

# 정상생활을 하는 고혈압 여성에 있어서 일상적인 나트륨, 칼슘 섭취습관이 혈압조절 관련 호르몬에 미치는 영향

박 정 아 · 윤 진 숙<sup>§</sup>

계명대학교 생활과학부 식품영양학

## The Effect of Habitual Calcium and Sodium Intakes on Blood Pressure Regulating Hormone in Free-Living Hypertensive Women

Park, Jung-A · Yoon, Jin-Sook<sup>§</sup>

Department of Food and Nutrition, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea

### ABSTRACT

In order to evaluate the effect of habitual Na and Ca intake on blood pressure regulation, we measured 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 in 27 untreated hypertensive women and 30 age-matched normal women on a free diet. Hypertensive and total subjects were divided into four groups according to habitual dietary intakes of Na and Ca as low Na-low Ca(LNLC), low Na-high Ca(LNHC), high Na-low Ca(HNLC), and high Na-high Ca(HNHC). HNLC hypertensive group showed the lowest level of plasma renin activity, 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>, calcitonin and serum total Ca, and presented the highest level of PTH and urinary excretions of Na/K and Ca/Cr. There were no significant differences in plasma level of aldosterone and urinary excretion of Na and K among four hypertensive groups. When all subjects were divided into four groups according to the same method, HNLC group showed the highest level of blood pressure with no statistical significance and the lowest level of calcitonin and total serum Ca. The above results indicated that renin-aldosterone system and Ca regulating hormone has a mutual relationship in hypertension. Na and Ca may interact each other, rather than affecting independently blood pressure control. As a result, considering the fact that daily balance of Na and Ca intakes affects Na and Ca regulating hormones and urinary excretion of Na and Ca, it may be involved in blood pressure control. These results suggest that maintaining an adequate intake of Ca with less intake of Na may prevent from the risk of hypertension. (*Korean J Nutrition* 34(4) : 409~416, 2001)

**KEY WORDS:** blood pressure, habitual Na, Ca intake, Na, Ca regulating hormones.

### 서 론

고혈압 발생이 만성적인 나트륨의 과잉 섭취와 밀접한 관계가 있음은 이미 잘 알려진 사실이며 혈압과 관계있는 나트륨 이외의 다른 무기질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

최근에 이르러 여러 역학조사,<sup>1,2)</sup> 동물실험<sup>4,6)</sup> 및 임상적 실험들<sup>7-10)</sup>에 의해 칼슘섭취 부족이 본태성 고혈압과 관련이 있을 것이라는 견해가 제기된 바 있다. 그러나 칼슘섭취 수준이 혈압조절에 미치는 효과에 관해서는 조사대상자의 칼슘섭취 수준이나 칼슘보충제 투여기간, 실험대상 등에 따라

여러 연구<sup>11-15)</sup>에서 서로 다른 결과를 보이고 있기 때문에 논란의 대상이 되고 있다. 이러한 상이한 결과를 설명하기 위한 대표적인 견해는 소금 섭취에 따른 혈압 변화의 민감도 (salt sensitivity), 혈장 renin 활성도의 차이로 설명하고자 하는 것이다. Resnick 등<sup>16,17)</sup>은 소금 민감도는 개인에 따라 차이가 있는데 이러한 소금 민감도의 차이에 따라 나트륨, 칼슘대사도 달라진다고 주장하였다. 즉 소금 민감군에서는 소금 비민감군보다 혈장 renin 활성도와 혈청 칼슘이온이 낮은 반면 PTH와 1,25-(OH)<sub>2</sub> Vit D<sub>3</sub>는 높았다고 한다. 따라서 혈압조절과 관련하여 나트륨을 제한하거나 칼슘을 보충제로 투여했을 때의 효과 여부도 혈장 renin 활성도, 소금 민감도와 관련이 있을 것으로 여겨진다.

최근 연구들을 종합하면 칼슘의 항혈압 효과는 소금에 민감하고, renin 활성도가 낮은 고혈압인 경우에 해당되는데

접수일 : 2001년 1월 3일

채택일 : 2001년 5월 25일

<sup>§</sup>To whom correspondence should be addressed.

이들 집단에 칼슘섭취를 증가시키면 세포내 칼슘 유입을 조절하는 PTH가 억제되고, Na-K-ATPase activity가 증가된다. 그 결과 소변내 나트륨배설이 증가하여 세포내액량이 감소되므로써 세포내액의 유리 칼슘의 감소로 혈관 평활근 세포가 이완해서 혈압을 감소시키는 것으로 나타났다.<sup>18,21)</sup> Zemel 등<sup>18)</sup>의 연구에서는 소금에 민감하면서 칼슘 섭취가 낮은 사람에게 소금 섭취를 증가시키면 혈압, PTH, 적혈구 칼슘이 유의적으로 증가하고 소변칼슘배설증가와 혈청 칼슘이온의 감소 효과를 나타내었다. 그러나 소금섭취가 낮으면서 동시에 칼슘섭취가 높을 때 혈청 PTH와 적혈구 칼슘 수준이 유의하게 감소하였으며 소금투여에 대한 혈압증가가 현저하게 감소했다. 그리고 PTH가 적혈구 Na-K-ATPase를 억제한다는 보고<sup>22)</sup>가 있다.

또한 칼슘 보충시 혈압 감소의 효과는 나트륨 섭취 수준과 관계 있다는 보고들도 있다. Lee의 연구<sup>23)</sup>에서 칼슘 섭취 수준이 평균 454mg이며 나트륨 섭취 수준이 평균 4078mg인 20대 여성에서 저 나트륨 섭취가 혈압강하의 결정적인 요인이 되며, 하루 1g 정도의 칼슘 보충 공급이 특히 저 나트륨 식이와 함께 공급한 경우 식이 나트륨 공급이 증가할 때 나타날 수 있는 혈압의 상승을 효과적으로 억제할 수 있다고 보고하였다. 그리고 Kim 등<sup>24)</sup>의 연구에서도 평상 식이를 하는 20대 여대생들이 칼슘을 보충 섭취하면 소변을 통해 나트륨 배설량이 증가되며, 혈청 나트륨 함량이 감소됨으로써 이완기 혈압을 낮춘다고 보고하였다. 따라서 소금섭취가 높을지라도 칼슘보충은 혈관내 부피 증가와 Na-K-ATPase를 억제시키는 나트륨 섭취의 영향을 감소시킴으로써 혈압 상승을 예방할지도 모른다고 추측할 수 있겠다.

