

비만도와 신체활동이 성인의 고혈압에 미치는 영향

박선주¹ · 이건순² · 이해정^{1*}

¹을지대학교 식품영양학과, ²국립한국농수산대학 교양공통학과

The Effects of the Obesity and Physical Activity on the Prevalence of Hypertension in Korean Adults

Seon-Joo Park¹, Gun-Soon Lee² and Hae-Jeung Lee^{1*}

¹Dept. of Food & Nutrition, Eulji University, Seongnam 461-716, Korea

²Dept. of General Education, Korea National College of Agriculture & Fisheries, Jeonju 560-500, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to assess joint effect of body mass index (BMI) and physical activity with risk of hypertension in middle-aged Koreans. The effects of BMI and physical activity on risk of hypertension were studied using data set of 10,020 subjects aged 40~69 years in a Korean Genome and Epidemiology Study (KoGES). About 31.8% of men and 30.2% of women had hypertension. Higher BMI was associated with increased risk of hypertension in men and women. However, diverse association of physical activity with hypertension was only detected in women. Inactive women with a BMI \geq 25 were more likely to have hypertension than active women with a BMI $<$ 23 (ORs=3.96, 95% CI; 2.77~5.67). The present study indicates that regular physical activity and weight control can reduce risk of hypertension in Korean middle-aged women.

Key words : Physical activity, body mass index, hypertension

서 론

고혈압은 한국인에게 많이 발생하는 만성질환으로 2013년 국민건강영양조사에 의하면 30세 이상의 성인의 고혈압 유병률은 30.4%(남자 34.2%, 여자 26.9%)였으며, 표준화 유병률은 2007년 24.6%에서 2013년 27.3%로 2.7% 증가하였다(Korea Centers for Disease Control and Prevention 2014). 또한 2013년 사망원인통계에 의하면 10만명당 고혈압성 질환으로 인한 사망률은 남자 5.9명, 여자 12.8명이었으며, 허혈성 심장질환으로 인한 사망률은 남자 28.3명, 여자 25.4명으로 보고되었다(Korea National Statistical Office 2014). 혈압은 심혈관계 질환에 밀접한 연관성을 가지고 있는데, 연령이 증가함에 따라 높은 말초혈관 저항과 심박출량의 감소로 증가하는 경향을 나타낸다(Chobanian AV *et al* 2003).

고혈압은 한 번 발생하면 노년기까지 계속 지속되므로 지속적인 관리와 예방이 필요하다. 특히 비만은 고혈압과 함께 심혈관 질환의 위험인자로 알려져 있는데, 신체활동 저하로 인한 비만의 증가는 고혈압 및 심혈관 질환 등의 발병률을 증가시킨다(Li TY *et al* 2006). 비만은 모든 만성질환의 위험

요인으로 알려져 있는데, 비만 중 특히 복부비만을 가지고 있으면서 신체활동을 하지 않는 남자와 여자 모두 심혈관계 질환의 위험도가 높아졌다(Arsenault BJ *et al* 2010). 한국인의 경우에도 다른 대사증후군 위험요인이 없더라도 비만인 경우에는 고혈압의 위험도가 증가하였다(Lee SK *et al* 2013).

현대 사회로 발전하면서 신체 활동량은 점점 감소하고 있다. 미국심장협회(American Heart Association, AHA)는 여자들에게 심혈관 질환 예방을 위해서는 하루 30분씩 매일 중등도의 운동(빠른 걷기)을 권장하고 있으며, 체중을 줄이거나 유지해야 하는 경우에는 하루 60~90분 정도 중등도의 운동을 권하고 있다(Mosca L *et al* 2007). 규칙적인 신체활동은 혈압을 낮추고, 심혈관 질환의 위험도를 감소시킨다고 알려져 있다(Hu G *et al* 2004a; Luepker RV *et al* 1996).

핀란드의 성인 남녀의 경우, 일주일에 한 번 이상의 레저를 통한 활발한 신체 활동은 고혈압의 위험도를 감소시켰으며(Haapanen N *et al* 1997), 미국의 Nurses' Health Study에서도 신체활동의 수준이 증가할수록 관동맥성 심장병(Coronary heart diseases, CHD)의 위험도는 단계적으로 감소하였다(Li TY *et al* 2006).

