

혈압조절에 있어서 Renin 활성도의 차이와 Ca, Na 섭취습관 그리고 호르몬 간의 관련성*

윤진숙 · 박정아 · 김윤년*

계명대학교 식품영양학과, 계명대학교 의과대학*

Renin Activity, Habitual Ca, Na Intake and Hormonal Effect on Hypertension

Yoon, Jin-Sook · Park, Jung-A · Kim, Yoon-Nyun*

Department Food & Nutrition, Keimyung University, School of Medicine,* Keimyung University,
Daegu, Korea

ABSTRACT

Twenty two hypertensive and thirty normotensive in-patients were participated in this study to investigate the relationship between plasma renin activity and metabolism of Ca and Na. Prior to pharmacological treatments, renin activity, aldosterone and parathyroid hormone(PTH) levels were measured from the fasting blood samples. Twenty four hour urine samples were collected to analyze urinary levels of creatinine, Ca, Na and K. Habitual intake of Na and Ca were also measured for hypertensive and normotensive patients. Hypertensive subjects were classified into high renin hypertensive(HH), medium renin hypertensive(MH) and low renin hypertensive(LH) group according to their renin activities. PTH level of LH group was the highest among three hypertensive groups. It appeared that aldosterone levels of HH group were significantly higher than LH or MH groups($p < 0.05$). However there were no significant differences in aldosterone level between LH group and normotensive group. Habitual intake of Na and Ca were highest in LH group but lowest in HH group, however, they were not statistically different. Positive correlations of systolic blood pressure with PTH($r = 0.2597$) and aldosterone($r = 0.2648$) existed($p < 0.05$). Urinary Ca level was positively correlated with urinary Na($r = 0.5619$), K($r = 0.4533$) and habitual Na intake($r = 0.3253$). Above results suggested the possible relationships among renin activity, habitual Ca intake and Na intake and suggested a further study on the interrelationship between the hormonal control of Ca and Na metabolism and blood pressure in hypertension. (*Korean J Nutrition* 30(2) : 170~176, 1997)

KEY WORDS : hypertension · renin activity · Ca excretion · Na excretion · PTH · aldosterone.

서론

고혈압은 뇌졸중을 유발하는 가장 강력한 위험인자의

채택일 : 1997년 2월 6일

*이 논문은 1995학년도 한국학술진흥재단 자유공모과제 연구비 지원으로 수행되었음.

하나이며 유병율이 비교적 높은 질환이지만 고혈압 환자의 90% 가량을 차지하는 본태성 고혈압의 원인과 발생 기전은 아직도 완전히 규명되지 못하고 있다.

나트륨은 고혈압 발생과 관련된 영양소로 오래 전부터 그 중요성이 인식되어 온 반면 칼슘 대사의 이상과 혈압 조절 간의 관련성에 관해서는 비교적 최근에 관심을 가지게 되었다. 그러나 칼슘 섭취 수준이 혈압조절에 미치

는 효과에 관해서는 조사대상자들의 칼슘 섭취 수준이나 칼슘 보충제 투여 기간 등에 따라 여러 연구에서 서로 다른 결과를 보이고 있기 때문에 논란의 대상이 되고 있다.

이러한 상이한 결과들을 설명하기 위한 대표적인 견해 중의 하나는 salt sensitivity의 차이로서 설명하고자 하는 견해이다. Salt sensitivity는 염분을 투여함에 따라 혈압이 달라지는 정도를 나타내는 것으로서 소변으로의 염분배설이 얼마나 잘 조절되는가를 반영하기도 하는데 노화와 더불어 조절작용이 둔화되는 경향을 보이는 것으로 알려져 있다. Resnick 등¹²⁾은 염분투여에 따라 혈압이 달라지는 정도, 즉 salt sensitivity는 개인마다 차이가 있으며 이러한 salt sensitivity의 차이에 따라 나트륨, 칼슘대사도 달라진다고 주장하였다. 이들과 견해를 같이 하는 Weinberger 등³⁾은 식이로 나트륨을 섭취할 때 혈압변화의 예민도가 높은 고혈압군을 salt sensitive 군이라고 정의하였다. 한편 여러 동물실험 및 임상실험¹⁴⁾⁵⁾⁶⁾에 의하면 renin 활성도에 따라 고혈압 집단을 low, high renin 고혈압군으로 분류하여 각 군에서 나타나는 칼슘이온과 호르몬 양상은 salt sensitivity의 차이에 따라 salt sensitive, salt resistant 군으로 분류하여 비교한 것과 유사하게 나타났다고 한다. 즉 salt sensitive 군에서는 salt resistant 군보다 혈장 renin 활성도가 낮고 혈청 칼슘 이온이 낮은 반면 혈장의 PTH와 1,25-dihydroxy vitamin D는 높았다고 한다. 따라서 혈압조절과 관련하여 나트륨을 제한하거나 칼슘을 보충제로 투여했을 때의 효과 여부도 혈장 renin 활성도, salt sensitivity와 관련이 있을 것으로 여겨진다. 일반적으로 한국인의 전통적인 식생활은 나트륨의 과잉섭취를 유발하는 경향이 있는 것으로 알려져 있는 반면 칼슘은 섭취량이 가장 부족한 영양소 중의 하나이므로 이들 두 영양소의 불균형은 고혈압 발생에 상호 악영향을 미치리라고 생각된다. Renin은 나트륨의 체내 농도 조절에 기여하는 효사이므로 나트륨 투여량에 따라서 반응이 달라지리라는 것은 잘 알려진 사실이다. 한편 renin-aldosterone계가 칼슘 대사에 관여하는 호르몬들과도 상호관련성이 있다는 보고¹²⁾⁵⁾들이 있기는 하나 혈압조절에 관여하는 정도는 아직 충분히 규명되지 않았다. 그리고 개개인이 일상적인 식사로부터 반복적으로 섭취하는 나트륨이나 칼슘섭취경도의 차이가 renin 활성도와 어떤 관련성이 있는지에 관해서도 아직 사람을 대상으로 체계적으로 연구되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 종합병원 심장병동 입원환자 중에서 정상혈압과 고혈압 환자들을 대상으로 renin 활성도의 차이가 나트륨이나 칼슘섭취습관과 관련성이 있는지를 파악하고자

