

# 정상 생활을 하는 고혈압 환자에서 Renin 활성도의 차이와 Na, Ca 조절호르몬 및 Na, Ca 섭취습관과의 관련성

박 정 아 · 윤 진 숙

계명대학교 식품영양학과

## The Relationship of Renin Activity, Hormonal Na, Ca and Habitual Na, Ca Intake in Hypertension

Park, Jung-A · Yoon, Jin-Sook

Department of food & Nutrition, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea

### ABSTRACT

In order to investigate the relationship between plasma renin activity and metabolism of Ca and Na in blood pressure, the habitual dietary intakes of Na and Ca, urinary excretion of Ca, Na and K, and plasma level of renin activity, aldosterone, and indices of Ca metabolism were measured in 27 untreated hypertensive women and 30 age-matched normal women on a free diet. Hypertensive subjects were classified into high renin hypertensive(HH), medium renin hypertensive(MH) and low renin hypertensive(LH) groups according to their renin activities. Parathyroid hormone, aldosterone, calcitonin and serum total Ca showed no significant difference among normotensive, LH, MH and HH groups. It appeared that 25-(OH) Vit D<sub>3</sub> level of HH group was significantly higher than LH group(p < 0.05). There was significant difference in habitual intake of Ca between normotensive and LH groups. However, habitual intake of Na showed no significant difference among normotensive, LH, MH and HH groups. Positive correlation of systolic and diastolic blood pressure with PTH(r = 0.324, r = 0.375) and urinary Ca(r = 0.496, r = 0.278) and a negative correlation of systolic blood pressure with habitual Ca intake(r = -0.371) existed(p < 0.05). A relative magnitude of factors affecting hypertension was analyzed by multiple regression analysis. Overall results about relative influence of independent variables to dependent variable (systolic blood pressure) indicated that urinary Ca was the highest correlation in all subjects(p < 0.0001), followed by age and aldosterone. PTH showed a significant correlation for relative influence on diastolic blood pressure in all subjects. The above results indicated that renin-aldosterone system and Ca regulating hormone had a mutual relationship in hypertension. (*Korean J Nutrition* 32(6) : 671~680, 1999)

**KEY WORDS:** hypertension, renin activity, PTH, Ca excretion, habitual Ca intake.

## 서 론

우리나라 사람들의 사인별 사망순위는 1997년 통계에 의하면<sup>1)</sup> 남녀 및 모든 연령을 통합하여 1위가 뇌혈관 질환이고 다음이 운수사고, 심장질환 순으로 나타났다. 이 중에서 뇌혈관 질환과 심장 질환의 경우 고혈압이 가장 큰 위험 인자가 된다고 할 때 고혈압으로 인한 문제는 심각하다고 하겠다.

고혈압 환자의 90% 가량을 차지하는 본태성 고혈압에서 혈압 상승에 대한 기전은 아직 체계화 되어있지는 않으나 혈관 수축의 증가와 체액량의 증가에 기인한다고 보는 것이 가장 유력한 견해이다. 이러한 혈관 수축 또는 체액량의 변화는 renin-angiotensin-aldosterone system(RAAS)에

채택일 : 1999년 7월 16일

의해 통제된다.<sup>2)</sup>

한편 고혈압과 관련된 여러 식이요인 중에서 나트륨이 혈압에 미치는 영향은 보편적으로 알려졌다나 칼슘과 혈압 조절간의 관련성에 대해서는 비교적 최근에 관심을 가지게 되었다. 그러나 고혈압 발생시 나타나는 칼슘 대사의 변화나, 혈압조절에 있어서 식이 칼슘조절의 효과에 대해서는 연구자들 간에 서로 다른 결과들을 보고하고 있다. 이러한 상이한 결과들을 설명하기 위한 대표적인 견해는 혈장 renin 활성도 혹은 소금 민감도의 차이로 설명하는 것이다. Sowers 등<sup>3)</sup> 여러 연구자들<sup>24-28)</sup>에 따르면 고혈압군을 혈장 renin 활성도에 따라 고, 저 renin 군으로 나누어 보면 이 군들간에 특징적인 차이가 있었다. 저 renin 고혈압군에서는 혈청 이온 칼슘 수준과 calcitonin 치는 낮았으나 PTH와 1,25-(OH)<sub>2</sub> Vit D<sub>3</sub> 수준은 높게 나타났고 이와는 반대로 고 re-

nin 고혈압군에서는 혈청 칼슘 이온과 calcitonin 치는 높았으나 PTH와 1,25-(OH)<sub>2</sub> Vit D<sub>3</sub> 수준은 낮게 나타났다. 또한 저 renin 고혈압군에서는 고염 섭취시 혈압증가의 민감도가 높고 고칼슘 섭취시 혈압이 유의성 있게 낮았으나 고 renin 고혈압군에서는 식염 보충에 의한 혈압변화가 낮고 식이 칼슘 보충시 유의성 있는 혈압 변화가 없었다.<sup>26)</sup> 이와 같이 혈장 renin 활성도 혹은 소금 민감도에 따라 나트륨, 칼슘대사가 달라진다고 주장하였다. 따라서 혈압조절과 관련하여 나트륨을 제한하거나 칼슘을 보충제로 투여했을 때의 효과 여부도 혈장 renin 활성도, 소금 민감도와 관련이 있을 것으로 여겨진다.

우리나라 사람들의 만성적인 과잉 나트륨 섭취와 칼슘 섭취 부족으로 인한 두 영양소의 불균형은 고혈압 발생을 가중시키리라고 생각된다. 특히 renin은 체내 나트륨 조절에 기여하는 효소로서 장기적인 나트륨 섭취습관이 효소의 활성에 관계가 있으나 기존의 연구들에서 실험대상자들의 나트륨 섭취수준은 과약되지 않았고 식이 섭취량 범위를 벗어난 고염식, 저염식에 대한 renin 활성도의 차이가 관찰되었기 때문에 일상적인 나트륨 섭취습관의 차이가 renin 활성도에 영향을 미쳤는지의 여부는 확인할 수 없었다. 한편 renin-aldosterone계가 칼슘 대사에 관여하는 호르몬들과도 상호관련성이 있다는 보고들이 있기는 하나 혈압조절에 있어서 이들과의 관련성은 아직 충분히 규명되지 않았다. 그리고 개개인이 일상적인 식사로부터 반복적으로 섭취하는 나트륨이나 칼슘섭취 정도의 차이가 renin 활성도의 변화에 미치는 영향, 혹은 고혈압 발생과의 관련성에 대해서는 아직 사람을 대상으로 체계적으로 연구되지 않았다.

이러한 renin 활성도의 차이와 나트륨, 칼슘 섭취습관을 심장병동에 입원한 환자들을 대상으로 관찰한 선행연구가 있었으나 이미 병원에 입원한 환자들을 대상으로 하였기 때문에 질병발생과 관련된 다른 병인들의 영향을 배제할 수 없었다. 따라서 본 연구에서는 질병이 없는 정상인과 병원에 입원하지 않고 정상생활을 하고 있는 고혈압 환자를 대상으로 하여 평상시 나트륨, 칼슘섭취 습관을 조사하고 renin 활성도와 나트륨 및 칼슘 배설량, 그리고 관련 호르몬들의 농도를 측정함으로써 혈압 조절에 있어서 renin 활성도의 차이가 나트륨, 칼슘 조절 호르몬(aldosterone, PTH, calcitonin)과 소변 중의 나트륨, 칼슘 배설량에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

## 연구방법

### 1. 조사대상

흡연습관이 없고 약물치료종이 아닌 대구시내에 거주하

는 30~65세 성인 여자를 대상으로 질병이 없는 정상혈압인 30명과 병원에 입원하지 않고 정상생활을 하고 있는 고혈압 환자 27명을 조사하였다. 고혈압 환자군은 plasma renin activity를 측정된 후 다른 연구자료들을<sup>9,11)</sup> 참조로 하여 혈장 renin 활성도가 1ng/ml/h이하를 low-renin hypertension(LH), 2.5ng/ml/h이상을 high-renin hypertension(HH)으로 구분하고 medium-renin hypertension(MH)군은 혈장renin 활성도가 1.1ng/ml/h에서 2.4ng/ml/h에 속한 사람으로 분류하여 조사하였다.

