

## 일부 농촌 성인을 대상으로 한 고혈압과 식이섭취와의 관계에 관한 연구

고운영, 김정순

서울대학교 보건대학원

= Abstract =

### A Study on Relationship between Hypertension and Dietary Intake in a Rural Adult Population<sup>1</sup>

Un Yeong Go, Joung Soon Kim

*Department of Epidemiology, Graduate School of Public Health,  
Seoul National University*

To determine the relationship between hypertension and nutrient intake, cross-sectional study were performed in a rural area. Adult resident over 30-year-old age were measured blood pressure and body mass index(BMI), and interviewed about food intake for the previous 24 hours. 250 men and 297 women participated the survey. Significant correlation was shown in men between mean systolic blood pressure and protein density. Significant correlation with mean diastolic blood pressure was shown on protein density, protein energy(%), calcium density and energy-adjusted protein in men. We analysed risk factor for hypertension adjust the effect of age, BMI, sex and family history by multiple logistic regression. Protein density(odds ratio=3.18), fat density(odds ratio=1.94) and energy-adjusted protein(odds ratio=1.01) intake were positively associated with hypertension but sodium density(odds ratio=0.73) was shown to have inverse relationship.

---

Key words : Hypertension, Nutrient intake, Dietary composition

\* 본 연구는 1996년도 학술진흥재단 자유공모과제 연구비의 일부로 시행되었습.

## 서 론

1980년대 심혈관계 질환의 변동양상은 뇌혈관 질환에 의한 사망은 일정 수준을 유지하는 반면 고혈압성 질환에 의한 사망률은 남녀 모두에서 감소하는 양상을 보이고, 허혈성 심질환에 의한 사망률의 증가 현상이 뚜렷하다(김정순, 1992; 서일 등, 1993). 1995년도 사망원인통계에 의하면 순환기계 질환이 전체 사인의 26.3%로 사인에서 차지하는 비중이 가장 높고, 고혈압성 질환, 뇌혈관 질환, 허혈성 심질환을 합하면 순환기계 질환의 80.2%, 전체 사인의 21.1%에 달한다(통계청, 1997). 고혈압증에 의한 합병증은 뇌혈관질환, 고혈압성 심질환, 고혈압성 신병증, 관상동맥성 심질환을 들 수 있는데 고혈압성 신병증의 비율은 감소하는 반면 허혈성 심질환인 관상동맥성 심질환의 비율은 증가하고 있다(김정순, 1996). 고혈압의 뇌혈관질환의 위험인자로서의 역할은 지역사회를 대상으로 한 연구에서 밝혀진 바 있다(김기순 등, 1981; 김정순 등 1983; 김주영 등 1979). 한편 고혈압, 뇌혈관질환, 허혈성 심질환의 위험요인들은 공통적인 것이 대부분이고, 뇌혈관 질환과 허혈성 심질환의 가장 중요한 위험요인은 고혈압이므로 고혈압의 관리가 심혈관계질환의 예방에 있어서 핵심적이라고 할 수 있다(김정순, 1996; Chiang 등, 1969).

우리나라에서 시행된 고혈압의 위험요인에 관한 연구에 의하면 연령, 비만도, 가족력이 연구결과의 일정성(consistency)을 보이는 위험인자이다. 그 외 염분섭취정도, 혈중 콜레스테롤 수준, 트리그리세라이드, 뇨산, 육체적 활동량 및 정신적 긴장도 등이 보고되었다(김신 등, 1991; 김정순 등, 1983; 김정순 등, 1984; 김정순 등 1994; 김주영 등, 1979; 정귀옥 등, 1995; 한성현 등, 1986). 비만과 혈압과의 연관성은 여러 연구를 통하여 밝혀졌다(Chiang 등 1969; Havlik 등, 1983; Kannel 등, 1967; Spiegelman 등, 1992). 우리나라 성인을 대상으로 한 연구에서도 혈압과 비만은 유의한 연관성을 보여주었는데, 박정일 등(1987)은 사무직 근로자를 대상으로 한 혈압과 출생코호트, 연령, 비만과

의 관계를 본 연구에서 모든 출생 코호트에서 체질량지수가 수축기 혈압 및 확장기 혈압과 유의한 상관관계를 보여준다고 하였으며, Jones 등(1994)은 우리나라 성인을 대표하는 전국적인 규모의 연구에서 혈압은 비만한 군에서뿐 아니라 상대적으로 마른 사람에서도 체질량지수와 강한 연관성을 보인다고 하였다.

고혈압과 식이와의 관계에 관한 역학적 연구에서 혈압을 증가시키는 영양소로는 단백질, 포화지방, 나트륨, 알코올, 총열량이 보고되고 있다(김정옥, 1983; McCarron 등 1983; Zhou 등, 1994). 감신 등(1991)은 환자-대조군 연구에서 칼슘이 풍부한 우유섭취는 고혈압의 위험을 감소시키고(odds ratio=0.69), 식염 섭취는 위험을 증가시킨다고 하였으며(odds ratio=1.73), 일부 농촌지역 주민을 대상으로 농중 전해질을 측정하여 추정된 식염 섭취량과 고혈압과의 관계를 본 연구에서는 유의한 연관성이 없었다(문정주 등, 1991). McCarron 등(1983)은 고혈압과 식이와의 연관성에 대한 연구가 식염섭취에 초점이 맞추어져 혈압과 관련된 다른 영양소에 대한 전망을 제한시킨 측면이 있으며, 유용하고도 중요한 정보가 다른 영양소에도 존재하므로 연구의 범위를 다른 영양소로 확대시킬 필요가 있음이 제기된다고 하였다. 또한 영양소와 혈압의 관계에 관한 연구는 미래의 심혈관계 질환의 연구에 있어서 예방가능한 위험인자를 밝혀낸다는 측면에서 생산적인 영역이라고 하였다. 이에 기존의 연구에서 연관성이 있다고 보고된 영양소를 중심으로 고혈압과 식이와의 관계를 분석하고자 본 연구를 시행하였다.