나이가 많고 비활동적인 여자일지라도 적극적인 신체활동을 하게 되면 심혈관계 질환의 위험도를 줄일 수 있으며(Bassuk SS & Manson JE 2010), 한국의 중년 및 노년기 여자에

*Corresponding author : Hae-Jeung Lee, Tel: +82-31-740-7274, Fax: +82-31-740-7370, E-mail: skysea@eulji.ac.kr

서도 지속적인 신체활동과 유산소 운동을 한 경우, 혈압 감소, 체중 및 지질 개선, 스트레스 감소 등의 효과를 보였으며 (Kim E & Kim JS 2014; Kim JH 2014), 혈관 탄성이 증가하고, 심박수와 산소섭취량이 감소하는 효과를 보였다(Lim MY *et al* 2009). 현재까지 우리나라의 중년기 이후 성인의 신체활동과 비만의 공동 효과(joint effect)가 고혈압에 미치는 영향에 관한 연구는 거의 이루어지고 있지 않다. 본 연구는 우리나라 중년기 남녀를 대상으로 신체활동과 비만 정도가 각각 또는 공동으로 고혈압에 미치는 영향을 평가하기 위하여 수행되었다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 한국인유전체역학조사사업(Korean Genome and Epidemiology Study: KoGES) 중 2001년부터 시작된 지역사회코호트(안성, 안산코호트)에 참여한 40~69세 성인 남·녀를 대상으로 하였다. 총 10,038명의 기반조사 참여자 중 혈압 측정치가 없는 16명을 제외한 10,022명을 대상으로 신체활동 및 비만에 따른 고혈압의 위험도를 평가하였다. 모든 대상자는 사업에 대한 설명을 들은 후 자발적으로 참여 의사를 밝히고 동의서를 작성하였다. 본 연구는 을지대학교 임상시험 심의위원회(IRB)의 승인을 받았다.

2. 측정 항목

1) 혈압 및 고혈압 정의

혈압은 5분 이상 휴식을 취한 후 훈련된 조사원에 의하여 수은혈압계(Baumanometer-Standby; W.A. Baum Co. Inc., New York, USA)를 이용하여 측정하였다. 혈압은 앉은 자세에서 오른쪽과 왼쪽에서 겐 혈압의 평균치를 사용하였으며, 고혈압 환자는 수축기 혈압(systolic blood pressure, SBP)이 140 mmHg 이상이거나, 이완기 혈압(diastolic blood pressure, DBP)이 90 mmHg 이상인 사람 또는 현재 고혈압 약을 먹고 있는 사람으로 정의하였다.

2) 신체활동 및 BMI

신체활동의 종류에 따른 강도는 대사당량(metabolic equivalent, METs)으로 나타내는데, 1 METs는 휴식 시 1분당 체중 1 kg에 대해 산소 3.5 mL를 소모하는 것을 의미한다. 본 연구에서는 신체활동의 정도를 하루 중 안정 상태, 좌식생활, 경동활동, 중동활동, 격한 활동을 하는데 얼마나 시간을 소비하는지를 조사하였다. 예시로 제시된 활동 항목별로 METs 값을 주어 활동별 평균 MET 값을 산출한 후, 활동 시간을 분

으로 환산하여 그 값을 곱하여 MET-minute를 계산하였다 (Ainsworth BE *et al* 1993; Ainsworth BE *et al* 2000).

대상자의 신장과 체중은 0.1 kg, 0.1 cm 단위로 정확하게 측정하였으며, 체질량지수(Body Mass Index, BMI)는 체중(kg)을 신장(m²)으로 나누어서 계산하였다. BMI는 23 미만(정상 체중군), 23~24.9 (과체중군), 25 이상(비만군)의 3군으로 비만도를 분류하였다.

3) 일반사항, 생화학지표

통계 분석을 위한 관련 변수는 다음과 같다. 거주 지역은 안성과 안산으로, 흡연상태는 비흡연자/과거흡연자와 현재 흡연자 두 군으로 분류하였으며, 음주상태는 비음주자/과거 음주자와 현재음주자 두 군으로 분류하였다. 수입은 한 달 150만 원 미만과 150만 원 이상으로 분류하였으며, 교육수준은 초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교 이상으로 나누었다.

모든 대상자는 8시간 공복 후 혈액을 채취하여 공복혈당, 총 콜레스테롤, 고밀도 콜레스테롤 (HDL-cholesterol), 중성지방(triglyceride)을 측정하였으며, 저밀도 콜레스테롤(LDL-cholesterol)은 (총 콜레스테롤 - HDL 콜레스테롤 - [중성지방/5])의 공식으로 계산하였다.

4) 식이조사

평상시 영양소 섭취량은 유전체역학 연구를 위하여 개발한(Ahn Y *et al* 2003) 반정량식품섭취빈도 조사법(SQFFQ : Semiquantitative food frequency questionnaire)을 이용하였다. 설문지는 103개의 음식/식품 항목에 대해서 지난 1년간의 섭취빈도(거의 안 먹음, 월 1회, 월 2~3회, 주 1~2회, 주 3~4회, 주 5~6회, 일 1회, 일 2회, 일 3회)와 1회 평균섭취량(기준량보다 적음, 기준량, 기준량보다 많음)으로 구성되어 있다. 1일 평균 영양소 섭취량은 총 23가지 영양소(에너지, 단백질, 지방, 탄수화물, 섬유소, 회분, 인, 칼슘, 철분, 칼륨, 나트륨, 비타민 A, 레티놀, 카로틴, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 C, 아연, 비타민 B₆, 엽산, 비타민 E, 콜레스테롤)에 대하여 계산하였으며, 103개 항목의 식품/음식의 1일 평균 섭취량을 계산하였다. 식품성분표는 한국인 영양권장량 제 7차 개정판(The Korean Nutrition Society 2000)을 사용하였다.

