

칼슘의 보충섭취가 식이 나트륨 섭취 수준에 따른 혈압 변동에 미치는 영향

이정원 · 이은양* · 이보경**

충남대학교 가정교육과, 공주 정안중학교,* 유한대학 식품영양과**

Effect of Calcium Supplementation on Blood Pressure Response to Dietary Sodium Level in Normotensive Young Korean Women with Family History of Hypertension

Lee, Joung-Won · Lee, Eun-Yang* · Lee, Bo-Kyung**

Department of Home Economics Education, Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea

Jung-Ahn Middle School,* Kongju 314-820, Korea

Department of Food and Nutrition,** Yuhan College, Bucheon 422-749, Korea

ABSTRACT

Effects of Ca supplementation on blood pressure(BP) response to dietary Na level were studied in 15 normotensive healthy college women with family history of hypertension. All subjects, randomly divided into 3 groups, ate low Na diet(1816mg/day) prepared in the laboratory during the first 2 weeks and normal Na diet(4064mg/day) of their own home for the next 8 weeks. The one group received daily 1g Ca supplement at both low and normal Na diet periods, the second group took daily 1g Ca supplement only at normal a diet period, and the last group took placebo during both periods. Average Ca and energy intakes at the basal of and during the trial ranged 450-600mg and 1735-1878kcal, respectively. Systolic/diastolic BP was decreased by 9.2-9.8/4.4-4.5 mmHg during low Na diet period and was increased again during next normal Na diet period. However simultaneous Ca supplementation during both low and normal Na diet periods suppressed the elevation of systolic/diastolic BP occurred at normal Na diet period. Ca supplementation only at normal Na diet period did not affect the BP elevation. The increase of serum Ca and Ca/Mg ratio and the decrease of serum Na and Na/K ratio might be related to the BP lowering effect of Ca supplementation. In conclusion, Ca supplementation could attenuate BP elevation induced by increasing Na intake. The BP lowering effect of Ca supplementation was not appeared at low Na intake. Further studies were needed to make it certain. Low Na intake was also confirmed as an effective diet control for lowering blood pressure. (*Korean J Nutrition* 32(6) : 661~670, 1999)

KEY WORDS: low Na diet, normal Na diet, Ca supplement, blood pressure.

서론

고혈압은 우리 나라 사람들의 주된 사망원인으로서, 1996년 통계청 보고에 따르면¹⁾ 전체 사망원인 중 4.9%가 고혈압이었고 고혈압이 주요 위험인자인 심장순환기계 질환은 29.9%, 뇌혈관 질환은 15.9%로 각각 사망원인의 1위와 2위가 되고 있다. 따라서 고혈압의 치료와 예방관리는 국민 건강증진 사업의 기초가 되어 있다.

약물치료이외에 식이와 생활습관의 조절은 혈압 관리의 주요 방법으로 사용된다. 나트륨 섭취 조절에 반응을 보이지 않는 고혈압 환자도 보고되나²⁾ 혈압 관리를 위한 식이 조정의 중심은 전통적으로 나트륨 제한이 되고 있다.

나트륨 이외에 다른 식이 인자로서 체중 조절을 위한 에너지 섭취, 칼슘, 마그네슘, 칼륨 등의 양이온, 지질의 종류와 양, 알코올 등의 섭취가 고혈압과 관련되는 것으로 보고되고 있다.^{3,4)} 특히 칼슘의 섭취 부족이 고혈압 발생에 관여할 수 있다는 여러 연구가 보고되어 역학적 연구에서 혈압과 식이 칼슘 섭취량 사이에 역의 상관관계가 제시되고 있고,^{5,6)} 사람과 실험동물에서 고혈압인 경우 칼슘대사가 비정상적으로 관찰되었으며,^{10,11)} 여러 임상적연구는 칼슘 보충에 따른 혈압의 저하를 보고하고 있다.¹²⁻¹⁴⁾ 본 연구실에서도 혈압이 정상 범위의 높은 쪽에 속한 남녀 대학생에게 칼슘을 보충투여했을 때 혈압이 저하되었으며,¹⁵⁾ 또한 우리 나라의 평균적인 나트륨 섭취 수준에서 식이 칼슘 섭취가 낮았을 때 권장량 충족된 경우에 비해 혈압이 상승하였음을 보고한 바 있다.¹⁶⁾

따라서 우리 나라 사람들의 평소 식생활에서 과량의 나트

채택일 : 1999년 8월 25일

름 섭취와 함께 칼슘섭취의 부족이¹⁷⁾ 고혈압 발생에 관련되어 있을 것으로 의심되며 따라서 고혈압의 예방과 치료를 위한 식사 조정에서 고려되어야 할 요인으로 생각된다. 이에 본 연구에서는 고혈압의 가족력이 있는 정상혈압의 여대생을 대상으로 나트륨 섭취수준을 달리하면서 그에 따른 혈압의 변화와 이에 대한 칼슘 보충공급의 효과를 알아보고자 하였다. 동시에 양이온의 혈중 농도와 뇨중 배설의 변화도 측정하여 혈압 변동과의 상관성을 검토하였다.

실험방법

1. 실험대상자 선정 및 설계

정상혈압을 갖는 외견상 건강한 여대생으로서 부모, 조부모 및 외조부모 중에서 고혈압을 앓은 가족력이 있는 자원자 중에서 약물복용이나 특정 병력이 없는 15명을 실험 대상으로 선정하였다. 실험 기간에 대상자들은 학교와 가정에서 평상시와 똑같이 자유롭고 정상적인 생활을 하였다. 대상자를 임의로 5명씩 세 군(A, B, C)으로 나누어서 총 실험기간 10주 가운데 처음 2주 동안은 세 군 모두에게 low Na diet(식염제한 실험식이)를, 계속된 다음 8주 동안은 세 군 모두 normal Na diet(평소의 가정식사)를 먹도록 하였다. 동시에 A군에게는 10주 내내 placebo로서 전분 0.5g을 주었고, B군에게는 처음 2주간은 placebo를, 다음 8주간은 칼슘 1g(CaCO₃ 2.5g, usp, Hirashi, Japan)을 3개의 캡슐로서 매일 1회 섭취시켰다. C군에게는 10주 내내 칼슘 1g을 보충투여하였다. 실험군별 실험식이의 내용을 Fig. 1에 정리하였다.