### 2. 조사내용 및 방법

#### 1) 혈압 측정 및 신체계측

혈압은 아침 공복시 30분간 안정을 취한 후 앉은 자세에서 연속 2회 측정 후 평균치를 취하였으며 고혈압의 기준은 140/90mmHg 이상인 경우로 하였다. 신체계측에 있어서는 신장과 체중을 측정하였다.

#### 2) 소변분석

방부제로 처리한 플라스틱 통에 24시간 소변을 채집토록 한 후 채집된 소변은 총량을 잰 뒤 creatinine 배설량을 측정하여 소변채집이 완전하였는지를 확인하고 소변중의 칼슘, 나트륨, 칼륨의 양을 측정하였다.

소변 중의 creatinine의 측정은 Hawk방법<sup>12)</sup>에 의해 측정하였으며, 칼슘량은 O-cpc(O-cresolphthaleincomplexone)법<sup>13)</sup>을 이용한 비색법으로 575nm에서 흡광도를 측정하였고 소변중의 나트륨과 칼륨의 양은 ABBOTT EPX system을 이용하여 정량 분석하였다.

#### 3) 혈액 채취 및 분석

혈액은 조사대상자들을 저녁식사 이후 아침 식사전의 공복상태에서 30분 이상 안정을 취한 후 편안히 앉은 자세에서 전주정맥으로부터 채취한 후 혈액응고방지제로서 EDTA를 첨가한 튜브와 첨가하지 않은 튜브에 각각 취하여 3,000 rpm으로 15분간 원심분리하여 분리된 혈장과 혈청은 -20℃ 이하에서 냉동 보관하였다. 혈장 renin 활성도 측정은 방사면역측정 kit(Renin Riabead, Dainabot Co, Germany)를 이용하였으며 혈장 aldosterone 또한 방사면역측정 kit(ABBOTT laboratories Aldosterone 2 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. Total serum Ca은 auto chemical analyzer(ABBOTT, U.S.A)를 이용하여 측정하였다. 혈청 25-hydroxy cholecalciferol(25-(OH) Vit D<sub>3</sub>)

은 방사면역측정 kit(Instar Co. Stillwater, Minnesota, U.S.A)를 이용하고 혈청 calcitonin 측정도 방사면역측정 kit(Daiichi, Japan)를 이용하여 정량하였다.

4) 칼슘 및 나트륨 섭취 상태

칼슘과 나트륨 섭취량 조사에는 식품섭취빈도법을 이용하였다. 24시간 회상법이나 기록법 등으로 특정 몇일동안의 섭취량을 조사하는 것보다는 평상시 섭취량을 파악하는 것이 의미가 있다고 판단되었기 때문이다.

칼슘 섭취 상태를 측정하기 위해 사용한 칼슘점수는 식품섭취빈도법을 변형시킨 것으로서 칼슘 급원식품 22종을 골라서 1회 섭취분량이 칼슘 섭취에 기여하는 정도에 따라 세 군으로 나누어 100mg 이상이면 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 먹는다로 구분하여 답하게 한 후 이것을 0~5점으로 환산하여 급원식품의 칼슘 함유량 점수와 섭취빈도 점수를 곱하여 계산하였다. 각 식품별로 보통 기준량을 제시하고 실제 섭취량이 기준량에 비해 이상, 동일, 혹은 이하인지의 여부도 함께 조사하여 1.5, 1, 0.5의 가중치를 부과하였다. 나트륨 점수는 남녀 성인들이 주로 먹는 식품중에서 나트륨 급원이 되는 음식 32종을 선택해서 각 음식의 재료를 Jeon<sup>14)</sup>이 제시한 표준 recipe에 따라 계산한 다음 1인 기준량으로 환산한 후에 한국인 영양 권장량 6차 개정판에 수록된 식품 영양가 분석표<sup>15)</sup>를 참조하여 계산하였다. 이렇게 계산된 음식의 나트륨 함량에 따라 4등급으로 나누어 700mg 이상일 때 4점, 500~699mg이면 3점, 300~499mg이면 2점, 300mg 미만일 때는 1점으로 매기고, 이들 식품의 섭취빈도수를 매일, 주3회이상, 주1~2회, 월1회, 섭취인함의 5등급으로 나누고 1회 섭취량은 보통 기준량을 제시하고 실제 섭취량이 기준량에 비해 이상, 동일, 혹은 이하인지의 여부도 함께 조사하여 1.5, 1, 0.5의 가중치를 부과하여 그 양을 환산하였다.

3. 자료처리 및 분석

완전한 응답을 한 설문지 및 실험분석자료에 한해 SPSS/PC를 이용하여 통계처리 하며 각 분석 내용별로 다음과 같은 통계방법을 이용하였다.

1) 조사 대상자의 일반적인 특성, Na Index, Ca Index, 생화학적 분석치 등의 자료에 대해서는 평균과 표준편차를 구하였고, 정상혈압인과 HH, NH, LH군간의 차이는 ANOVA-test 및 LSD(Least significant difference)에 의해 비교하였다.

2) 고혈압과 이에 영향을 미치는 주요인들(Na index, Ca index, PTH, aldosterone, 혈장 renin 활성화도, calcitonin, 25(OH)VitD, total serum Ca, 소변중의 나트륨, 칼슘, 칼륨배설량, BMI)상호간의 관련성은 Pearson의 상관계수를 사용하였다.

3) 고혈압에 영향을 미치는 요인들의 상대적인 강도를 다단계중회귀분석(stepwise multiple regression analysis)으로 산출하였다.

연구결과 및 고찰

1. 조사대상자들의 일반적 특성

조사대상자들의 일반적인 특성은 Table 1과 같다. 성인 여성만으로 구성된 조사대상자들의 평균 연령은 정상군이 53.8세이었고, 고혈압군이 55.7세였다. 평균 체중은 정상군과 고혈압군이 각각 59.0kg, 60.6kg이고 평균 신장은 정상군이 154.0cm이고, 고혈압군이 155.1cm이었다. BMI는 정상군이 24.8, LH, MH, HH군이 각각 25.2, 24.9, 27.8로써 HH군이 과다 체중인 것으로 나타났으나 집단간에 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 수축기와 이완기 혈압은 정상군에서 105.7과 62.3mmHg였고, 고혈압군은 145.7과 86.7mmHg로 정상군과 고혈압군간에는 유의한 차이가 있었다. 고혈압군간의 혈압차이 여부를 비교했을 때 HH군이

Table 1. General characteristics of subjects

Variables	Normotensive subjects(n = 30)	Hypertensive subjects			Total(n = 27)*
		LH(n = 10)	MH(n = 11)	HH(n = 6)	
Age(years)	53.8 ± 8.6	56.2 ± 3.6	55.5 ± 3.9	55.5 ± 9.1	55.7 ± 5.1
Height(cm)	154.0 ± 4.9	156.8 ± 4.0	154.7 ± 4.3	153.2 ± 4.3	155.1 ± 4.3
Weight(kg)	59.0 ± 6.8	62.0 ± 7.5	59.7 ± 9.9	59.9 ± 8.9	60.6 ± 8.6
BMI	24.8 ± 2.64	25.2 ± 2.7	24.9 ± 3.0	27.8 ± 5.4	25.2 ± 3.0
SBP(mmHg)	105.7 ± 13.8 <sup>a</sup>	147.0 ± 27.1 <sup>b</sup>	141.4 ± 10.0 <sup>b</sup>	151.7 ± 13.3 <sup>b</sup>	145.7 ± 18.5
DBP(mmHg)	62.3 ± 7.3 <sup>a</sup>	68.0 ± 8.4 <sup>b</sup>	86.4 ± 13.6 <sup>b</sup>	88.3 ± 9.8 <sup>b</sup>	86.7 ± 10.7