3. 통계분석

고혈압 환자와 정상군 비교 시 연속변수는 평균과 표준편차를 제시하였으며, 구간변수는 비율로 제시하였다. BMI와 신체활동 간에는 교호작용이 없었으며, BMI에 따른 비만도와 신체활동 수준에 따른 고혈압의 위험도(odds ratios : ORs)에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해서 다변량 로지스틱 회귀분석법(multiple logistic regression)을 이용하였다. 모델

1에서는 연령과 거주지역을 보정하였고, 모델 2에서는 연령, 거주지역, 교육수준, 수입, 음주, 흡연, 고혈압 가족력, 공복혈당, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 중성지방, 총 에너지 섭취량, 나트륨 섭취량, 칼륨 섭취량, 총 채소 섭취량, 총 과일 섭취량, BMI(신체활동 분석 시 포함), 신체활동(BMI 분석 시 포함)을 보정변수로 사용하였다. 고혈압의 가족력은 고혈압과 밀접한 연관성이 있으며, 공복 혈당 및 혈중 지질도 고혈압 유무에 따른 차이를 보여서 보정변수로 사용하였다(Ishikawa-Takata K *et al* 2002; Lee SK *et al* 2013; Song HJ *et al* 2014). 공복혈당, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 중성지방 등 혈액지표 간에는 다중공선성을 보이지 않아서 모두 보정변수에 포함하였다. BMI에 따른 비만도와 신체활동 수준별 고혈압의 위험도를 각각 분석한 후, 비만도와 신체활동에 모두 유의적인 결과를 보인 여자에 대하여 두 요인의 공동 작용을 분석하였다. 모든 분석은 $p < 0.05$ 의 유의수준에서 통계적 유의성을 검증하였으며, 통계분석 패키지는 SAS 9.4(SAS Institute Inc., Cary, NC)를 이용하였다.

결 과

1. 정상군과 고혈압군 일반사항 비교

전체 대상자 중 남자의 31.8%, 여자의 30.2%가 고혈압을 가지고 있는 것으로 나타났다. 고혈압이 있는 사람은 고혈압이 없는 사람에 비해서 남녀 모두 연령, 총 콜레스테롤, 공복혈당 및 중성지방의 수치가 높았으며, 안성지역에 많이 거주하였고, 정상인 사람에 비해 수입과 교육 수준이 낮았다. 남자의 경우는 현재 음주를 하는 사람이, 여자는 비음주자/과거음주자인 사람들이 고혈압 유병률이 높았다. 남자는 고혈압 유무에 따른 영양소나 채소 섭취량에 차이를 보이지 않았으나, 여자는 고혈압인 사람이 에너지와 칼륨, 채소의 섭취량이 정상인 사람에 비해 적었고, 나트륨과 과일 섭취량에서는 차이를 보이지 않았다(Table 1).

2. 비만도와 신체활동 수준에 따른 고혈압 유병률

비만도와 고혈압 유병률과의 관련성을 살펴본 결과, 모델 1에서는 정상체중에 비하여 비만군의 고혈압 위험도가 남녀 각각 2.78배, 3.18배 증가하였으며, 추가적으로 변수를 보정한 모델 2에서도 고혈압의 위험도가 남녀 각각 2.60배, 2.59배 증가하였다(p for trend = < 0.0001).

신체활동 수준과 고혈압 유병률과의 관련성을 살펴본 결과, 여자는 신체활동이 가장 높은 군에 비하여 가장 낮은 군의 고혈압 위험도가 1.32배(95% CI; 1.06~1.63, p for trend = 0.016) 증가하였으나, 남자의 경우 신체활동과 고혈압과는 아무런 상관성을 보이지 않았다(Table 2).

3. 비만도와 신체활동의 공동효과에 따른 고혈압 위험도 비교

여자에게서 신체활동 정도와 비만의 공동 효과를 보기 위해서, BMI는 정상이면서 신체활동은 가장 높은 군을 기준군으로 두고, 비만도와 신체활동 수준별로 총 12군으로 나누어 군별 고혈압 위험도를 비교하였다. BMI는 정상이고 신체활동은 가장 높은 기준군에 비하여 BMI는 정상이고 신체활동은 가장 낮은 군의 고혈압 위험도는 1.48배 증가하였으며, BMI는 25이상인 비만군이고 신체활동은 가장 높은 군은 기준군에 비해서 고혈압의 위험도가 3.11배, 비만군이면서 신체활동은 가장 낮은 군은 위험도가 3.96배 증가하였다(Fig. 1).