하였다. 고혈압환자를 renin 활성도의 차이에 따라 3군으로 분류하였을 때 정상시의 나트륨 및 칼슘 섭취습관, 나트륨 및 칼슘 배설량 그리고 관련 호르몬들의 체내 농도가 정상혈압인 경우와 비교했을 때 어떤 차이를 보이는지 조사함으로써 혈압조절에 있어서 이들간의 상호관련성 여부를 알아보고자 하였다.

연구방법

1. 조사대상 선정방법

대구 시내 종합병원 내과의 심장병동에 협심증, 울혈성 심부전, 부정맥 등의 병인으로 입원한 30~65세 사이의 환자 중에서 약물치료를 받기 전의 정상혈압인 환자 30명(남 11명, 여 19명)과 고혈압 환자 22명(남 6명, 여 16명)을 대상으로 하였다. 고혈압 환자 군은 renin activity를 측정된 후 다른 연구자료들을⁷⁻⁹⁾ 참조로 하여 혈장 renin 활성도가 1ng/ml/h 이하를 low-renin hypertension(LH)군으로, 2.5ng/ml/h 이상을 high-renin hypertension(HH)군으로 구분하고 나머지는 medium-renin hypertension(MH)으로 분류하여 조사하였다.

2. 조사내용 및 방법

1) 일반적 특성 및 섭취량조사

조사대상자의 일반적 특성을 파악하기 위하여 성별, 연령, 신장 및 체중, 병력, 혈압을 환자의 개인 차트를 참조로 하여 번답을 실시하였다. 고혈압의 기준은 150/90mmHg 이상인 경우로 하였다.

일상적인 칼슘의 섭취평가는 김해경과 윤진숙의 연구¹⁰⁾에서 사용한 칼슘 점수(Ca index)를 이용하였고 나트륨 섭취량 평가는 임정현¹¹⁾이 사용한 바 있는 나트륨 점수(Na index)를 이용하였다. 칼슘급원 식품 24종을 골라서 칼슘 섭취에의 기여도에 따라 세 군으로 나누어 100mg 이상이면 점수를 3점, 50~99mg이면 2점, 50mg 미만일 때 1점으로 매기고 이들에 대한 섭취빈도를 매일, 주 3회 이상, 가끔(주 1~2회), 한달에 1번 정도, 전혀 안 먹는다고 구분하여 답하게 한후 이것을 0~5점으로 환산하여 급원식품의 칼슘 함유량 점수와 섭취빈도 점수를 곱하여 계산하였다. 나트륨 점수는 나트륨 급원이 되는 음식 32종에 대해 각 음식별로 보통 기준량을 제시하고 실제 섭취량이 기준량에 비해 이상, 동일, 혹은 이하 인지의 여부도 함께 조사하여 1.5, 1, 0.5의 가중치를 부과하였다. 나트륨 함유량에 따라 700mg 이상, 500~699mg, 300~499mg, 300mg 미만의 4등급

으로 구분하였고 섭취빈도는 칼슘과 동일하게 5단계로 조사하였다.

2) 소변분석

방부제를 처리한 병에 24시간 소변을 채집하도록 하여 총량을 잰 뒤 creatinine을 측정하여 소변채집이 완전하였는지를 확인하고 소변중의 칼슘, 나트륨 및 칼륨의 양을 측정하였다.

