

한국 성인의 고혈압 유병 관련 영양소 섭취 및 생활습관 위험 요인 분석: 2007-2008년 국민건강영양조사 결과 활용

구 슬 · 김영옥¹⁾ · 김미경²⁾ · 윤진숙³⁾ · 박 경[†]

영남대학교 식품영양학과, ¹⁾동덕여자대학교 식품영양학과, ²⁾국립암센터 발암성연구과, ³⁾계명대학교 식품영양학과

Nutrient Intake, Lifestyle Factors and Prevalent Hypertension in Korean Adults: Results from 2007-2008 Korean National Health and Nutrition Examination Survey

Sle Koo, Youngok Kim¹⁾, Mi Kyung Kim²⁾, Jin-Sook Yoon³⁾, Kyong Park[†]

Department of Food and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongsan, Gyeongbuk, Korea

¹⁾Department of Food and Nutrition, Dongduk Women's University, Seoul, Korea

²⁾Division of Carcinogenesis, National Cancer Center, Goyang, Korea

³⁾Department of Food and Nutrition, Keimyung University, Daegu, Korea

Abstract

Hypertension is a well-known risk factor for cardiovascular disease. Previous studies have shown that changes in diet and lifestyle factors can prevent the development of hypertension, but the combined effects of these modifiable factors on hypertension are not well established. The objective of this study is to investigate associations of diet and lifestyle factors, evaluated both individually and in combination, with prevalent hypertension among Korean adults. We analyzed data obtained from the 2007-2008 Korean National Health and Nutritional Examination Survey, a nationwide cross-sectional study using a stratified, multistage probability sampling design. The associations of 12 nutrient intakes and lifestyle factors with risk of hypertension were explored using restricted cubic spline regression and logistic regression models among 6,351 adults. Total energy and several nutrients and minerals, including, calcium, vitamin A, vitamin C, and sodium, showed non-linear relationships with the risk of prevalent hypertension. In multivariate logistic regression models, dietary score, obesity and alcohol intake were independently associated with the risk of prevalent hypertension, but smoking and physical activity were not. Overall, participants whose dietary habits and lifestyle factors were all in the low-risk group had 68% lower prevalence of hypertension (OR: 0.32, 95 CI: 0.14-0.74) compared to those who were at least one in the high-risk group of any dietary or lifestyle factors. The result suggests that combined optimal lifestyle habits are strongly associated with lower prevalence of hypertension among Korean adults. (*Korean J Community Nutr* 17(3) : 329-340, 2012)

KEY WORDS : hypertension · lifestyle factors · Korean adults

서 론

고혈압은 우리나라 성인의 사망 원인 중 높은 순위를 차지

접수일: 2012년 4월 24일 접수

수정일: 2012년 5월 31일 수정

채택일: 2012년 6월 15일 채택

*This research was supported by grants from Korea Centers for Disease Control & Prevention (2011E3500900)

[†]Corresponding author: Kyong Park, Department of Food & Nutrition, Yeungnam University, 214-1 Dae-dong, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-749, Korea

Tel: (053) 810-2879, Fax: (053) 810-4768

E-mail: kypark@ynu.ac.kr

하고 있는 순환기계 질환의 주요 위험 인자로 알려져 있다 (Stamler 등 1993; Rocchini 2002; Chobanian 등 2003; National Statistical Office 2006; Ministry of Health and Welfare & Korea Centers for Disease Control and Prevention 2010). 최근 연구결과에 따르면 우리나라 인구의 고혈압 유병률은 매우 높은 수준으로, 만 30세 이상 한국인 성인 중 약 30%가 고혈압을 앓고 있다고 보고되었다 (Ministry of Health and Welfare & Korea Centers for Disease Control and Prevention 2010).

다수의 국외 논문에서는 영양소 중 나트륨, 마그네슘, 단 백질, 칼륨, 칼슘, 섬유소 등이 혈압조절에 영향을 미칠 수 있다고 제시하였다 (Whelton 등 1998; Sacks 등 2001;

Whelton 등 2005; Houston & Harper 2008; Lee 등 2008). 특히 나트륨 섭취의 증가는 혈압을 상승시켜 고혈압을 유발할 수 있고, 충분한 양의 섬유소를 섭취하면 고혈압을 예방하는데 효과가 있다고 보고되고 있다. 또한, 최근에는 비 약물학적인 방법으로 고혈압의 발생과 증상의 정도를 효과적으로 감소시킬 수 있다는 다양한 역학 연구결과가 제시되고 있는데(Appel 등 2003; Lee 등 2007; Forman 등 2009), 올바른 식습관(e.g. DASH diet(Dietary Approaches to Stop Hypertension)의 실천, 염분 제한)(Sacks 등 2001), 정상 체중 유지(Stevens 등 2001), 적당량의 알코올 섭취(Thadhani 등 2002), 규칙적인 운동(Nakanishi & Suzuki 2005)등을 유지하면 고혈압의 예방 및 치료에 긍정적인 효과를 보인다고 보고하고 있다. 더 나아가 이러한 식습관 및 생활습관 요인을 단계적으로 조합하여 고혈압 유발 및 예방에 대한 영향을 분석한 결과, 요인들의 복합적인 실천이 고혈압 예방에 대해 시너지 효과를 보일 수 있음이 제시되고 있다(Appel 등 2003; Forman 등 2009). 이는 최근 보고된 Nurses' Health Study 코호트 연구에서도 확인되었는데, 올바른 영양 섭취(DASH diet)와 함께 정상 체중을 유지하고, 활발한 신체활동을 실천하고 있으며 알코올을 하루 0.1~10 g 섭취하는 사람은 그렇지 않은 사람과 비교하여 고혈압 발생률이 58% 더 낮았으며 이는 유의한 결과를 보였다(Forman 등 2009). 또한 과체중이면서 비교적 높은 혈압을(135~159/85~99 mmHg) 가지는 미국인을 대상으로 진행된 임상시험연구에 의하면(Blumenthal 등 2010), DASH diet를 실천함과 동시에 체중조절 및 운동을 중재 조건으로 받은 그룹은 DASH diet만을 중재조건으로 받은 그룹에 비해 혈압이 현저히 감소함을 보였고 동시에 심혈관 건강과 관련된 자율신경계 기능(동맥 맥과 속도, 압박사 민감도 등)이 크게 향상되는 결과를 보였다. 그러나 위에 언급된 바와 같이, 고혈압 위험에 대하여 올바른 식습관 및 생활습관 요인의 복합적인 영향을 분석하기 위해 선행되었던 대부분의 역학연구들은 제외국의 사람들을 대상으로 수행되어 왔고, 한국인을 대상으로 한 연구는 매우 부족하다.

고혈압은 심혈관 질환과 같은 만성질환의 위험 인자로 보고되고 있으며, 우리 나라 인구의 노령화와 함께 그 유병률이 꾸준히 증가할 것으로 고려된다. 따라서 본 연구는 국민건강영양조사 자료를 이용하여 한국인 성인을 대상으로 영양섭취기준 대비 영양소 섭취 수준에 따른 고혈압 유병 위험도를 분석하고, 고혈압 유병 위험에 대한 식생활 및 생활습관 요인(비만, 음주, 흡연, 신체활동)의 독립 혹은 복합적인 영향을 규명함으로써 국민의 만성질환 예방 대책을 마련하

는데 객관적이고 과학적인 기초자료를 제공하고자 한다.

연구대상 및 방법

국민건강영양조사는 우리나라 국민의 건강 및 식품 섭취 현황 등을 종합적으로 파악하는 것을 목적으로 실시되는 대규모 국가 조사이다. 제 4기(2007~2009) 국민건강영양조사는 연중조사체계를 시행하여 3개년도 각기 독립적인 순환 표본(Rolling samples)으로 이루어져 있으며, 각 표본은 우리나라 전체 인구를 대표하는 확률표본이 될 수 있도록 순환 표본조사(Rolling sampling survey)방식으로 조사되었다. 또한 표본추출 시 1차 동·읍·면, 2차 인구주택총조사의 조사구, 3차 가구를 추출단위로 하여 층화 다단 집락추출 방법을 사용하였다.