고 찰

본 연구는 한국인 중년 남녀에게서 신체활동과 비만 정도가 각각 또는 공동 효과에 의해 고혈압에 어떤 영향을 미치는지 파악하기 위하여 수행하였다. 다변량 분석 모델에서 남녀 모두 BMI가 증가할수록 고혈압 위험도가 증가하였다. 여자의 경우, 신체활동이 감소할수록 고혈압이 증가하였는데, 이러한 경향은 남자에게서는 나타나지 않았다. 여자에게서 비만과 신체활동 간의 공동 효과가 고혈압에 미치는 영향을 보았을 때, 모든 체중군에서 신체활동이 감소할수록 고혈압의 위험도가 증가하였고, 비만도가 높은 군일수록 고혈압의 위험도는 더욱 높아졌다.

비만과 신체활동 부족은 고혈압 및 심혈관계 질환의 위험도를 높이는 인자이기도 하지만, 조절 가능한 생활습관이기도 하다(Mosca L *et al* 2007; Myers J *et al* 2015). 비만이 고혈압을 일으키는 대사 기전에 대해서는 교감신경계의 작용, 혈장 레닌-안지오텐신 시스템의 활성화, 인슐린 저항성과 염증, 랩틴과 뉴로펩티드 등이 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Kotsis V *et al* 2010; Vaneckova I *et al* 2014). 본 연구에서는 남녀 모두 비만이 증가할수록 고혈압의 위험도도 증가하였는데, 에티오피아, 베트남, 인도네시아 남녀를 대상으로 BMI가 고혈압에 미치는 영향을 보았을 때, BMI가 낮은 군에 비해 BMI 25 이상인 사람의 고혈압 위험도는 에티오피아 2.47배, 베트남 2.67배, 인도네시아 7.64배 증가하였고(Tesfaye F *et al* 2007), 일본인 남자에서는 BMI가 3씩 증가할수록 고혈압의 위험도도 계속 증가함을 보였다(Ishikawa-Takata K *et al* 2002).

총 52개국, 262센터에서 INTERHEART 연구에 참여한 15,152명의 심근경색 질환자와 14,820명의 정상인을 비교하였을 때, 모든 성별과 연령에서 규칙적인 신체활동은 심근경색의 위험도를 0.86배 정도 감소시키는 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 여자에게서 더욱 유의적으로 나타났으나(Yusuf

Table 1. Characteristics of participants

Variables	Men			Women		
	No hypertension ¹⁾ (n=3,243)	Hypertension (n=1,511)	<i>P</i> value ²⁾	No hypertension (n=3,676)	Hypertension (n=1,592)	<i>P</i> value
Socioeconomic variables						
Age (year)	50.8± 8.6 ³⁾	54.2± 8.8	<.0001	50.5± 8.6	57.6± 8.1	<.0001
Area (%)						
Ansung	62.4	37.6	<.0001	61.5	38.5	<.0001
Ansan	73.4	26.6		79.0	21.0	
Income (%)						
<1,500,000 won/month	63.3	36.7	<.0001	61.9	38.1	<.0001
≥1,500,000 won/month	72.2	27.8		80.7	19.3	
Education (%)						
Elementary school	61.2	38.8	<.0001	57.4	42.6	<.0001
Middle school	66.1	33.9		74.7	25.3	
High school	72.0	28.0		84.7	15.3	
College or higher degree	70.8	29.2		83.4	16.6	
Health related variables						
Smoking (%)						
Non/ex-smoker	65.1	34.9	0.0004	63.0	37.0	0.0803
Current smoker	70.1	29.9		70.0	30.0	
Drinking (%)						
Non/ex-drinker	71.5	28.5	0.0017	67.7	32.3	<.0001
Current drinker	66.9	33.1		76.1	23.9	
Body mass index (kg/m ²)						
<23	75.7	24.3	<.0001	81.7	18.3	<.0001
23~24.9	71.5	28.5		75.2	24.8	
≥25	59.5	40.5		59.4	40.6	
Physical activity (%)						
Q1 (lowest)	69.7	30.3	0.0118	68.3	31.7	<.0001
Q2	69.9	30.1		74.1	25.9	
Q3	68.9	31.1		72.7	27.3	
Q4 (highest)	64.4	35.6		64.0	36.0	
Blood pressure and biochemical variables						
Systolic blood pressure (mmHg)	114.2± 10.7	139.5± 15.4	<.0001	111.9± 12.1	142.6± 16.5	<.0001
Diastolic blood pressure (mmHg)	76.7± 7.4	92.9± 8.8	<.0001	73.7± 8.2	90.9± 9.7	<.0001
Fasting glucose (mg/dl)	88.6± 23.4	92.6± 24.9	<.0001	83.4± 17.1	88.9± 23.4	<.0001