소변 중의 creatinine의 측정은 Hawk방법¹²⁾에 의해 측정하였으며, 칼슘량은 o-cpc(o-cresolphthaleincomplexone)법¹³⁾을 이용한 비색법으로 575nm에서 흡광도를 측정하였고 소변중의 나트륨과 칼륨의 양은 ABBO-TT EPX system을 이용하여 정량분석 하였다.

3) 혈액 채취 및 분석

혈액은 조사대상자들을 하룻밤 절식시킨 후 아침 식사 전 공복상태의 누운 자세에서 채취하였다. 혈액응고방지제로서 EDTA를 첨가한 tube와 첨가하지 않은 tube에 각각 취하여 3000rpm으로 15분간 원심분리한 후 분리된 혈장과 혈청은 -20℃ 이하에서 보관하였다.

혈장 renin 활성도 측정은 방사면역측정 kit(REN-IN.RIABEAD, DAINABOT Co, LTD, Germany)를 이용하였으며 혈장 aldosterone 또한 방사면역측정 kit(ABBOTT Laboratories ALDOSTERONE2 RIA Diagnostic kit, Germany)를 이용하여 측정하였다. 혈청 부갑상선 호르몬은 intact PTH를 측정하는 방사면역측정 kit(Nichols Institute Diagnostics, San Juan Capistrano, CA, U.S.A)를 이용하여 정량하였다.

3. 자료처리 및 분석

완전히 응답을 한 총 52부의 설문지 및 실험분석자료를 SPSS/PC를 이용하여 통계 처리하였으며 각 분석 내용별로 다음과 같은 통계방법을 이용하였다.

1) 조사대상자들의 일반적인 특성, Na Index, Ca

Index, 생화학적 분석치 등의 자료에 대해서는 평균과 표준편차를 구하였으며, 정상인 환자와 HH, MH, LH 군간의 차이는 ANOVA-test 및 LSD에 의해 비교하였다.

2) 고혈압과 이에 영향을 미치는 제요인들(Na index, Ca index, PTH, aldosterone, renin 활성도, 소변 중의 나트륨, 칼슘, 칼륨배설량, BMI)상호간의 관련성은 Pearson의 상관계수를 사용하였다.

연구결과 및 고찰

1. 조사대상자들의 일반적 특성

조사대상자들의 체중, 신장, body mass index (BMI) 및 혈압은 Table 1과 같다. 평균 연령은 정상군이 53.0세였으며, LH군이 51.9세, MH 군이 49.9세 그리고 HH군이 50.3세였다. 각 군별로 남녀의 분포 비율이 균등하지 않았던 관계로 키, 체중 등의 측정치 평균값에 영향을 미치는 것이 우려되었으나 통계처리 결과 군간에 유의한 차이는 없었다. 정상군과 LH, MH, HH군의 평균 신장은 각각 159.0cm, 160.9cm, 164.6cm, 158cm이고 평균 체중은 60.0kg, 64.9kg, 64.7kg, 57.0kg 이었다. 또한 신장과 체중을 이용하여 비만 상태를 계산한 BMI는 정상군이 23.9, LH, MH, HH군이 각각 25.4, 23.9, 22.8로써 집단간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며 모두 정상범위에 있었다. 혈압은 수축기와 이완기 혈압이 정상군에서는 118.3mmHg와 74mmHg였고 LH군은 150mmHg와 96.7mmHg, MH군은 157.1mmHg와 94.3mmHg이고 HH군은 161.7mmHg, 98.3mmHg로 정상군과 고혈압군간에는 유의한 차이가 있었다. 고혈압군간의 혈압차이 여부를 비교했을 때 HH군이 다른 군에 비해 조금 높게 나타났지만 유의한 차이는 아니었다.

Table 1. General characteristics of subjects

Variables	Normotensive subjects(n=30)	Hypertensive subjects		
		LH(n=9)	MH(n=7)	HH(n=6)
Sex(M/F)	11/19	1/8	3/4	2/4
Age(years)	53.0± 9.9	51.9± 4.1	49.9±12.4	50.3± 9.5
Height(cm)	159.0± 7.7	160.9± 4.2	164.6±10.5	158.0±11.9
Weight(kg)	60.0±10.5	64.9± 7.8	64.7± 9.4	57.0±11.3
BMI	23.9± 3.2	25.4± 2.2	23.9± 3.0	22.8± 2.6
SBP(mmHg)	118.3±11.8 ^b	150.0±10.0 ^a	157.1±22.1 ^a	161.7±11.7 ^a
DBP(mmHg)	74.0± 8.1 ^b	96.7±11.2 ^a	94.3±12.7 ^a	98.3±16.0 ^a