Values are mean ± SD, Values with different superscripts in the same row are significantly different from each group(p < 0.05): ANOVA Post-Hoc multiple comparison test with LSD(Least-significant difference)

\*t-test with normotensive and hypertensive groups, BMI: body mass index = body weight(kg)/height(m<sup>2</sup>), SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, LH: low-renin hypertension, MH: medium-renin hypertension, HH: high-renin hypertension

**Table 2.** Plasma renin activity, aldosterone, PTH, 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>, calcitonin, and serum total Ca in normotensive, LH, MH and HH subjects

Variables	Normotensive subjects(n = 30)	Hypertensive subjects			
		LH(n = 10)	MH(n = 11)	HH(n = 6)	Total(n = 27)*
PRA(ng/ml/h)	2.17 ± 1.04 <sup>a</sup>	0.64 ± 0.24 <sup>b</sup>	1.46 ± 0.28 <sup>ab</sup>	3.06 ± 0.50 <sup>a</sup>	1.51 ± 0.97
Aldosterone(pg/ml)	72.27 ± 42.76	67.46 ± 51.55	86.66 ± 52.42	92.14 ± 44.72	80.84 ± 49.72
PTH(pg/ml)	20.37 ± 6.39 <sup>a</sup>	26.26 ± 8.04 <sup>b</sup>	24.64 ± 7.95 <sup>ab</sup>	28.52 ± 9.79 <sup>b</sup>	26.10 ± 8.20**
25-(OH) Vit D <sub>3</sub> (pg/ml)	17.50 ± 6.14 <sup>ab</sup>	15.46 ± 7.77 <sup>a</sup>	18.45 ± 4.14 <sup>ab</sup>	22.09 ± 6.59 <sup>b</sup>	18.14 ± 6.60
Calcitonin(pg/ml)	32.26 ± 10.17	39.01 ± 25.52	31.18 ± 10.49	28.17 ± 8.02	33.50 ± 17.54
Serum total Ca(mg/dl)	9.51 ± 0.36	9.45 ± 0.29	9.68 ± 0.24	9.70 ± 0.17	9.60 ± 0.27

Values are mean ± SD, Values with different superscripts in the same row are significantly different from each group(p < 0.05): ANOVA Post-Hoc multiple comparison test with LSD(Least-significant difference), \*t-test with normotensive and hypertensive groups, \*\*p < 0.05, compared with normotension, PRA: plasma renin activity, PTH: parathyroid hormone

다른군에 비해 조금 높게 나타났지만 유의한 차이는 없었다.

## 2. 조사대상자의 renin 활성도와 호르몬 상태

Table 2는 정상군과 LH, MH, HH군의 혈장 renin 활성도, aldosterone, PTH, 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>, calcitonin, 총 혈청 칼슘농도의 평균치를 제시하고 각 군간의 차이를 비교한 것이다. Aldosterone은 정상군이 72.27pg/ml이고 LH, MH, HH군에서 각각 67.46pg/ml, 86.66pg/ml, 92.14pg/ml로서 HH군에서 가장 높게 나타났고 LH군에서 가장 낮게 나타났으나 각 군간에 유의적인 차이는 없었다. 이 결과는 Shin 등<sup>12)</sup>의 연구에서 정상군과 고혈압군 간에 aldosterone 농도의 차이가 없으며, Park 등<sup>16)</sup>의 연구에서 고 renin 고혈압군에서 저 renin 고혈압군보다 aldosterone 농도가 높았다는 보고와 일치한다고 볼 수 있겠다. 그리고 renin 활성도와 aldosterone과의 상관관계에서도 r = 0.278로 유의한 양의 상관관계가 나타났다(Table 3).

PTH는 정상군에서 20.37pg/ml로 가장 낮게 나타났고 LH군과 HH군에서 26.26pg/ml, 28.52pg/ml로 정상군과 비교하여 유의한 차이를 보였다. 또한 정상군과 고혈압군에서도 각각 20.37pg/ml, 26.10pg/ml로 두 집단간에 유의한 차이가 있었다. McCarron 등<sup>17)</sup>은 본태성 고혈압에서 PTH가 증가하는 현상은 신장에서의 칼슘 배설 증가에 반응하는 하나의 보상효과라고 제안하였다. Gennari 등<sup>18)</sup>도 102명의 본태성 고혈압 환자에서 소변으로의 칼슘배설 증가와 동시에 혈청 PTH가 증가되었다고 보고하였다. Resnick 등의 보고<sup>6)10)</sup>에 의하면 renin 활성도가 낮은 고혈압군에서 PTH수준이 높았다고 하나 본 연구에서는 PTH 수준이 renin 활성도에 따라 분류한 고혈압 각 집단간에 유의한 차이를 보이지 않았다. Gadallah 등<sup>19)</sup>의 연구에서 혈청 칼슘이온, 총 혈청 칼슘, PTH는 각 고혈압 집단들간에 유의한 차이가 없다고 보고하여 본 연구와 일치하는 경향을 보여 주었다. 이와 같이 혈장 renin 활성도에 따라 PTH 수준이 달라지는 정도에 차이를 보이는 것은 연구대상자들의 연

**Table 3.** Correlation coefficient of aldosterone, age, serum total Ca, urinary excretion of Ca, Na intake and 25-(OH) Vit D<sub>3</sub> with plasma renin activity in all subjects

Variables	Plasma renin activity	
	r	p-value
Aldosterone	0.278	0.036
Age	-0.4076	0.002
Serum total Ca	0.3050	0.022
Urinary Ca	-0.248	0.071
Na Intake	-0.2296	0.089
25-(OH) Vit D <sub>3</sub>	0.343	0.036
Urinary Ca/Cr	-0.2965	0.029

Ca/Cr: calcium ratio with creatinine

령, 성별, 건강상태, 환경적 요인 등에 의한 것으로 생각한다. Sealey<sup>20)</sup>는 renin 활성도가 연령, 약물, 인종, 여성의 생리 주기 등에 의해 영향을 받는다고 하였다. 또한 여성의 경우 폐경 후에는 칼슘대사에서 많은 변화가 있다고 볼 때 본 연구의 대상자들이 여성들로만 구성되어 있고 평균 연령이 55.7세로서 폐경기의 여성이 상당한 비율을 차지하였으므로 폐경에 따른 칼슘 대사의 변화가 renin 활성도에 직접 혹은 간접으로 영향을 미치지 않았나 생각되나 보다 구체적인 사항에 관해서는 앞으로 규명되어야 하겠다.

PTH와 함께 칼슘이온조절에 관여하는 1,25-(OH)<sub>2</sub> Vit D<sub>3</sub>도 혈압 상승에 관여하는 것으로 보고되었다.<sup>4)21-22)</sup> 본 연구에서는 1,25-(OH)<sub>2</sub> Vit D<sub>3</sub>의 전구체인 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>를 측정하였는데 정상군이 17.5pg/ml이고 HH군에서 22.09pg/ml로 가장 높았고 LH군에서 15.46pg/ml로 가장 낮았으며 HH군과 LH군 사이에 유의한 차이가 있었고 정상군과 고혈압군간에는 유의한 차이가 없었다. 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>는 renin 활성도와 r=0.343으로 유의한 양의 상관관계를 나타내었다(Table 3). 이는 Gadallah 등<sup>19)</sup>이 보고한 25-(OH) Vit D<sub>3</sub> 수준은 정상군과 고혈압군간에 유의한 차이가 없었다고 보고한 결과와 일치한다. Brickman 등<sup>23)</sup>은 정상인과 고혈압 남성을 대상으로 한 연구에서 고혈압군에서 25-(OH) Vit D<sub>3</sub> 수준이 높았다고 보고하였다.