따라서 본 연구에서는 정상혈압인과 고혈압인 성인을 대상으로 하여 평상시 나트륨, 칼슘섭취 습관을 조사하고 renin활성도와 나트륨 및 칼슘 배설량, 그리고 관련 호르몬들의 농도를 측정함으로써 일상적인 나트륨, 칼슘섭취 습관이 나트륨과 칼슘 조절호르몬과 소변 중 나트륨, 칼슘 배설량에 미치는 영향을 파악하고 혈압조절에 있어서 이들간의 상호관련성을 조사하고자 하였다.

## 연구방법 및 내용

### 1. 조사대상자

흡연습관이 없고 약물치료증이 아닌 대구시내에 거주하는 30~65세 성인 여자를 대상으로 병원에 입원하지 않고 정상 생활을 하고 있는 고혈압인 27명과 질병이 없는 정상혈압인 30명을 조사하였다.

### 2. 조사내용 및 방법

#### 1) 혈압 측정 및 신체계측

혈압은 아침 공복시 30분간 안정을 취한 후 앉은 자세에서 cuff를 대상자의 상완 동맥에 감아 청진기를 귀에 대고 혈관음으로 측정하는 Korotkoff법으로 연속 2회 측정 후 평균치를 취하고 고혈압의 기준은 140/90mmHg 이상인 경우로 하였다. 신장과 체중을 측정하고 측정된 신장과 체중을 이용하여 체질량지수(BMI)를 계산하였다.

#### 2) 소변채취 및 분석

방부제를 처리한 병에 24시간 소변을 채집토록 한 후 채집된 소변은 총량을 잰 뒤 일정량으로 나누어 혈청 분리관에 넣어 냉동 보관하였다가 측정시 상온에서 방치하여 해동시킨 후 측정하였다. 소변 중의 creatinine 배설량을 측정하여 소변채집이 완전하였는지를 확인하고 소변중의 칼슘, 나트륨, 칼륨의 양을 측정하였다.

소변 중의 creatinine의 측정은 Hawk방법<sup>25)</sup>에 의해 측정하였으며, 소변의 칼슘배설량은 O-cpc(O-cresolphthal-eincomplexone)법<sup>26)</sup>을 이용한 비색법으로 575nm에서 흡광도를 측정하였고 소변 중의 나트륨과 칼륨의 양은 ABB-OTT EPX system을 이용하여 정량 분석하였다.

#### 3) 혈액 채취 및 분석

조사대상자들을 하룻밤 절식시킨 후 아침 식사전의 공복 상태에서 30분 이상 안정을 취한 후 편안히 앉은 자세에서 전주정맥으로부터 혈액을 채취하였다. 이것을 혈액응고방지제로서 EDTA를 첨가한 tube와 첨가하지 않은 tube에 각각 취하여 3000rpm으로 15분간 원심분리한 후 분리된 혈장과 혈청은 -20℃ 이하에서 냉동 보관하였다.

혈장 renin 활성도 측정은 방사면역측정 kit(Renin.Ri-abead, 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. Total serum Ca는 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 측정은 방사면역측정 kit(Daiichi, Japan)를 이용하여 정량하였다.

4) 나트륨 및 칼슘섭취상태

평상시 나트륨과 칼슘 섭취 상태를 측정 및 비교하기 위해 Park 등<sup>27)</sup>이 개발하여 사용하였던 식품 섭취빈도법을 변형시킨 나트륨 점수(Na index), 칼슘 점수(Ca index)를 사용하였다. 여기서 사용된 칼슘점수는 칼슘 흡수율에 영향을 미치는 요소들을 모두 배제하였고 단지 섭취식품 속에 있는 칼슘량만을 고려하였다. 일상적인 나트륨, 칼슘 섭취습관에 따른 차이를 파악하기 위하여 전체 또는 고혈압군에 대해 각 집단의 나트륨, 칼슘 점수의 평균치를 기준으로 하여 low, high group으로 각각 나누어 저나트륨-저칼슘(LN-LC), 저나트륨-고칼슘(LNHC), 고나트륨-저칼슘(HN-LC), 고나트륨-고칼슘(HNHC)의 4가지 유형으로 분류하여 분석을 시도하였다.

3. 자료처리 및 분석

완전한 응답을 한 설문지 및 실험분석 자료에 한하여 SPSS/PC를 이용하여 통계처리하였으며 각 분석 내용별로 다음과 같은 통계방법을 이용하였다.

1) 조사대상자의 일반적인 특성에 대해서는 평균과 표준편차를 구하였고 정상군과 고혈압군 간의 차이는 t-test에 의해 비교하였다.

2) 혈액과 소변 분석치에 대해서는 평균과 표준편차를 구하였고 정상군과 LNLC, LNHC, HNLC, HNHC 고혈압군간의 차이는 ANOVA-test 및 LSD(Least significant difference)에 의해 비교하였다.