Values are mean±SD, BMI : body mass index=body weight(kg)/height(m²), SBP : systolic blood pressure, DBP : diastolic blood pressure, LH : low-renin hypertension, MH : medium-renin hypertension, HH : high-renin hypertension
Values with different superscripts in the same row are significantly different from each group(p<0.05)

2. 조사대상자의 renin 활성도와 호르몬 상태

Table 2는 정상군과 LH, MH, HH군의 혈장 renin 활성도, PTH, aldosterone 및 혈청 칼슘농도의 평균치를 제시하고 각 군간의 차이를 비교한 것이다. PTH는 LH군에서 28.95pg/ml로 가장 높게 나타났고 HH군에서 14.37pg/ml로 가장 낮았으며 이들 고혈압 각 군간에 유의적인 차이가 있었다. 이것은 renin 활성도가 낮은 salt-sensitive한 사람들은 나트륨 투여에 따라 민감하게 혈압이 상승하고 혈청 칼슘이온 수준은 감소하였으나 PTH가 높은 수치를 보인 것에 비해 salt-insensitive한 사람에서는 대체로 혈청 칼슘이온은 높고 PTH가 낮은 수치를 보였다는 Resnick의 보고와¹⁾²⁾⁵⁾¹⁴⁾ 유사한 결과라 하겠다.

Aldosterone은 HH군에서 175.1pg/ml로 가장 높았으며 LH군은 104.92pg/ml이었으며, MH군과 정상군은 각각 83.66pg/ml, 106.42pg/ml로서 HH군은 다른 군과 비교했을 때 통계적으로 유의하게 높은 aldosterone값을 나타내었다. 이것은 신현호 등⁹⁾의 연구에서도 renin 고혈압군이 저 renin 고혈압군에 비하여 aldosterone 농도가 증가되어 있었다고 보고한 것과 일치하는 결과라 하겠다.

Resnick 등¹⁴⁾이나 Sower 등의 연구¹⁵⁾에 따르면 renin 활성도가 낮은 고혈압인 경우에는 정상인이나 다른 형태의 고혈압군보다 혈청 칼슘이온 수준이 낮게 나타났다고 한다. 그러나 본 연구에서는 여건상 혈청 칼슘이온 대신 전체적인 혈청 칼슘치를 측정하였는데 그 결과를 군 별로 비교했을 때 고혈압과 정상군, 혹은 고혈압 각 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 이것은 혈청 칼슘이온에 비해 총칼슘양은 renin 활성도의 차이를 덜 민감하게 반영하기 때문일 것으로 추측되나 이 실험결과만으로 확실하게 규명하기는 어렵다고 생각된다.

3. 조사대상자의 칼슘과 나트륨 섭취상태 및 소변중의 칼슘, 나트륨, 칼륨 배설량

본 연구는 입원직후의 환자들을 대상으로 한 연구이므로 현재의 영양소 섭취량을 24시간 회상법이나 기록법 등으로 조사하는 것보다는 평상시 섭취량을 파악하는 것이 의미가 있다고 판단되어 칼슘과 나트륨 섭취 습관을 섭취빈도법으로 파악하고자 하였다. Table 3은 정상군과 고혈압 각 군간의 칼슘 및 나트륨 섭취습관을 비교하기 위하여 Ca index를 이용한 칼슘 섭취 점수와 Na index를 이용한 나트륨 섭취 점수를 비교한 것이다.

나트륨 점수는 정상군이 298.6점, LH, MH, HH군이 각각 379.4점, 308.7점, 278.6점으로 LH군에서 가장 높게 나타났으나 각 군간의 유의적인 차이가 없었다. 칼슘 점수는 정상군과 LH, MH, HH 군에서 각각 56점, 63점, 55.3점, 48.3점으로 LH군에서 가장 높게 나타났고 HH군에서 가장 낮게 나타났으나 역시 유의적인 차이는 보이지 않았다. 본 연구에서는 나트륨 섭취습관을 나타내는 나트륨 점수가 비록 각 군간의 유의적인 차이가 없으나 LH군에서 가장 높게 나타났다. 이것은 나트륨의 체내 농도 조절 효소인 renin는 나트륨 투여량에 따라 반응이 달라지므로 식염 섭취가 높을 때 renin 활성도가 낮아진다는 보고들¹¹⁾⁶⁾을 부분적으로나마 뒷받침하는 결과라고 할 수 있겠다. 그렇지만 나트륨과 칼슘 섭취 점수가 본 연구에서 유의적인 차이를 보이지 않은 것은 조사과정에서 발생한 다음의 여러 원인에 기인하리라고 본다. 첫째는 대상자들의 식품섭취에 대한 조사시점이 이미 환자들이 평상시 식사를 떠나 병원에 입원한 상태였기 때문에 평상시 섭취량에 대한 기억을 잘 반영하기 어려웠으리라는 점이다. 둘째 각 군별로 배정된 조사대상자의 숫자가 식습관 측정상의 작은 차이로도 통계적으로 유의한 결과를 도출하기에 넉넉한 규모는 아니었다