## 연구대상 및 연구방법

### 1. 연구대상 및 연구방법

본 조사는 춘천시 남면과 사북면의 10개리에 거주하는 30세 이상 성인을 대상으로 1995년 7월과 8월, 1996년 6월에 시행하였다. 혈압은 흡연, 음주력 및 가족력에 대한 설문 후 두명의 의사가 수은혈압계(mer-

cury sphygmomanometer)를 이용하여 상완에서 5분 간격으로 2회 측정하여 그 평균치를 사용하였다. 체중과 신장은 표준화된 방법으로 측정하여 체질량지수(BMI, body mass index, 체중/신장<sup>2</sup>, kg/m<sup>2</sup>)를 계산하였다(대한예방의학회, 1993). 식이조사는 가구단위 방문을 통하여 훈련된 면접원에 의하여 조사전날에 먹은 모든 음식과 음료의 종류 및 양을 조사하는 24시간 회상법(24-hour recall)을 사용하였다. 24시간 회상법은 조사대상자의 기억에 의존하므로 조사대상자의 협조와 조사자의 면접기술이 중요한 요소여서, 면접원은 상용 음식의 식품구성과 양에 관한 자료, 흔히 쓰이는 계량단위의 양과 대표적인 음식 및 식품의 1인 1회 분량 사진을 보조자료로 사용하여 식이조사시 섭취량 측정의 정확성을 높이고자 하였다(Willet, 1990). 영양소 섭취는 24시간 회상법을 통하여 구해진 1일의 식품 섭취량을 한국인 영양 권장량 6차 개정판에 수록된 식품 영양가표를 이용하여 1일 영양소 섭취량을 계산하였다. 식이조사에는 남성 250명, 여성 297명이 참여하였다. 고혈압과 영양소 섭취와의 관계분석은 고혈압으로 치료받고 있는 사람을 제외한 남성 230명, 여성 269명을 대상으로 분석하였다.

## 2. 분석방법

영양소와 질병과의 관계를 분석하는 역학적 연구에서 총 열량 섭취는 신중하게 고려되어지고 분석되어야 한다. 총 열량 섭취는 질병의 일차적인 결정인자가 될 수도 있고, 대부분의 영양소 섭취가 총열량 섭취와 양의 상관관계를 보이기 때문에 식이구성(dietary composition)과 무관하게 특정 영양소 섭취의 개인간 차이를 유발하여 잘못된 결론을 유도할 수도 있으며, 에너지 섭취가 질병과 연관되어 있으면서 직접적인 원인이 아닌 경우 혼란변수로 작용할 수도 있기 때문이다(Willet, 1990). Willet(1986)은 영양소와 질병과의 관련성을 분석할때 총열량 섭취의 영향을 보정하기 위하여 영양소 밀도(nutrient density)와 에너지 보정 영양소(energy-adjusted nutrient)를 사용할 것을

제안하였다. 영양소 밀도(nutrient density)는 영양소 섭취량을 에너지 섭취량으로 나누어 총열량섭취를 보정한 개념으로 각 영양소 섭취량을 에너지 섭취량으로 나눈 뒤 1,000을 곱해주어 계산하였다. 에너지 보정 영양소(energy-adjusted nutrient)는 총 열량을 독립변수로 놓고 영양소 섭취를 종속변수로 놓은 회귀분석에서 구해진 영양소 섭취량의 잔차(residual)에 평균 열량섭취에 대한 예측된 영양소의 섭취량을 더하여 구하였다(Willet, 1986).

고혈압과 영양소 섭취와의 관련성을 분석할 때 고혈압은 기존의 연구에서 열량 섭취와도 연관성을 보였기 때문에, 총열량섭취와 독립적인 영양소 섭취의 영향을 분석하기 위하여 Willet과 Stampfer(1986)에 의해 제안된 두 모델을 기본축으로 하여 분석하였다.

### (1) 모델 1 : Multivariate Nutrient Density Model

$$\text{Disease} = \beta_1 \text{ Nutrient/Calories} + \beta_2 \text{ Calories}$$

영양소 밀도(nutrient density)와 총 열량을 중회귀로짓모델(multiple logistic regression model)에 포함시킨 이 모델은 간접적이기는 하지만 열량 섭취에 의한 혼란효과를 제어한다. 영양소의 회귀계수 1은 총 열량섭취를 일정하게 하였을 때 질병과 식이의 그 영양소 구성과(dietary composition)의 관계를 나타내주며, 총 열량의 회귀계수 2는 영양소 밀도가 총 열량섭취와 높은 상관관계를 보이지 않기 때문에 열량 섭취의 영향으로 해석할 수 있다.

### (2) 모델 2 : Multivariate Energy - Adjusted Nutrient Model

$$\text{Disease} = \beta_1 \text{ Energy-adjusted nutrient} + \beta_2 \text{ Calories}$$

총 열량이 질병의 중요한 예측인자라면 총 열량도 에너지 보정 영양소(energy-adjusted nutrient)와 함께 모델에 포함한다. 이 모델은 총열량 섭취와 순수한 영양소 섭취에 대한 계수를 직접적으로 해석하는데 강

점을 가진다. 즉, 총열량 섭취의 질병과의 연관성 및 식이의 영양소 구성(dietary composition)과 질병과의 연관성에 대하여 해석할 수 있게 해준다.

총 에너지 섭취와 각각의 영양소 섭취량을 독립변수로 한 모델(standard multivariate model)은 총 열량의 회귀계수는 특정 영양소에 의한 열량을 제거한 다른 영양소에 의한 열량을 의미하므로, 총열량섭취가 질병과 의미있는 관계를 가지는 경우 연구결과를 해석하는데 어려움이 있어 이 모델은 적합하지 않다(Willet, 1990). 또한 열량이 있는 영양소의 경우에는 총열량과 영양소간의 상관관계가 높아 다중공선성(multicollinearity) 현상이 나타난다. 본 연구에서도 총 열량과 단백질, 탄수화물, 지방의 상관계수가 0.7 이상으로 높고 다중선형회귀분석(multiple linear regression analysis)에서 다중공선성이 심각하게 나타나 이 모델을 분석에서 사용하지 않았다(유근영 1996).

