는 것과 관련있는 것으로 생각된다. 또 이런 혈압의 감소는 혈관내 혈당량, 지질량, 뇨산량의 감소와 관련이 있는 것으로 보인다(Reisin 등, 1983; Frohlich, 1991). 이런 연구결과는 본 연구가 앞으로 지향해야 할 목표를 제시해주는 것이라 할 수 있다. 즉, 구축된 코호트의 자료를 이용하여 체중감소가 혈압에 미치는 영향을 추구 관찰해야 할 것으로 생각된다.

본 연구는 한국인 악성종양의 발생률 추정 및 관련 위험요인의 규명을 위한 역학적 연구의 일환으로 조사된 자료를 이용하여 혈압과 비만관련 지표들을 측정하여 비만지표와 혈압과의 관련성을 규명하고자 한 것이다. 이미 구축된 코호트에서 향후 심혈관 질환으로 인한 사망과 고혈압과의 사망률과의 관련성, 비만지표들과 사망률과의 관련성 등을 추적조사하여 비만과 심혈관질환, 고혈압, 대사성 질환 등의 관련성의 정도를 규명하는 연구와 고혈압의 비약물적 치료로서 체중감소의 효과를 평가하는 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

결 론

본 연구는 한국인 악성종양의 발생률 추정 및 관련 위험요인 규명을 위한 역학적 연구에서 조사지역인 충주시 인근 지역주민 중 30세 이상인 성인을 조사대상으로 하여 설문조사와 검진, 신체계측을 하여 조사가 완료된 1,197명을 대상으로

하여 비만관련지표와 혈압과의 관련성을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 고혈압군과 정상혈압군으로 나누어 비만관련 지표들을 비교하였을 때 모두 고혈압군에서 높은 결과를 보였으며 그 차이는 통계학적으로도 의미있는 결과를 보였다.
2. 비만관련 지표와 혈압과의 상관성에서는 남자에서 수축기 혈압과 이완기 혈압은 중심성 비만을 반영하는 지표인 WC와의 상관성이 가장 크며, 여자에서는 BMI가 수축기 및 이완기 혈압과의 상관성이 가장 큰 결과를 보였다.
3. 연령을 보정한 후의 비차비는 비만관련 지표중 남자에서는 체지방이 증가 할수록 고혈압에 이환될 비차비가 가장 크며 다음이 BMI, WC의 순으로 나타났다. 여자에서는 BMI의 비차비가 가장크며, WC, WHR의 순이었다.
4. 연령, 음주, 흡연, 교육정도 등을 모두 보정한 경우에는 연령만을 보정하였을 경우보다 비차비가 작아지는 경향을 보였고, 남자에서는 체지방률의 비차비, 여자에서는 BMI의 비차비가 가장 크게 나왔다.