1. 연구대상

본 연구는 제 4기 국민건강영양조사 자료 중 2007-2008년 데이터 셋을 통합하여 분석에 이용하였다. 제 4기 1차년도(2007) 조사와 제 4기 2차년도(2008) 조사의 총 응답자수는 각각 4,594명과 9,744명이었다. 이 중 만 19세 이상 성인만을 대상으로 분석을 실시하였고, 다음에 해당하는 자를 제외하여 최종 분석 대상자를 선정하였다. 첫째, 임신 부 및 수유부이거나 순환표본 자료 분석에 필요한 가중치가 결여된 경우; 둘째, 하루 에너지 섭취량이 각 성별, 연령별 에너지 필요 추정량(Estimated Energy Requirements: EER)의 25% 미만이거나 300%를 초과하는 경우; 마지막으로, 본인의 고혈압 상태를 인지하고 있거나 관련 약물을 복용하고 있는 대상으로 이에 따른 식이 섭취 및 생활습관에 대한 변화가능성이 있는 경우를 제외하여, 총 6,351명을 대상으로 분석을 실시하였다(Fig. 1).

2. 연구 내용 및 방법

1) 연구에 사용된 변수

국민건강영양조사는 조사항목에 따라 건강설문조사, 검진조사, 영양조사 3가지 부문으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 대상자들의 기본적인 특성을 파악하고 고혈압 유병에 대한 영양소 섭취 및 생활습관의 독립 혹은 복합적인 위험도를 분석하기 위하여 건강설문조사 부문의 성별, 연령, 결혼여부, 가구 소득사분위수, 직업, 교육 수준, 현재 흡연 여부, 음주 빈도, 신체활동 자료와 검진조사 부문의 신체계측(허리둘레, 체질량지수) 및 혈압 자료를 사용하였다. 허리둘레 계측 시 훈련된 조사원이 대상자가 양팔을 내리고 숨을 편안하게 내쉬도록 한 상태에서, 대상자 측면의 마지막 늑골 아래부분

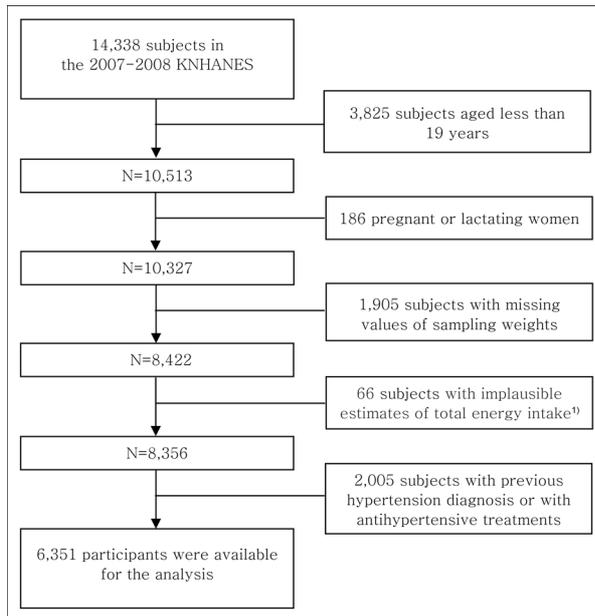


Fig. 1. Flowchart for the subjects of present analysis.
 1) Implausible estimates of total energy intake; age and sex specific total energy intake less than 25% of estimated energy requirements (EER) or more than 300% of EER.

과 장골능선 윗부분의 중간지점을 확인한 후 줄자를 이용하여 측정하였다. 혈압 측정 전에는 최소 30분간 금연하도록 하였고, 5분간 앉은 자세로 휴식한 후 편안하게 앉아있는 상태에서 혈압을 측정하였다. 혈압은 총 3번 측정 되었으며 측정사이에 30초간 휴식을 취하도록 하였다. 대상자의 설문문항 중 격렬한/중등도/걷기 신체활동 일수 및 시간에 대한 응답을 이용하여 일주일당 신체활동 수행 시간을 계산하고, 각 운동 강도에 따라 가중값을 준 신체활동 지수(Physical activity score)를 산출하였다. 대상자의 비만도를 분석하기 위해 신장과 체중을 이용하여 산출된 체질량지수를 이용하였고 ‘저체중’, ‘정상’, ‘과체중’, ‘비만’으로 재분류하여 분석에 이용하였다(WHO Expert Consultation 2004). 또한 1일 24시간 회상 조사 자료를 이용하여 산출된 영양소 섭취 수준 정보를 분석에 이용하였다. 본 연구의 주요 결과인자인 고혈압은 수축기/이완기 각각 2,3차 혈압의 평균값인 최종 수축기/이완기 혈압을 이용하였고, 최종 수축기 혈압이 140 mmHg 이상 혹은 최종 이완기 혈압이 90 mmHg 이상인 경우 고혈압으로 정의하였다.

2) 통계 분석

(1) 총 식생활 지표 산출

A. 스플라인 회귀분석을 위한 영양소 별 Nutrient Adequacy Ratio(NAR) 산출

고혈압 유병 위험이 가장 낮은 영양소 섭취량 범위를 설정하기 위하여 *Restricted cubic spline regression*(이하 스플라인 회귀분석)을 이용하였다. 스플라인 회귀분석은 노출인자-결과인자간의 비선형적인 관계를 곡선을 이용하여 규명하는 방법이다(Govindarajulu 등 2009; Marrie 등 2009). 일반적으로 영양소 섭취는 질병과 비선형 관계를 이루고 있으므로(Willett 1998), 본 분석에서는 스플라인 회귀 분석을 이용하여 영양소 섭취 수준과 고혈압 유병간의 관계를 분석하였다. 분석 결과를 토대로 각 영양소 별 고혈압 유병 위험도가 가장 낮은 섭취 범위를 설정하였다. 스플라인 회귀분석을 위한 충분한 통계적 검증력(Statistical power)을 확보하기 위하여 만 19세 이상 모든 성인을 통계분석에 포함하였으며 이에 따라 각 성별 연령별 영양섭취기준을 적용한 영양 섭취수준을 노출인자로 결정하였다. 즉, 2005 한국인 영양섭취기준(Dietary Reference Intakes: DRIs)을 이용하여 성별과 연령을 고려한 각 영양소의 NAR를 산출하였고, 이를 스플라인 회귀분석에서 주요 노출인자로 이용하였다.

$$NAR = \frac{\text{(특정 영양소의 실제 섭취량)}}{\text{(특정 영양소의 권장 섭취량)}}$$

NAR은 권장 섭취량(Recommended Intake: RI)을 이용하여 산출하되(Guthrie & Scheer 1981; Ries & Daehler 1986; Kim 등 2008), 에너지는 필요추정량(EER)을 기준으로 NAR을 산출하였으며 권장 섭취량이 정해지지 않은 나트륨, 칼륨은 NAR을 산출하지 않고 실제 섭취량 그대로 분석에 사용하였다.

B. 고혈압 유병 위험이 낮은 영양 섭취 범위 설정

나이와 성별, 에너지 섭취량을 보정한 스플라인 회귀분석을 사용하여 각 영양소의 NAR을 노출인자로 두고 고혈압 예방 혹은 위험이 시작되는 영양소의 절단지점(cut-off point)을 산출하였다. 각 영양소 별 고혈압 유병 위험도가 낮은 범위 설정 시 다음과 같은 사항을 고려하여 설정하였다. 첫째, 선형관계와 비선형관계를 구분하여 범위를 설정; 둘째, 고혈압 유병 위험도(Odds Ratio, OR)를 기준으로 하여 고혈압의 유병 위험이 10% 이상 낮은 것으로 보여지는 범위 설정; 셋째, 고혈압 유병 위험이 낮은 범위에 속한 대상자의 비율이 적정 수준에 미치는 범위로 설정(즉, 정상군과 고혈압 유병군 비교 분석 시 통계적 검증력을 고려한 적정수의 대상자가 확보되는 범위).

C. 영양소 별 식생활 지표(Individual Nutrient Score, INS)

고혈압 유병 위험에 대하여 각 영양소 별 고혈압 유병 위험이 낮은 범위 내에 해당하는 사람들은 저 위험군(1점), 그 범위에서 벗어나는 사람들(즉, 고혈압 유병 위험이 높은 수준의 영양소섭취를 하는 사람)은 고 위험군(0점)으로 INS를 부여하였다.