Table 2. Plasma renin activity, PTH, aldosterone in normotensive, LH, MH, HH subjects

Variables	Normotensive subjects(n=30)	Hypertensive subjects		
		LH(n=9)	MH(n=7)	HH(n=6)
PRA(ng/ml/h)	1.70 ± 1.16 ^a	0.68 ± 0.23 ^a	1.50 ± 0.33 ^a	3.40 ± 1.07 ^b
PTH(pg/ml)	19.81 ± 8.19 ^b	28.95 ± 11.63 ^c	20.91 ± 6.13 ^{bc}	14.37 ± 7.05 ^b
Aldosterone(pg/ml)	106.42 ± 46.42 ^c	104.92 ± 43.87 ^c	83.66 ± 50.72 ^{bc}	175.1 ± 125.30 ^a
Total serum Ca	8.57 ± 0.41	8.73 ± 0.32	8.67 ± 0.38	8.67 ± 0.16

Values are mean ± SD

Values with different superscripts in the same row are significantly different from each group(p<0.05)

Table 3. Na and Ca intake as Ca and Na indices measured by Food Frequency Method

Variables	Normotensive subjects(n=30)	Hypertensive subjects			P-value
		LH(n=9)	MH(n=7)	HH(n=6)	
Na intake score	298.63 ± 119.30	379.44 ± 254.79	308.71 ± 234.23	278.75 ± 120.38	NS
Ca intake score	56.00 ± 20.15	63.00 ± 22.66	53.29 ± 18.41	48.33 ± 10.50	NS

Values are Mean ± SD, NS : not significant

Table 4. Urinary excretion of Ca, Na and K

Variables	Normotensive subjects(n=30)	Hypertensive subjects		
		LH(n=9)	MH(n=7)	HH(n=6)
Urinary creatinine(mg/d)	1030.72±445.73	904.24±414.35	1126.27±505.41	1012.62±561.67
Urinary Ca(mg/d)	122.80± 65.42	163.08± 61.92	134.26± 90.20	85.05± 65.48
Urinary Na(mg/d)	106.51± 78.81	83.31± 80.29	93.67± 57.09	93.67± 58.56
Urinary K(mg/d)	28.52± 14.90	17.80± 9.70 ^a	33.00± 19.23	26.18± 10.08
Urinary Ca/Cr(mg/mg)	0.12± 0.05 ^a	0.20± 0.09 ^b	0.11± 0.04 ^a	0.14± 0.09 ^a

Values are mean±SD, Ca/Cr : calcium ratio with creatinine, NS : Not significant

Values with different superscripts in the same row are significantly different from each group(p<0.05)

는 점이며, 세계로는 나트륨 및 칼슘섭취 조사방법으로 사용된 섭취빈도법이 갖고 있는 방법상의 한계성 때문이었으리라고 여겨진다. 즉 우리나라 가정에서 사용하는 종류의 나트륨 함량이 가구별, 지역별로 얼마나 차이를 보이는가 혹은 가정별로 조리시에 첨가하는 간장, 소금의 양은 어떤 범위에 있는가 등에 관한 정량적인 데이터베이스가 확립되어 있지 않은 상태이므로 개인의 나트륨 섭취량이 정확하게 조사되기 어려웠다는 점이다.

한편 이 연구에 참여한 고혈압 환자들의 경우 나트륨 섭취점수의 평균치가 가장 높았던 LH군에서 칼슘점수가 가장 높았었다. 이와 같이 LH군에 속한 조사대상자들이 나트륨과 칼슘 섭취가 다같이 높은 식습관을 보유하고 있었던 사실은 나트륨 섭취가 높으면서 renin 활성도가 낮을때 칼슘대사 관련 호르몬에 궁극적으로 미치는 영향을 약화시키는 작용을 할 수 있다는 가능성을 배제할 수 없을 것이다.

Table 4는 대상자들의 소변중의 칼슘, 나트륨 및 칼륨 배설량을 비교한 결과이다.