Table 1. Continued

Variables	Men			Women		
	No hypertension ¹⁾ (n=3,243)	Hypertension (n=1,511)	P value ²⁾	No hypertension (n=3,676)	Hypertension (n=1,592)	P value
Blood pressure and biochemical variables						
Total cholesterol (mg/dl)	189.7± 35.0	194.2± 37.8	<.0001	187.5± 34.3	199.7± 36.6	<.0001
HDL-cholesterol (mg/dl)	43.6± 10.0	43.7± 10.1	0.7486	46.2± 9.9	44.3± 10.2	<.0001
LDL-cholesterol (mg/dl)	114.4± 32.3	113.6± 35.1	0.4306	114.4± 30.0	121.7± 32.9	<.0001
Triglyceride (mg/dl)	167.6± 110.4	199.0± 134.2	<.0001	137.5± 79.2	174.6± 100.2	<.0001
Dietary variables						
Energy (kcal/day)	2,029.6± 667.2	2,040.1± 707.1	0.6256	1,917.2± 731.2	1,819.8± 741.1	<.0001
Potassium (mg/day)	2,552.7± 1,135.4	2,596.9± 1,189.5	0.2260	2,584.8± 1,294.6	2,404.7± 1,235.0	<.0001
Sodium (mg/day)	3,371.9± 1,691.8	3,441.6± 1,668.1	0.1910	3,045.3± 1,613.0	2,957.9± 1,663.4	0.0792
Vegetables (g/d) ⁴⁾	125.3± 122.1	129.0± 118.4	0.3287	142.3± 140.9	122.3± 117.9	<.0001
Fruits (g/d)	221.5± 267.5	241.4± 317.2	0.0265	310.4± 380.3	301.2± 352.5	0.421

HDL : High-density lipoprotein, LDL : Low-density lipoprotein, Q : Quartile.

¹⁾ Hypertension prevalence was defined as having a systolic pressure of 140 mmHg (or higher) or diastolic pressure of 90 mmHg (or higher) at the baseline examination or the use of antihypertensive medicine.

²⁾ *t*-test was used continuous variables and χ^2 test for categorical variables.

³⁾ Means±S.D.(standard deviation).

⁴⁾ Vegetables didn't include *kimchi* and salt fermented vegetables.

S *et al* 2004), 본 연구에서는 여자에게서만 이러한 경향을 보였다. 54개의 무작위 대조군 자료를 분석한 메타 연구에서도 유산소 운동을 한 경우, 수축기 혈압과 이완기 혈압이 모두 감소하였으며(Whelton SP *et al* 2002), 미국에서 55~75세의 남녀 대상자에게 6개월 간 유산소운동과 저항력운동을 시켰을 때, 이완기 혈압과 비만은 감소하고, 근육량은 증가하였다(Stewart KJ *et al* 2005). 우리나라에서도 고혈압이 있는 중년 여자에게 정기적인 유산소 운동(Lim MY *et al* 2009; Oh SI *et al* 2009)과 시니어 에어로빅(Kim KH 2013)은 혈압 감소 효과가 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서 BMI와 신체활동의 공동 효과를 분석 시 체중이 정상(BMI 23 미만)이고 가장 활동량이 많은 여자에 비해 비만(BMI 25 이상)이면서 비활동적인 여자의 고혈압의 위험도를 약 3.96배 증가하였다. 이러한 결과는 다른 연구에서도 동일하게 나타났는데, 미국의 여성건강연구(Women's Health Study, WHS)에서도 BMI가 30이상이고, 비활동적인 사람이 BMI가 25 미만이고 활동적인 사람에 비해서 CHD의 위험도가 2.53배 증가하였으며(Weinstein AR *et al* 2008), Nurses' Health Study에서도 BMI가 25 미만이고 일주일에 3.5시간 이상 운동을 하는 여자에 비해 BMI가 30 이상이고 정적인 사람(1주일에 1시간미만으로 운동)의 CHD 위험도가 3.44배 높아

졌다(Li TY *et al* 2006). 오스트레일리아에서도 BMI가 25미만이고 활동적인 여자에 비해 BMI가 30 이상이고 정적인 여자의 고혈압 위험도가 4.91배 높았으며(Jackson C *et al* 2014), 핀란드의 25~64세의 성인 남녀를 대상으로 한 연구에서는 BMI가 25 이상이고 활동량이 가장 낮은 사람에 비해 BMI가 25 미만이고 활동량이 가장 높은 사람의 고혈압 위험도가 남자는 56%, 여자는 46% 감소함을 보였다(Hu G *et al* 2004a).

비만이 심혈관 질환에 미치는 부정적 효과에 대한 신체활동의 영향은 아직 명확하지 않으나, 지방세포에서 나오는 프로트롬빈 인자의 나쁜 영향을 직접 감소시키거나, 없애는 역할을 하는 것으로 보인다(Powers SK *et al* 2002). 그러나 신체 활동이 증가한다고 하더라도 BMI가 증가하면 고혈압의 위험도는 증가함을 보여, 신체활동이 비만에 의한 고혈압의 위험도를 완전히 제거하지 못하는 것으로 보인다. 이러한 공동 효과에 따른 결과는 다른 연구에서도 동일하게 보고되었다(Hu G *et al* 2004b; Jackson C *et al* 2004).