D. 개인별 총 식생활 지표(Total Nutrient Score, TNS)

전체적인 영양소 섭취 패턴에 따른 고혈압 유병 위험도를 분석하기 위해 각 영양소 별로 부여된 INS를 합산하여 고혈압에 대한 개인별 총 식생활 지표인 TNS를 산출하였다.

3) 식생활 및 생활습관 요인에 관한 단순 저 위험군과 고 위험군 분류

고혈압 유병 위험도에 대하여 식생활 및 다른 생활습관 요인의 독립적인 영향을 분석하기 위하여 각각의 요인들을 저 위험군과 고 위험군으로 이분화하였다(Stampfer 등 2000; Hu 등 2001; Mozaffarian 등 2009). 각 지표에 대한 상세한 내용은 다음과 같다.

A. 식생활 저/고 위험군 분류(High Diet Score(HDS), Low Diet Score(LDS)): 개인별 총 식생활 지표(TNS)를 기준으로, 총 점수가 낮은 두 그룹(Q1, Q2)은 식생활 고 위험군(LDS), 총 점수가 높은 두 그룹(Q3, Q4)은 식생활 저 위험군(HDS)으로 분류하였다.

B. 비만 저/고 위험군 분류(Normal weight(NW), Overweight(OW)): 비만 지표의 경우 체질량지수(Body Mass Index: BMI)와 복부비만 상태 판정에 이용되는 허리둘레를 이용하여 산출하였다. BMI 수치가 25 이상 혹은 허리둘레 수치가 남자 90 cm 이상, 여자 85 cm 이상인 대상자들은 비만 고 위험군(OW), BMI 수치가 25 미만이고 허리둘레 수치가 남자 90 cm 미만, 여자 85 cm 미만인 대상자들을 비만 저 위험군(NW)으로 분류하였다.

C. 음주 저/고 위험군 분류(Non Drinkers(ND), Drinkers(D)): 국민건강영양조사의 건강설문조사 부문 중 1년간 음주빈도에 관한 변수를 이용하였다. 응답 문항에서 ‘일주일에 1회 이상’, ‘일주일에 2~3회’, ‘일주일에 4회 이상’에 해당하는 대상자를 음주 고 위험군(D), ‘음주를 하지 않음’ 과 ‘한 달에 1회 미만’에 해당하는 대상자를 음주 저 위험군(ND)으로 분류하였다.

D. 흡연 저/고 위험군 분류(Non Smokers(NS), Smokers(S)): 국민건강영양조사의 건강설문조사 부문에서 흡연 여부 변수를 이용하여 현재 흡연을 하고 있거나 과거 흡연경험이 있는 대상자를 흡연 고 위험군(S)으로, 비흡연자를 저 위험군(NS)으로 분류하였다.

E. 신체활동 저/고 위험군 분류(Physically Active Group(PAG), Physically Inactive Group(PIG)): 건강설문조사 중 격렬한/중등도/건기 신체활동 일수 및 시간에 대한 질문항을 이용하여 산출된 신체활동 지수(Physical activity score)를 기준으로, 총 점수가 낮은 두 그룹(Q1, Q2)은 신체활동 고 위험군(PIG), 총 점수가 높은 두 그룹(Q3, Q4)은 신체활동 저 위험군(PAG)으로 분류하였다.

4) 식생활과 생활습관에 대한 복합 저 위험군과 고 위험군 분류(그룹 1-5)

고혈압 유병 위험도에 대한 각 요인들의 복합적인 영향을 분석하기 위하여 이분화된 지표를 조합한 5개의 그룹을 새롭게 정의하였으며 상세한 내용은 다음과 같다.

그룹 1(1 low risk factor): 식생활 저 위험군(HDS)

그룹 2(2 low risk factors): 식생활과 비만 저 위험군(HDS+NW)

그룹 3(3 low risk factors): 식생활, 비만, 음주 저 위험군(HDS+NW+ND)

그룹 4(4 low risk factors): 식생활, 비만, 음주, 흡연 저 위험군(HDS+NW+ND+NS)

그룹 5(5 low risk factors): 식생활, 비만, 음주, 흡연, 신체활동 저 위험군(HDS+NW+ND+NS+PAG)

5) 고혈압 유병 위험도에 대한 식생활 및 생활습관 요인의 영향 분석

(1) 독립 요인 모델

질병 위험도에 대한 식생활 및 생활습관 요인(비만, 음주, 흡연, 신체활동)의 독립적인 영향을 분석하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 이용하였다. 저/고 위험군으로 이분화된 5가지 지표를 고혈압 유병 위험도에 대한 독립변수로 두고, 각 지표의 고 위험군(LDS, OW, D, S, PIG)을 기준으로 저 위험군(HDS, NW, ND, NS, PAG)의 고혈압 유병 위험도(OR)와 95% 신뢰구간(95% Confidence Interval: 95% CI)을 산출하였다. 본 연구에서는 고혈압 관련 요인을 분석한 선행 연구(van Rossum 등 2000; Leigh & Du 2012; Siegel 등 2012)를 바탕으로 나이, 성별, 가구 소득 수준을 혼란변수(confounding factors)로 선정하여 통계

분석에서 보정하였다. 식생활 및 생활습관 요인의 독립적인 영향을 분석하기 위한 통계 모델은 다음과 같다. Multivariate Model 1: 나이, 성별, 가구 소득수준을 보정한 모델; Multivariate Model 2: 나이, 성별, 가구 소득수준과 각 지표에서 독립변수가 되는 지표를 제외한 나머지 4가지 인자를 추가로 보정한 모델.

(2) 복합 요인 모델

고혈압 유병 위험도에 대하여 식생활 및 생활습관 요인의 복합적인 영향을 분석하기 위하여, ‘그룹 1-5’를 이용한 5 가지 모델을 설정하였다. 각 그룹을 독립변수로 두고, 고혈압 유병을 종속변수로 설정하여 고혈압 유병 위험도 (OR)와 95% 신뢰구간(95% CI)을 나이, 성별, 가구 소득수준을 보정한 후 산출하였다. 모든 통계 분석 결과는 SAS(Statistical Analysis System ver. 9.2)를 이용하여 산출하였으며, 통계적 유의성은 유의수준 $p < 0.05$ 으로 검정하였다.

결 과

1. 대상자들의 일반적인 특성

총 분석대상자는 6,351명이었고, 이들의 평균 나이는 46세로 39.6%가 남성이었다(Table 1). 분석 대상자 중 86.2%가 기혼자였으며, 대상자들의 가구 소득 수준의 경우 소득이 가장 높은 그룹이 29%로 높은 비율을 보였다. 대상자들의 교육 수준은 고등학교 졸업자가 37.2%로 가장 많은 비중을 차지하였고, 대학졸업자는 27.5%이었다. 본 분석 대상자 중 직업을 가지고 있다고 응답한 사람이 59.9%였으며, 현재 흡연자가 26.5%이었다. 대상자들의 음주 빈도는 주 0.9회였으며, 신체활동 중 걷기를 가장 자주 실천하고 있었고 실천자 비율은 46.8%이었다. BMI에 따른 비만도를 분석한 결과 과체중 혹은 비만에 해당하는 대상자는 절반이 넘는 수준을 보였다.