본 연구에서는 고혈압의 기준으로 확정역 고혈압의 기준인 WHO의 권고안(WHO, 1978)을 사용하여 2회 측정된 평균 혈압이 수축기 혈압이 160mmHg 이상이거나 평균 이완기혈압이 95mmHg 이상이거나, 검사당시 치료받고 있는 경우로 하였다. 본 연구는 고혈압과 영양소 섭취와의 관련성을 단면조사를 통해 분석하는 것으로 영양소 섭취와 고혈압발생과의 시간적 선후관계가 불분명한 한계가 존재한다. 식이요법을 포함한 고혈압의 치료는 영양소 섭취를 변경시킬 수 있으므로 혈압과 영양소와의 관계분석시 치료받는 사람을 제외하고 분석하였다.

Millns 등(1995)은 영양소 섭취는 종종 극단적으로 치우쳐져 있어 정규분포를 이루지 않기 때문에 적절한 전환을 실시하여 모수적 분석방법을 사용하는 것이 통계적 검정력을 높인다고 하였다. 정규분포를 보이지 않는 영양소는 로그 전환하여 모수적 분석방법을 사용하였다.

## 연구 결과

성별 연구대상자의 평균 연령, 평균 수축기 및 이완

기 혈압은 유의한 차이가 없었다. 체질량지수(BMI)는 여성에서 유의하게 높았다. 영양소 섭취량은 전체적으로 남성이 많았으며, 성별 유의한 차이를 보인 영양소로는 단백질과 칼슘, 에너지 보정 단백질이었다 ( $p < 0.05$ ). 여성의 경우 탄수화물 섭취량은 남성보다 낮았으나, 통계적으로 유의한 차이는 아니었지만 탄수화물 밀도, 에너지 보정 탄수화물과 탄수화물 에너지(%)가 남성보다 높아 식이의 영양소 구성(dietary composition)측면에서 남성과 다른 양상을 보여주었다(Table 1). 총 열량의 단백질, 지방, 탄수화물, 칼슘과의 상관관계수(correlation coefficients)는 0.7 이상의 높은 상관관계를 보여주었다. 이러한 높은 상관관계는 영양소 밀도에서는 지방 밀도(fat density)를 제외하고는 사라졌다. 에너지 보정 영양소에서도 높은 상관관계가 사라진 양상을 보여주었다. 총열량과 탄수화물 에너지(%)의 유의한 음의 상관관계는 열량섭취가 많을수록 식이 구성 측면에서 탄수화물 섭취가 상대적으로 감소하는 것이라고 생각된다. 단백질은 칼슘과 0.7이상의 높은 상관관계를 보여주었으며 지방 및 탄수화물과의 상관관계도 유의하게 높았다(Table 2). 남성의 경우 총열량과 단백질 섭취량은 연령과 유의한 음의 상관성, 지방과 탄수화물 섭취는 약한 음의 상관관계를 보여주었다. 여성의 경우 총열량, 단백질, 지방, 탄수화물 섭취가 유의한 음의 상관관계를 보여주었으며 칼슘의 섭취도  $p=0.10$  수준에서 유의한 음의 상관성을 보여주었다. 남녀 모두 영양소 밀도와 에너지 보정 영양소에서는 연령과 유의한 상관관계를 보여주지 않아 총열량을 보정한 식이의 영양소 구성(diet composition)은 연령증가에 따른 변동이 크지 않음을 시사하고 있다(Table 3). 연령별 영양소 섭취량의 차이를 분산분석법을 시행하여 검정하였을 때 남성의 경우 유의한 차이를 보인 영양소는 없었으며, 여성의 경우는 총 열량, 단백질, 지방, 탄수화물의 평균치가 유의하게 달랐으나 일정한 경향을 보여주지는 않았다(본 논문에서는 제시하지 않음). 체질량지수와 상관성은 남성의 경우 총열량, 단백질, 에너지 보정 단백질이 유의한 양의 상관관계를 보여주었다. 여성의 경우는 유의

Table 1. General characteristics of subjects

	Men (n=250)	Women (n=297)	p value <sup>§</sup>
Age, mean(SD) <sup>†</sup>	58.4(13.5)	57.0(13.3)	0.23
BMI, mean(SD) <sup>‡</sup>	22.3( 2.8)	24.0( 3.5)	< 0.01***
Mean systolic blood pressure(SD)	127.4(18.5)	127.8(22.6)	0.64
Mean diastolic blood pressure(SD)	78.5(11.4)	79.0(11.6)	0.62
Smoking (% yes)	55.4	5.4	< 0.01***
Drinking (% yes)	54.2	7.5	< 0.01***
Diet(median)			
Crude Nutrient			
Total calories (kcal)	1553.2	1399.9	0.07*
Protein (g)	69.2	52.3	0.01**
Fat (g)	33.3	29.8	0.26
Carbohydrate (g)	190.6	181.2	0.27
Calcium (mg)	660.9	539.2	0.04**
Sodium (mg)	14970.6	13713.0	0.09*
Nutrient density			
Protein density (g/1000kcal)	43.1	40.8	0.08*
Fat density (g/1000kcal)	22.4	21.6	0.71
Carbohydrate density (g/1000kcal)	132.9	142.7	0.14
Calcium density(mg/1000kcal)	415.6	385.7	0.28
Sodium density(mg/1000kcal)	9746.0	8733.8	0.49
Energy adjusted nutrient			
Energy-adjusted protein(g)	67.6	62.3	0.04**
Energy-adjusted fat(g)	34.1	33.4	0.06*
Energy-adjusted carbohydrate (g)	199.3	200.9	0.82
Energy-adjusted calcium (mg)	644.0	594.3	0.76
Energy-adjusted sodium (mg)	14606.7	13104.5	0.47
Energy percent			
Protein energy (%)	17.2	16.3	0.13
Fat energy (%)	20.2	19.4	0.70
Carbohydrate energy (%)	53.2	57.1	0.14

\*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.10

§ Nutrient variables except protein energy(%), carbohydrate energy(%) and energy adjusted nutrients were transformed to natural logarithm in comparison t test between men and women.