Table 1. General characteristics of subjects

Variables	Normotensive subjects(n = 30)	Hypertensive subjects					Total(n = 27)
		LNLC(n = 9)	LNHC(n = 8)	HNLC(n = 7)	HNHC(n = 3)		
Age(years)	53.8 ± 8.6	56.3 ± 3.28	53.4 ± 7.85	57.4 ± 2.70	56.3 ± 5.03	55.7 ± 5.1	
Height(cm)	154.0 ± 4.9	154.8 ± 4.43	154.3 ± 3.87	157.1 ± 4.57	153.5 ± 4.57	155.1 ± 4.3	
Weight(kg)	59.0 ± 6.8	60.4 ± 10.7	63.6 ± 14.7	64.2 ± 5.95	55.8 ± 6.21	60.6 ± 8.6	
BMI	24.8 ± 2.64	25.1 ± 3.18	26.6 ± 5.16	26.1 ± 2.67	23.7 ± 1.70	25.2 ± 3.0	
SBP(mmHg)	105.7 ± 13.8 <sup>a</sup>	143.3 ± 5.0 <sup>b</sup>	147.5 ± 11.6 <sup>b</sup>	152.9 ± 33.5 <sup>b</sup>	131.7 ± 2.89 <sup>b</sup>	145.7 ± 18.5	
DBP(mmHg)	62.3 ± 7.3 <sup>a</sup>	84.4 ± 10.1 <sup>b</sup>	85.0 ± 10.7 <sup>b</sup>	88.6 ± 6.90 <sup>b</sup>	93.3 ± 20.8 <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)

BMI: body mass index = body weight(kg)/height(m<sup>2</sup>), SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure

Table 2. Intake of Na and Ca as indices of Na and Ca measured by food frequency method in normotensive, LNLC, LNHC, HNLC and HNHC subjects

Variables	Normotensive subjects(n = 30)	Hypertensive subjects				Total(n = 27)
		LNLC(n = 9)	LNHC(n = 8)	HNLC(n = 7)	HNHC(n = 3)	
Na intake score	377.8 ± 107.4 <sup>a</sup>	286.6 ± 67.8 <sup>b</sup>	352.3 ± 59.5 <sup>b</sup>	401.2 ± 76.2 <sup>a</sup>	461.3 ± 73.9 <sup>a</sup>	355.2 ± 87.4
Ca intake score	55.1 ± 23.8 <sup>a</sup>	36.7 ± 8.2 <sup>b</sup>	61.3 ± 10.5 <sup>a</sup>	38.1 ± 11.5 <sup>b</sup>	62.7 ± 15.5 <sup>a</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)

LNLC: low Na-low Ca intake, LNHC: low Na-high Ca intake, HNLC: high Na-low Ca intake, HNHC: high Na-high Ca intake

결과 및 고찰

1. 조사대상자들의 일반적인 특징

조사대상자들의 일반적인 특징은 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, LNLC, LNHC, HNLC, HNHC 고혈압군이 각각 25.1, 26.6, 26.1, 23.7로써 LNHC, HNLC군이 과다 체중인 것으로 나타났지만 집단간에 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 수축기와 이완기 혈압은 정상군에서 105.7과 62.3mmHg였고, 고혈압군은 145.7과 86.7mmHg로 정상군과 고혈압군간에 유의한 차이가 있었다. 정상군의 혈압이 정상 혈압수치인 120과 80mmHg와 비교해서 낮게 나온 것은 아마도 조사대상자들의 혈압을 측정할 시점이 아침 식사 전 공복상태여서 혈압이 낮게 나타난 것으로 보인다. 고혈압군간의 혈압차이 여부를 비교했을 때 수축기 혈압은 HNLC군이, 이완기 혈압은 HNHC군이 다른 군에 비해 조금 높게 나타났으나 유의한 차이는 없었다.

2. 고혈압군에 있어서 Na, Ca 조절호르몬 및 소변 중 Ca, Na, K 배설량

Table 2는 정상군과 고혈압 각 군의 나트륨 및 칼슘 섭취

습관을 식품섭취 빈도법에 의해 칼슘 섭취 점수와 나트륨 섭취 점수로 나타낸 것이다. 나트륨 점수는 정상군이 377.8점, LNLC, LNHC, HNLC, HNHC 군이 각각 286.6점, 352.3점, 401.2점, 461.3점으로 LNLC, LNHC군과 정상군, HNLC, HNHC군 간에 유의한 차이가 있었다. 칼슘 점수는 정상군과 LNHC, HNHC 군에서 각각 55.1점, 61.3점, 62.7점으로 LNLC, HNLC군의 36.7점, 38.1점과 유의한 차이를 보였다. HNHC 고혈압군의 나트륨, 칼슘점수가 정상군과 비교해서 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 이는 HNHC군의 표본크기가 적어서 유의한 차이를 볼 수 없었다고 생각된다.

Table 3은 정상군과 LNLC, LNHC, HNLC, HNHC 고혈압군의 혈장 renin 활성도, 나트륨, 칼슘 조절호르몬의 평균을 제시하고 각 군 간의 차이를 비교한 것이다. 혈장 renin 활성도는 정상군이 2.17ng/m/h이고 LNLC, HNLC 고혈압군에서 각각 1.18ng/m/h, 1.07ng/m/h로 정상군은 고혈압군 중에서 LNLC, HNLC 군과 유의한 차이를 보였다. 그러나 고혈압군 간에는 차이가 없었다. PTH는 HNLC 고혈압군이 29.2pg/ml로 HNHC 고혈압군에 비해 유의하게 높게 나타났고 aldosterone은 정상군과 고혈압 각 군간에 유의한 차이는 없었다. Calcitonin은 HNHC 고혈압군

에서 45.5pg/ml로서 정상군과 고혈압군의 다른군에 비해 유의적으로 가장 높았고, HNLC 고혈압군이 24.6pg/ml로 평균치는 가장 낮았으나 정상군, LNLC, LNHC 고혈압군과는 유의한 차이가 없었다. 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>는 HNLC 고혈압군에서 12.3pg/ml로 가장 낮게 나타났으며 정상군, LNLC, LNHC, HNHC 고혈압군에서 각각 17.5pg/ml, 18.7pg/ml, 20.8pg/ml, 21.2pg/ml이었고 HNLC군과 LNHC, HNHC 고혈압군간에 유의한 차이를 보였다. 총혈청 칼슘치 역시 HNLC 고혈압군이 9.34mg/dl로 가장 낮았고 LNHC, HNHC 고혈압군과 유의한 차이가 있었다.