Imaoka 등<sup>25)</sup>이 여성을 대상으로 젊은이와 노인에서 정상인과 고혈압인의 칼슘대사와 소변 중 나트륨, 칼슘, 인 배설에 관해 연구하였는데 노인 고혈압환자에서 혈장 renin 활성화도, aldosterone, calcitonin, 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>, 24, 25(OH)<sub>2</sub> Vit D<sub>3</sub> 수준이 유의하게 낮고, PTH, 1,25-(OH)<sub>2</sub> Vit D<sub>3</sub> 수준은 유의하게 높았다고 한다. 노인 고혈압군에서 Vitamin D 활성화형의 전구체인 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>가 유의하게 낮았는데 이것은 PTH 분비 증가에 의한 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>가 활성화형인 1,25-(OH)<sub>2</sub> Vit D<sub>3</sub>를 형성하는 대사의 촉진을 반영할지 모른다고 보고하였다. 본 연구에서도 LH군에서 aldosterone과 25-(OH) Vit D<sub>3</sub> 수준이 다른 고혈압군들에 비해 낮게 나타났다.

Resnick 등<sup>6)</sup>과 Imaoka 등<sup>25)</sup>은 calcitonin 수준이 저 renin 고혈압군에서 다른 형태의 고혈압군에 비해 낮게 나타났다고 보고하였으나 본 연구에서는 calcitonin 수준이 LH군에서 39.01pg/ml로 가장 높고 HH군에서 28.17pg/ml로 가장 낮게 나타났으며 정상군과 고혈압군내 각 집단들간에 유의한 차이는 없었다.

총 혈청 칼슘치 또한 각 집단들간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 이 결과는 정상군과 고혈압군에서 총 혈청 칼슘치가 유의한 차이를 보이지 않았다는 몇몇 보고<sup>5)26)19)</sup>들과 일치한다. 그러나 Park 등<sup>27)</sup>의 성인 남녀 정상인과 고혈압인을 대상으로 한 연구에서 총 혈청 칼슘량은 고혈압인이 정상인보다 유의하게 낮다고 보고하였고 Harlan 등<sup>28)</sup>은 미국 NHANES-I의 3,854명에 대한 데이터를 분석한 결과 혈압과 식이 칼슘 섭취와는 음의 상관성이 나타났으나 총 혈청 칼슘과는 양의 상관성이 있다고 보고하였다. 이와같이 혈압과 혈청 칼슘 농도에 대한 여러 연구들은 각기 다른 결과들을 나타냈다. 한편 Parrott-Garcia 등<sup>29)</sup>의 연구에서는 총 혈청 칼슘 농도와 혈압과는 유의한 상관성이 없으나 혈청 이온화 칼슘 농도와는 유의한 상관성이 있음을 보고하였다. Park 등<sup>27)</sup>과 McCarron 등<sup>29)</sup>의 연구에서는 고혈압 환자가 정상인보다 혈청 이온화 칼슘 농도가 낮았음을 보고하고 있다. 한편 Hunt 등<sup>30)</sup>이나 Sowers 등<sup>31)</sup>의 연구에 따르면 고혈압군과 정상혈압군으로 나누어서 혈청 이온화 칼슘 농도를 비교했을 때 두 집단간에 유의한 차이가 없는 것으로 관찰되었으나 고혈압군을 혈장 renin 활성화도에 따라 나누어서

비교했을 때 renin 활성화도가 낮은 고혈압인 경우에는 정상인이나 다른 형태의 고혈압 군보다 혈청 칼슘이온 수준이 낮게 나타났다고 한다. 본 연구에서 총 혈청 칼슘 농도가 정상군과 고혈압군 혹은 고혈압 각군들간의 유의한 차이를 보이지 않았던 것은 총 혈청 칼슘 보다는 이온화 칼슘 농도가 혈압과 더욱 밀접한 상관성이 있다는 보고<sup>2)22)30)</sup>들을 부분적으로 뒷받침하는 결과라 하겠다.

### 3. Renin 활성화도에 따른 칼슘과 나트륨 섭취 상태 및 소변 중의 칼슘, 나트륨, 칼륨 배설량

Table 4는 정상군과 고혈압 각 군간의 칼슘 및 나트륨 섭취습관을 비교하기 위하여 섭취 빈도법에 의해 칼슘 섭취점수와 나트륨 섭취 점수를 비교한 것이다. 나트륨 점수는 정상군이 377.8점, LH, MH, HH군이 각각 340.6점, 382.6점, 329.3점으로 각 군간에 유의적인 차이가 없었다. 칼슘 점수는 정상군과 LH, MH, HH 군에서 각각 55.1점, 38.8점, 54.1점, 48.7점이었으며 가장 높은 점수를 보인 정상군과 가장 낮은 점수를 보인 LH 군간에는 유의적인 차이가 있었다.

본 연구에서 나트륨과 칼슘 섭취점수가 정상군과 고혈압군, renin 활성화도에 따라 고혈압군을 분류하였을 때 각 군간에 유의적인 차이를 보이지 않은 것은 다음과 같은 이유로 기인할 것으로 여겨진다. 첫째는 식품 섭취빈도법을 나트륨 섭취량 조사방법에 적용할 때 다음과 같은 점이 검토되지 않았기 때문으로 여겨진다. 다른 영양소 섭취와는 달리 나트륨 섭취는 nondiscretionary(식품 자체에 함유되어 섭취하는 양)나트륨 섭취량보다 discretionary(조리시나 식사시에 첨가하여 섭취하는 양)나트륨 섭취량이 더 많고 전체 나트륨 섭취량 중 discretionary 나트륨 섭취량이 차지하는 비율은 개인의 입맛에 따라 크게 달라질 수 있는데 섭취 빈도법을 통한 나트륨 섭취량조사에서는 같은 식품을 섭취하더라도 개인의 입맛에 따라 나트륨이 첨가되는 양이 다르다는 것이 고려되지 않았다는 점이다. 그리고 우리나라 가정에서 사용하는 장류의 나트륨 함량이 가구별, 지역별로 얼마나 차이를 보이는가 혹은 가정별로 조리시에 첨가하는 간장, 소금의 양은 어떤 범위에 있는가 등에 관한 정량적인 데이터 베이스가 확립되어 있지 않은 상태이므로

**Table 4.** Intake of Na and Ca as indices of Na and Ca measured by food frequency method in normotensive, LH, MH and HH subjects

Variables	Normotensive subjects(n = 30)	Hypertensive subjects			
		LH(n = 10)	MH(n = 11)	HH(n = 6)	Total(n = 27)*
Na intake score	377.8 ± 107.4	340.6 ± 70.7	382.6 ± 107.9	329.3 ± 67.1	355.2 ± 87.4
Ca intake score	55.1 ± 23.8 <sup>a</sup>	38.8 ± 11.6 <sup>b</sup>	54.1 ± 18.0 <sup>ab</sup>	48.7 ± 12.4 <sup>ab</sup>	47.2 ± 15.8

Values are mean ± SD, Values with different superscripts in the same row are significantly different from each group(p < 0.05): ANOVA Post-Hoc multiple comparison test with LSD(Least-significant difference), \*t-test with normotensive and hypertensive groups

개인의 나트륨 섭취량이 정확하게 조사되기 어려웠다는 사실이다. 둘째는 고혈압내 각 군별로 나누어진 대상자 수가 통계적으로 유의한 차이를 나타내기에 충분한 크기가 아니었다는 점이다. 즉 나트륨 섭취량에 따라 민감하게 반응하는 renin 활성도는 본 연구에서 저 renin 고혈압군이 고 renin 고혈압군보다 나트륨 점수가 높게 나타난 것으로 보아 고혈압 각 집단들의 표본 크기가 커지면 유의한 차이를 나타낼 수 있을 것으로 생각된다.