2. 식염제한식이 준비 및 식이조사

처음 2주간의 low Na diet는 실험전에 조사된 식품섭취 내용과 영양소 함량을 기준으로 하고 식품섭취를 고려하여 반복이 용이한 6가지 식단을 작성하고 실험실에서 식품량을 정확하게 하여 조리되었다. 이 때 소금, 된장, 간장, 고추장, 가공식품은 사용되지 않았다. 식품성분표¹⁸⁾를 사용하여 계산된 low Na diet의 나트륨 함량은 1816 ± 118mg(NaCl 4.6 ± 0.3g)이었다. 이 기간에 대상자들은 평상시 생활을 하면

Group	Basal period	Experimental period	
		1 ~ 2nd week	3 ~ 10th week
A (LNa-NNa)	Normal Na diet	Low Na diet	Normal Na diet
B (LNa-NNaSCa)	Normal Na diet	Low Na diet	Normal Na diet Ca supplement
C (LNaSCa-NNaSCa)	Normal Na diet	Low Na diet Ca supplement	Normal Na diet Ca supplement

Fig. 1. Experimental design.

서 세끼의 식사를 주중과 주말 내내 학교 조리실 식당에서 하였으며 제공되는 음식이외의 식품은 섭취하지 않도록 엄격하게 감독되었다.

실험시작 전과 실험기간 3~10째주의 normal Na diet는 대상자 각자 가정에서 먹는 식사로 대신하였으며, 이 기간의 식이섭취량은 24시간 기억법으로 실험시작전 연 3일간, 실험기간에는 3, 5 및 9주째 첫날 총 3일간 조사되었다. 식품섭취량은 조사대상자가 스스로 기록하게 하고 면접을 통해 음식명과 식품재료 및 분량을 그릇모형을 보여주며 반드시 확인하였다. 식품목측량은 중량으로 환산되어 식품성분표를 사용하여 에너지 및 영양소 섭취량이 산출되었다. 나트륨의 산출을 위해서 음식레시피 기준이 될 수 있는 자료^{19,20)}를 이용하여 식품재료 중 간장, 된장, 고추장 및 소금의 양을 정하였고 특히 가공식품의 나트륨 함량은 박정애²¹⁾ 등의 보고자료로서 보완하였다. 그 결과로서 추산된 normal Na diet의 나트륨 함량은 실험시작 전 4077 ± 296mg(NaCl 10.3 ± 0.7g), 실험 3~10째주 동안은 4064 ± 206mg(NaCl 10.2 ± 0.5g)이었다.

3. 혈압측정

혈압은 실험시작 전, 실험 2째주의 마지막날, 4째주 및 10째주 마지막날에 수동식 수은 혈압계(86 Yuil Sphygmomanometer)를 사용하여 앉은 상태에서 잘 훈련된 동일한 측정자가 Korotkoff법으로 측정하였다. 매 혈압 측정 때마다 아침 공복시에 5분간 안정된 상태에서 3~5회 반복하여 그 평균치를 이용하였다.

4. 혈액과 뇨의 수집 및 분석

실험시작 전, 실험 2째, 4째 및 10째주가 끝나는 다음날, 아침 공복시 채혈하여 혈청을 분리한 후 분석시까지 냉동(-20°C)저장하였다. 대상자의 뇨는 실험시작 전, 실험 2째, 4째 및 10째주의 마지막날 저녁 8시에서 그 다음날 아침 8시까지 12시간 뇨를 수집하여²²⁾ 총량을 측정후 분석시까지 냉동저장하였다.

혈청과 뇨의 칼슘은 o-cresolphthalein complex법을 이용한 kit(Wako, Calcium C-Test), 혈청 마그네슘은 xylydyl blue법을 이용한 kit(Wako, Magnesium B-Test), 뇨의 인은 molybdenum blue p-methylaminophenol 환원법을 이용한 kit(Wako, Phosphor C-Test)으로 정량되었다. 혈청 알부민은 bromocresolgreen법을 이용한 kit(Wako, A/G Test), 뇨중 크레아티닌은 Folin-Wu법을 이용한 kit(Wako, Creatinine Test)으로 정량되었다. 혈청과 뇨중 나트륨과 칼륨 농도는 흡광광도분석계(Perkin-Elmer, Model 603)로 정량되었다.

5. 자료처리

실험 결과의 통계처리는 SAS Package를 이용하였다. 모든 측정 자료는 실험군별로 평균과 표준편차를 구하였고, 실험 기간 및 실험군 간의 차이의 유의성은 각각 paired 및 unpaired t-test로 검증하였다. 항목간의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient의 유의성 검증을 통해 평가하였다.

결과 및 고찰

실험 대상의 연령, 체중, 신장 및 체질량지수(BMI)는 Table 1과 같다. 실험 기간 10주후의 체중이 실험 전 체중에 비해 세 군 모두에서 0.5~2.4kg 감소되었으나 통계적 유의성은 없었다. 체질량지수는 전체 평균 20.2 ± 1.6으로서 정상 범위에 속하였고 세 군간에 유의적인 차이가 없었다. 실험 대상의 실험 전 수축기 및 이완기 혈압은 Table 3에서 보는 바와 같이 A군이 각각 125.0 ± 8.3mmHg, 83.2 ± 8.3 mmHg, B군이 119.0 ± 10.2mmHg, 75.8 ± 5.9mmHg, C군이 116.4 ± 4.1mmHg, 82.0 ± 3.8mmHg이었다. 이는 이와 김¹⁹⁾의 여대생의 수축기 122.9 ± 5.8mmHg, 이완기 82.8 ± 3.8 mmHg와 비교할 때 비슷하거나 약간 낮았으며 이 등¹⁹⁾의 수축기 115.2 ± 4.9mmHg, 이완기 71.0 ± 3.6mmHg와 비교하면 높은 편이었다. 이는 본 실험 대상자 선정이 혈압이 정상범위에 속하는 자원자중에서 가급적 높은 수치를 갖는 경우를 선택하였기 때문으로 생각한다.