2. 영양소 섭취와 고혈압 유병과의 관계

1) 고혈압 유병 위험이 낮은 영양 섭취 범위

총 12가지의 영양소 중 단백질, 인, 칼륨, 철, 티아민, 리보플라빈, 니아신은 섭취량이 상대적으로 높은 사람들에게서 고혈압 유병 위험이 낮은 경향을 보였고, 그 외 영양소들은 섭취범위 중 일부 구간에서 고혈압 유병 위험이 더 낮음을 보였다(Fig. 2, Table 2). 고혈압 유병 위험과 비선형 관계를 뚜렷하게 보이는 영양소는 에너지, 칼슘, 나트륨, 티아민 A, 티아민 C 이었고 이에 대하여 고혈압 유병 위험이 낮은 범위에 해당하는 사람의 비율은 에너지의 경우 44.5%, 칼슘은

Table 1. Demographic and lifestyle characteristics among 6,351 Korean adults

Characteristics	Participants
Age (year)	46.0 ± 0.4 ¹⁾
Male	2517 (39.6)
Married (yes)	5446 (86.2)
Household income level	
Low	1076 (17.5)
Mid-low	1585 (25.7)
Mid-high	1716 (27.8)
High	1785 (29.0)
Educational level	
Middle school graduation or less	2242 (35.3)
High school graduation	2358 (37.2)
College or more	1744 (27.5)
Employed (yes)	3760 (59.9)
Current smoker (yes)	1358 (26.5)
Alcohol consumption (n/week)	0.9 ± 0.02
Physical activity	
Walking	2948 (46.8)
Moderate	891 (13.1)
Vigorous	1025 (16.5)
Body Mass Index (kg/m ²)	
Underweight (< 18.5)	357 (5.8)
Normal (18.5~< 23)	2754 (43.1)
Overweight (23~< 25)	1550 (23.9)
Obesity (25 ≤)	1660 (27.1)

1) Data are Means ± SD or N (%)

34.8%이었다. 나트륨의 경우 실제섭취량을 기준으로 2200 mg 이상 4900 mg 이하의 섭취 수준을 보인 대상자에게서 고혈압 유병 위험이 상대적으로 낮은 경향을 보였고, 이에 해당하는 대상자는 약 43.7%이었다.

2) 영양소 별 식생활 지표(INS)

모든 영양소에서 정상군이 고혈압군과 비교하여 식생활 지표의 평균 점수가 더 높았으며, 이 중 에너지, 칼슘, 인, 칼륨, 철, 티아민 A, 티아민은 통계적으로 유의하게 높은 결과를 보였다(Table 3).

3. 고혈압 유병 위험도에 대한 식생활 및 생활습관 요인의 독립적인 영향 분석

나이, 성별, 가구 소득수준을 보정한 후 각 지표에 대한 고혈압 유병 위험도를 분석한 결과 식생활에 대한 저 위험군 (HDS)은 고 위험군 (LDS)과 비교하여 고혈압 유병 위험이 약 25% (OR: 0.75, 95% CI: 0.60-0.94) 더 낮았다. 이는 총 식생활 지표(TNS)를 제외한 나머지 생활습관 요인

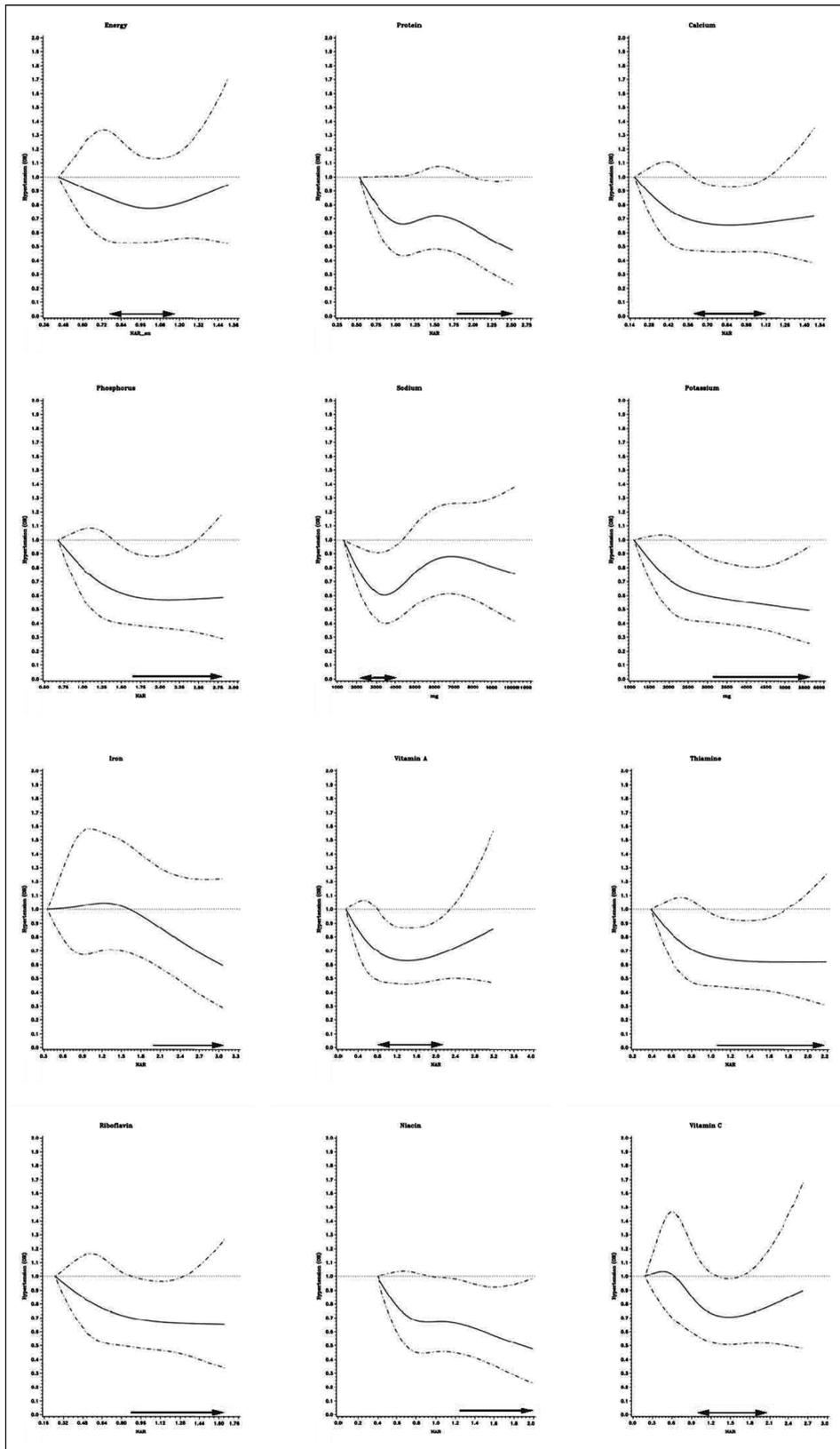


Fig. 2. Odds ratios (95% CI) for the non-linear relationships between nutrient intakes (NAR) and the risk of prevalent hypertension, evaluated using restricted cubic spline regression, adjusting for age, sex and total energy intakes.

Table 2. The optimal range of nutrient intakes for the lower risk of prevalent hypertension (N = 6,351)

Nutrients	Unit	Optimal range	Subjects in optimal intake range	
			n	%
Energy	NAR_en	0.75 – 1.15	2882	44.5
Protein	NAR	≥ 1.8	1189	21.1
Calcium	NAR	0.6 – 1.1	2066	34.8
Phosphorus	NAR	≥ 1.75	2087	36.5
Sodium	mg	2200 – 4900	2904	43.7
Potassium	mg	≥ 3130	2323	39.3
Iron	NAR	≥ 2	946	15.5
Vitamin A	NAR	0.8 – 2.2	2557	42.6
Thiamine	NAR	≥ 1.2	1869	33.1
Riboflavin	NAR	≥ 0.9	2224	38.0
Niacin	NAR	≥ 1.1	2128	36.9
Vitamin C	NAR	1 – 2	1724	28.1

NAR_en: Estimated Energy Requirements (EER)
 NAR: Nutrient Adequacy Ratio

Table 3. Comparisons of Individual Nutrient Score between hypertension and normal groups (N = 6,351)

Nutrients	Individual Nutrient Score				P-value
	Hypertension (n = 630)		Normal (n = 5,721)		
	Mean ¹⁾	SE	Mean ¹⁾	SE	
Energy	0.36	0.02	0.46	0.01	< 0.001
Protein	0.16	0.02	0.19	0.02	0.1
Calcium	0.29	0.03	0.34	0.02	0.02
Phosphorus	0.29	0.02	0.34	0.02	0.01
Sodium	0.42	0.03	0.45	0.02	0.4
Potassium	0.32	0.03	0.38	0.02	0.001
Iron	0.12	0.02	0.16	0.02	0.01
Vitamin A	0.36	0.03	0.42	0.02	0.01
Thiamine	0.25	0.02	0.30	0.02	0.01
Riboflavin	0.32	0.03	0.34	0.02	0.2
Niacin	0.32	0.03	0.34	0.02	0.4
Vitamin C	0.27	0.03	0.28	0.02	0.8