Table 5는 대상자들의 소변 중의 칼슘, 나트륨 및 칼슘배설량을 비교한 것이다. 소변 중의 칼슘 배설량은 정상군에서 145.6mg/d로 가장 낮았고 고혈압군에서 210.7mg/d로 두 집단간에 유의한 차이가 있었으나 고혈압내 각 집단들간에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 그리고 이것을 칼슘과 creatinine의 비율로 환산하여 비교했을 때도 정상군과 고혈압군에서는 각각 0.15, 0.18로 유의한 차이를 보였다. 또한 renin 활성도와 유의한 음의 상관관계( $r = -0.2965$ ,  $p < 0.05$ )를 나타냈다(Table 3). 소변 중의 칼슘 배설량이 정상군과 비교해서 고혈압군에서 유의하게 높게 나타난 결과는 고혈압인 경우 소변으로의 칼슘 배설이 높다는 외국 보고들<sup>29,31</sup>과 일치하는 결과라 하겠다. 본태성 고혈압에서 hypercalciuria에 대한 기전은 분명하지 않지만 고혈압 환자에게서 나타나는 소변 중 칼슘 배설량의 증가는 칼슘 섭취량과는 관계가 없는 것으로 여겨진다. McCarron<sup>32</sup>은 정상혈압인과 비교하여 고혈압인은 비록 칼슘 섭취량이 더 낮지만 소변 중 칼슘 배설량은 더 높았다고 보고하였다. 본 연구에서도 식품섭취 빈도법을 통한 일상적인 칼슘 섭취를 나타내는 칼슘 점수가 정상군과 고혈압군 사이에 유의한 차이를 볼 수 없었으나 소변 중 칼슘 배설량은 고혈압군에서 더 높았다. Resnick 등<sup>33</sup>과 Laragh 등<sup>34</sup>에 의하면 저 renin 고혈압군에서 소변 중의 칼슘 배설량이 높았다고 보고하였고 본 연구에서도 소변 중의 칼슘 배설량을 칼슘과 creatinine의 비율로 환산하여 비교했을 때 통계적으로 유의하지는 않지만 저 renin 고혈압군에서 가장 높게 나타났다. 고혈압군에서 나타나는 소변 중의 칼슘 배설량의 증가

는 혈청 칼슘 이온을 감소시키고 세포내 칼슘 이온 유입을 조절하는 PTH 분비를 증가시켜 세포내 유리 칼슘농도의 증가로 인한 혈관 평활근 세포의 수축을 증가시켜 혈압을 상승시킨다고 볼 수 있겠다. 본 연구에서도 고혈압군에서 PTH와 소변 중 칼슘 배설량의 증가를 나타내었다.

소변 중의 나트륨 배설량은 LH군에서 171.0mmol/d로 가장 높았으나 각 집단들간에 유의한 차이가 없었으며 정상군과 고혈압군간에도 유의한 차이가 없었다. 이는 Papagalanis 등<sup>35</sup>의 성별과 연령을 맞춘 정상인과 고혈압인을 대상으로 한 연구에서 소변 중 나트륨 배설량은 두 집단간에 유의한 차이가 없었다고 보고한 결과와 일치한다. 칼륨배설량 또한 각 집단들간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

Haddy 등<sup>36</sup>과 Hamlyn 등<sup>37</sup>의 연구에서  $Na^+-K^+$  ATPase 활성을 저하시키는 억제제가 존재하고, 이  $Na^+-K^+$  ATPase inhibitor(NKAI)가 volume 의존성 또는 저 renin 고혈압에 중요한 요인으로 작용한다고 추정하였다. NKAI는 혈관 평활근에서 세포내 나트륨 농도를 높이고 이차적으로 세포내 칼슘 농도를 높이는데 기여한다. Keane 등<sup>38</sup>은 NKAI는 평균 혈압과 유의한 양의 상관성( $r = 0.46$ )이 있고, 고염식(100mmol/d)일 때 NKAI와 소변 중 나트륨 배설량이 유의한 양의 상관관계( $r = 0.384$ )가 있으며 혈장 renin 활성도와 NKAI의 변화는 각각 유의한 음의 상관관계( $r = -0.368$ ,  $r = -0.449$ )를 보였다고 보고하였다. 즉 이러한 사실을 종합해 보면 저 renin 고혈압에서는 고염식을 할 때 나트륨 섭취 증가로 NKAI가 증가되며 이는 소변 중 나트륨 배설량을 증가시키므로 저 renin 고혈압에서 소변 중 나트륨 배설량이 고혈압내 다른 군들보다 높다고 할 수 있다. 본 연구에서도 통계적으로 유의한 차이는 아니지만 저 renin 고혈압군에서 소변 중 나트륨 배설량이 가장 높게 나타났으며 고 renin 고혈압군에서 가장 낮게 나타나는 경향을 보였다. Alderman 등<sup>39</sup>이 2,937명의 고혈압 환자들을 대상으로 한 prospective cohort study에 의하면 고혈압에서 혈장 renin 활성도의 증가는 심근경색 발병의 증가와 연관성이 있고 소변 중 나트륨 배설량은 심근경색

Table 5. Urinary excretion of Ca, Na, and K in normotensive, LH, MH and HH subjects

Variables	Normotensive subjects(n = 30)	Hypertensive subjects			
		LH(n = 10)	MH(n = 11)	HH(n = 6)	Total(n = 27)*
Urinary Ca(mg/d)	145.2 ± 58.2 <sup>a</sup>	207.2 ± 72.6 <sup>b</sup>	206.1 ± 79.6 <sup>b</sup>	225.0 ± 99.4 <sup>b</sup>	210.7 ± 78.9
Urinary Na(mmol/d)	166.4 ± 63.5	171.0 ± 78.1	164.2 ± 57.7	149.5 ± 65.2	163.5 ± 65.4
Urinary K(mmol/d)	60.7 ± 24.6	61.3 ± 27.8	60.2 ± 19.3	56.8 ± 14.8	59.8 ± 21.6
Urinary Ca/Cr	0.15 ± 0.56	0.18 ± 0.79	0.17 ± 0.57	0.17 ± 0.62	0.18 ± 0.65**

Values are mean ± SD, Values with different superscripts in the same row are significantly different from each group( $p < 0.05$ ): ANOVA Post-Hoc multiple comparison test with LSD(Least-significant difference), \*t-test with normotensive and hypertensive groups, \*\* $p < 0.05$ , compared with normotension, Ca/Cr: calcium ratio with creatinine

발병과 음의 상관성이 있었다고 한다. 이로 미루어 볼 때 본 연구에서 고 renin 고혈압군이 다른 고혈압군에 비해 통계적으로 유의하지는 않지만 수축기와 이완기혈압이 가장 높고 소변 중 나트륨 배설량이 가장 낮은 것으로 보아 심혈관 질환의 위험도가 높으리라고 추측할 수 있겠다.