†: Standard deviation

‡: Body mass index( weight/height<sup>2</sup>)

**Table 2. Pearson correlation coefficients among total energy, energy-providing nutrients and study variables<sup>§</sup>**

	Total calories	Protein	Fat	Carbohydrate
	(kcal)	(g)	(g)	(g)
<b>Crude Nutrient</b>				
Protein (g)	0.79***	1.00		
Fat (g)	0.85***	0.61***	1.00	
Carbohydrate (g)	0.74***	0.69***	0.39***	1.00
Calcium (mg)	0.70***	0.78***	0.59***	0.59***
Sodium (mg)	0.47***	0.47***	0.39***	0.35***
<b>Nutrient density</b>				
Protein density (g/1000kcal)	-0.05	0.58***	-0.15***	0.14***
Fat density (g/1000kcal)	0.52***	0.30***	0.89***	-0.02
Carbohydrate density (g/1000kcal)	-0.53***	-0.37***	-0.82***	0.14***
Calcium density (mg/1000kcal)	-0.04	0.28***	-0.05	0.06
Sodium density (mg/1000kcal)	-0.02	-0.10**	-0.03	-0.01
<b>Energy adjusted nutrient</b>				
Energy-adjusted protein (g)	0.17***	0.59***	0.00	0.22***
Energy-adjusted fat (g)	0.07	-0.21***	0.43***	-0.36***
Energy-adjusted carbohydrate (g)	0.14***	0.25***	-0.21***	0.66***
Energy-adjusted calcium (g)	0.14***	0.34***	0.06	0.19***
Energy-adjusted sodium (g)	0.13***	0.02	0.06	0.02
<b>Energy percent</b>				
Protein energy (%)	0.03	0.58***	-0.06	0.05
Fat energy (%)	0.52***	0.30***	0.89***	-0.02
Carbohydrate energy (%)	-0.53***	-0.37***	-0.82***	0.14***

\*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.10

<sup>§</sup> Nutrient variables except protein energy(%), carbohydrate energy(%) and energy adjusted nutrients were transformed to natural logarithm in correlation analysis.

**Table 3. Pearson correlation coefficients among age, body mass index and nutrient by sex<sup>§</sup>**

	Men		Women	
	Age	BMI <sup>†</sup>	Age	BMI
<b>Crude nutrient</b>				
Total calories(kcal)	-0.15**	0.17**	-0.18***	-0.01
Protein (g)	-0.14**	0.18**	-0.14**	-0.01
Fat (g)	-0.11*	0.12	-0.15**	0.03
Carbohydrate (g)	-0.13*	0.14*	-0.14**	-0.03
Calcium (mg)	-0.08	0.12	-0.12*	-0.05
Sodium (mg)	-0.08	0.01	-0.04	0.03
<b>Nutrient density</b>				
Protein density (g/1000kcal)	-0.02	0.06	0.01	-0.01
Fat density (g/1000kcal)	-0.05	0.04	-0.10	0.06
Carbohydrate density (g/1000kcal)	0.03	-0.06	0.09	-0.02
Calcium density (mg/1000kcal)	0.04	-0.02	0.02	-0.05
Sodium density (mg/1000kcal)	-0.01	-0.10	0.05	0.03
<b>Energy-adjusted nutrient</b>				
Energy-adjusted protein (g)	-0.10	0.16**	-0.07	-0.13*
Energy-adjusted fat (g)	0.06	-0.06	-0.01	0.04
Energy-adjusted carbohydrate (g)	-0.07	0.04	-0.02	-0.01
Energy-adjusted calcium (g)	-0.01	0.12	-0.08	-0.12*
Energy-adjusted sodium (g)	0.01	-0.03	0.04	0.01
<b>Energy percent</b>				
Protein energy(%)	-0.01	0.08	0.03	-0.06
Fat energy(%)	-0.05	0.04	-0.10	0.06
Carbohydrate energy(%)	0.05	-0.10	0.09	-0.01

\*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.10

<sup>†</sup>: Body mass index( weight/height<sup>2</sup>)

<sup>§</sup> Nutrient variables except protein energy(%), carbohydrate energy(%) and energy adjusted nutrients were transformed to natural logarithm in correlation analysis.

한 상관관계를 보여주지 않았다(Table 3).

평균 수축기 혈압과 영양소 섭취와의 상관관계 분석에서 유의한 양의 상관관계는 남성에서는 단백질 에너지(%)가 보여주었다( $\gamma=0.16$ ). 평균 이완기 혈압과의 상관관계 분석시 남성에서 단백질 밀도와 단백질 에너지(%)가 강한 양의 상관관계를( $p < 0.01$ ) 보여주었으며, 칼슘 밀도(calcium density)와 에너지 보정 단백질도 유의한 양의 상관관계를 보여주었다. 여성에서는 평균 수축기 및 평균 이완기 혈압과 유의한 상관관계를 보인 영양소는 없었다(Table 4).

고혈압군과 정상혈압군의 영양소 섭취를 비교하였을 때 탄수화물과 나트륨을 제외한 영양소는 전체적으로 고혈압군에서 높았으나 유의한 차이는 보이지 않았다. 탄수화물은 절대 섭취량, 영양소 밀도와 에너지 보정 섭취량 모두 정상 혈압군에서 높았으나 유의하지는 않았으며 탄수화물 에너지(%)만이  $p=0.10$ 수준에서 유의한 차이를 보여주었다.  $p=0.10$  수준에서 고혈압군에서 유의하게 높은 섭취를 보여준 것은 지방 섭취량, 지방 밀도, 지방 에너지(%)였다(Table 5).