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 신체활동 정도를 설문지로 조사하여서 대상자의 기억에 의존한 정보를 통해 신체 활동 정도를 평가하였다. 즉, 계보기나 활동량 측정기 등 기기를 통한 정확한 신체활동량을 정확하게 측정할 수 없었다. 둘째, 설문지의 신체활동의 항목이 5가지 분류(안정 상태,

Table 2. Odds ratios for the association between each of BMI and physical activity and hypertension¹⁾

Categories		Total No.	No. of cases	Odds ratios (95%CI) Model 1	Odds ratios (95%CI) Model 2	
Body mass index (kg/m ²)						
Men	<23	1,622	394	1.00	1.00	
	23~24.9	1,269	362	1.48 (1.25~1.76)	1.38 (1.14~1.68)	
	≥25	1,863	755	2.78 (2.38~3.25)	2.60 (2.16~3.13)	
<i>P</i> value for trend				<.0001	<.0001	
Women	<23	1,512	277	1.00	1.00	
	23~24.9	1,333	331	1.56 (1.28~1.89)	1.43 (1.15~1.78)	
	≥25	2,423	984	3.18 (2.69~3.75)	2.59 (2.14~3.13)	
<i>P</i> value for trend				<.0001	<.0001	
Physical activity		MET-minute range				
Men	Q4 (highest)	2,486 ≤	1,188	765	1.00	1.00
	Q3	1,456 ≤ ~ <2,486	1,189	819	1.05 (0.88~1.27)	1.11 (0.90~1.36)
	Q2	937 ≤ ~ <1,456	1,189	831	1.12 (0.92~1.37)	1.07 (0.86~1.34)
	Q1 (lowest)	<937	1,188	828	1.07 (0.89~1.29)	1.03 (0.83~1.28)
<i>P</i> value for trend				0.381	0.783	
Women	Q4 (highest)	2,257 ≤	1,317	474	1.00	1.00
	Q3	1,342 ≤ ~ <2,257	1,317	360	1.14 (0.94~1.37)	1.12 (0.90~1.39)
	Q2	866 ≤ ~ <1,342	1,322	342	1.12 (0.92~1.36)	1.14 (0.92~1.43)
	Q1 (lowest)	<866	1,312	416	1.24 (1.03~1.48)	1.32 (1.06~1.63)
<i>P</i> value for trend				0.029	0.016	

¹⁾ Hypertension prevalence was defined as having a systolic pressure of 140 mmHg (or higher) or diastolic pressure of 90 mmHg (or higher) at the baseline examination or the use of antihypertensive medicine.

Model 1: adjusted for age and area, model 2: adjusted for age, area, education, income, alcohol consumption, smoking, family history of hypertension, fasting glucose, HDL-C, LDL-C, triglycerides, energy intake, potassium intake, sodium intake, vegetables intakes, fruits intakes, physical activity (in the BMI analysis) and BMI (in the physical activity analysis).

좌식생활, 경동활동, 중동활동, 격한 활동)로만 나뉘어 있어서 일상생활을 포함한 전반적인 신체활동 정도는 평가할 수 있었으나, 걷기나 달리기 등 운동 종목별 소비 시간은 평가할 수 없었다는 점이다. 셋째, 식이조사도구로 FFQ를 사용하였는데, 제시된 식품항목에 대해서만 응답할 수 있고, 레시피에 양념류에 대한 반응이 되어 있지 않아서 나트륨 섭취량이 실제보다 낮게 평가되었다는 점이다. 나트륨 섭취는 고혈압과 밀접한 연관성을 가지고 있어서 비만도와 신체활동에 따른 나트륨의 섭취의 차이와 고혈압과 연관성이 있는지를 보고자 하였으나, 정확한 나트륨 섭취상태 평가가 어려워 제시하지 못하였다.

그러나 본 연구는 한국의 중년 성인을 대상으로 비만과 신체활동이 각각 고혈압에 미치는 영향뿐 아니라, 공동 효과

를 평가한 최초의 연구이며, 우리나라 중년 이후의 남자는 비만이, 여자는 비만과 신체활동이 각각 그리고 공동적으로 고혈압과 밀접한 관련이 있음을 밝혔다.

본 연구를 통해 중년 이후 여자에게 있어서 높은 BMI와 낮은 신체 활동 수준은 고혈압의 위험도를 높이는 주요 원인이었고, 비만으로 인한 고혈압의 위험은 신체활동의 증가로 약간은 감소하나, 완전히 약화시킬 수는 없었다. 비만이나 과체중인 중년 여자가 고혈압의 위험도를 감소시키기 위해서는 중등도의 신체 활동을 통하여 혈압을 감소시킬 뿐 아니라, 체지방 감소 등의 체중조절을 하는 것이 매우 중요한 것으로 사료된다.