1) Values are means of Individual Nutrient Scores (INS), adjusting for age, sex and total energy intake (INS of energy was adjusted for age and sex only)

지표를 추가로 보정한 모델에서도 유사한 결과를 보였다(OR: 0.72, 95% CI: 0.56–0.94) (Table 4). 고혈압 유병 위험도에 대한 비만의 독립적인 영향을 분석한 결과, 정상 체중인 사람(NW)은 비만인 사람(OW)과 비교하여 고혈압 유병 위험이 약 62%(OR: 0.38, 95% CI: 0.31–0.48) 더 낮았으며, 이는 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 비만을 제외한 다른 지표들을 보정한 후에도 결과의 유의성은 달라지

지 않았다(OR: 0.36, 95% CI: 0.28–0.48). 음주를 독립 변수로 하여 고혈압 유병 위험도를 분석한 결과, 첫 번째 모델에서 음주를 하지 않거나 적게 하는 사람(ND)은 그렇지 않은 사람(D)에 비해 고혈압 유병 위험이 약 41%(OR: 0.59, 95% CI: 0.47–0.74) 더 낮았다. 다른 식생활 및 생활습관 지표를 보정한 후에도 유사한 결과를 보였고, 이는 통계적으로 유의하였다(OR: 0.62, 95% CI: 0.46–0.84). 흡연과 신체활동 지표 각각을 독립변수로 두고, 고혈압 유병 위험도에 대한 독립적인 영향을 분석한 결과, 두 인자 모두 고혈압 유병과 관련이 없는 결과를 보였다.(흡연 OR: 1.09, 95% CI: 0.78–1.53, 신체활동 OR: 0.91, 95% CI: 0.70–1.19) (Table 4).

4. 고혈압 유병 위험에 대한 식생활 및 생활습관 요인의 복합적인 영향 분석

총 식생활 지표와 다른 생활습관 요인의 조합된 영향을 분석한 결과, 총 식생활 지표 점수가 높고 정상 체중을 유지하는 대상자(전체 대상자 중 약 43%, HDS+NW)는 그렇지 않은 사람들에 비해 고혈압 유병 위험이 약 51%(OR: 0.49, 95% CI: 0.39–0.62) 더 낮았다(Table 5). 또한 총 식생활 지표 점수가 높고 정상 체중을 유지함과 더불어 음주를 거의 하지 않는 대상자(전체 대상자의 약 20%, HDS+NW+ND)는 그렇지 않은 대상자와 비교하여 고혈압 유병 위험이 약 65%(OR: 0.35, 95% CI: 0.25–0.50) 더 낮은 경향을 보였다. 전체 대상자 중 총 식생활 지표 점수가 높고, 정상 체중을 유지하고, 음주와 흡연수준이 낮은 대상자 즉, 4 가지 요인에 대하여 저 위험군에 포함되는 대상자(HDS+NW+ND+NS)의 비율은 전체 대상자 중 약 14%이었으며, 이들의 고혈압 유병 위험은 그렇지 않은 대상자들보다 67%(OR: 0.33, 95% CI: 0.21–0.52) 더 낮았다. 다섯 가지 지표(식생활, 비만, 음주, 흡연, 신체활동)에 대하여 모두 올바른 식생활 및 생활습관을 유지하고 있는 그룹(전체 대상자 중 약 7%, HDS+NW+ND+NS+PAG)의 고혈압 유병 위험은 그렇지 않은 그룹과 비교했을 때, 약 68%(OR: 0.32, 95% CI: 0.14–0.74) 더 낮았으며 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 또한 나이, 성별, 가구 소득수준을 보정한 후 평균 수축기와 이완기 혈압에 대한 식생활 지표의 영향을 분석한 결과, 식생활 지표 점수가 높은 사람은 낮은 사람과 비교하여 평균 수축기/이완기 혈압이 각각 -1.1/-0.7 mmHg 더 낮았으며 두 군간의 유의적인 차이를 보였다(p = 0.007, p = 0.02, data not shown). 다섯가지 지표(식생활, 비만도, 음주, 흡연, 신체활동)에 대하여 모두 저 위험군인 대상자는 그렇지 않은 대상자에 비해

Table 4. Individual lifestyle factors and the risk of prevalent hypertension

Lifestyle risk factor	% of 6,351 Participants	Odds ratio (95% CI)	
		Multivariate model 1 ¹⁾	Multivariate model 2 ²⁾
Dietary score			
Dietary score lower 2 quartiles	48	1 (Reference)	1 (Reference)
Dietary score upper 2 quartiles	52	0.75 (0.60 – 0.94)	0.72 (0.56 – 0.94)
Obesity			
BMI ≥ 25 or waist circumference ≥ 90 for man, BMI ≥ 25 or waist circumference ≥ 85 for woman	17	1 (Reference)	1 (Reference)
BMI < 25 and waist circumference < 90 for man, BMI < 25 and waist circumference < 85 for woman	83	0.38 (0.31 – 0.48)	0.36 (0.28 – 0.48)
Alcohol use			
Alcohol consumed more than 1 per month	48	1 (Reference)	1 (Reference)
Alcohol consumed less than 1 per month	52	0.59 (0.47 – 0.74)	0.62 (0.46 – 0.84)
Smoking status			
Former or current	45	1 (Reference)	1 (Reference)
Never	55	1.10 (0.83 – 1.45)	1.09 (0.78 – 1.53)
Physical activity			
Physical activity score lower 2 quartiles	46	1 (Reference)	1 (Reference)
Physical activity score upper 2 quartiles	54	0.89 (0.70 – 1.14)	0.91 (0.70 – 1.19)

1) Adjusted for age, sex, and household income.

2) Additionally adjusted for each of the other lifestyle risk factors in the table

Table 5. The risk of prevalent hypertension according to the number of low-risk lifestyle factors

No. of Low-risk factors	% of 6,351 Participants	Hypertension
		Odds ratio (95% CI)
1 Low-risk factors	52	0.75 (0.60 – 0.94)
Dietary score upper 2 quartiles		
2 Low-risk factors	43	0.49 (0.39 – 0.62)
Dietary score upper 2 quartiles		
BMI < 25 and waist circumference < 90 for man, BMI < 25 and waist circumference < 85 for woman		
3 Low-risk factors	20	0.35 (0.25 – 0.50)
Dietary score upper 2 quartiles		
BMI < 25 and waist circumference < 90 for man, BMI < 25 and waist circumference < 85 for woman		
Alcohol consumed less than 1 per month		
4 Low-risk factors	14	0.33 (0.21 – 0.52)
Dietary score upper 2 quartiles		
BMI < 25 and waist circumference < 90 for man, BMI < 25 and waist circumference < 85 for woman		
Alcohol consumed less than 1 per month		
Never smoker		
5 Low-risk factors	7	0.32 (0.14 – 0.74)
Dietary score upper 2 quartiles		
BMI < 25 and waist circumference < 90 for man, BMI < 25 and waist circumference < 85 for woman		
Alcohol consumed less than 1 per month		
Never smoker Physical activity score upper 2 quartiles		

All models were adjusted for age, sex, and household income

평균 수축기/이완기 혈압이 각각 $-2.0/-1.5$ mmHg 정도 더 낮았으며, 이러한 결과는 통계적으로 유의하였다 ($p = 0.007$, $p = 0.008$, data not shown).

고 찰

본 연구에서 한국인 성인을 대상으로 영양소 섭취 및 생활 습관에 따른 고혈압 유병 위험도를 분석한 결과 일부 영양소에서 섭취 분포에 따른 고혈압 유병 위험도가 특정 구간에서 더 낮은 경향을 보였다. 이를 토대로 각 영양소 별 고혈압 유병 위험이 가장 낮은 영양소 섭취 범위를 정한 후 식생활 지표를 산출하였고, 고혈압 유병 위험도에 대한 식생활과 비만, 음주, 흡연, 신체활동을 포함하는 생활습관 요인의 독립 혹은 복합적인 영향을 분석하였다. 올바른 영양 섭취 수준, 정상 체중, 비음주 습관은 고혈압 유병 위험도를 낮추는 독립적인 요인이었으나, 흡연과 신체활동은 유의적인 관계를 보이지 않았다. 식생활과 생활습관 요인들을 복합적으로 분석한 결과, 식생활과 더불어 올바른 생활습관(정상 체중 유지, 비음주 및 비흡연, 활발한 신체활동)을 유지하는 대상자는 그렇지 않은 사람들과 비교하여 고혈압 유병 위험이 약 68% 더 낮았다.