**4. 혈압과 소변 중의 나트륨, 칼슘 배설량에 영향을 미치는 인자**

Table 6은 조사대상자 전체를 대상으로 혈압과 이에 영향을 미치는 여러 요인들과의 상관관계를 나타낸 것이다. PTH는 수축기 혈압과  $r = 0.324$ , 이완기 혈압과  $r = 0.375$ 로 유의한 양의 상관관계를 보였다. PTH는 적혈구 및 등백조직을 포함한 여러 조직에서 칼슘 이온의 세포내 유입을 자극하며 또는  $Na^+ - K^+ - ATPase$  활성을 억제하여 이에 따른  $Na^+ - Ca^{2+} - exchange$  의 변화로 결국 칼슘 이온의 세포내 농도를 증가시킴으로써 혈관벽을 수축시켜 혈압을 상승시킬 것으로 추측되고 있고 Grobbee 등<sup>30)</sup>과 Weinberger 등<sup>31)</sup>의 연구에서도 PTH와 혈압과는 양의 상관관계가 있다고 보고하였다. 소변 중의 칼슘 배설량과도 수축기, 이완기혈압과 각각  $r = 0.496$ ,  $r = 0.278$ 으로 유의한 양의 상관관계를 보였다. 또한 소변 중의 칼슘과 creatinine의 비율로 환산한 값이 수축기 혈압과  $r = 0.468$ 로 유의한 양의 상관관계가 나타났다. 한편 소변 중 나트륨과 칼륨배설량은 정상인과 고혈압인을 모두 포함하여 혈압과 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 이는 Kim의 연구<sup>30)</sup>에서 혈압과 나트륨 배설량간에는 전혀 유의한 상관관계가 나타나지 않았다는 것과 일치하는 결과이다.

McCarron과 Morris 등<sup>30)</sup>은 미국의 National Health and Nutrition Examination Survey I(NHANES I,

**Table 6.** Correlation coefficient of plasma renin activity, PTH, 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>, aldosterone, urinary excretion of Na, K, Ca and Ca/Cr, indices of Na and Ca with systolic and diastolic blood pressure in all subjects

Variables	Blood Pressure	
	SBP	DBP
	r	r
Plasma renin activity	-0.124	-0.175
Aldosterone	0.165	0.215
PTH	0.324*	0.375*
25-(OH) Vit D <sub>3</sub>	0.057	0.160
Urinary Na	-0.040	-0.016
Urinary K	-0.214	-0.034
Urinary Ca	0.496**	0.278*
Urinary Ca/Cr	0.468**	0.102
Na Index	-0.121	-0.020
Ca Index	-0.371**	-0.186

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

1971~1974년) 데이터를 분석한 결과 고혈압인 사람에게서 칼슘섭취가 낮았고 연령, 성별, BMI, 종족, 인종과 같은 변수를 통제하였을 때 수축기 혈압과 칼슘섭취 사이에 유의한 음의 상관관계가 있었다고 보고하였는데 본 연구에서도 일상적인 칼슘 섭취를 반영하는 칼슘 점수와 수축기 혈압이  $r = -0.371$ 로 유의한 음의 상관관계를 보였다. 그러나 일상적인 나트륨 섭취를 반영하는 나트륨 점수와 혈압과는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 그리고 혈압에 영향을 미치는 요인들의 상대적인 강도를 다단계중회귀 분석으로 산출한 결과 전체 대상자들에 있어서 수축기 혈압과는 소변 중의 칼슘배설량이 가장 유의한 상관성을 보였으며, 나이, aldosterone 순으로 상관성이 있는 것으로 나타났고 이완기 혈압과는 PTH가 유의한 양의 상관성을 나타냈다(Table 7, 8). 그리고 고혈압내에서 혈압에 대한 각 요인들의 상대적인 영향은 수축기 혈압과 칼슘 점수가 음의 상관성을 보였다(Table 9).

**Table 7.** Variables affecting systolic blood pressure by stepwise multiple regression analysis for all subjects

Multiple R=0.69662 R Square=0.48528 Adjusted R Square=0.44851 SE=19.6488					
Variables in the Equation(F=13.19901, P-Value=0.0000)					
Variables	B	SE B	Beta	T	P-Value
(Constant)	16.42817	24.74214		0.664	0.5103
Urinary Ca	0.195912	0.037676	0.576697	5.200	0.0000
Age	1.178139	0.403902	0.342630	2.917	0.0057
Aldosterone	0.151164	0.062383	0.284149	2.423	0.0198

Blood Pressure=f(Ca Index, Age, Aldosterone, BMI, Calcitonin, Na Index, PTH, PRA, Total Serum Ca, Urinary Ca, Urinary K, Urinary Na, 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>)

**Table 8.** Variables affecting diastolic blood pressure by stepwise multiple regression analysis for all subjects

Multiple R=0.38404 R Square=0.14749 Adjusted R Square=0.12811 SE=14.6852					
Variables in the Equation(F = 7.61214, P-Value = 0.0084)					
Variables	B	SE B	Beta	T	P-Value
(Constant)	56.697044	6.753977		8.395	0.0000
PTH	0.755563	0.273853	0.384041	2.759	0.0084

Blood Pressure = f(Ca Index, Age, Aldosterone, BMI, Calcitonin, Na Index, PTH, PRA, Total Serum Ca, Urinary Ca, Urinary K, Urinary Na, 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>)

**Table 9.** Variables affecting systolic blood pressure by stepwise multiple regression analysis for hypertensive subjects

Multiple R=0.42231 R Square=0.17834 Adjusted R Square=0.13922 SE=18.32274					
Variables in the Equation(F = 4.5581, P-Value = 0.0447)					
Variables	B	SE B	Beta	T	P-Value
(Constant)	171.76303	12.32791		13.933	0.0000
Ca Index	-0.53465	0.25042	-0.422306	-2.135	0.0447

Blood Pressure = f(Ca Index, Age, Aldosterone, BMI, Calcitonin, Na Index, PTH, PRA, Total Serum Ca, Urinary Ca, Urinary K, Urinary Na, 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>)

**Table 10.** Relationship of urinary Na and Ca with urinary excretion and intake variables in total subjects

Variables	Urinary Na		Variables	Urinary Ca	
	r	p-value		r	p-value
Urinary K	0.544	0.0001	Urinary Na	0.369	0.006
Urinary Ca	0.369	0.006	Ca Intake	0.164	NS
Na Intake	0.388	0.003	Na Intake	0.261	0.057

NS: Not Significant

나트륨은 혈압 상승에 영향을 미치는 중요한 식이 인자 중의 하나로 인식되어 왔고 나트륨 섭취량과 혈압과의 관계를 규명하기 위한 여러 역학조사 결과 나트륨 섭취량이 낮은 지역 주민들의 평균 혈압이 낮았으며 나이가 증가함에 따라 혈압 증가율도 낮았다고 한다.<sup>40,41)</sup> 그 외에도 Dahl 등<sup>42,43)</sup>은 나트륨 섭취량과 혈압간에 유의한 양의 상관관계가 있음을 보고하고 있어 나트륨 섭취가 혈압 상승에 영향을 미치는 것으로 보여진다. 그러나 이와는 달리 Page<sup>44)</sup>와 Phear<sup>45)</sup>는 나트륨 섭취량과 혈압간에 유의한 상관관계가 없다고 보고 하였는데 본 연구에서도 일상적인 나트륨 섭취를 반영하는 나트륨 점수 그리고 소변 중 나트륨 배설량과 혈압간에 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 이는 염분에 대한 개개인의 혈압 변동의 차이 즉 개개인에 있어서 소금 민감도의 차이 때문일 것으로 추측되나 본 실험만으로 확실하게 규명하기는 어렵다고 생각된다. 따라서 본 연구에서는 나트륨, 칼슘 섭취와 혈압과의 관계에 있어서는 나트륨 섭취 보다는 칼슘 섭취가 혈압조절에 상관성이 더 높았음을 보여준다.