소변으로 배설된 나트륨 총량은 고혈압군이 정상군에 비해 약간 낮았으며 특히 LH군이 MH, HH군보다도 낮았으나 각 군들간의 통계적인 유의한 차이를 보이지 않았다. 소변중의 칼슘 총배설량은 LH군에서 163.1 mg으로 높게 나타났지만 각 군간에 유의적인 차이는 없었다. 그렇지만 이것을 칼슘과 creatinine의 비율로 환산하여 비교했을 때는 LH군이 정상군이나 MH군보다 유의하게 배설량이 높았다(p<0.05). 소변으로의 칼슘 배설이 높으면 혈청 칼슘 이온이 감소되고 세포내 칼슘 이온 유입을 조절하는 PTH가 증가하여 세포내액의 유리 칼슘의 증가로 혈관 평활근 세포를 수축시켜서 혈압이 높아진다고 볼 수 있겠다. 또한 여러 연구²⁵⁾¹⁵⁾¹⁷⁾에 의하면 칼슘의 보충 섭취에서 오는 혈압강하 효과는 저 renin 고혈압인 경우에 있다고 한다. 이는 저 renin 고혈압군에게 칼슘 섭취를 증가시키면 PTH가 억제되고 Na⁺-K⁺-ATPase 활성이 증가되며, 소변내 나트륨 배설이 증가하여 세포내액량을 감소시킴으로써 세포내액의 유리 칼슘을 감소시켜 혈압을 낮춘다고 설명할 수 있

Table 5. Correlation coefficient of aldosterone, PTH and urinary Ca with plasma renin activity

Variables	Plasma renin activity	
	r	p-value
Aldosterone	0.4780	0.0001
PTH	-0.2987	0.039
Urinary Ca	-0.2821	0.057

Table 6. Correlation coefficient of plasma renin activity, PTH, aldosterone, urinary Na, K, Ca./Cr, Na index, BMI with blood pressure

Variables	Blood Pressure	
	SBP	DBP
	r	r
Plasma renin activity	0.1787	0.0167
PTH	0.2597*	0.2258
Aldosterone	0.2648*	0.1853
Urinary Na	-0.2033	-0.1779
Urinary K	-0.0755	-0.0466
Na Index	-0.0529	-0.0340
Ca Index	-0.1587	-0.0098
Urinary Ca/Cr	0.1887	0.0033
BMI	-0.1837	-0.1982

*p<0.05

겠다. 한편 소변으로 배설된 칼륨량은 각 군별로 비교했을 때 LH군에서 17.8mg/d으로 가장 낮은 수치를 나타내었다.

4. 혈압과 소변중의 나트륨, 칼슘 배설량에 영향을 미치는 인자

Table 6은 혈압과 이에 영향을 미치는 여러 요인들과의 상관관계를 나타낸 것이다. Aldosterone은 신장의 근위 및 원위 세뇨관에서 나트륨 이온과 수분의 재흡수를 촉진시키며 이에 따라 세포외액량(extracellular fluid volume)이 증가됨으로써 혈압을 상승시키는 것으로 알려져 있다¹⁸⁾. 본 연구에서도 aldosterone은 수축기 혈압과 r=0.2648로 유의한 양의 상관관계를 나타내었다.

PTH는 칼슘이온조절 호르몬으로서 1,25-dihydrox-

Table 7. Correlation coefficient of Ca Index, Na Index, urinary Ca and K with urinary Na in subjects

Variables	Urinary Na		Urinary Ca	
	r	p-value	r	p-value
Urinary K	0.6953	0.0001	0.4533	0.002
Urinary Ca	0.5619	0.0001	1.0000	1.0000
Ca Index	-0.0213	NS	0.1352	NS
Na Index	0.1778	NS	0.3253	0.01

ycholecalciferol과 함께 혈압을 상승시키는 작용을 하는 것으로 보고되고 있는데¹²⁾¹³⁾¹⁹⁾²⁰⁾ 수축기 혈압과 $r=0.2597$ 로 유의한 양의 상관관계를 나타내었다. Grobbee 등의 연구²¹⁾²²⁾에서도 PTH와 혈압과는 양의 상관관계가 있다고 보고하였다. PTH는 적혈구 및 동맥조직을 포함한 여러 조직에서 칼슘 이온의 세포내 유입을 자극하며 또는 $Na^+-K^+-ATPase$ 활성을 억제하여 이에 따른 Na-Ca-exchange의 변화로 결국 칼슘 이온의 세포내 농도를 증가시킴으로서 혈관벽을 수축시켜 혈압을 상승시킬 것으로 추측된다.

Table 7은 소변 중의 나트륨 배설량에 영향을 미치는 여러 요인들과의 상관관계를 정리한 것이다. 소변중의 칼륨 배설량과 칼슘 배설량은 나트륨 배설량과의 상관관계가 각각 $r=0.6953$, $r=0.5619$ 로써 유의하게 높은 상관관계를 나타내었다. 소변 중의 나트륨 배설량이 칼슘 배설량과 양의 상관관계가 있다는 결과는 여러 연구들²³⁾²⁶⁾에서 보고된 바 있다. 나트륨과 칼슘은 혈액의 주요 양이온으로서 신장에서 재흡수 기전을 공유하기 때문에 나트륨의 재흡수가 감소하고 배설이 증가되면 칼슘의 재흡수율도 평행하게 억제시켜 칼슘의 배설량이 증가되는 것으로 설명할 수 있겠다.