1. 칼슘, 나트륨 및 기타 영양소 섭취량

실험 전과 실험 10주 동안의 식이를 통한 영양소 섭취는 Table 2와 같다. 1일 평균 칼슘 섭취량은 실험 전 450~462mg으로 권장량에 비해 부족하였다. 실험 처음 2주간의 low Na diet를 통해서도 칼슘 섭취는 실험 전과 비슷하여 1일 544 ± 43mg이었다. 실험 3~10째주의 normal Na diet에는 535~600mg으로 실험 전에 비해 유의한 차이는 없었으나 증가하는 경향이었다. 이는 low Na diet기간에 제공된 식이가 일시적이거나 그들의 식습관에 영향을 주었기 때문으로 생각된다. 1일 평균 인(P) 섭취량은 실험 전 1058 mg, low Na diet기간에는 928mg, normal Na diet기간에는 1145mg으로서 칼슘과 인의 비율은 각각 0.43, 0.59, 0.49이었다.

1일 평균 나트륨 섭취량은 실험 전 3879~4306mg(NaCl 9.9~11.0g), normal Na diet기간에는 4020~4123mg (NaCl 10.2~10.5g)으로 박과 이²⁰⁾ 또는 김과 유²¹⁾의 여대생의 나트륨 섭취량 5017mg 또는 5109mg보다는 낮았

나, 이 등¹⁾의 3565~4022mg, 김과 백²⁵⁾의 성인 여성의 3901mg보다 약간 높은 수준이었다. 실험 처음 2주간의 low Na diet은 나트륨 함량이 1816 ± 118mg(NaCl 4.6 ± 0.3g)이었다.

에너지 섭취량은 A, B, C군 모두 1일 1735~1878kcal 권장량에 비해 다소 부족하였으며 실험 전과 비교할 때 실험기간 동안에 유의한 변화는 없었다. 단백질은 56.8~74.5g, 지방은 35~50g을 섭취하였으며 실험군 또는 실험기간 별로 유의한 차이는 없었다.

2. 식이 나트륨 섭취수준에 따른 혈압의 변화

실험군별로 실험기간에 따른 혈압의 변화는 Table 3 및

Table 1. Baseline measurement for all subjects

Measurement	Experimental groups			
	A(n=5) ¹⁾	B(n=5)	C(n=5)	
Age(yr)	21.0 ± 0.7	21.2 ± 0.8	21.8 ± 1.9	
Weight(kg)	Basal	52.8 ± 5.4	52.2 ± 5.8	51.0 ± 6.2
	Final	50.4 ± 4.7	51.7 ± 5.7	50.0 ± 6.4
Height(cm)	162.2 ± 3.2	158.2 ± 2.7	159.6 ± 5.6	
BMI ²⁾	Basal	19.7 ± 2.2	20.8 ± 2.0	20.0 ± 1.5
	Final	19.2 ± 1.9	20.6 ± 2.0	19.6 ± 1.6

Values are Mean ± S.D

1) Sample size, 2) Body mass index = weight(kg)/height(m)²
Group A: LNa-NNa, B: LNa-NNaSCa, C: LNaSCa-NNaSCa

Table 2. Mean daily nutrient intakes of the subjects during the trial

Nutrient	Group	Basal value		Low Na diet ¹⁾	Normal Na diet
		Low Na diet	Normal Na diet	Low Na diet	Normal Na diet
Energy(kcal)	A	1738 ± 212	1759 ± 235	1815 ± 62	1735 ± 74
	B	1878 ± 447	1759 ± 235	1815 ± 62	1735 ± 74
	C	1818 ± 375	1749 ± 230	1815 ± 62	1749 ± 230
Protein(g)	A	68.1 ± 17.0	56.8 ± 34.4	71.8 ± 5.1	74.5 ± 14.5
	B	62.8 ± 21.3	56.8 ± 34.4	71.8 ± 5.1	74.5 ± 14.5
	C	73.8 ± 10.5	70.8 ± 10.3	71.8 ± 5.1	74.5 ± 14.5
Fat(g)	A	40.6 ± 11.1	41.4 ± 9.5	49.8 ± 11.0	41.3 ± 15.2
	B	35.7 ± 17.5	41.4 ± 9.5	49.8 ± 11.0	41.3 ± 15.2
	C	42.6 ± 17.0	38.6 ± 13.6	49.8 ± 11.0	41.3 ± 15.2
Calcium(mg)	A	450 ± 115	600 ± 50	544 ± 43	539 ± 153
	B	462 ± 216	600 ± 50	544 ± 43	539 ± 153
	C	451 ± 66	535 ± 196	544 ± 43	539 ± 153
Phosphorus (mg)	A	1080 ± 449	1312 ± 340	928 ± 176	1090 ± 109
	B	1038 ± 492	1312 ± 340	928 ± 176	1090 ± 109
	C	1055 ± 179	1033 ± 271	928 ± 176	1090 ± 109
Sodium(mg)	A	4048 ± 402	4049 ± 581	1816 ± 239	4020 ± 399
	B	3879 ± 828	4049 ± 581	1816 ± 239	4020 ± 399
	C	4306 ± 472	4123 ± 271	1816 ± 239	4020 ± 399

Values are Mean ± S.D

1) The same experimental low Na diet were fed to all three groups
Each group has 5 subject numbers
Group A: LNa-NNa, B: LNa-NNaSCa, C: LNaSCa-NNaSCa