소변 중의 나트륨과 칼슘 배설량에 영향을 미치는 여러 요인들과의 상관관계는 Table 10에 나타내었다. 소변 중의 나트륨 배설량과는 칼륨 배설량( $r = 0.544$ ), 칼슘 배설량( $r = 0.369$ ) 그리고 나트륨 섭취량( $r = 0.388$ )이 유의한 상관관계를 보였고 소변 중의 칼슘 배설량과 소변 중의 나트륨 배설량과 나트륨 섭취량이 각각  $r = 0.369$ ,  $r = 0.261$ 로써 유의한 양의 상관관계를 나타내었다. 그러나 칼슘 섭취량은 유의한 상관관계가 없었다. 소변중의 나트륨 배설량이 칼슘 배설량과 양의 상관관계가 있다는 결과는 여러 연구보고들<sup>46,49)</sup>과 일치하는 결과라 하겠다. 이는 나트륨과 칼슘은 혈액의 주요 양이온으로서 신장에서 칼슘은 나트륨 수송과 관련된 공동의 재흡수 수송 기전을 공유하기 때문에 두 이온의 재흡수가 가장 많이 일어나는 근위세뇨관 곡부에서 나트륨의 재흡수가 감소되고 배설이 증가되면 칼슘이 재흡수되는 비율도 평행하게 억제시켜 원위세뇨관으로의 전달을 증가시킴으로써, 나트륨과 함께 칼슘의 배설량을 증가시키는 것으로 설명할 수 있겠다. Kim<sup>50)</sup>과 Im<sup>48)</sup>의 연구에 의하면 나트륨 배설량은 나트륨 섭취량과 높은 양의 상관관계( $r = 0.6027$ ,  $r = 0.385$ )를 보였는데 본 연구에서도  $r =$

0.388로 유의한 양의 상관관계를 보였다.

## 요약 및 결론

질병이 없는 정상혈압 여성 30명과 병원에 입원하지 않고 정상생활을 하고 있는 혈압이 140/90mmHg이상인 고혈압 여성 27명을 대상으로 하고 다시 고혈압인을 renin 활성도의 차이에 따라 3군으로 분류하였을 때 나트륨과 칼슘 섭취량 및 소변중의 나트륨, 칼슘 배설량 그리고 관련 호르몬들의 체내농도를 정상혈압인과 함께 비교한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) PTH는 고혈압군에서 정상군보다 유의하게 높았지만 고혈압내의 각 집단 사이에는 유의한 차이가 없었고 renin 활성도와도 유의한 상관관계가 없었다. Aldosterone은 HH군에서 가장 높게 나타났으나 LH군, MH군, 정상군과는 집단간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 renin 활성도와는 유의한 양의 상관관계( $r = 0.278$ ,  $p < 0.05$ )가 나타났다. 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>는 정상군과 고혈압군간에 유의한 차이가 없었고 고혈압군내에서는 HH군에서 가장 높게 나타났고 LH군에서 가장 낮았으며 집단들간의 유의한 차이가 있었다. Renin 활성도( $r = 0.343$ )와도 유의한 양의 상관관계( $p < 0.05$ )를 나타내었다. Calcitonin은 정상군과 고혈압 각 집단들간에 유의한 차이를 찾아볼 수 없었다. 총 혈청 칼슘치는 고혈압군과 정상혈압군, 혹은 renin 활성도에 따른 고혈압군내에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

2) 나트륨 섭취습관을 반영하는 나트륨 점수는 정상군과 고혈압군, 혹은 고혈압 각 군간의 유의적인 차이가 없었다. 그러나 평상시 칼슘 섭취량을 나타내는 칼슘 점수는 가장 높은 점수를 보인 정상군과 가장 낮은 점수를 보인 LH군에서 유의적인 차이가 있었다.

3) 소변 중의 칼슘 배설량은 고혈압군이 정상군보다 유의하게 높게 나타났으나 고혈압 각 군들간에는 유의한 차이가 없었다. 소변 중의 나트륨, 칼슘 배설량은 정상군과 고혈압 각 군들간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

4) 소변중의 나트륨 배설량과 높은 상관관계를 보이는 요인으로는 칼륨 배설량( $r = 0.623$ ), 칼슘 배설량( $r = 0.441$ ) 그리고 나트륨 섭취량( $r = 0.365$ )이었고 소변 중의 칼슘배설량과 상관관계를 보이는 요인으로는 나트륨 배설량( $r = 0.441$ )이었다.

5) 조사대상자 전체에 대하여 혈압과 유의한 상관성을 보인 요인으로 PTH가 수축기, 이완기 혈압과 각각  $r = 0.324$ ,  $r = 0.375$ 로 유의한 양의 상관관계( $p < 0.05$ )를 보였



으며 소변 중 칼슘 배설량도 수축기혈압과  $r = 0.496$ 으로 높은 양의 상관관계( $p < 0.01$ )를 나타내었고 이완기 혈압과도  $r = 0.278$ 로 유의한 양의 상관관계( $p < 0.05$ )를 보였다. 또한 정상시 칼슘 섭취를 나타내는 칼슘 점수와도 수축기 혈압과  $r = -0.371$ 로 유의한 음의 상관관계( $p < 0.01$ )를 나타내었다.

6) 고혈압에 영향을 미치리라고 생각되는 제 요인의 상대적인 강도를 다단계중회귀분석을 통하여 분석한 결과 전체적으로 종속변수인 수축기 혈압에 대한 독립변수들의 상대적인 영향은 소변중의 칼슘 배설량이 가장 유의한 상관성( $p < 0.0001$ )을 보였으며, 다음으로 나이, aldosterone 순이었다. 이완기 혈압에 대한 경우는 PTH가 유의한 상관성을 나타냈다. 고혈압내에서는 수축기 혈압과 칼슘 점수가 음의 상관성을 나타내었다.

이 연구에서 혈장 renin 활성도에 따라 고혈압 환자를 분류했을 때 25-(OH)Vit D<sub>3</sub>, 정상시 칼슘 섭취량을 나타내는 칼슘점수가 통계적으로 유의한 차이를 보였고 PTH, 소변 중의 칼슘배설량은 혈압 및 칼슘점수와 유의한 상관성이 나타난 것으로 보아 renin-aldosterone system과 칼슘 조절 호르몬이 혈압조절에 상호작용하리라는 것을 시사하였다. 따라서 나트륨과 칼슘 섭취습관에 따른 체내 나트륨, 칼슘 조절 호르몬의 변화와 혈압조절 기전에 대한 후속 연구를 실시한다면 고혈압 예방 및 관리를 위한 구체적인 식사 관리방안 제시에 도움이 될 것으로 보인다.