소변중의 칼슘 배설량에 영향을 미치는 여러 요인들과의 상관관계를 나타내었다. 소변중의 칼슘 배설량은 나트륨 배설량과 높은 상관관계($r=0.5619$)를 보였으며 나트륨 섭취빈도를 나타내는 나트륨 점수와도 유의한 양의 상관관계($r=0.3253$)를 보임으로써 식이 나트륨의 섭취를 증가시키면 소변으로의 나트륨 배설량이 증가할수록 칼슘배설량도 증가하는 양의 상관관계가 있다는 여러 보고들과 일치하는 결과를 나타내었다.²³⁾²⁴⁾²⁶⁾²⁷⁾ 그러나 일상적인 칼슘 섭취량을 나타내는 칼슘점수와는 유의한 상관관계가 없었는데 이는 칼슘 배설량이 칼슘 섭취량과는 상관관계가 없다는 보고들과 일치하는 것으로 보인다.²⁴⁻²⁶⁾

이상의 결과를 종합하여 볼때 renin 활성도가 낮은 고혈압군에서 PTH, Ca 배설 등은 유의하게 높고 aldosterone은 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 한편 나트륨 섭취습관을 반영하는 나트륨 점수는 유의한 차이를 보이지 못하였지만 renin 활성도가 낮은 고혈압군에서 높은 경향을 보여 주었다. 그러나 본 연구는 고혈압군이

나 정상혈압군 모두 병원에 입원한 환자를 대상으로 하였기 때문에 질병발생과 관련된 다른 변인들이 결과에 어떤 영향을 미치리라는 가능성을 배제할 수는 없다. 따라서 아직 질병으로 이행하지 않은 정상인과 병원에 입원하지 않고 정상생활을 하고 있는 고혈압인들을 대상으로 후속 연구가 진행되는 것이 필요하리라고 본다.

요약 및 결론

Renin 활성도의 차이가 나트륨, 칼슘대사에 미치는 영향을 파악하기 위하여 내과입원환자 중에서 약물치료를 받기 전의 정상 혈압인 환자 30명과 150/90mmHg 이상인 고혈압 환자 22명을 대상으로 식습관, 나트륨 및 칼슘 섭취량과 소변중의 나트륨 및 칼슘 배설량, 호르몬 등을 함께 비교한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) PTH는 LH군에서 가장 높게 HH군에서 가장 낮게 나타났으며 renin 활성도($r=-0.2987$)와는 유의한 음의 상관관계($p<0.05$)를 나타내었다. Aldosterone은 HH군에서 가장 높게 나타났으며 LH, MH 혹은 정상군에 비해 유의한 차이를 보였다. 수축기 혈압과 PTH($r=0.2597$), aldosterone($r=0.2648$)과는 유의한 양의 상관관계($p<0.05$)가 나타났다.

2) 나트륨 섭취습관을 반영하는 나트륨 점수는 LH군에서 가장 높게 나타났으나 각 군들간의 유의적인 차이가 없었으며, 평상시 칼슘 섭취량을 나타내는 칼슘 점수 역시 LH군에서 가장 높게 나타났으나 유의적인 차이는 보이지 않았다.

3) 소변 중의 칼슘 배설량은 각 군들간에 유의적인 차이는 없었으나 칼슘과 creatinine의 비율로 환산하여 비교했을때 LH군과 정상군, MH군간에 유의한 차이를 보였고, 소변중의 칼슘 배설량과 renin 활성도와는 $r=-0.2821$ 로 유의한 음의 상관관계($p<0.05$)를 나타내었다. 소변중의 나트륨 배설량은 각 군들간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

4) 소변중의 나트륨 배설량과 높은 상관관계를 보이는 요인들은 칼륨 배설량($r=0.6953$), 칼슘 배설량($r=0.5619$)이었으며 소변중의 칼슘배설량과 상관관계를 보이는 요인들은 칼륨배설량($r=0.4533$), 나트륨 점수($r=0.3253$)이었다.

이 연구결과에 의하면 renin 활성도의 차이로 고혈압 환자를 분류했을 때 PTH와 aldosterone 농도, 소변 Ca/Cr이 통계적으로 유의한 차이를 보였고, PTH, aldosterone과 혈압간에 유의한 양의 상관관계가 나타난 것으로 보아 체내 칼슘, 나트륨 조절 호르몬의 변화와 혈압조절 기전에 대한 후속 연구가 따라야 할 것으로 보인다.