선행연구에서는 일부 특정 영양소의 섭취량이 혈압 조절에 영향을 미친다고 보고하고 있다. 특히 칼슘(Witteman 등 1989; Houston & Harper 2008), 칼륨(Whelton 등 1997; Houston & Harper 2008), 마그네슘(Ascherio 등 1992; Houston & Harper 2008), 섬유소(Lee 등 2008), 단백질(Appel 등 2005; Lee 등 2008)의 충분한 섭취는 고혈압의 위험을 감소시키는 것과 관련이 있다고 보고하였으나, 본 연구의 스플라인 회귀분석 결과 칼슘은 특정 구간에서 고혈압 유병 위험도가 낮아짐이 보였다. 특히, 과량의 나트륨 섭취는 다수의 역학 연구에서 혈압을 상승시켜 고혈압을 유발시킬 수 있다고 보고되어 왔으나(Chen 등 2009; Miura 등 2010), 본 연구에서는 전체 나트륨 섭취 범위 중 일부 구간에서 고혈압 유병 위험이 더 낮은 비선형적인 관계를 보일 수 있는 가능성이 제시되었다. 이는 1일 24시간 회상조사 자료로부터 산출한 나트륨 변수를 분석한 결과로서 단 하루 동안의 나트륨 섭취량을 측정하였고, 일상적인 나트륨 섭취량을 반영하지 못하는 제한점이 있을 수 있다. 그러므로 향후 나트륨 섭취 수준을 보다 더 명확하게 측정할 수 있는 객관적인 지표(eg, 소변 중 나트륨 배설량)를 이용한 대규모 전향적 코호트 연구를 통하여 이러한 영양소 섭취 수준과 고혈압 발생 위험간의 비선형 관계에 대한 인과적 규명이 요구된다.

비만은 고혈압의 주요 위험인자로 널리 알려져 있다(Huang 등 1998; Blumenthal 등 2010). 최근 국내외에서 시도된 임상시험 연구 결과에 의하면(Fogari 등 2010), 과체중 상태에 있는 제 1단계 고혈압 환자(stage 1 hypertension) 376명을 대상으로 1년간 칼로리 제한 및 체중 조절을 시도한 결과 8.1kg 체중감량에 성공한 대상자는 그렇지 않은 대상자에 비해 혈압이 유의적으로 감소($-5/-4.5$ mmHg)한 결과를 보였다. 본 연구에서도 고혈압 유병에 대한 비만의 독립적인 영향을 분석한 결과, 정상 체중을 유지하고 있는 사람의 고혈압 유병 위험도가 비만인 사람에 비해 현저히 낮음을 알 수 있었다.

음주 습관과 고혈압 위험간의 관련성에 대해서도 다수의 선행 연구가 수행되어 왔으며, 과량의 알코올 섭취는 혈압 상승 및 고혈압 증상을 유발한다고 보고하고 있다(Xin 등 2001; Lee 등 2007; Sesso 등 2008; Forman 등 2009). 미국의 대규모 코호트를 대상으로 진행된 전향적인 코호트 연구 결과에 의하면 여성의 경우 하루 4잔 이상, 남성은 하루 1잔 이상 음주를 하는 그룹에서 음주를 거의 하지 않는 그룹에 비해 고혈압 발병률이 더 높다는 결과를 보였다(Sesso 등 2008). 국내의 연구에서도 남성은 하루 2잔 이상, 여성은 하루 1잔 이상 마시는 경우 비음주자에 비해 고혈압 유병률이 유의적으로 높은 결과를 보였다(Lee 등 2007). 본 연구 또한 선행 연구들과 일치하는 결과를 보였는데, 비음주자 혹은 음주를 적게 하는 대상자의 고혈압 유병 위험이 음주자보다 약 38% 더 낮았으며 유의한 결과를 보였다.

고혈압 위험과 흡연과의 관련성에 대한 선행연구의 결과들은 불일치하는 양상을 보이며, 흡연이 고혈압의 독립적인 위험인자가 될 수 있다는 가설을 충분히 뒷받침할 수 있는 역학적인 증거는 아직까지 부족하다(Narkiewicz 등 2005). 핀란드에 거주하는 남성 중 하루 20개비 이상 담배를 피우는 그룹의 고혈압 유병률이 비흡연자보다 유의적으로 약 3.3배 더 높았다는 연구결과가 보고되었으나(Niskanen 등 2004), 중국인을 대상으로 진행된 횡단연구 결과에 의하면 흡연과 고혈압 유병률은 유의한 관계를 보이지 않았다(Li 등 2010). 또한 한국 중년성인을 대상으로 고혈압과 환경적인 요인과의 관련성을 분석한 결과에서도 흡연과 고혈압 유병과의 관련성은 유의하지 않았다(Lee 등 2007). 본 연구에서 고혈압 유병 위험도에 대하여 흡연의 독립적인 영향을 분석한 결과, 유의한 결과를 보이지 않았다. 그러나, 흡연은 그 자체가 심혈관 질환의 독립적인 위험요인으로 보고 되고 있으므로(Cackett 등 2008) 고혈압 예방 및 치료에 대해 금연이 권장되며, 한국인을 대상으로 하여 고혈압 발생 위험에 대한 흡연의 독립적인 영향을 분석할 수 있는 추후 연구가 필

요하다고 사료된다.

일반적으로 규칙적인 운동은 혈압을 감소시켜 고혈압의 증상을 완화시킬 수 있다고 알려져 있다(Nakanishi & Suzuki 2005; Farpour-Lambert 등 2009; Lee 등 2010). Nakanishi & Suzuki(2005)의 연구에서 일본인 남성 2,548명을 대상으로 7년간 추적 조사한 결과, 에너지 소모량이 가장 높은 그룹은 가장 낮은 그룹에 비해 고혈압 발병 위험이 약 46% 더 낮았으며, 이는 교란 인자들을 모두 보정한 후에도 유의한 결과를 보였다. 그러나, 본 연구에서는 신체활동과 고혈압 유병 위험도가 유의적인 관계를 보이지 않았다. 이는 신체활동 지표 생성 시 오분류(misclassification)의 가능성이 남아 있는 것으로 보인다. 즉, 본 연구에서 국민건강영양조사의 신체활동 자료 중 오직 3가지 운동 유형을 이용하여 신체활동 수준을 분석하는 등 객관화된 방법으로 대상자의 신체활동을 측정하지 않았을 가능성이 배제할 수 없다.

위에 열거한 여러가지 식생활 및 생활습관 요인들을 복합적으로 분석한 국외의 역학 연구 결과에 따르면 올바른 식습관을 실천(eg, 염분 제한, DASH diet)할 뿐만 아니라 적당량의 알코올 섭취, 정상 체중 유지, 활발한 신체활동 등의 생활습관 요인들을 함께 실천할 경우 고혈압에 대한 위험이 훨씬 더 낮아질 수 있음을 제시하고 있다(Appel 등 2003; Forman 등 2009; Blumenthal 등 2010). 또한, 최근 다수의 학자들은 약물의 부작용과 비용적인 문제, 선행 연구의 결과에서 보인 식이 패턴의 조절과 생활습관 변화의 시너지 효과 등의 이유로 약제의 사용보다는 이러한 식습관 및 생활환경의 변화를 더 강조하고 있다(Psaty 등 1995; Whelton 등 2002; Forman 등 2009). 게다가 이러한 생활태도의 변화는 고혈압 증상 완화뿐만 아니라 다양한 혈액 지표의 개선을 통해 만성질환 예방에 효과가 있다고 보고되고 있다(Appel 등 2003; Azadbakht 등 2011). 한국인을 대상으로 분석한 본 연구의 결과에서도, 식생활과 다양한 생활습관 요소들은 고혈압 예방에 대하여 독립적으로 영향을 미칠 수 있으며, 더 나아가 이러한 요소들이 동시에 수반될 때 더 효과적인 영향을 볼 수 있었다. 특히 올바른 식생활 및 생활습관을 함께 유지하고 있는 사람을 그렇지 않은 사람과 비교했을 때 고혈압 유병 위험이 68% 더 낮아지는 결과를 보였다. 따라서 추후 고혈압의 예방과 관리를 목적으로 하는 교육 프로그램 개발 및 공중 보건 정책 수립 시 고혈압의 위험에 영향을 미치는 독립적인 요인 뿐만 아니라 상호 복합적인 요인을 고려하여야 할 것으로 보인다.