Literature cited

- 1) Statistical Yearbook of 1995 Morbidity, Bureau of Statistics, Seoul, 1997
- 2) Resnick LM. Uniformity and diversity of calcium metabolism in essential hypertension: A conceptual frame work. *The Am J of Med* 82(suppl 1 B): 16-26, 1987
- 3) Sowers JR, Zemel MB, Standley PR, Zemel PC. Calcium and hypertension. *J Lab Clin Med* 114: 338-48, 1989
- 4) Resnick LM. Calcium metabolism in hypertension and allied metabolic disorders. *Diabetes care* 14(6): 505-520, 1991
- 5) Oshima T, Matsura H, Lshubashi K, Kainouchi M, Lshida T, Ozono R, Fujii T, Kajiyama G. Familial influence upon NaCl sensitivity in patients with essential hypertension. *J of Hypertension* 10: 1089-1094, 1992
- 6) Resnick LM, Nicholson JP, Laragh JH. Calcium metabolism in essential hypertension; relationship to altered renin system activity. *Federation Proc* 45: 2737-2745, 1986
- 7) Sullivan JM, Ratts TE. Sodium sensitivity in human subjects; Hemodynamic and humoral correlates. *Hypertension* 11: 717-723, 1988
- 8) Hunt SC, Williams RR, Kuida H. Different plasma ionized calcium correlations with blood pressure in high and low renin normotensive adults in Utah. *Am J Hypertension* 4: 1-8, 1991
- 9) Laragh JH, 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(10B): 1820-

- 1827, 1991
- 10) Resnick LM, Muller FB, Laragh JH. Calcium-regulating hormones in essential hypertensive: Relation to plasma renin activity and sodium metabolism. *Ann of Inter Med* 105(5): 649-654, 1986
- 11) Shin HH, Park WK, Hahn IJ, Kim EJ, Kim SW. The relationship between atrial natriuretic peptide and renin-aldosterone system in essential hypertension. *Korean J Internal medicine* 32(6): 745-754, 1987
- 12) Hawk PB, Oser BL, Summerson WH. Practical physiology chemistry. 13th ed. 899, Blackiston Co Inc Toronto, 1954
- 13) Lorentz K. Improved determination of serum calcium with 2-cresolphthalein complexone. *Clin Chim Acta* 126: 327, 1982
- 14) Jeon EJ. Nutritional foodservice and cooking. Hong Ik Jae, 1989
- 15) Recommended dietary allowances for Koreans, 6th revision. The Korean Nutrition Society, Seoul, 1995
- 16) Park IS, Park JW, Lee BI, Seo JY, Kim JH, Honh SJ. Relationships among ambulatory plasma renin activity, blood pressure and urinary microalbumin excretion rate in essential hypertension. *Circulation* 26(3): 688-694, 1996
- 17) McCarron DA, Pingree PA, Rubin RJ, Gaucher SM, Molitch ME, Krutzik S. Enhanced parathyroid function in essential hypertension: A homeostatic response to a urinary calcium leak. *Hypertension* 2: 162-168, 1980
- 18) Gennari C, Nani R, Bianchini C, Pavese G, Lucani B, Perrone AF. Renal excretion of calcium in human hypertension. *Am J Nephrol* 6 (suppl 1): 124-127, 1986
- 19) Gadallah M, Massry SG, Bigzzi R, Horst RL, Eggena P, Campese VM. Intestinal absorption of calcium and calcium metabolism in patients with essential hypertension and normal renal function. *Am J Hypertension* 4: 404-409, 1991
- 20) Sealey JE. Plasma renin activity and plasma prorenin assays. *Clin Chem* 37(10B): 1811-1819, 1991
- 21) McCarron DA, Morris CD. Blood pressure to oral calcium in persons with mild to moderate hypertension. *Ann Inter Med* 39: 414-9, 1986
- 22) McCarron DA. Low serum concentrations of ionized calcium in patients with hypertension. *New Engl J Med* 307: 226-228, 1982
- 23) Clark K. Calcium and hypertension: Does a relationship exist? *Nutrition Today* July/August: 21-27, 1989
- 24) Brickmen AS, Hyby MD, Hungen K, Eggena P, Tuck ML. Calcitropic hormones, platelet calcium and blood pressure in essential hypertension. *Hypertension* 16: 515-522, 1990
- 25) Inaoka M, Morimoto S. Calcium metabolism in elderly hypertensive patients: possible participation of exaggerated Na, Ca and p excretion. *Clinical and experimental pharmacology and physiology* 9: 224-229, 1991
- 26) Papagalani ND, Kourti A, Tolis A, Skopelitis P, Karabatsos A. Effect of intravenous calcium infusion on indices of activity of the parathyroid glands and on urinary calcium and sodium excretion in normotensive and hypertensive subjects. *Am J Hypertension* 6: 59-65, 1993
- 27) Park KH, Park HS. Serum total calcium, ionized calcium ion and lipid compositions in hypertensive Koreans. *Korean J Nutrition* 22(6): 476-484, 1989
- 28) Harlan WR, Hull AL, Achmouder RL, Landis JR, Larkin FA, Thompson FE. High blood pressure in older Americans: The First National Health and Nutrition Examination Survey. *Hypertension* 6: 802-9, 1984
- 29) Parrot-Garcia M, McCarron DA. Calcium and hypertension. *Am Rev* 4(6), 1984
- 30) Lee JW, Kim HY. The effect of calcium supplementation on blood pressure in normotensive young Korean adults. *Korean J Nutrition* 21(4): 232-241, 1988
- 31) Papagalani ND, Skopelitis P, Kostogianni G, Karabatsos A, Gennadiou M. Urine calcium excretion: Nephrogenous cyclic-adenosine monophosphate and serum parathyroid hormone levels in patients with essential hypertension. *Nephron* 59: 226-231, 1991

- 32) McCarron DA. Calcium metabolism and hypertension. *Kidney Int* 35: 717-736, 1989
- 33) Haddy FJ, Overbeck HW. The role of humoral agents in volume expanded hypertension. *Life Sci* 19: 935-948, 1976
- 34) Hamlyne JM, Ringel R, Schaeffer J. A circulating inhibitor of (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) ATPase associated with essential hypertension. *Nature* 300: 650-652, 1982
- 35) Keane P, Ellen B, Watanabe M, Wong T. Plasma sodium-potassium ATPase inhibition activity in low and normal-renin hypertensions. *Am J Hypertension* 4: 9-13, 1991
- 36) Alderman MH, Sealey JE, Cohen H, Madhavan S, Laragh JH. Urinary sodium excretion and myocardial infarction in hypertensive patients: a prospective cohort study. *Am J Clin Nutr* 65(suppl): 682S-65, 1997
- 37) Grobbee DE, Hofman A. Effect of calcium supplementation on diastolic blood pressure in young people with mild hypertension. *Lancet* 2: 703-7, 1986
- 38) Weinberger MH, Wagner UL, Fineberg NS. The blood pressure effects of calcium supplementation in human of known sodium responsiveness. *Am J Hypertension* 6: 799-805, 1993
- 39) McCarron DA, Morris CD, Henry HJ, Stanton JL. Blood pressure and nutrient intake in the United States. *Science* 224: 1392-1398, 1984
- 40) Hunt JC. Sodium intake and hypertension: a cause for concern. *Ann Inter Med* 98: 724-728, 1983
- 41) MacGregor GA. Sodium is more important than calcium in essential hypertension. *Hypertension* 7(4): 628-640, 1985
- 42) Dahl LK. Salt and hypertension. *Am J Clin Nutr* 25: 231-244, 1972
- 43) Dahl LK, Looe RA. Etiological role of sodium chloride intake in essential hypertension in human. *JAMA* 164(4): 397-400, 1957
- 44) Page LB. Epidemiological evidence on the etiology of human hypertension and its possible prevention. *Am Heart J* 91: 527, 1976
- 45) Phear DN. Salt intake and hypertension. *Brit Med J* 13: 1453, 1958
- 46) Kim YA, Sung CJ. The effect of dietary sodium on calcium metabolism in healthy young adult women. *Korean J Nutrition* 20(4): 246-257, 1987
- 47) Cho JH, Paik HY. A comparative study on urinary Ca excretion in young and middle-aged Korean women. *Korean J Nutrition* 25(2): 132-139, 1992
- 48) Im JH. A comparative of Na, Ca intake by food frequency method and urinary Na, Ca in adult. Keimyung University master thesis, 1992
- 49) Kong YA. The relationship between dietary intake and bone status of adult men and women in urban and rural areas of Korea. Keimyung University master thesis, 1993
- 50) Kim HK. The effects of dietary calcium, estrogen level and physical activity on the bone status of elderly women, Keimyung University doctoral dissertation, 1990