Table 3. Changes of blood pressure during the trial

Blood pressure	Group	Basal value	Low Na diet		Normal Na diet	
			1-2nd week	3-4th week	5-10th week	
SBP(mmHg)	A	125.0 ± 8.3	115.6 ± 9.3** (-9.4) ¹⁾	119.2 ± 11.4 (-5.8)	121.5 ± 10.6 [†] (-3.5)	
	B	119.0 ± 10.2	108.8 ± 8.5* (-10.2)	116.0 ± 13.3 (-3.0)	115.2 ± 8.0 (-3.8)	
		(122.0 ± 9.3) ²⁾	(112.2 ± 9.2 ^{***2)} (-9.8)			
DBP(mmHg)	C	116.4 ± 4.1	107.2 ± 4.4** (-9.2)	108.0 ± 5.1* (-8.4)	109.6 ± 7.9*(-6.8)	
	A	83.2 ± 8.3	74.8 ± 4.6* (-8.4)	80.0 ± 11.3 (-3.2)	78.5 ± 6.8 (-4.7)	
	B	75.8 ± 5.9	75.2 ± 9.9 (-0.6)	76.8 ± 5.2 (+1.0)	75.2 ± 3.6 (-0.6)	
	(79.5 ± 7.7)	(75.0 ± 7.3)	(-4.5)			
	C	82.0 ± 3.8	77.6 ± 1.7* (-4.4)	73.6 ± 5.9* (-8.4)	72.8 ± 9.0*(-11.39)*	

Values are Mean ± S.D, *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001 compared with the basal value
[†]p < 0.05 compared with the low Na diet's value. Each group has 5 subject numbers, Group A: LNa-NNa, B: LNa-NNaSCa, C: LNaSCa-NNaSCa. SBP, DBP: systolic, diastolic blood pressure measured in seated position at 0, 2nd, 4th and 10th week of the trial
 1) Mean difference of blood pressure compared with the basal value, 2) Mean ± S.D of pooled data of Group A and B(n = 10)

Fig. 2와 같다. 나트륨 섭취량이 혈압에 미치는 영향은 실험 기간 내내 식이 나트륨 수준에만 변화를 준 A군의 혈압변화를 통해서 알 수 있다. 처음 2주간 low Na diet을 공급하였을 때 A군은 평균 수축기 혈압이 실험 전 혈압에 비해 9.4mmHg(7.51%)의 유의적인 감소를 보였으며(p < 0.01). 이완기 혈압도 8.4mmHg(9.69%)의 유의적인 감소를 보여(p < 0.05) 식이 나트륨의 감소가 혈압을 떨어뜨림을 확인하였다. B군에서도 처음 2주간 low Na diet 후 수축기 혈압이 10.2mmHg(8.37%)의 유의적인 감소를 보였으나(p < 0.05) 이완기 혈압은 전혀 감소하지 않았다. 이것은 이완기 혈압의 식이 나트륨 수준에 따른 변동이 개인차가 큼을 의미한다고 볼 수 있겠다. 이렇게 전반적으로 감소하였던 혈압은 연속된 8주간의 normal Na diet 후 기초혈압에 가깝게 증가하는 경향을 보였다. 이는 고혈압 환자나 고혈압 가족력을 지닌 대상자에게 나트륨을 제한하였을 때 수축기, 이완기 혈압(SBP, DBP)이 모두 감소하였다는 결과^{20,27)} 및 정상범위 내에서 높은 값의 이완기 혈압을 지닌 대상자에게 나트륨 섭취를 제한할 때 수축기, 이완기 혈압이 모두 감소하였다는 결과²⁰⁾와 일치하여 나트륨 섭취의 증가가 혈압상승의 주요 요인임을 확인할 수 있었다. 또한, 2주간 나트륨 섭취의 감소에 의한 혈압강하정도(SBP: 7.94%, DBP: 5.21%)를 이와 김¹⁵⁾의 연구에서 20주의 장기간 칼슘보충에 의한 혈압강하정도(SBP: 6.56%, DBP: 7.33%)와 비교할 때 나트륨이 혈압에 미치는 영향은 칼슘에 비해 매우 큼을 알 수 있다.

3. 칼슘 보충 공급이 식이 나트륨 증가에 따른 혈압상승에 미치는 영향

Low Na diet 공급 후 normal Na diet로 전환할 때 하루 1g의 칼슘을 동시에 보충 공급한 B군을 A군과 비교함으로써 나트륨 증가에 따른 혈압 상승에 대해 칼슘 보충이 어

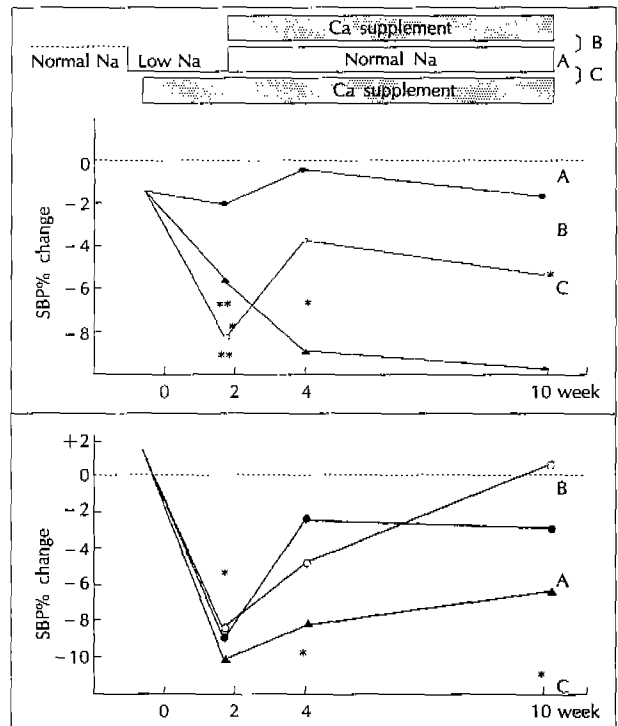


Fig. 2. Mean blood pressure % change of the basal value during the trial.
 ○—○ Group A(LNa-NNa), ●—● Group B(LNa-NNaSCa)
 ▲—▲ Group C(LNaSCa-NNaSCa)
 *p < 0.05, **p < 0.01 compared with the basal value.