Table 4는 소변 중의 칼슘, 나트륨, 칼륨 배설량의 차이를 비교한 것이다. 소변 중 일일 총칼슘 배설량은 정상군이 145.6mg이고 LNLC, LNHC, HNLC 고혈압군이 각각 207.9mg, 225.5mg, 228.1mg으로 정상군과 유의한 차이를 보였다. 소변 중 나트륨 배설량은 HNLC 고혈압군이 197.6mmol/d로 가장 높게 나타났으나 각 집단들 간에 유의한 차이가 없었다. 소변 중 칼륨 배설량 또한 HNHC 고혈압군에서 77.7mmol/d로 가장 높았으나 각 집단들 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 소변 중 나트륨과 칼륨 배설량을 비율로 환산하여 비교했을 때 HNLC 고혈압군이 3.48이고 HNHC 고혈압군이 1.68로

**Table 3.** Plasma renin activity, PTH, aldosterone, 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>, calcitonin and serum total Ca in normotensive, LNLC, LNHC, HNLC, HNHC subjects

Variables	Normotensive subjects(n = 30)	Hypertensive subjects					Total(n = 27)
		LNLC(n = 9)	LNHC(n = 8)	HNLC(n = 7)	HNHC(n = 3)		
PRA(ng/m/h)	2.17 ± 1.04 <sup>a</sup>	1.18 ± 0.80 <sup>b</sup>	2.23 ± 1.17 <sup>ab</sup>	1.07 ± 0.73 <sup>b</sup>	1.62 ± 0.27 <sup>ab</sup>	1.51 ± 0.97	
Aldosterone(pg/ml)	72.3 ± 42.8	98.7 ± 67.2	76.5 ± 36.4	64.1 ± 38.7	78.04 ± 49.6	80.8 ± 49.7	
PTH(pg/ml)	20.4 ± 6.39 <sup>a</sup>	26.8 ± 8.59 <sup>b</sup>	25.4 ± 8.33 <sup>ab</sup>	29.2 ± 7.82 <sup>b</sup>	18.8 ± 6.06 <sup>a</sup>	26.1 ± 8.2 <sup>a</sup>	
25-(OH) Vit D <sub>3</sub> (pg/ml)	17.5 ± 6.14 <sup>a</sup>	18.4 ± 7.36 <sup>ab</sup>	20.8 ± 5.75 <sup>b</sup>	12.3 ± 4.43 <sup>a</sup>	21.2 ± 3.54 <sup>b</sup>	18.1 ± 6.60	
Calcitonin(pg/ml)	32.3 ± 10.2 <sup>a</sup>	31.3 ± 9.37 <sup>a</sup>	27.9 ± 7.66 <sup>a</sup>	24.8 ± 2.81 <sup>a</sup>	45.5 ± 5.42 <sup>b</sup>	33.5 ± 17.5	
Total serum Ca(mg/dl)	9.51 ± 0.36 <sup>a</sup>	9.60 ± 0.02 <sup>ab</sup>	9.73 ± 0.19 <sup>b</sup>	9.34 ± 0.24 <sup>a</sup>	9.87 ± 0.15 <sup>b</sup>	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)

\*p < 0.05, compared with normotensive subjects PRA: plasma renin activity, PTH: parathyroid hormone

**Table 4.** Urinary excretion of Ca, Na, K, Na/K and Ca/Cr in normotensive, LNLC, LNHC, HNLC and HNHC subjects

Variables	Normotensive subjects(n = 30)	Hypertensive subjects					Total(n = 27)
		LNLC(n = 9)	LNHC(n = 8)	HNLC(n = 7)	HNHC(n = 3)		
Urinary Ca(mg/d)	145.2 ± 58.2 <sup>a</sup>	207.9 ± 79.7 <sup>b</sup>	225.5 ± 80.0 <sup>b</sup>	228.1 ± 83.3 <sup>b</sup>	139.2 ± 51.3 <sup>a</sup>	210.7 ± 78.9	
Urinary Na(mmol/d)	166.4 ± 63.5	148.3 ± 73.8	163.8 ± 59.7	197.6 ± 69.1	128.3 ± 2.33	163.5 ± 65.4	
Urinary K(mmol/d)	60.7 ± 24.6	56.5 ± 23.6	56.4 ± 14.3	59.9 ± 27.3	77.7 ± 13.9	59.8 ± 21.6	
Urinary Na/K	3.13 ± 1.58 <sup>ab</sup>	2.76 ± 0.97 <sup>ab</sup>	2.77 ± 0.87 <sup>ab</sup>	3.48 ± 0.76 <sup>b</sup>	1.68 ± 0.26 <sup>a</sup>	2.83 ± 0.95	
Urinary Ca/Cr	0.15 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.18 ± 0.06 <sup>ab</sup>	0.18 ± 0.05 <sup>ab</sup>	0.20 ± 0.09 <sup>b</sup>	0.12 ± 0.05 <sup>ab</sup>	0.18 ± 0.65 <sup>a</sup>	

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)

\*p < 0.05, compared with normotensive subjects

유의한 차이를 보였다.