본 연구는 횡단적 연구방법을 이용하여 고혈압과 식생활 및 생활습관 요인간의 관계를 분석하였으므로 인과관계를 명

확하게 제시할 수 없는 제한점이 있다. 그러나 질병-노출의 관계 규명 시 비뚤림(bias)을 최소화하기 위하여 분석 전 고혈압 인지자 혹은 관련 약물을 복용하고 있는 자를 제외한 후 분석을 실시하였고, 질병-노출 관계에 영향을 미칠 수 있는 잠재적인 혼란 변수를 다양한 통계모형을 이용하여 보정하였다. 식생활 지표 산출 시 1일 24시간 회상법을 이용하여 산출된 영양소 섭취량을 사용하였으므로 대상자들의 일상적인 영양 섭취 패턴을 반영하지 못한다는 제한점과 본 연구에서 산출한 식생활 지표의 타당도 및 신뢰도를 다른 인구 집단을 대상으로 검증하지 못한 점, 스플라인 회귀분석에서 요구되는 충분한 수의 대상자를 확보하지 못하여 제 2종 오류(Type II error)의 가능성이 있는 제한점이 있다. 그러나 현재까지 연구의 활용이 미비했던 영양소 섭취와 질병 위험도간의 비선형 관계에 대한 분석을 시도함으로써 향후 연구에 기초 자료를 제공함에 의의가 있으며, 주어진 자료를 이용하여 통계 분석에 적절한 대상자수를 확보하기 위해 영양 섭취와 질병위험도간의 관계 분석 시 절대적 영양소 섭취량이 아닌 성별, 연령을 고려한 영양섭취기준 대비 영양소 섭취 수준을 노출인자로 이용하여 통계 분석을 실시하였으므로 통계적 검증력과 관련된 제 2종 오류(Type II error)의 가능성을 최소화하였다.

본 연구 결과는 우리나라 사람들을 대상으로 식생활 및 생활습관 요인과 고혈압 유병 위험도간의 독립 혹은 복합적인 영향을 수치화하여 그 예방효과를 제시하였다는 점에서 큰 의의가 있다. 무엇보다도 대표성과 신뢰성 있는 국가통계자료인 국민건강영양조사를 이용하였으므로 본 연구의 결과를 우리나라 국민에게 일반화할 수 있고, 더 나아가서 우리나라 국민들의 실제 영양 섭취와 관련된 질병의 향후 연구와 정책에 기초자료로 활용될 수 있다.

요약 및 결론

본 연구에서는 2007-2008년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 한국인 성인을 대상으로 영양섭취기준 대비 섭취 수준에 따른 고혈압 유병 위험도와, 고혈압 유병에 대한 식생활 및 생활습관 요인의 독립 혹은 복합적인 영향을 분석하였다.

1. 고혈압 유병과 영양소 섭취량간의 관계를 스플라인 회귀분석한 결과, 에너지, 칼슘, 나트륨, 비타민 A, 비타민 C의 섭취량은 일정 섭취구간에서 상대적으로 고혈압 유병 위험도가 더 낮은 비선형 관계를 보였다.

2. 각 영양소 별 고혈압 유병 위험도가 낮은 구간을 설정한 후 이를 이용하여 각 영양소의 식생활 지표를 산출하였다. 고

혈압 유병 여부에 따라 각 영양소 식생활 지표 점수의 평균을 분석한 결과, 모든 영양소에서 정상군이 고혈압군 보다 평균 점수가 더 높았으며 이 중 에너지, 칼슘, 인, 칼륨, 철, 비타민 A, 티아민의 경우 유의한 차이를 보였다.

3. 고혈압 유병에 대한 식생활 및 생활습관 요인의 독립적인 영향을 분석한 결과, 올바른 영양소 섭취, 정상 체중 유지, 비음주 습관을 가지는 사람은 그렇지 않은 사람과 비교하여 고혈압 유병 위험도가 유의적으로 낮았으나 흡연과 신체활동은 고혈압 유병과 유의적인 관계를 보이지 않았다.

4. 고혈압에 대한 식생활과 생활습관 요인의 복합적인 영향을 분석한 결과 다섯가지 요인(식생활, 비만도, 음주, 흡연, 신체활동) 모두 저 위험군에 해당하는 사람들은 그렇지 않은 사람들과 비교했을 때 고혈압 유병 위험이 현저히 낮은 결과를 보였다.

본 연구에서는 고혈압 예방을 위한 적정 영양소 섭취량을 제안하였고 효과적인 고혈압 예방효과를 위해서는 식생활과 더불어 적절한 체중 유지와 음주를 하지 않는 습관을 함께 유지하는 것이 얼마나 중요한지 그 결과를 수치화하였다. 향후 전향적 코호트 및 임상시험연구를 통하여 이러한 요인과 고혈압 발생 위험간의 명확한 인과 관계가 규명될 필요가 있다.

참 고 문 헌

Appel LJ, Champagne CM, Harsha DW, Cooper LS, Obarzanek E, Elmer PJ, Stevens VJ, Vollmer WM, Lin PH, Svetkey LP, Stedman SW, Young DR (2003): Effects of comprehensive lifestyle modification on blood pressure control: main results of the PREMIER clinical trial. *J Am Med Assoc* 289(16): 2083-2093

Appel LJ, Sacks FM, Carey VJ, Obarzanek E, Swain JF, Miller ER, Conlin PR, Erlinger TP, Rosner BA, Laranjo NM, Charleston J, McCarron P, Bishop LM (2005): Effects of protein, monounsaturated fat, and carbohydrate intake on blood pressure and serum lipids: results of the OmniHeart randomized trial. *J Am Med Assoc* 294(19): 2455-2464

Ascherio A, Rimm EB, Giovannucci EL, Colditz GA, Rosner B, Willett WC, Sacks F, Stampfer MJ (1992): A prospective study of nutritional factors and hypertension among US men. *Circulation* 86(5): 1475-1484

Azadbakht L, Fard NR, Karimi M, Baghaei MH, Surkan PJ, Rahimi M, Esmailzadeh A, Willett WC (2011): Effects of the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) eating plan on cardiovascular risks among type 2 diabetic patients: a randomized crossover clinical trial. *Diabetes Care* 34(1): 55-57

Blumenthal JA, Babyak MA, Hinderliter A, Watkins LL, Craighead L, Lin PH, Caccia C, Johnson J, Waugh R, Sherwood A (2010): Effects of the DASH diet alone and in combination with exercise and weight loss on blood pressure and cardiovascular biomarkers in men and women with high blood pressure: the

ENCORE study. *Arch Intern Med* 170(2): 126-135

Cackett P, Wong TY, Aung T, Saw SM, Tay WT, Rochtchina E, Mitchell P, Wang JJ (2008): Smoking, cardiovascular risk factors, and age-related macular degeneration in Asians: the Singapore Malay Eye Study. *Am J Ophthalmol* 146(6): 960-967.e1

Chen J, Gu D, Huang J, Rao DC, Jaquish CE, Hixson JE, Chen CS, Lu F, Hu D, Rice T, Kelly TN, Hamm LL, Whelton PK, He J (2009): Metabolic syndrome and salt sensitivity of blood pressure in non-diabetic people in China: a dietary intervention study. *Lancet* 373(9666): 829-835

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. *J Am Med Assoc* 289(19): 2560-2572

Farpour-Lambert NJ, Aggoun Y, Marchand LM, Martin XE, Herrmann FR, Beghetti M (2009): Physical activity reduces systemic blood pressure and improves early markers of atherosclerosis in pre-pubertal obese children. *J Am Coll Cardiol* 54(25): 2396-2406

Fogari R, Zoppi A, Corradi L, Preti P, Mugellini A, Lazzari P, Derosa G (2010): Effect of body weight loss and normalization on blood pressure in overweight non-obese patients with stage 1 hypertension. *Hypertens Res* 33(3): 236-242