남성에서 평균 수축기 혈압 및 이완기 혈압을 종속 변수로 하고 연령과 체질량 지수를 보정한 다중선형 회귀분석(multiple linear regression analysis)에서 영양소 밀도를 이용한 모델에서는 평균 이완기 혈압만이 단백질 밀도와 유의한 양의 연관성을 보여주었다. 에너지 보정 영양소를 이용한 모델에서는 평균 이완기 혈압과 에너지 보정 단백질은 유의한 양의 연관성을, 총 열량은 음의 연관성을 보여주었다(Table 6). 여성의 경우는 유의한 연관성을 보여주는 영양소는 없었다(Table 7). 고혈압과 영양소와의 관계를 성, 연령, 체질량 지수, 가족력을 보정하고 선형중회귀로짓분석을(multiple logistic regression analysis) 이용하여 고혈압의 위험요인으로 보고된 총열량, 단백질, 지방, 칼슘 및 나트륨의 영향을 분석하였다. 영양소 밀도를 이용한 모델에서는 단백질 밀도는 강한 양의 연관성을(Odds ratio=3.18), 지방 밀도는 유의한 양의 연관성을(Odds ratio=1.94)을 보여주었다. 나트륨밀도는 유의한 음의 연관성을 보여주었다(Odds ratio=0.73). 에너

지 보정 영양소를 이용한 모델에서는 에너지 보정 단백질이 유의한 양의 연관성을 보여주었다((Odds ratio=1.01)(Table 8)).

## 고찰

McCarron 등(1983)에 의하면 영양소와 혈압과의 연관성을 설명하기 위해서는 지역사회를 대상으로 한 연구에서 고혈압군과 정상혈압군에서 영양소섭취의 차이가 보여야 하며, 영양소의 인구학적인 분포가 고혈압의 인구학적인 분포와 일치하여야 하고, 혈압과 영양소 섭취량간에 상관관계를 보이며, 여러 지역사회를 비교한 연구에서 영양소에 대한 폭로의 정도와 고혈압의 유병율과 연관이 있어야 한다고 하였다. 이러한 기준에 의거하여 McCarron 등(1983)이 기존의 연구결과를 고찰하였을 때 역학적 연구에서 유의한 영양소로는 단백질, 포화지방, 나트륨, 알코올, 총열량이며, 동물실험모델에서는 단백질, 불포화지방, 총 열량이고 나트륨은 공급시 영향이 없거나 증가시키는 것으로 나타났으며, 사람에게 대한 개입연구에서는 알코올, 총 열량, 콜레스테롤, 포화지방은 증가시키는 것으로, 나트륨은 동물실험모델에서와 마찬가지로 공급시 영향이 없거나 증가시키는 것으로 나타났다고 한다.

본 연구는 고혈압과 영양소 섭취와의 관련성을 분석하고자 기존의 연구에서 위험을 증가시킨다고 보고된 총열량, 단백질, 지방, 나트륨과 고혈압에 대한 보호효과가 있다고 보고된 칼슘에 대하여 고혈압과의 연관성을 분석하였다. 본 연구결과 남자에서 평균 수축기 혈압과 단백질 에너지(%)가 유의한 양의 상관관계를 보여주었고 평균 이완기 혈압과는 단백질 밀도와 단백질 에너지(%)가 강한 양의 상관관계를( $p < 0.01$ ), 칼슘 밀도와 에너지 보정 단백질도 유의한 양의 상관관계를 보여주었다. 선형중회귀로짓분석(multiple logistic regression analysis)을 이용하여 분석하였을 때, 단백질 밀도는 강한 양의 연관성을(Odds ratio=3.18), 지방 밀도는 유의한 양의 연관성을(Odds ratio=1.94)을 보여주었다. 에너지 보정 영양소를 이용한 모델

**Table 4.** Pearson correlation coefficients among systolic blood pressure, diastolic blood pressure and nutrient by sex<sup>§</sup>

	Men		Women	
	Systolic blood pressure	Diastolic blood pressure	Systolic blood pressure	Diastolic blood pressure
<b>Crude nutrient</b>				
Total calories(kcal)	-0.05	-0.08	-0.04	-0.09
Protein (g)	0.01	0.05	0.00	-0.09
Fat (g)	-0.01	-0.05	-0.02	-0.03
Carbohydrate (g)	-0.08	-0.12*	-0.04	-0.11
Calcium (mg)	0.01	0.04	0.00	-0.06
Sodium (mg)	-0.10	-0.03	-0.01	-0.10
<b>Nutrient density</b>				
Protein density (g/1000kcal)	0.11	0.22***	0.06	-0.02
Fat density (g/1000kcal)	0.05	-0.01	0.02	0.04
Carbohydrate density (g/1000kcal)	-0.04	-0.05	0.02	-0.02
Calcium density (mg/1000kcal)	0.08	0.15**	0.04	0.01
Sodium density (mg/1000kcal)	-0.08	0.02	0.02	-0.06
<b>Energy adjusted nutrient</b>				
Energy-adjusted protein (g)	0.10	0.17**	-0.03	-0.06
Energy-adjusted fat (g)	0.02	-0.05	0.03	0.05
Energy-adjusted carbohydrate (g)	-0.07	-0.06	-0.05	-0.07
Energy-adjusted calcium (mg)	0.07	0.13*	-0.02	-0.05
Energy-adjusted sodium (mg)	-0.13*	-0.06	-0.03	-0.05
<b>Energy percent</b>				
Protein energy(%)	0.16**	0.23***	0.03	-0.03
Fat energy(%)	0.05	-0.01	0.02	0.04
Carbohydrate energy(%)	-0.07	-0.06	-0.01	-0.02

\*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.10

§ Nutrient variables except protein energy(%), carbohydrate energy(%) and energy adjusted nutrients were transformed to natural logarithm in correlation analysis.