요약 및 결론

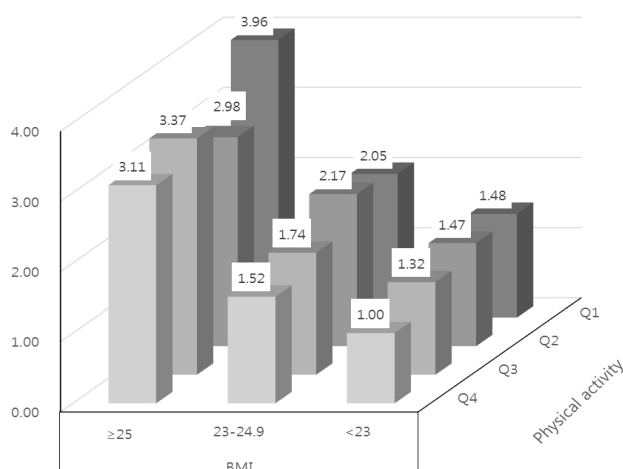


Fig. 1. Odds ratios for the joint effect of BMI and physical activity on hypertension in women.

Adjusted for age, area, education, income, alcohol consumption, smoking, exercise, family history of hypertension, fasting glucose, HDL-C, LDL-C, triglycerides, energy intake, potassium intake, sodium intake, vegetables intake and fruits intake.

본 연구에서는 한국의 중년 성인을 대상으로 BMI와 신체 활동이 각각 또는 공동 효과를 통해 고혈압에 미치는 영향을 규명하기 위하여 수행되었다.

1. 다변량 분석 결과, 남녀 모두 BMI가 증가함에 따라 고혈압의 위험은 증가하였다.
2. 여자의 경우, 신체활동이 증가할수록 고혈압의 위험도는 감소하였으나, 남자에게서는 그러한 경향이 나타나지 않았다.
3. BMI와 신체활동과의 공동 효과 분석에서는 정상 체중이면서 신체활동이 높은 사람에 비해 BMI가 높아지고 신체활동이 낮아질수록 위험도는 높아졌으며, 신체활동의 증가는 BMI에 의한 고혈압 위험도의 증가를 약화시키지 못했다. 이상의 결과로 중년 이후의 여자가 효과적으로 고혈압의 위험도를 감소시키기 위해서는 정상 체중 유지와 적극적인 신체활동이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 한국식품연구원 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahn Y, Lee J, Cho N, Shin C, Park C, Oh B, Kimm K (2003) Validation and calibration of semi-quantitative food frequency questionnaire - with participants of the Korean Health and Genome Study-. *Korean J Community Nutr* 9: 173-182.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR, Montoye HJ, Sallis JF, Paffenbarger RS (1993) Compendium of physical activities - Classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sport Exer* 25: 71-80.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, O'Brien WL, Bassett DR, Schmitz KH, Emplacourt PO, Jacobs DR, Leon AS (2000) Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sport Exer* 32: S498-S516.
- Arsenault BJ, Rana JS, Lemieux I, Despres JP, Kastelein JJP, Boekholdt SM, Wareham NJ, Khaw KT (2010) Physical inactivity, abdominal obesity and risk of coronary heart disease in apparently healthy men and women. *Int J Obes* 34: 340-347.
- Bassuk SS, Manson JE (2010) Physical activity and cardiovascular disease prevention in women: A review of the epidemiologic evidence. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 20: 467-473.
- Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL, Jones DW, Materson BJ, Oparil S, Wright JT, Roccella EJ (2003) The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure - The JNC 7 report. *JAMA- J Am Med Assoc* 289: 2560-2572.
- Haapanen N, Miilunpalo S, Vuori I, Oja P, Pasanen M (1997) Association of leisure time physical activity with the risk of coronary heart disease, hypertension and diabetes in middle-aged men and women. *Int J Epidemiol* 26: 739-747.
- Hu G, Barengo NC, Tuomilehto J, Lakka TA, Nissinen A, Jousilahti P (2004a) Relationship of physical activity and body mass index to the risk of hypertension: A prospective study in Finland. *Hypertension* 43: 25-30.
- Hu G, Tuomilehto J, Silventoinen K, Barengo W, Jousilahti P (2004b) Joint effects of physical activity, body mass index, waist circumference and waist-to-hip ratio with the risk of cardiovascular disease among middle-aged Finnish men and women. *Eur Heart J* 25: 2212-2219.
- Ishikawa-Takata K, Ohta T, Moritaki K, Gotou T, Inoue S (2002) Obesity, weight change and risks for hypertension, diabetes and hypercholesterolemia in Japanese men. *Eur J Clin Nutr* 56: 601-607.
- Jackson C, Herber-Gast GC, Brown W (2014) Joint effects of physical activity and BMI on risk of hypertension in women: A longitudinal study. *J Obes* <http://dx.doi.org/10.1155/2014/271532> Accessed November 5, 2015.