는 정도 억제효과를 나타낼 수 있는가를 알아 볼 수 있다. B군의 혈압변화를 보면 수축기 혈압은 low Na diet시 실험 전 기초혈압과 비교해 10.2mmHg(8.37%) 감소하였다가(p < 0.05) normal Na diet와 Ca를 보충 공급하였을 때 기초혈압과 비슷한 수준이 되었고 이완기 혈압은 전 기간에 걸쳐 변화가 없었다. 그러므로 8주간의 칼슘의 과량 보충이 나트륨 증가섭취에 따른 혈압의 상승에 어떤 뚜렷한 영향을 미치지 못하였음을 알 수 있었다. 그러나 10주 후의

혈압을 low Na diet시와 비교할 때 A군에서는 유의적인 증가를 보였으나($p < 0.05$), B군에서는 유의적인 증가는 없었고 기초혈압에 비해 A군의 1.36%(3.5mmHg)보다 큰 2.87%(3.8mmHg) 낮은 값을 보이고 있다. 이 값은 이와 김¹⁵⁾의 연구보고에 제시된 8주간 1일 1g 칼슘보충으로 강화된 혈압변동 2.12%와 비슷한 수준이다. 따라서, A군에 비해 B군에서는 나트륨 증가에 따른 혈압의 상승이 칼슘 보충 공급에 의해 어느 정도 억제되었을 가능성을 전혀 배제할 수 없을 것이다. 김과 유의 보고²⁰⁾에서도 6일간 1일 500mg 칼슘 보충으로 수축기 혈압은 유의적인 변화가 없었으나 이완기 혈압은 유의적인 감소를 보였다고 보고하였다. Low Na diet 2주 후 나타난 8.37% 정도의 수축기 혈압 감소는 이와 김의 보고¹⁵⁾의 칼슘 보충 공급(1g/1일) 20주 후의 감소치(6.56%)보다도 크므로 칼슘이 혈압에 미치는 영향은 나트륨에 비해 상대적으로 약하며 또한 장기적임을 알 수 있다. Wendy 등의 연구²⁹⁾에서도 고혈압인 성인 남자를 대상으로 나트륨을 제한하였을 때 칼슘 섭취량에는 무관하게 나트륨의 제한폭이 더 클수록 혈압이 더 큰 폭으로 감소하여서 혈압의 변화에 대해 칼슘보다는 나트륨의 영향이 더 크다고 보고한 바 있다.

한편, low Na diet 때 부터 칼슘을 함께 보충공급(1g/1일)한 C군의 경우 2주간의 low Na diet 후 기초혈압에 비해 수축기 혈압은 9.2mmHg(7.83%)의 유의적인 감소를 보였고($p < 0.01$), 이완기 혈압은 4.4mmHg(5.83%)의 유의적인 감소를 보였다($p < 0.05$). 이를 A군과 비교하면 low Na diet시 2주 동안은 칼슘 보충 공급이 혈압강화에 미치는 효과는 볼 수 없었다. 고혈압 환자인 성인 남자를 대상으로 low Na diet(1500mg/일)을 공급하면서 식이 칼슘수준을 달리했을 때 1일 칼슘 섭취량이 1400mg일 때보다 400mg일 때 혈압의 감소폭이 더 크다는 Wendy 등의 결과²⁹⁾와 본 결과는 일치하는 경향이다.

그런데 C군에서 실험 3주째부터 normal Na diet로 이행하였을 때 B군과 달리 수축기와 이완기 혈압이 식이 Na 증가로 상승하지 않고 모두 low Na diet시와 비슷하게 낮은 혈압이 그대로 유지되고 있었다(Table 3, Fig 2). 실험 4주 및 10주 후의 수축기 혈압이 기초혈압의 7.16%(8.4mmHg, $p < 0.05$), 5.84%(6.8mmHg, $p < 0.05$) 감소되어 있고 이완기 혈압도 각각 10.19%(8.4mmHg, $p < 0.05$), 11.39%(9.2mmHg, $p < 0.05$) 감소되어 있었다. 위 결과로부터 2주 동안의 low Na diet 시기부터 보충 공급된 칼슘은 low Na diet 기간에는 혈압 강하 효과를 나타내지 않았으나 low Na diet를 공급하였다가 normal Na diet로 이행하였을 경우 2주 후부터도 혈압의 상승을 상당히 효율

적으로 억제하였음을 알 수 있다. Zemel 등의 보고³⁰⁾³¹⁾에서도 칼슘의 혈압강하 효과가 low Na diet에서는 별 영향이 없는 것으로 보고되었다. 그러나 C군의 결과는 B군과 비교할 때 low Na diet에서의 칼슘보충은 직접적인 혈압 강하 효과는 나타내지 않으나 식이 나트륨 섭취의 증가시 혈압상승을 억제시킬 잠재력을 확보하고 있음을 제시하고 있어 주목할 만하다고 하겠다.

칼슘의 혈압과의 관련성에 대한 기전은 명확하지 않으나 칼슘은 평형근막을 안정화시켜 Ca^{2+} channel transport를 방지하며, 세포막 Ca-ATPase pump를 활성화시켜 세포내 칼슘이온 농도를 낮추어 주고 칼슘농도 조절 호르몬(부갑상선 호르몬과 1,25-(OH)₂D)에 의한 세포내 칼슘이온 상승을 억제시키며, 뇨중 나트륨 배설을 촉진시켜 체액의 부피축소, 세포내 양이온을 감소시켜 주므로써 혈관벽이 이완되어 혈압이 감소되는 것으로 알려져 있다.³²⁾³³⁾ 또한 칼슘 보충은 혈중 HDL-콜레스테롤농도를 상승시키는 등³⁴⁾ 혈중 지질 대사에 관여하여 간접적으로 혈압에 영향을 미칠 가능성도 제시된다.