**Table 5.** Median levels of nutrient intake between hypertensive and normotensive

	Hypertensive	Normotensive	p value <sup>§</sup>
	(n=39)	(n=364)	
<b>Crude nutrient</b>			
Total calories(kcal)	1918.3	1448.1	0.33
Protein (g)	74.2	58.6	0.15
Fat (g)	55.2	29.7	0.09*
Carbohydrate (g)	168.7	187.7	0.91
Calcium (mg)	662.7	580.3	0.77
Sodium (mg)	13654.4	13969.0	0.87
<b>Nutrient density</b>			
Protein density (g/1000kcal)	46.2	41.8	0.29
Fat density (g/1000kcal)	28.3	20.9	0.06*
Carbohydrate density (g/1000kcal)	126.9	143.0	0.17
Calcium density (mg/1000kcal)	304.0	404.0	0.53
Sodium density (mg/1000kcal)	6784.3	9248.0	0.22
<b>Energy adjusted nutrient</b>			
Energy-adjusted protein (g)	70.0	64.0	0.51
Energy-adjusted fat (g)	39.9	33.2	0.38
Energy-adjusted carbohydrate (g)	192.2	201.8	0.33
Energy-adjusted calcium (mg)	491.2	614.7	0.91
Energy-adjusted sodium (mg)	9068.3	13794.3	0.15
<b>Energy percent</b>			
Protein energy(%)	18.5	16.7	0.23
Fat energy(%)	25.4	18.8	0.06*
Carbohydrate energy(%)	50.8	57.2	0.06*

\* p < 0.10

§ Nutrient variables except protein energy(%), carbohydrate energy(%) and energy adjusted nutrients were transformed to natural logarithm in comparison t test between hypertensives and normotensives.



**Table 6.** Multiple regression coefficients for systolic blood pressure and diastolic blood pressure in men<sup>§</sup>

	Systolic blood pressure	Diastolic blood pressure
	$\beta^{\dagger}$	$\beta^{\dagger}$
<b>Model 1<sup>‡</sup></b>		
Total calories (kcal)	-2.101	-2.236*
Protein density (g/1000kcal)	4.762	4.992**
Fat density (g/1000kcal)	2.550	0.895
Calcium density(mg/1000kcal)	0.744	1.019
Sodium density(mg/1000kcal)	-1.741	-0.902
R <sup>2</sup>	0.167	0.095
<b>Model 2<sup>¥</sup></b>		
Total calories (kcal)	-1.227	-2.600**
Energy adjusted protein (g)	0.040*	0.034**
Energy adjusted fat (g)	0.024	0.013
Energy adjusted calcium (mg)	0.001	0.001
Energy adjusted sodium (mg)	0.000	0.000
R <sup>2</sup>	0.167	0.092

\*\* p < 0.05, \* p < 0.10

<sup>†</sup>: Adjusted for age and body mass index(kg/m<sup>2</sup>)

<sup>‡</sup> Model 1 : Multivariate Nutrient Density Model

<sup>¥</sup> Model 2 : Multivariate Energy - Adjusted Nutrient Model

<sup>§</sup> Total calories, protein density, fat density, calcium density and sodium density were transformed to natural logarithm in multiple linear regression analysis.

**Table 7.** Multiple regression coefficients for systolic blood pressure and diastolic blood pressure in women<sup>§</sup>

	Systolic blood pressure	Diastolic blood pressure
	$\beta^{\dagger}$	$\beta^{\dagger}$
<b>Model 1<sup>‡</sup></b>		
Total calories (kcal)	0.294	-1.027
Protein density (g/1000kcal)	3.100	-0.144
Fat density (g/1000kcal)	0.702	0.783
Calcium density(mg/1000kcal)	-0.238	0.618
Sodium density(mg/1000kcal)	-0.139	-0.678
R <sup>2</sup>	0.151	0.117
<b>Model 2<sup>¥</sup></b>		
Total calories (kcal)	0.459	-0.722
Energy adjusted protein (g)	0.010	0.005
Energy adjusted fat (g)	0.007	0.013
Energy adjusted calcium (mg)	0.000	0.000
Energy adjusted sodium (mg)	0.000	0.000
R <sup>2</sup>	0.147	0.112

<sup>†</sup>: Adjusted for age and body mass index(kg/m<sup>2</sup>)

<sup>‡</sup> Model 1 : Multivariate Nutrient Density Model

<sup>¥</sup> Model 2 : Multivariate Energy - Adjusted Nutrient Model

<sup>§</sup> Total calories, protein density, fat density, calcium density and sodium density were transformed to natural logarithm in multiple linear regression analysis.

**Table 8.** Logistic regression analysis for hypertension<sup>§</sup>

	Adjusted odds ratio <sup>†</sup>	95% CI <sup>Ⓢ</sup>
<b>Model 1<sup>§</sup></b>		
Total calories(kal)	1.21	0.66-2.24
Protein density (g/1000kcal)	3.18	1.34-7.53***
Fat density (g/1000kcal)	1.94	1.06-3.57**
Calcium density (mg/1000kcal)	0.70	0.38-1.29
Sodium density (mg/1000kcal)	0.73	0.55-0.98**
-2 log L(p value)	36.872(0.0001)	
<b>Model 2<sup>‡</sup></b>		
Total calories(kal)	1.38	0.78-2.44
Energy adjusted protein (g)	1.01	1.00-1.02**
Energy adjusted fat (g)	1.01	0.99-1.02
Energy adjusted calcium (mg)	1.00	1.000
Energy adjusted sodium (mg)	1.00	1.000
-2 log L(p value)	30.064(0.0004)	

\*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.10

<sup>†</sup> : Adjusted for age, sex, BMI and family history

<sup>Ⓢ</sup>: Confidence interval

<sup>§</sup> Model 1 : Multivariate Nutrient Density Model,

<sup>‡</sup> Model 2 : Multivariate Energy - Adjusted Nutrient Model

<sup>§</sup> Total calories, protein density, fat density, calcium density and sodium density were transformed to natural logarithm in multiple logistic regression analysis.