Forman JP, Stampfer MJ, Curhan GC (2009): Diet and lifestyle risk factors associated with incident hypertension in women. *J Am Med Assoc* 302(4): 401-411

Govindarajulu US, Malloy EJ, Ganguli B, Spiegelman D, Eisen EA (2009): The comparison of alternative smoothing methods for fitting non-linear exposure-response relationships with cox models in a simulation study. *Int J Biostat* 5(1): Article 2

Guthrie HA, Scheer JC (1981): Validity of a dietary score for assessing nutrient adequacy. *J Am Diet Assoc* 78(3): 240-245

Houston MC, Harper KJ (2008): Potassium, magnesium, and calcium: their role in both the cause and treatment of hypertension. *J Clin Hypertens* (Greenwich) 10(7 Suppl 2): 3-11

Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz G, Liu S, Solomon CG, Willett WC (2001): Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *N Engl J Med* 345(11): 790-797

Huang Z, Willett WC, Manson JE, Rosner B, Stampfer MJ, Speizer FE, Colditz GA (1998): Body weight, weight change, and risk for hypertension in women. *Ann Intern Med* 128(2): 81-88

Kim KR, Hong SA, Kim MK (2008): Nutritional status and food insufficiency of Korean population through the life-course by education level based on 2005 National Health and Nutrition Survey. *Korean J Nutr* 41(7): 667-681

Lee HJ, Lee HS, Lee YN, Jang YA, Moon JJ, Kim CI (2007): Nutritional environment influences hypertension in the middle-aged Korean adults: based on 1998 & 2001 National Health and Nutrition Survey. *Korean J Community Nutr* 12(3): 272-283

Lee LL, Watson MC, Mulvaney CA, Tsai CC, Lo SF (2010): The effect of walking intervention on blood pressure control: a systematic review. *Int J Nurs Stud* 47(12): 1545-1561

Lee YP, Puddey IB, Hodgson JM (2008): Protein, fibre and blood pressure: potential benefit of legumes. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 35(4): 473-476

- Leigh JP, Du J (2012): Are low wages risk factors for hypertension? *Eur J Public Health* 22(3): 1-5
- Li H, Tong W, Wang A, Lin Z, Zhang Y (2010): Effects of cigarette smoking on blood pressure stratified by BMI in Mongolian population, China. *Blood Press* 19(2): 92-97
- Marrie RA, Dawson NV, Garland A (2009) Quantile regression and restricted cubic splines are useful for exploring relationships between continuous variables. *J Clin Epidemiol* 62(5): 511-517.e1
- Ministry of Health and Welfare & Korea Centers for Disease Control and Prevention (2010): Korea Health Statistics 2009: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-3)
- Miura K, Okuda N, Turin TC, Takashima N, Nakagawa H, Nakamura K, Yoshita K, Okayama A, Ueshima H (2010): Dietary salt intake and blood pressure in a representative Japanese population: baseline analyses of NIPPON DATA80. *J Epidemiol* 20(Suppl 3): S524-S530
- Mozaffarian D, Kamineni A, Carnethon M, Djousse L, Mukamal KJ, Siscovick D (2009): Lifestyle risk factors and new-onset diabetes mellitus in older adults: the cardiovascular health study. *Arch Intern Med* 169(8): 798-807
- Nakanishi N, Suzuki K (2005): Daily life activity and the risk of developing hypertension in middle-aged Japanese men. *Arch Intern Med* 165(2): 214-220
- Narkiewicz K, Kjeldsen SE, Hedner T (2005): Is smoking a causative factor of hypertension? *Blood Press* 14(2): 69-71
- National Statistical Office (2006): Annual report of the cause of death statistics 2005
- Niskanen L, Laaksonen DE, Nyssonen K, Punnonen K, Valkonen VP, Fuentes R, Tuomainen TP, Salonen R, Salonen JT (2004): Inflammation, abdominal obesity, and smoking as predictors of hypertension. *Hypertension* 44(6): 859-865
- Psaty BM, Heckbert SR, Koepsell TD, Siscovick DS, Raghunathan TE, Weiss NS, Rosendaal FR, Lemaitre RN, Smith NL, Wahl PW, Wagner EH, Furberg CD (1995): The risk of myocardial infarction associated with antihypertensive drug therapies. *J Am Med Assoc* 274(8): 620-625
- Ries CP, Daehler JL (1986): Evaluation of the nutrient guide as a dietary assessment tool. *J Am Diet Assoc* 86(2): 228-233
- Rocchini AP (2002): Obesity hypertension. *Am J Hypertens* 15(2 Pt 2): 50S-52S
- Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM, Appel LJ, Bray GA, Harsha D, Obarzanek E, Conlin PR, Miller ER, Simons-Morton DG, Karanja N, Lin PH (2001): Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. *N Engl J Med* 344(1): 3-10
- Sesso HD, Cook NR, Buring JE, Manson JE, Gaziano JM (2008): Alcohol consumption and the risk of hypertension in women and men. *Hypertension* 51(4): 1080-1087
- Siegel M, Luengen M, Stock S (2012): On age-specific variations in income-related inequalities in diabetes, hypertension and obesity. *Int J Public Health*, DOI 10.1007/S00038-012-0368-7
- Stamler J, Stamler R, Neaton JD (1993): Blood pressure, systolic and diastolic, and cardiovascular risks. US population data. *Arch Intern Med* 153(5): 598-615
- Stampfer MJ, Hu FB, Manson JE, Rimm EB, Willett WC (2000): Primary prevention of coronary heart disease in women through diet and lifestyle. *N Engl J Med* 343(1): 16-22
- Stevens VJ, Obarzanek E, Cook NR, Lee IM, Appel LJ, Smith West D, Milas NC, Mattfeldt-Beman M, Belden L, Bragg C, Millstone M, Raczynski J, Brewer A, Singh B, Cohen J (2001): Long-term weight loss and changes in blood pressure: results of the trials of hypertension prevention, phase II. *Ann Intern Med* 134(1): 1-11
- Thadhani R, Camargo CA, Jr Stampfer MJ, Curhan GC, Willett WC, Rimm EB (2002): Prospective study of moderate alcohol consumption and risk of hypertension in young women. *Arch Intern Med* 162(5): 569-574
- van Rossum CT, van de Mheen H, Witteman JC, Hofman A, Mackenbach JP, Grobbee DE (2000): Prevalence, treatment, and control of hypertension by sociodemographic factors among the Dutch elderly. *Hypertension* 35(3): 814-821
- Whelton PK, Appel LJ, Espeland MA, Applegate WB, Ettinger WH, Kostis JB, Kumanyika S, Lacy CR, Johnson KC, Folmar S, Cutler JA (1998): Sodium reduction and weight loss in the treatment of hypertension in older persons: a randomized controlled trial of nonpharmacologic interventions in the elderly (TONE). TONE Collaborative Research Group. *J Am Med Assoc* 279(11): 839-846
- Whelton PK, He J, Appel LJ, Cutler JA, Havas S, Kotchen TA, Roccella EJ, Stout R, Vallbona C, Winston MC, Karimbakas J (2002): Primary prevention of hypertension: clinical and public health advisory from The National High Blood Pressure Education Program. *J Am Med Assoc* 288(15): 1882-1888
- Whelton PK, He J, Cutler JA, Brancati FL, Appel LJ, Follmann D, Klag MJ (1997): Effects of oral potassium on blood pressure. Meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *J Am Med Assoc* 277(20): 1624-1632
- Whelton SP, Hyre AD, Pedersen B, Yi Y, Whelton PK, He J (2005): Effect of dietary fiber intake on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled clinical trials. *J Hypertens* 23(3): 475-481
- WHO Expert Consultation (2004) Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 363(9403): 157-163
- Willett W (1998): Nutritional epidemiology. Oxford University Press, New York, pp.3-32
- Witteman JC, Willett WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Sacks FM, Speizer FE, Rosner B, Hennekens CH (1989): A prospective study of nutritional factors and hypertension among US women. *Circulation* 80(5):1320-1327
- Xin X, He J, Frontini MG, Ogden LG, Motsamai OI, Whelton PK (2001): Effects of alcohol reduction on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension* 38(5): 1112-1117