4. 혈청 칼슘, 마그네슘, 나트륨 및 칼륨 농도의 변화

실험군별로 혈청 양이온 농도의 실험기간에 따른 변화를 Table 4에 제시하였다.

실험 전 혈청 칼슘농도는 세 군 모두 정상범위 9~11mg/dl의 낮은 쪽에 속하거나 약간 낮았으나 세 군간의 차이는 없었고, 이와 김¹⁵⁾의 20대 여자 9.14mg/dl와 비슷한 수준이었다. 실험 처음 2주간의 low Na diet 후 혈청 칼슘농도는 실험 전 수준과 비교해 유의적인 차이가 없어 식이 Na 감소에 따른 변화가 보이지 않았다. 그러나 실험 10주후에는 세 군 모두에서 유의적인 증가를 보였는데 A군에 비해 칼슘을 보충 공급한 B, C군의 증가량이 더 크고 유의성도 크므로 칼슘 보충 공급이 혈청 칼슘농도를 상승시켰음을 알 수 있다. 칼슘을 공급하지 않은 A군에서도 혈청 칼슘농도가 상승한 것은 Table 2에서와 같이 식이를 통한 칼슘 섭취량이 실험전보다 증가하였기 때문인 것으로 생각된다. 또한 칼슘을 보충 공급한지 2~4주 후에는 증가하지 않았으므로 칼슘 보충 공급은 단기적으로는 혈청 칼슘농도에 영향을 미치지 않으나 장기적으로는 영향을 미침을 알 수 있다. 이는 1g의 칼슘 투여 8주 후부터 혈청 칼슘농도가 증가한 이와 김¹⁵⁾의 결과와 일치하였으며, 혈청 칼슘농도는 부갑상선호르몬, calcitonin 등에 의해 조절되므로 단기적으로는 변화가 나타나지 않을 것이다.³⁴⁾

본 실험에서 혈압과 혈청 칼슘농도간에 상관관계를 보이지 않아(Table 7), 이와 김¹⁵⁾의 연구에서 칼슘 보충 8주 후

Table 4. Changes of serum Ca, Mg, Na and K of the subjects during the trial

		Basal value	Low Na diet		Normal Na diet	
			2nd week	4th week	10th week	
Ca(mg/dl)	A	9.24 ± 0.20	8.66 ± 1.25	8.54 ± 1.78	10.22 ± 0.65*	
	B	9.09 ± 0.27	9.26 ± 0.94	9.32 ± 0.32	11.34 ± 1.42***†	
	C	8.66 ± 0.46	8.85 ± 1.00	8.59 ± 0.71	11.05 ± 0.82***†	
Mg(mg/dl)	A	2.10 ± 0.16	2.11 ± 0.38	2.05 ± 0.25	2.19 ± 0.59	
	B	1.94 ± 0.25	2.16 ± 0.12	2.09 ± 0.27	2.08 ± 0.24	
	C	1.97 ± 0.27	1.87 ± 0.23	1.90 ± 0.17	1.86 ± 0.30	
Ca/Mg Ratio	A	4.43 ± 0.32	4.14 ± 0.44	4.23 ± 0.85	4.86 ± 1.13	
	B	4.76 ± 0.71	4.29 ± 0.46	4.52 ± 0.61	5.50 ± 0.81†	
	C	4.48 ± 0.75	4.79 ± 0.77	4.59 ± 0.58	6.11 ± 1.45*	
Na(mg/dl)	A	284.4 ± 16.2	253.8 ± 40.7	301.6 ± 20.8***†	308.4 ± 2.1*†	
	B	291.4 ± 22.8 (287.9 ± 10.0) ¹⁾	263.5 ± 48.5 (258.6 ± 42.5) ¹⁾	275.5 ± 20.1	299.3 ± 7.8	
	C	271.9 ± 28.3	225.0 ± 74.3	296.2 ± 33.4†	303.8 ± 13.8*	
K(mg/dl)	A	13.9 ± 2.6	15.3 ± 3.4	15.9 ± 1.6	14.5 ± 1.4	
	B	15.5 ± 6.5	16.6 ± 5.8	17.3 ± 1.2	16.4 ± 2.6	
	C	15.0 ± 3.1	18.0 ± 12.1	16.3 ± 3.0	14.2 ± 7.6	
Na/K Ratio	A	21.0 ± 4.4	17.0 ± 1.4	19.1 ± 1.3†	21.4 ± 2.3†	
	B	25.0 ± 19.8	16.7 ± 3.1	15.9 ± 1.9	18.6 ± 2.9	
	C	18.5 ± 2.9	14.5 ± 4.8*	18.5 ± 3.1	21.5 ± 1.5*†	

Values are Mean ± S.D, *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001 compared with the basal value, †p < 0.05, ††p < 0.01 compared with the low Na diet's value, Each group has 5 subject numbers, Group A: LNa-NNa, B: LNa-NNaSCa, C: LNaSCa-NNaSCa

1) Mean ± S.D of pooled data of Group A and B(n = 10)

에 혈압과 혈청 칼슘 농도간에 음의 상관관계를 보였다는 결과와 박과 박의 연구³⁵⁾에서 정상인과 고혈압 환자의 혈청 총 칼슘이 각각 10.44 ± 2.29mg/dl, 8.72 ± 1.72mg/dl로서 고혈압군이 정상인 보다 낮았다는 결과와는 차이를 보였는데, 최근 이온화 칼슘이 총 칼슘보다 혈압과 더욱 밀접한 상관성이 있는 것으로 보고되고 있다.³⁴⁾

실험 시작 전 혈청 마그네슘 농도는 정상 범위 1.7~2.5mg/dl 범위안에 있었다. 그러나 전 실험기간에 걸쳐 A, B, C군 모두 유의적인 변화가 없어서 식이 나트륨 수준이나 칼슘 보충공급에 의해 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 혈압과도 유의한 상관성이 보이지 않아(Table 7) 이와 김,¹⁵⁾ 또는 이 등¹⁶⁾의 결과와 일치하였다.