에서는 에너지 보정 단백질이 유의한 양의 연관성을 보여주었다(Odds ratio=1.01). 나트륨 밀도는 유의한 음의 연관성을 보여주었다(Odds ratio=0.73). 위의 결과를 종합해보면 영양소 섭취량 자체는 혈압과 상관성을 보여주지 않았지만 식이의 영양소 구성(diet composition)을 반영하는 지표인 영양소 밀도와 에너지 보정 영양소 섭취를 보았을 때, 단백질 밀도와 지방밀도, 에너지 보정 단백질이 유의한 연관성을 보여 기존의 연구결과와 일치하였다. 칼슘과 나트륨은 기존의 연구결과와 반대되는 현상을 보였는데, 나트륨의 경우는 McCarron 등(1983)의 연구에서도 고혈압군에서 섭취가 더 적은 양상을 보여주었고, 우리나라 일부 농촌지역 주민을 대상으로 한 연구에서도 뇨중 전해질 측정을 통하여 추정된 식염섭취량이 고혈압군이 정상혈압군보다 더 적은 양상을 보여주었다(문정주 등, 1991). 감신 등(1991)은 칼슘이 풍부한 우유섭취(odds ratio=0.69)는 고혈압의 위험을 감소시키고 식염 섭취

(odds ratio=1.73)는 위험을 증가시킨다고 하였는데, 이 연구는 칼슘의 섭취정도를 우유섭취빈도로 측정하였고, 식염섭취정도는 짜게먹는가 여부를 설문하여 분석한 것이므로 본 연구결과와 직접적으로 비교하기는 어렵다고 생각된다. 식염섭취와 고혈압과의 관계는 계속적인 연구가 필요한 분야이다.

본 연구는 영양소 섭취측정을 조사전날의 음식과 음료의 섭취를 묻는 24시간 회상법을 사용하였는데, 이 방법은 24시간 회상법이 집단의 평균치를 추정하는데는 유용하지만 개인의 섭취량을 반영하기 어렵다는 한계가 있고(Willet, 1990), 하루의 섭취량으로는 개인의 식이섭취의 변이(Maisey 등, 1994)를 고려하지 못하는 한계가 있으므로, 만성병과 영양소와의 원인적 연관성을 보는데 있어서 제한이 따른다. 더불어 24시간 조사법은 기억에 의존함으로써(Dwyer 등, 1987) 측정의 정확성이 문제가 될 수 있고, 이러한 현상은 특히 미세영양소에서 심하게 나타나므로 위의 연구결

과를 해석하는 데는 주의가 필요하다고 생각된다.

본 연구결과 절대적인 영양소 섭취량보다는 같은 에너지 섭취수준에서 단백질과 지방 섭취가 상대적으로 많은 경우가 고혈압과 양의 연관성을 보였는데, 이에 대해서는 지속적인 연구가 필요하다. 더불어 고혈압과 영양소 섭취와의 관련성을 밝히기 위해서는 비만과 영양소 섭취와의 관계에 관한 역학적 연구와 특정 영양소 섭취의 고혈압 발생과의 기전을 밝히는 동물실험연구가 요구된다.

## 요약

고혈압과 영양소 섭취와의 관계를 분석하기 위하여 춘천시 남면과 사북면의 10개리에 거주하는 30세 이상 성인을 대상으로 1995년 7월~8월, 1996년 6월에 혈압측정 및 24시간 회상법을 이용한 식이조사를 시행하여 남자 250명, 여자 297명을 대상으로 분석하였다. 혈압과 영양소 섭취와의 관련성을 분석한 결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 평균 수축기 혈압과 영양소 섭취와의 상관관계 분석에서 유의한 상관관계를 보인 영양소는 남성에서 단백질 에너지(%)였다( $\gamma=0.16$ ). 여성에서는 유의한 상관 관계를 보여주지 않았다.

2. 평균 이완기 혈압과의 상관관계 분석시 남성에서 단백질 밀도와 단백질 에너지(%)가 강한 양의 상관관계를( $p < 0.01$ ) 보여주었으며, 칼슘 밀도(calcium density)와 에너지 보정 단백질도 유의한 양의 상관관계를 보여주었다. 여성에서는 유의한 상관관계를 보인 영양소는 없었다.

3. 탄수화물과 나트륨을 제외한 영양소 섭취량은 전체적으로 고혈압군에서 높았으나 유의한 차이는 보이지 않았다.

4. 다중선형회귀분석(multiple linear regression analysis)에서 남성의 경우 영양소 밀도를 이용한 모델에서는 평균 이완기 혈압만이 단백질 밀도와 유의한 양의 연관성을 보여주었다. 에너지 보정 영양소를 이

용한 모델에서는 평균 이완기 혈압과 에너지 보정 단백질만이 유의한 양의 연관성을, 총 열량은 음의 연관성을 보여주었다. 여성의 경우는 평균 수축기 및 이완기 혈압과 유의한 연관성을 보여주는 영양소는 없었다.