Literature cited

- 1) Resnick LM. Uniformity and diversity of calcium metabolism in essential hypertension : A conceptual framework. *The Am J of Med* 82(suppl 1 B) : 16-26, 1987
- 2) Resnick LM, Nicholson JP. Calcium metabolism in essential hypertension : Relationship to altered renin system activity. *Federation Proc* 45 : 2737-2745, 1986
- 3) Weinberger MH, Miller JZ. Definitions and characteristics of sodium sensitivity and blood pressure resistance. *Hypertension* 8(suppl II) : III127-III137, 1986
- 4) Sullivan JM. Salt sensitivity. *Hypertension*(suppl I) : I61-I68, 1991
- 5) Resnick LM. Calcium metabolism in hypertension and allied metabolic disorders. *Diabetes Care* 14(6) : 505-520, 1991
- 6) Oshima T, Matsuura H. Familial influence upon NaCl sensitivity in patients with essential hypertension. *J of Hypertension* 10 : 1089-1094, 1992
- 7) Laragh JH and Sealey JE. Abnormal sodium metabolism and plasma renin activity(Renal renin secretion) and the vasoconstriction volume hypothesis : Implication for pathogenesis and treatment of hypertension and its vascular consequences. *Clinical Chemistry* 37(10 B) : 1820-1827, 1991
- 8) Resnick LM, Muller FB. Calcium-Regulating Hormones in Essential hypertension : Relation to Plasma Renin Activity and Sodium Metabolism. *Annals of Internal Medicine* 105(5) : 649-654, 1986
- 9) 신현호 · 박원근 · 한인권 · 김은주 · 김선우. 본태성 고혈압에서의 혈중 Atrial natriuretic peptide 농도와 Renin-Aldosterone계의 상관관계에 대한 연구. *대한내과학회지* 32(6) : 745-754. 1987
- 10) 김혜경 · 윤진숙. 한국 노년기의 골격 상태에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. *한국영양학회지* 24(1) : 30-39, 1991
- 11) 임정현. 섭취빈도법을 이용한 성인 남녀의 Na, Ca 섭취량과 소변중의 Na, Ca 배설량의 비교연구. 계명대학교 석사논문, 1992

- 12) Hawk PB, Oser BL, Summerson WH. *Practical physiology chemistry*. 13th ed. 899, Blackiston Co Inc Toronto, 1954
- 13) Lorentzk. Improved determination of serum calcium with 2-cresolphthalein complexone. *Clin Chim Acta* 126 : 327, 1982
- 14) Resnick LM, Laragh JH. Divalent cations in essential hypertension. *N Engl J Med* 309 : 888-91, 1983
- 15) Sowers JR, Zemel MB, Standly PR, and Zemel PC. Calcium and hypertension. *J LAB Clin Med* 114 : 338-48, 1989
- 16) Laragh JH and Sealey JE. Abnormal sodium metabolism and plasma renin activity(Renal renin secretion) and the vasoconstriction volume hypothesis. *Clinical Chemistry* 37(10B) : 1820-1827, 1991
- 17) Zemel MB, Kraniak J. Erythrocyte cation metabolism in salt-sensitive hypertensive blacks as affected by dietary sodium and calcium. *Am J Hypertension* 11 : 386-92, 1988
- 18) 허갑범 · 김인교. 한국 정상인 및 본태성 고혈압 환자에 있어서의 Na대사에 관한 연구. 연세의대논문집 7(1) : 255-267, 1974
- 19) Clark, Kristine. Calcium and hypertension : Does a relationship exist. *Nutrition today* 1989 : July/August : 21-27
- 20) Brickmen AS, Hyby MD. Calcitropic hormones, platelet calcium and blood pressure in essential hypertension. *Hypertension* 16 : 515-522, 1990
- 21) Grobbee DE, Hofman A. Effect of calcium supplementation on distolic blood pressure in young people with mild hypertension. *Lancet* 2 : 703-7, 1986
- 22) Grobbee DE, Hackeng WHC. Raised plasma intact parathyroid hormone concentration in young people with mildly raised blood pressure. *Br Med J* 296 : 814-816, 1988
- 23) 김양애 · 승정자. 한국성인 여자에 있어서 나트륨 섭취수준이 체내 칼슘대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 20(4) : 246-257, 1987
- 24) 조재현 · 백희영. 한국 젊은 성인여성과 중년 여성의 소변 중 Ca배설과 이에 영향을 미치는 요인분석. *한국영양학회지* 25(2) : 132-139, 1992
- 25) 공영애. 도시와 농촌지역 성인 남녀의 식이 섭취와 골격간의 상호관계. 계명대학교 대학원 석사학위 논문, 1993
- 26) 임정현 · 윤진숙. 정상인과 고혈압 환자에 있어서 나트륨과 칼슘의 섭취와 배설에 관한 비교연구. 동아시아식생활학회지 3(2) : 41-50, 1993
- 27) 이종호 · 최미숙 · 백인경 · 문수재 · 임승길 · 안광진 · 송영득 · 이현철 · 허갑범. 폐경기전 40대 한국여성들의 영양 섭취상태와 골밀도과의 관계. *한국영양학회지* 25(2) : 140-149, 1992