혈청 칼슘과 마그네슘은 약 3:1의 비로 존재하는데, McCarron³⁶⁾은 혈청 칼슘과 마그네슘 간의 평형이 유지되면 동맥혈압의 비정상적인 증가를 막을 수 있다고 보고하고 있다. 그러나 Johnson 등의 연구³⁷⁾에서는 혈청 Ca/Mg 비와 혈압사이의 관계가 명백하게 밝혀지지 않고 있다. 본 실험에서는 실험 10주 후 B, C군에서 혈청 칼슘의 증가에 따라 Ca/Mg 비가 실험 전에 비해 유의하게 증가하였다. 그러나 혈압은 C군에서만 유의적으로 감소하였고 혈압과 Ca/Mg 비 사이에도 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 7).

혈청 나트륨 농도는 식이 나트륨 수준에 따라 변화하여

low Na diet 시기에는 실험 전에 비해 감소하였고 다시 normal Na diet 후에는 실험 전 수준이나 그 이상으로 증가하였다. 이는 Kawasaki 등³⁸⁾의 보고에서 고혈압 환자들의 혈청 나트륨 농도가 식이 중 식염함량의 증가에 따라 상승하였다는 보고와 일치하였다. 그러나 정상 청년의 식이에 식염을 증가시켜도 혈청 나트륨 농도에 변함이 없었던 김과 송³⁹⁾의 연구와는 다른 결과를 보였다. 식염의 과량 섭취는 체세포내액의 나트륨 농도를 높이고, 혈액투포를 증가시킴으로써 간접적으로 volume hypertension에 관여하며, 혈관의 저항을 상승시킴으로써 고혈압을 유발하게 된다.^{40,41)} 본 실험에서 혈압과 혈청 나트륨 농도와의 상관계수를 구한 결과(Table 7) 수축기(r = 0.5562, p < 0.05) 및 이완기 혈압(r = 0.6682, p < 0.01) 모두 양의 상관을 보여 혈청 나트륨 농도가 혈압에 영향을 준다고 할 수 있다. 그러나, A, B, C군의 혈청 나트륨 농도의 변화경향이 혈압 변동과 일관된 관계를 보이지 않음으로써 결론을 내리기는 어렵다. 또한 칼슘의 보충공급이 혈청 나트륨 농도에 미치는 영향은 나타나지 않았다. 이는 Kynast-Gales 등⁴²⁾의 결과와 일치하였으나 김과 유의 결과²⁴⁾와는 차이를 보였다.

혈청 칼륨농도는 실험기간 중 나트륨 섭취량의 변화 및 칼슘 보충공급에 따라 변화하지 않아서 Kawasaki 등³⁸⁾의 보고와 일치하였다.

혈청 Na/K 비는 실험 기간 중 혈청 나트륨 농도의 변화와 비슷하여 low Na diet 시기가 normal Na diet 때보다 낮은 값을 보였다. 이는 주로 혈청 칼륨 농도는 변화하지 않으면서 혈청 나트륨 농도만 변화한 때문이다.

5. 뇨중 칼슘, 마그네슘, 나트륨 및 칼륨 농도의 변화

뇨중 양이온 농도의 실험기간에 따른 변화는 Table 5와 같다.

실험 전 뇨중 Ca/creatinine은 세 군간에 다소 차이는 있었으나 통계적으로 유의적이지는 않았다. 실험기간 중 뇨중 Ca/creatinine은 식이 Na 수준의 변화에 따른 일관된 변화를 보여주지 않았다. Low Na diet시 실험 전 수준과 비교해 A와 B군을 합쳤을 때 Ca/creatinine이 유의적인 감소를 보였으나 그 후 Ca를 보충하지 않은 A군에서 normal Na diet에 따라 재상승하지 않았다. 그러나 뇨중 Ca/creatinine은 Ca보충에 따라 다소 증가경향을 보였으며 (B군), Ca/Mg 비도 비슷한 경향이였다. 왜냐하면 실험기간 중 식이 Na수준의 변화나 Ca 보충에 따라 Mg/creatinine의 변화가 거의 나타나지 않았기 때문이다.

뇨 중 Na/creatinine은 식이 나트륨 수준에 따라 변화하여 low Na diet 시기에는 실험 전에 비해 세 군 모두 유의적인 감소를 보였으며 그 후 normal Na diet 2주 후에 세 군 모두 실험 전과 비슷한 수준으로 되어 나트륨 섭취량이 뇨 중 나트륨 배설량에 영향을 줄을 알 수 있다. 그러나 low Na diet 2주 후 A·B군과 칼슘을 보충공급한 C군, normal Na diet 2주 후 A군과 칼슘을 보충공급한 B, C군의 나트륨 배설량의 변화는 차이를 보이지 않아서 이와 김⁴³⁾의 결과와 일치하였지만 Zemel 등의 연구³¹⁾와 김과 유의 연구³⁰⁾에서 칼슘 보충 공급이 나트륨 배설을 촉진시킨다는 결과와는 차이를 보였다. 뇨 중 K/creatinine은 실험기간 중 나트륨 섭취량의 변화 및 칼슘 보충공급에 따라 변화를 보이지 않았다. 따라서 뇨 중 Na/K 비는 실험기간중 뇨중 Na/creatinine농도의 변화와 비슷하였다.