자율신경계와 더불어 인체내 혈압조절 기전의 중요한 내분비계인 renin-aldosterone계(RAS)가 나트륨과 칼륨의 균형, 세포외액량(extracellular volume)과 동맥압을 조절하는 역할을 담당하는 것은 알려진 사실이다.<sup>28)</sup> RAS가 정상적으로 기능을 하는 경우에 동맥압이 떨어지면 renin의 분비가 촉진되나 동맥압이 높아지면 renin의 분비가 억제된다. 따라서 본태성 고혈압에서는 renin의 활성이 떨어지는 것이 생리적인 반응일 것이다. 그러나 전체 본태성 고혈압의 10~20%가 renin 활성도가 높은 고혈압군으로 알려져 반대의 현상을 보이는데 이 기전에 대해서는 잘 알려지지 않고 있다.<sup>28,29)</sup> Renin은 체내 나트륨 조절에 기여하는 효소로서 나트륨 섭취습관이 효소의 활성에 관계가 있고 RAS 또한 칼슘 대사에 관여하는 호르몬들과도 상호관련성이 있다고 보고된바 있었다.<sup>17,30)</sup> 본 연구에서 고혈압인의 일상적인 나트륨, 칼슘 섭취습관에 따른 renin 활성도의 차이를 보았을 때 HNLC 고혈압군에서 통계적으로 유의하지는 않지만 가장 낮은 renin 활성도를 보였다. 또한 혈장 renin 활성도는 정상군과 고혈압군 전체 평균치와는 유의한 차이가 없었는데 이는 Brickman 등<sup>31)</sup>과 Shin 등<sup>32)</sup>의 연구와 일치하는 결과라 하겠다. 그러나 일상적인 칼슘 섭취량이 낮은 군인 LNLC와 HNLC군의 경우에는 정상군과 renin 활성도가 유의한 차이를 보이는 것은 주목할 결과라 하겠다. Renin 활성도와 단기적인 나트륨 섭취의 체내농도와의 관련성은 이미 알려졌으나 개개인이 일상적인 식사로부터 반복적으로 섭취하는 나트륨이나 칼슘섭취 정도의 차이가 renin 활성도에 미치는 영향에 대해서는 앞으로 구체적인 연구가 이루어져야 되겠다.

Sower<sup>33)</sup> 등 여러 연구자들<sup>20,34,36)</sup>에 따르면 고혈압군을 혈장 renin 활성도에 따라 나누었을 때 특징적인 차이가 있었다. 저 renin 고혈압군에서는 혈청 이온 칼슘 수준과 calcitonin 치는 낮았으나 PTH와 1,25-(OH)<sub>2</sub> VitD<sub>3</sub> 수준은 높게 나타났고 이와는 반대로 고 renin 고혈압군에서는 혈청 칼슘 이온과 calcitonin 치는 높았으나 PTH와 1,25-(OH)<sub>2</sub> VitD<sub>3</sub> 수준은 낮게 나타났다. 또한 저 renin 고혈압군에서는 고염 섭취시 혈압증가의 민감도가 높고 고칼슘 섭취시 혈압이 유의성 있게 낮았으나 고 renin 고혈압군에서는 식염보충에 의한 혈압변화가 낮고 식이 칼슘보충시 유의성 있는 혈압변화가 없었다. 따라서 혈장 renin 활성도 혹은 소금 민감도에 따라 나트륨, 칼슘대사가 달라진다고 주장하였다.

또한 Zemel 등<sup>18)</sup>에 의하면 소금에 민감하고 renin 활성도가 낮으면서 칼슘 섭취가 낮은 사람에게 소금 섭취를 증가시키면 소변으로 칼슘 배설이 증가하며 혈청 칼슘 이온이

감소하고 혈압, PTH, 세포내 칼슘 이온이 유의적으로 증가하였다. 칼슘 보충에 의한 혈압 상승 억제효과는 나트륨 섭취량이 높은 경우에만 나타나며, 일상의 나트륨 섭취량이 높고 칼슘 섭취량이 낮은 경우에 그 효과가 더욱 확실하게 나타난다고 하였다. 본 연구에서는 칼슘보충제에 의한 혈압 감소효과에 대해서는 알아보지 못했지만 고나트륨 저칼슘(HNLC) 고혈압군에서 다른 군들에 비해 PTH가 가장 높게 나타났고 renin 활성도는 가장 낮았다. 그리고 calcitonin과 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>, 총 혈청 칼슘도 가장 낮은 수준을 보였고 유의하지는 않지만 소변 중 칼슘배설량도 가장 높았다. 이와 같이 고나트륨 저칼슘(HNLC) 고혈압군에서 나타난 낮은 수치의 renin 활성도와 높은 수치의 PTH, 소변 중 칼슘배설량의 결과는 Zemel 등<sup>18)</sup>이 보고한 칼슘 보충제에 의한 혈압감소의 효과가 있는 volume 의존성 고혈압 집단-즉 소금에 민감하고 renin 활성도가 낮은 고혈압 집단-에서 나타나는 저 renin 활성도, PTH 증가, 소변으로 칼슘 배설량 증가 등의 호르몬 양상과 유사하다고 볼 수 있겠다. 또한 PTH가 적혈구 Na-K-ATPase를 억제한다는 보고<sup>22)</sup>가 있어 고나트륨 저칼슘(HNLC) 고혈압군에서 높게 나타난 PTH는 Na-K-ATPase 억제에 의한 세포내 나트륨 농도를 높이고 이로 인해 세포내 칼슘 농도를 높인다고 추측할 수 있다. 따라서 나트륨 섭취가 높고 칼슘섭취가 낮은 고혈압환자에게 칼슘 보충은 혈압조절에 유리한 영향을 미치리라고 예측된다.

### 3. 전체집단에 있어서 Na, Ca 조절호르몬 및 소변 중 Ca, Na, K 배설량

일상적인 나트륨, 칼슘 섭취습관이 혈압, renin-aldosterone system, 칼슘조절호르몬, 소변 중 나트륨, 칼슘, 칼륨 배설량에 미치는 영향을 알아보기 위해서 조사대상자들을 정상혈압과 고혈압으로 구분하지 않고 전체를 대상으로 나트륨과 칼슘 섭취습관에 따라 앞에서 이미 언급한 4가지 유형으로 구분하여 차이를 알아보았다.

Table 5는 일상적인 나트륨과 칼슘 섭취습관에 따른 각 유형별 혈압, 혈장 renin 활성도, 나트륨, 칼슘 조절호르몬 및 총 혈청 칼슘을 비교한 결과이다. 혈압은 수축기와 이완기 혈압이 HNLC군에서 각각 132.3mmHg, 75.4mmHg로 LNLC군 125.6mmHg, 73.3mmHg, LNHC군 124.6mmHg, 73.1mmHg, HNHC군 115.8mmHg, 73.8mmHg와 비교해서 가장 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 혈장 renin 활성도와 aldosterone은 각 집단들 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. Calcitonin은 HNHC군에서 36.4pg/ml로 가장 높고 HNLC군에서 27.