이런 결과를 종합할 때 BMI와 체지방량을 줄이면 고혈압의 유병률을 줄일 수 있으며 이로 인해 건강증진을 도모할 수 있고, 이는 공중보건학적으로 상당히 의미있는 일이 될 것으로 생각된다. 이를 근거로 하여 생활습관(life-style) 특히, 식이 습관, 신체적 활동 등과 고혈압과의 연관성을 규명하는 연구가 진행되어야 하며 비만과 고혈압을 동시에 갖고 있는 대상에서 약물적 치료와 동시에 체중감소 프로그램을 병행한 고혈압치료법이 시도되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 서효숙, 이창희, 박혜순, 김칠준. 비만을 나타내는 몇 가지 지수와 혈압과의 상관관계. *가정의학회지* 1993; 14(8-9): 594-600
- 이성국, 천병렬, 박경민, 노윤경, 정진욱, 예민해. 장기체중 변동과 관상동맥질환 위험요인관의 관련성. *한국역학회지* 1993; 15(2): 132-148
- 일본비만학회. 비만증, 진료·치료·지도 지침서. *비만증진료지침서 편집위원회* 1993
- Korke A, Bergmann M, Klipstein-Grobusch K, Boeing H. Obesity, body fat distribution and body build: Their relation to blood pressure and prevalence of hypertension. *Int J Obes* 1998; 22: 1062-1070
- Benfante R, Reed D, Frank J. Do coronary heart disease risk factors measured in the elderly have the same predictive roles as in the middle aged? Comparison of relative and attributable risk. *Ann Epidemiol* 1992; 2: 273-282
- Bots ML, Grobbee DE, Hofman A. A High blood pressure in the elderly. *Epidemiol Rev*. 1991; 13: 294-314
- Dowse GK, Zimmet PZ, Gareeb H, Alberti KGMM, Tuomilehto J, Finch CF, Chitson P, Tulsidas H. Abdominal obesity and physical and physical inactivity as risk factors for NIDDM and impaired glucose tolerance in Indian, Creole and Chinese Mauritians. *Diabetes Care*. 1991; 14: 271-282
- Eliahou HE. Body weight reduction necessary to attain normotension in the overweight hypertensive patient. *Int J Obes*. 1982; 5: 79-81
- Ferrario M, Carpenter MA, Chambliss Le. Reliability of body fat distribution measurements. The ARIC study baseline cohort results. *Int J Obes* 1995; 19: 449-457
- Flack JM, Sowers JR. Epidemiology and clinical aspects of insulin resistance and hyperinsulinemia. *Am J Med* 1991; 91(S1): s1-s11
- Frolich ED. Obesity and hypertension: Hemodynamic aspects. *Ann Epidemiol* 1991; 1: 287-293
- Frolich ED, Fifford R Jr, Horan M, Kaplan NM, Maxwell MH, Payne G, Rocella EJ, Shapiro AP, Weiss S, Bowler AE. Nonpharmacologic approaches to the control of high blood pressure: Report of the Subcommittee on Nonpharmacologic Therapy of the Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension* 1984; 8: 444-467
- Fuller NJ, Jebb SA, Goldberg GR, Pullicino E, Adams C, Cole TJ, Elia M. Inter-observer variability in the measurement of body composition. *Eur J Clin Nutr* 1991; 45: 43-49
- Piccirillo G, Vetta F, Viola E, Santagada E, Ronzoni S, Cacciafesta M and Marigliano V. Heart rate and blood pressure variability in obese normotensive subjects. *Int J Obes* 1998; 22: 741-750
- Hennes MMI, O'Saughnessy IM, Kelly TM, LaBelle P, Egan BM, Kisseeah AH. Insulin-resistance lipolysis in abdominally obese hypertensive individuals. *Hypertension* 1996; 28: 120-126
- Jousilahti P, Tuomilehto J, Vartiainen, Pekknen J, Puska P. Body weight, cardiovascular risk factors, and coronary mortality. 15-year follow-up of middle-aged men and women in eastern Finland. *Circulation* 1996; 93: 106-113
- Kamal H, Masaki J, David Curb, Darryl Chiu, Helen Petrovitch, Beatriz L. Rodriguez. Association of body mass index with blood pressure in elderly Japanese American men: The Honolulu heart program. *Hypertension* 1997; 29: 673-677
- Ko GTC, Chan JCN, Woo J, et al. Simple anthropometric indexes and cardiovascular risk factors in Chinese. *Int J Obes* 1997; 21: 995-1001
- Koichi H. Body mass index as an independent indicator of BP in normotensive Japanese. *Diabetes research & clinical practice* 1990; 10: 173-178
- Landsberg L. Diet & the sympathetic nervous system relationship to hypertension. *Int J Obes* 1981; 5: 79-81
- Marks GE, Habicht HP, Mueller WH. Reliability, dependability, and precision of anthropometric measurements. The Second National Health and Examination Survey 1976-1980. *Am J Epidemiol* 1989; 130: 578-587
- Mujais SK. Hypertension in obese patients: hemodynamics & volume studies. *Hypertension* 1982; 4: 84-92
- Pollare T, Lighel H, Berne C. Insulin resistance is a characteristic feature of primary hypertension independent of obesity. *Metabolism* 1990; 39: 167-174
- Pouliot MC, Despres JP, Lemieux S, Moorjani S, Bouchard C, Tremblay A, Nadeau A, Lupien PJ. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardiol* 1994; 73: 460-468
- Resin E, Frolich ED, Messerli FH, Dreslinski GR, Dunn FG, Jones MM, Baston HM Jr. Cardiovascular changes after weight reduction in obesity hypertension. *Ann Intern Med* 1983; 98: 315-319
- Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am*

- J Clin Nutr* 1996; 64(suppl): 423S-427S
- Ruderman NB. The metabolically obese normal weight individual. *Am J clin Nutr* 1981; 40: 413-420
- Seidell JCM Verschuren WM, van Leer EM, Kromhoutd. Overweight, underweight, and mortality. A prospective study of 48287 men and women. *Arch Intern Med* 1996; 156:958-963
- Stamler J, Stalmer R, Neaton JD. Blood pressure, systolic and diastolic, and cardiovascular risks: US population data. *Arch Intern Med* 1993; 153: 598-615
- The Lipid Research Clinics Population Studies Data Book, Volume I : The Prevalence Study. Washington, DC:US GPO: US Department of Health. Education and Welfare publication NIH; 1979: 79-1257
- Whelton PK. Epidemiology of hypertension. *Lancet* 1997; 344: 101-106