5. 고혈압과 영양소와의 관계를 성, 연령, 체질량 지수, 가족력을 보정하고 선형중회귀로짓분석을 이용하여 분석시 영양소 밀도를 이용한 모델에서는 단백질 밀도가 강한 양의 연관성을(Odds ratio=3.18), 지방 밀도는 유의한 양의 연관성을(Odds ratio=1.94)을, 나트륨 밀도는 유의한 음의 연관성을 보여주었다(Odds ratio=0.73). 에너지 보정 영양소를 이용한 모델에서는 에너지 보정 단백질이 유의한 양의 연관성을 보여주었다(Odds ratio=1.01)

본 연구는 단면조사를 통하여 혈압과 영양소와의 상관관계 분석과 고혈압군과 정상혈압군의 영양소 섭취의 차이를 분석하여 영양소섭취와 고혈압과의 연관성을 보고자 하였는데 절대적인 영양소 섭취량보다는, 같은 에너지 섭취수준에서 단백질과 지방 섭취가 상대적으로 많은 경우가 양의 연관성을 보였고, 나트륨 섭취가 상대적으로 적은 경우가 음의 연관성을 보였다.

## <참고 문헌>

- 김 신, 예민해, 이성국, 천병렬. 고혈압의 위험요인에 대한 환자-대조군 연구. 예방의학회지 1991; 24(2): 221-231
- 김기순, 박창업, 이행훈, 정성욱. 일부농촌지역 고혈압 관리사업의 추구조사(I) 한국역학회지 1981; 3(1): 45-53
- 김정순, 전인숙, 이진수. 일부 농촌 고혈압환자의 위험요인에 관한 연구. 보건학논집 1984; 36: 1-7
- 김정순, 정문호, 윤희섭, 전인숙, 이인숙. 뇌혈관 질환의 위험요인에 관한 연구(II). 한국역학회지 1983; 5(1):55-66
- 김정순. 우리나라 심혈관 질환의 현황과 예방전략 -2000년 Health For All 목표를 중심으로. 보건학논집 1996; 33(1): 1-26

- 김정옥. 고혈압과 식염섭취에 관한 문헌고찰. 한국역학회지 1983; 5(1):67-101
- 김주영, 김정순, 이영우. 중도시 일부 아파트 주민을 대상으로 한 고혈압에 관한 연구. 한국역학회지 1979; 1(1): 55-67
- 대한예방의학회. 건강통계자료 수집 및 측정의 표준화 연구. 1993
- 문정주, 함선희, 최경애, 육미이, 채영희, 김기순. 일부 농촌지역 주민의 요중 전해질 측정을 통한 식염 섭취량 추정과 고혈압과의 관계 연구. 예방의학회지 1991; 24(1): 8-15
- 박정일, 이원철, 맹광호. 청장년기 남녀 혈압에 대한 연령, 출생코호트 및 비만도의 효과. 한국역학회지 1987; 9(2):228-235
- 서일, 지선하, 김일순. 한국에서의 심혈관계 질환의 변천양상. 한국역학회지 1993; 15(1): 161-194
- 유근영. 의학 보건학을 위한 범주형 자료분석론. 서울대학교 출판부, 1996. 쪽 193-196
- 정귀옥, 전진호, 손혜숙, 강정학, 김휘동, 조규일, 이채연. 혈압에 영향을 미치는 위험요인에 관한 연구. 한국역학회지 1995; 17(2):201-213
- 통계청. 1995년 사망원인 통계연보. 1997
- 한성현, 김양호, 이성수. 우리나라 일부 농촌지역사회에서 고혈압의 위험요인 및 환자관리 상태에 관한 연구(I). 한국역학회지 1986; 8(1):23-36
- Chiang B. N., Perlman L. V., Epstein F. H. Overweight and Hypertension. A Review. Circulation 1969; 403-421
- Dwyer J. T., Krall E. A., coleman K. A. The problem of memory in nutritional epidemiology research. Journal of the American Dietetic Association. 1987; 87(11):1509-1512
- Havlik R. J., Hubert H. B., Fabsitz R. R., Feinleib M. Weight and hypertension. Annals of Internal Medicine 1983; 98(part 2): 855-859
- J. S. Kim, S. J. Kim, Jones D. W., Y. P. Hong. Hypertension in Korea: A national survey. Am J. of Preventive Medicine 1994; 10(4): 200-204
- J. S. Kim. Current perspectives of cardiovascular disease and hypertension-related disease in Korea. Korean Journal of Public Health 1992; 29(1): 1-6
- Jones D. W., J. S. Kim, Andrew M. E., S. J. Kim, Y. P. Hong. Body Mass index and blood pressure in Korean men and women: The Korean National Blood Pressure Survey. Journal of Hypertension 1994; 12: 1433-1437
- Kannel W. B., Brand N., Skinner J. J., Dawber T. R., McNamara P. M. The relation of adiposity to blood pressure and development of hypertension. The Framingham Study. Annals of Internal medicine 1967; 67(1): 48- 59
- Maisey S., Loughridge J., Southon S., Fulcher R. Variation in food group and nutrient intake with day of the week in an elderly population. British Jour. Nutr. 1995; 73: 359-373
- McCarron D. A., Stanton J., Henry H., Morris C. Assessment of nutritional correlates of blood pressure. Annals of Internal Medicine 1983; 98(part 2): 715-719
- Millns H., Woodward M., Bolton-Smith C. Is it necessary to transform nutrient variable prior to statistical analyses? Am. J. Epidemiol. 1995; 141(3): 251-262
- Spiegelman D., Israel R. G., Bouchard C., Willet W. C. Absolute fat mass, percent body fat, and body-fat distribution: Which is the real determinant of blood pressure and serum glucose?. Am J Clin Nutr 1992; 55: 1033-44
- Willet W. Nutritional epidemiology. Oxford New York Toronto. Oxford University Press, 1990.pp 52-53
- Willet W., M. J. Stampfer. Total energy intake : Implications for Epidemiologic analysis. Am. J. Epidemiol. 1986; 124(1): 17-27
- World Health Organization. Arterial hypertension. Report of a WHO expert committee. Geneva, World Health Organization Technical Report Series 628; 1978
- Zhou B, Zhang X, Zhu A, Zhao L, Zhu S, Ruan L, Zhu L, Liang S. The relationship of dietary animal protein and electrolytes to blood pressure: A study on three Chinese populations. Int J Epidemiol 1994; 23(4): 716-722