**Table 5.** Blood pressure, plasma renin activity, aldosterone, calcitonin, PTH, 25-(OH)Vit D<sub>3</sub> and serum total Ca in total LNLC, LNHC, HNLC and HNHC subjects

Variables	LNLC(n = 18)	LNHC(n = 13)	HNLC(n = 13)	HNHC(n = 13)
(mmHg)	125.6 ± 20.1	124.3 ± 31.8	132.3 ± 33.9	115.8 ± 15.0
DBP(mmHg)	73.3 ± 14.1	73.1 ± 18.0	75.4 ± 16.1	73.8 ± 14.4
PRA(ng/ml/h)	1.56 ± 0.98	2.15 ± 1.17	1.99 ± 1.81	1.84 ± 1.01
Aldosterone(pg/ml)	81.2 ± 54.8	72.4 ± 40.0	81.3 ± 48.7	68.5 ± 38.6
Calcitonin(pg/ml)	31.8 ± 10.6 <sup>ab</sup>	29.9 ± 7.73 <sup>ab</sup>	27.1 ± 8.43 <sup>a</sup>	36.4 ± 10.2 <sup>b</sup>
25-(OH) Vit D <sub>3</sub> (pg/ml)	17.2 ± 6.59	18.7 ± 6.51	15.6 ± 6.27	19.7 ± 5.60
PTH(pg/ml)	22.3 ± 8.75	23.7 ± 7.02	25.6 ± 8.07	21.3 ± 7.21
Total serum Ca(mg/dl)	9.53 ± 0.26 <sup>ab</sup>	9.58 ± 0.30 <sup>ab</sup>	9.42 ± 0.22 <sup>a</sup>	9.71 ± 0.44 <sup>a</sup>

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)

**Table 6.** Urinary excretion of Ca, Na, K and Na/K in total LNLC, LNHC, HNLC and HNHC subjects

Variables	LNLC(n = 18)	LNHC(n = 13)	HNLC(n = 13)	HNHC(n = 13)
Urinary Ca(mg/d)	175.1 ± 75.1	207.7 ± 77.3	177.1 ± 91.1	152.2 ± 52.6
Urinary Na(mmol/d)	141.7 ± 63.9	171.9 ± 68.5	176.1 ± 69.7	180.4 ± 47.8
Urinary K(mmol/d)	53.4 ± 20.7 <sup>ab</sup>	61.4 ± 13.5 <sup>ab</sup>	55.5 ± 27.1 <sup>a</sup>	74.6 ± 24.3 <sup>a</sup>
Urinary Na/K	2.85 ± 1.11	2.58 ± 0.91	3.63 ± 1.56	2.85 ± 1.50

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)

1pg/ml로 가장 낮게 나타났으며 유의한 차이를 보였다. PTH는 HNLC군이 25.6pg/ml로 가장 높았으며 LNLC, LNHC, HNHC군이 각각 22.3pg/ml, 23.7pg/ml, 21.3pg/ml로 각 집단들 간에 유의한 차이는 없었다. 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>는 HNLC군이 15.6pg/ml로 가장 낮았고 LNLC군이 17.2pg/ml, LNHC군이 18.7pg/ml, HNHC군이 19.7pg/ml 이었고 각 집단들간에 유의한 차이는 없었다. 총 혈청 칼슘치는 HNHC군에서 9.71mg/dl로 가장 높게 나타났고 가장 낮게 나타난 HNLC군 9.42mg/dl와 유의한 차이를 보였다.

Table 6은 LNLC, LNHC, HNLC, HNHC 각 군의 소변 중의 나트륨, 칼슘, 칼륨 배설량을 비교한 것이다. 소변 중 칼슘 배설량은 각 집단들 간에 유의한 차이가 없었고 소변 중 칼륨 배설량은 HNHC군이 74.6mmol/d로 가장 높게 나타났으며 HNLC군에서 55.5mmol/d로 가장 낮게 나타나 두 집단간에 유의한 차이를 보였다. 소변 중 나트륨 배설량은 HNHC군이 180.4mmol/d로 가장 높았고 LNLC군이 141.7mmol/d, LNHC군이 171.9mmol/d, HNLC군이 177.1mmol/d로 각 집단들간에 유의한 차이는 없었다. 그리고 소변 중 나트륨과 칼륨 배설량을 비율로 환산하여 비교했을 때 HNLC군에서 3.63로 가장 높았고 LNHC군이 2.58로 가장 낮았으며 각 집단들 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

조사대상자들을 정상혈압과 고혈압으로 구분하지 않고

전체를 대상으로 나트륨, 칼슘섭취 습관에 따라 4군으로 분류했을 때 고나트륨 저칼슘(HNLC) 섭취군에서 통계적으로 유의하지는 않지만 수축기, 이완기 혈압이 가장 높게 나타났고 PTH는 가장 높고 calcitonin과 총 혈청 칼슘 농도는 유의하게 낮게 나타났다. 이는 고나트륨 저칼슘 고혈압군에서 나타나는 칼슘 조절 호르몬 양상과 일치하는 결과라 하겠다. 이와는 달리 고나트륨 고칼슘 섭취군에서는 수축기 혈압이 가장 낮게 나타났고 calcitonin과 총 혈청 칼슘 농도가 유의하게 높게 나타나 고나트륨 저칼슘 섭취군에서 나타난 양상과는 반대였다.