- Kim E, Kim JS (2014) The influence of breathing training gymnastics on a change in blood pressure, blood lipid, and stress of middle-aged women with stage 1 hypertension. *Exer Sci* 23: 129-138.
- Kim JH (2014) The effect of Tai Chi Chuan training on the automatic cardiac nerve activity and blood pressure in elderly women with hypertension. *Official J Korean Soc Dance Sci* 31: 157-168.
- Kim KH (2013) The effects of regular senior aerobic exercise on resting bloods pressure and cardiovascular responses of in older women with hypertension. *J Korean Phys Educ Assoc Girls and Women* 27: 179-192.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention (2014) 2013 The Statistical of Health related Behavior and Chronic Diseases. pp52-53.
- Korea National Statistical Office (2014) Causes of Death Statistics in 2013. <http://kostat.go.kr>. Accessed May 11, 2015.
- Kotsis V, Stabouli S, Papakatsika S, Rizos Z, Parati G (2010) Mechanisms of obesity-induced hypertension. *Hypertens Res* 33: 386-393.
- Lee SK, Kim SH, Cho G-Y, Baik I, Lim HE, Park CG, Lee JB, Kim YH, Lim SY, Kim H, Shin C (2013) Obesity phenotype and incident hypertension: A prospective community-based cohort study. *J Hypertens* 31: 145-151.
- Li TY, Rana JS, Manson JE, Willett WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Rexrode KM, Hu FB (2006) Obesity as compared with physical activity in predicting risk of coronary heart disease in women. *Circulation* 113: 499-506.
- Lim MY, Lee K-S, Shin H-S (2009) The effects of 10 weeks aerobic exercise on blood pressure, vascular compliance and double product in hypertensive middle-aged women with antihypertensive agent. *Korean Soc Sports Sci* 18: 901-909.
- Luepker RV, Johnson SB, Breslow L, Chobanian AV, Davis CE, Duling BR, Kumanyika S, Lauer RM, Lawson P, McBride PE, Oparil S, Prineas RJ, Washington RL (1996) Physical activity and cardiovascular health. *J Am Med Assoc* 276: 241-246.
- Mosca L, Banka CL, Benjamin EJ, Berra K, Bushnell C, Dolor RJ, Ganiats TG, Gomes AS, Gornik HL, Gracia C, Gulati M, Haan CK, Judelson DR, Keenan N, Kelepouris E, Michos ED, Newby LK, Oparil S, Ouyang P, Oz MC, Petitti D, Pinn VW, Redberg RF, Scott R, Sherif K, Smith SC, Jr., Sopko G, Steinhorn RH, Stone NJ, Taubert KA, Todd BA, Urbina E, Wenger NK (2007) Evidence-based guidelines for cardiovascular disease prevention in women: 2007 update. *Circulation* 115: 1481-1501.
- Myers J, McAuley P, Lavie CJ, Despres JP, Arena R, Kokkinos P (2015) Physical activity and cardiorespiratory fitness as major markers of cardiovascular risk: Their independent and interwoven importance to health status. *Prog Cardiovasc Dis* 57: 306-314.
- Oh SI, Hwang JH, Cho JH (2009) The effect of 10 weeks' aerobic exercise upon blood related components of middle aged obese women with hypertension and diabetes. *J Korean Phys Educ Assoc Girls and Women* 23: 11-21.
- Powers SK, Lennon SL, Quindry J, Mehta JL (2002) Exercise and cardioprotection. *Curr Opin Cardiol* 17: 495-502.
- Song HJ, Paek YJ, Choi MK, Lee HJ (2014) Gender differences in the relationship between risk of hypertension and fruit intake. *Prev Med* 67: 154-159.
- Stewart KJ, Bacher A, Turner KL, Fleg JL, Hees PS, Shapiro EP, Tayback M, Ouyang P (2005) Effect of exercise on blood pressure in older persons - A randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 165: 756-762.
- Tesfaye F, Nawi NG, Van Minh H, Byass P, Berhane Y, Bonita R, Wall S (2007) Association between body mass index and blood pressure across three populations in Africa and Asia. *J Hum Hypertens* 21: 28-37.
- The Korean Nutrition Society (2000) Food composition table in recommended dietary allowances for Koreans 7th revision. Seoul.
- Vaneckova I, Maletinska L, Behuliak M, Nagelova V, Zicha J, Kunes J (2014) Obesity-related hypertension: Possible pathophysiological mechanisms. *J Endocrinol* 223: R63-R78.
- Weinstein AR, Sesso HD, Lee IM, Rexrode KM, Cook NR, Manson JE, Buring JE, Gaziano JM (2008) The joint effects of physical activity and body mass index on coronary heart disease risk in women. *Arch Intern Med* 168: 884-890.
- Whelton SP, Chin A, Xin X, He J (2002) Effect of aerobic exercise on blood pressure: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med* 136: 493-503.
- Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F, McQueen M, Budaj A, Pais P, Varigos J, Liu LS, Investigators IS (2004) Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet* 364: 937-952.