McCarron<sup>37)</sup>이 고혈압 예방과 관리에 있어 적절한 칼슘 섭취의 역할에 대해 정리한 바에 의하면 Fodor라는 사람이 Newfoundland 지방의 어른을 대상으로 25년이상 수집한 분석 데이터를 가지고 나트륨과 칼슘섭취를 각각 저, 보통, 고 3가지로 나누어서 수축기 혈압을 비교했을 때 고나트륨 고칼슘 섭취군에서 혈압이 가장 낮았으며 고나트륨 저칼슘 섭취군에서 혈압이 가장 높게 나타났다. 즉 높은 식염섭취와 함께 혈압이 높아지는 것은 식이 칼슘 섭취를 가장 적게 섭취하는 집단에서 볼 수 있었다. 또한 Hamet 등<sup>38)</sup>도 높은 식염섭취가 혈압에 미치는 효과는 식이 칼슘 섭취에 크게 의존한다고 보고하였다. 따라서 나트륨에 의한 혈압 상승은 칼슘섭취가 낮은 사람에게서 나타난다고 생각된다.

본 연구에서는 정상인만을 대상으로 한 것이 아니라 정상

군과 고혈압군을 전체집단으로 묶어서 나트륨과 칼슘 섭취 습관에 따라 혈압과 Na, Ca 조절호르몬의 양상에 차이를 보이는지의 여부를 관찰하였으며 그 결과 수축기 혈압이 고나트륨 고칼슘 섭취군에서 가장 낮고 고나트륨 저칼슘 섭취군에서 가장 높게 나타나 McCarron<sup>37)</sup>의 결과와 일치함을 볼 수 있었다. 그러나 고혈압군에서는 혈압이 상승되어 그 결과로 Na, Ca 조절호르몬과 소변으로의 Na, Ca, K 배설량에 변화가 올 수도 있으며 고혈압군에서의 이러한 변화가 전체집단으로 묶어서 나타난 변화에 영향을 미쳤으리라는 가능성을 배제하기는 어렵다. 따라서 Na, Ca 섭취 습관에 있어서 뚜렷한 차이를 보이는 정상인들을 대상으로 혈압과 Na, Ca 조절호르몬 및 소변 중 Na, Ca, K 배설량의 차이를 비교하고 Ca 보충의 효과를 관찰하는 후속연구가 이루어져야 하겠다.

또한 본 연구에서는 고혈압 약물치료를 하지 않는 고혈압인만을 고혈압 대상으로 선정하고 나트륨과 칼슘 섭취 습관에 따라 임의로 분류하였기 때문에 각 군별로 표본의 크기를 일정하게 유지하지 못하였으며 표본의 크기도 충분하지 못하였으므로 인해 결과에 대한 설명력이 약했다. 따라서 고혈압 진료센터와 같은 곳에서 많은 대상자들을 참여시켜 후속연구를 실시하면 의미있는 결과들을 도출할 수 있을 것으로 보인다.

### 요약 및 결론

질병이 없는 정상혈압인 여성 30명과 병원에 입원하지 않고 정상생활을 하고 있는 혈압이 140/90mmHg 이상인 고혈압인 여성 27명을 대상으로 나트륨과 칼슘 섭취 정도에 따라 저나트륨-저칼슘(LNLC), 저나트륨-고칼슘(LNHC), 고나트륨-저칼슘(HNLC), 고나트륨-고칼슘(HNHC) 4군으로 분류하여 Na, Ca 조절 호르몬과 소변중의 나트륨, 칼슘 배설량을 비교 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 고혈압군을 나트륨과 칼슘 섭취 정도에 따라 4가지 유형으로 나누어 비교할 때 HNLC 고혈압군이 다른 군들과 비교해서 PTH는 가장 높고 renin 활성도, calcitonin, 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>, 총 혈청 칼슘은 가장 낮은 수준을 보였다. 소변 중 칼슘 배설량은 가장 낮은 수치를 보인 정상군과 LNLC, LNHC, HNLC군이 유의한 차이를 보였고 소변 중 나트륨, 칼륨 배설량은 HNLC군이 가장 높게 나타났으나 각 집단들간에 유의한 차이가 없었다. 그러나 소변 중 나트륨과 칼륨 배설량을 비율로 환산하여 비교했을 때 HNLC군이 가장 높게 나타났고 가장 낮게 나타난 HNHC군과 유의한 차이를 보였다.

2) 조사대상자 전체를 대상으로 나트륨과 칼슘 섭취 습관에 따라 4가지 유형으로 구분하였을 때 HNLC군에서 통계적으로 유의하지는 않지만 수축기, 이완기 혈압이 가장 높게 나타났고 PTH가 가장 높고 calcitonin, 총 혈청 칼슘치는 유의하게 낮게 나타났다. 소변 중 칼슘 배설량은 각 집단들간에 유의한 차이가 없었고 소변 중 칼륨 배설량은 HNHC군이 가장 높게 나타났고 HNLC군에서 가장 낮게 나타나 두 집단간에 유의한 차이를 보였다. 소변 중 나트륨 배설량은 HNHC군이 가장 높았으나 차이는 없었고 소변 중 나트륨과 칼륨 배설량을 비율로 환산하여 비교했을 때 HNLC군에서 가장 높았으나 각 집단들간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

3) 고혈압군을 일상적인 나트륨과 칼슘 섭취 습관에 따라 나누었을 때 HNLC 고혈압군에서 renin 활성도가 유의하지는 않지만 가장 낮게 났다. 또한 고혈압군에 있어 나트륨과 칼슘 섭취 습관의 차이에 따라서 PTH, 25-(OH) Vit D<sub>3</sub>, calcitonin이 유의한 차이를 보였다. 이상의 결과는 renin-aldosterone system과 칼슘 조절 호르몬, 나트륨과 칼슘이 혈압 조절에 각각 독립적으로 영향을 미치는 것이 아니라 서로 연관되어 작용함을 나타내었으며 따라서 일상적인 나트륨과 칼슘 섭취 균형이 체내 나트륨, 칼슘 조절 호르몬과 소변 중 나트륨, 칼슘 배설량에 영향을 미쳐 혈압 조절에 관여함을 시사하였다.

한편 HNLC 고혈압군에 특징적으로 나타난 호르몬 양상으로 보아 소금 섭취만을 제한하기 보다는 오히려 적절한 칼슘 보충이 혈압 감소에 효과적이며 나트륨 섭취가 높고 칼슘 섭취가 낮은 정상인에게 적절한 칼슘 섭취를 증가시키는 고혈압 발생 예방과 관리에 있어서 하나의 요소로 작용할 수 있으리라고 보인다.

### Literature cited

- 1) Cohen JJ, Harrington JT. Calcium metabolism and hypertension. *Kidney International* 35: 717-736, 1989
- 2) McCarron DA, Morris CD, Henry HJ, and Stanton JL. Blood pressure and nutrient intake in the United States. *Science* 224: 1392-1398, 1984
- 3) Stitt FW, Clayton DG, Crawford MD. Clinical and biochemical indicators of cardiovascular living in hard and soft water area. *Lancet* 1: 122-126, 1973
- 4) McCarron DA, Yung NN, Ugoretz BA, Krutzik S. Disturbance of calcium metabolism in the SHR. *Hypertension* 3: 1162-1167, 1981
- 5) Ayachi S. Increased dietary calcium lowers blood pressure in the SHR. *Metabolism* 28: 1234-1238, 1979
- 6) Belizan JM, Pineda O. Rise of blood pressure in calcium-derived rats. *Am J Obstet Gynecol* 141: 163-169, 1981
- 7) 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
- 8) Lyle RM, Melby CL, Hyner GC, Edmonson JW, Miller JZ, and Weinberger MH. Blood pressure and metabolic effects of calcium supplementation in normotensive white and black males. *JAMA* 257: 1772-1776, 1987
  - 9) Johnson NE, Smith EL, Freudenhein JL. Effects on blood pressure of calcium supplementation of women. *Am J Clin Nutr* 42: 12-17, 1985
  - 10) Grobbee DE, Hofman A. Effect of calcium supplementation on diastolic blood pressure in young people with mild hypertension. *Lancet* 2: 703-707, 1986
  - 11) Belizan JM, Villar J, Pineda O. Reduction of blood pressure with calcium supplementation in young adult. *JAMA* 4: 1161-1165, 1983
  - 12) Zemel MB, Gualdoni SM, Sowers JR. Sodium excretion and plasma renin activity in normotensive and hypertensive black adults as effected by dietary calcium and sodium. *J of Hypertension* 4(suppl 6): S 343-S345, 1986
  - 13) Luft FC, Aronoff GR, Sloan RS. Short-term augmented calcium intake has no effect on sodium homeostasis. *Clin pharmacol Ther* 39: 414-419, 1986
  - 14) Zoccali C, Mallamaci F, Delfino D. Long-term oral calcium supplementation in essential hypertension: a double-blind, randomized, cross over study. *J hypertension* 14(suppl 6): s676-s678, 1986
  - 15) Meese RB, Gonzales DG, Casparian JM, Ram CV, Pak CM, Kaplan NM. The inconsistent effects of calcium supplements upon blood pressure in primary hypertension. *Am J Med Sci* 294: 219-224, 1987
  - 16) 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
  - 17) Resnick LM, Nicholson JP, Laragh JH. Calcium metabolism in essential hypertension: relationship to altered renin system activity. *Federation Proc* 45: 2737-2745, 1986
  - 18) Zemel MB, Gualdoni SM, Walsh MF. Effects of sodium and calcium on calcium metabolism and blood pressure regulation in hypertensive in hypertensive black adults. *J Hypertension* 4(suppl 5): S 364-366, 1986
  - 19) 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
  - 20) 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
  - 21) 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
  - 22) Acceto R, Weder AB. Parathyroid hormone and verapamil inhibit the Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> pump in human erythrocytes. *Clin Res* 35: 437A, 1987
  - 23) Lee EY. The effect of Ca supplementation on blood pressure regulation by the dietary sodium levels. Choongnam university master thesis, 1992
  - 24) Kim HS, Yu CH. The effect of Ca supplementation on the metabolism of sodium and potassium and blood pressure in college women. *Korean J Nutrition* 30(1): 32-39, 1997
  - 25) Hawk PB, Oser BL, Summerson WH. Practical physiology chemistry. 13th ed. 899, Blackiston Co Inc Toronto, 1954
  - 26) Lorentz K. Improved determination of serum calcium with 2-cresolphthalein complexonel. *Clin Chim Acta* 126: 327, 1982
  - 27) Park JA, Yoon JS. The relationship of renin activity hormonal Na, Ca and habitual Na, Ca intake in hypertension. *Korean J Nutrition* 32 (6): 671-680, 1999
  - 28) Laragh JH. Renin profiling for diagnosis risk assessment and treatment of hypertension. *Kidney International* 44: 1163-1175, 1994
  - 29) Brunner HR, Sealey JE, Laragh JH. Renin as risk factor in essential hypertension: more evidence. *Am J Med* 55: 295-302, 1973
  - 30) 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
  - 31) Brickman AS, Hyby MD, Hungen K, Eggena P, Tuck ML. Calcitropic hormones, platelet calcium and blood pressure in essential hypertension. *Hypertension* 16: 515-522, 1990
  - 32) Shin HH, Park WK, Hahn IJ, Kim EJ, Kim SW. The relationship between atrial natriuretic peptide and renin-aldosteron system in essential hypertension. *Korean J Internal Medicine* 32(6): 745-754, 1987
  - 33) Sower JR, Zemel MB, Standly PR, Zemel PC. Calcium and hypertension. *J Lab Clin Med* 114: 338-348, 1989
  - 34) Imoaka 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
  - 35) Park KH, Park HS. Serum total calcium, ionized calcium ion and lipid compositions in hypertensive Koreans. *Korean J Nutrition* 22(6): 476-484, 1989
  - 36) 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: 802-809, 1984
  - 37) McCarron DA. Role of adequate dietary calcium intake in the prevention and management of salt-sensitive hypertension. *Am J Clin Nutr* 65(suppl): 712S-716S, 1997
  - 38) Hanet P, Daignault-Gelinas M, Lamber J. Epidemiological evidence of an interaction between calcium and sodium intake impacting on blood pressure. *Am J Hypertens* 5: 378-385, 1992