6. 혈압과 체 측정요인간의 상관관계

실험 시작전 혈압과 체격과 영양소 섭취량 사이의 상관성을 살펴본 결과는 Table 6과 같다. 오래 전부터 혈압은 체중과 상관성이 있는 것으로 알려져 왔으며, 혈압은 신장, 체중

Table 5. Changes of urinary Ca, Mg, Na and K of the subjects during the trial

		Basal value	Low Na diet		Normal Na diet	
			2nd week	4th week	10th week	
Ca/creatinine(g/mg)	A	0.20 ± 0.11	0.15 ± 0.09	0.13 ± 0.09	0.13 ± 0.08	
	B	0.28 ± 0.05	0.18 ± 0.05	0.32 ± 0.17	0.36 ± 0.29	
	C	(0.24 ± 0.09) ¹⁾	(0.17 ± 0.07*) ¹⁾	0.22 ± 0.06	0.26 ± 0.13	
Mg/creatinine(g/mg)	A	0.12 ± 0.04	0.13 ± 0.02	0.15 ± 0.10	0.15 ± 0.87	
	B	0.11 ± 0.04	0.12 ± 0.03	0.20 ± 0.06* [†]	0.19 ± 0.08	
	C	0.13 ± 0.05	0.13 ± 0.05	0.11 ± 0.02	0.16 ± 0.05	
Ca/Mg Ratio	A	1.56 ± 0.64	1.11 ± 0.51	0.93 ± 0.36* [†]	0.93 ± 0.55	
	B	2.72 ± 1.00	1.51 ± 0.26	1.59 ± 0.59	1.71 ± 0.86	
	C	(2.14 ± 1.00)	(1.31 ± 0.44**)	2.07 ± 0.55	1.58 ± 0.72	
Na/creatinine(g/mg)	A	3.56 ± 0.95	1.76 ± 1.52*	3.84 ± 1.86 [†]	4.50 ± 3.02 ^{††}	
	B	4.04 ± 2.39	1.64 ± 1.20*	3.80 ± 1.57 [†]	3.01 ± 1.08 [†]	
	C	(3.80 ± 1.73)	(1.70 ± 1.29**)	3.44 ± 1.18 ^{††}	2.18 ± 1.08 [†]	
K/creatinine(g/mg)	A	1.01 ± 0.34	1.25 ± 0.31	0.83 ± 0.31	1.29 ± 0.63	
	B	1.19 ± 0.83	1.25 ± 0.42	0.99 ± 0.49	1.10 ± 0.65	
	C	1.11 ± 0.27	1.20 ± 0.53	1.15 ± 0.48	0.79 ± 0.21	
Na/K Ratio	A	3.89 ± 1.87	1.60 ± 1.75*	4.44 ± 1.49 [†]	3.74 ± 2.78	
	B	3.65 ± 0.67	1.33 ± 1.05*	3.99 ± 1.19 ^{††}	3.59 ± 2.42	
	C	(3.77 ± 1.33)	(1.47 ± 1.37**)	3.46 ± 2.02 [†]	2.80 ± 1.34 [†]	

Values are Mean ± S.D, *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001 compared with the basal value, [†]p < 0.05, ^{††}p < 0.01 compared with the low Na diet's value. Each group has 5 subject numbers, Group A: LNa-NNa, B: LNa-NNaSCa, C: LNaSCa-NNaSCa, 1) Mean ± S.D of pooled data of Group A and B(n = 10)

및 체표면적과 유의한 상관관계가 있으며³¹⁾⁴³⁾⁴⁴⁾ 특히 남자보다 여자에서 BMI와 혈압은 상관이 더 높다고 보고하고 있다.⁴⁵⁾ 그러나 본 실험에서 체중 및 BMI와 혈압사이에는 유의적인 상관성이 나타나지 않았다. 이는 사례수가 적고 실험 대상이 모두 체중이 정상범위에 속하였기 때문인 것 같다.

식이인자 중에서 지방 섭취량은 수축기($r = 0.6252, p < 0.05$), 이완기($r = 0.5211, p < 0.05$) 혈압과 유의한 양의 상관이 있었으며, 칼슘 섭취량은 이완기 혈압과 음의 상관 경향을 보여($r = 0.4535, p < 0.10$) 식이 중 칼슘이 이완기 혈압을 낮추어 줄 수 있는 가능성을 확인하였다. 식이 중 나트륨 섭취량과 수축기($r = 0.5525, p < 0.05$), 이완기 혈압($r = 0.5191, p < 0.05$) 사이에 양의 상관을 보였고 아스코르브산과 이완기 혈압($r = 0.5560, p < 0.05$) 사이에 음의 상

Table 6. Correlation coefficients among blood pressure, body weight, BMI and mean daily nutrients intakes of the subjects at the basal period($n = 15$)

Variables	SBP	DBP
Body weight	-.2930	-.1341
BMI	-.3402	-.1334
Energy	.4164	.0694
Protein	.0809	.0080
Fats	.6252*	.5211*
Carbohydrate	.2164	-.1687
Calcium	-.3239	-.4635†
Phosphorus	-.0325	-.1589
Iron	.1408	.1417
Vitamin A	-.1645	-.1362
Thiamin	-.1295	-.2972
Riboflavin	-.4323	-.1885
Niacin	-.1936	-.0213
Ascorbic acid	-.1245	-.5660*
Sodium	.5525*	.5191*

* $p < .05$, † $p < 0.10$

Table 7. Correlation coefficients between blood pressure and indices of serum and urine during the whole trial($n = 60$)

Variables	SBP	DBP	
Serum	Ca	.2084	.2742
	Mg	.3427	.3831
	Ca/Mg	.1736	.2508
	Na	.5562*	.6682**
	K	.1744	.1227
	Na/K	.1153	.3033
Urine	Ca/creatinine	-.1750	.1128
	Mg/creatinine	.1858	.2503
	Ca/Mg	-.1938	.0987
	Na/creatinine	-.0820	.1294
	K/creatinine	.3594	.1667
	Na/K	.2838	.2061

* $p < .05$, ** $p < 0.01$

관을 보였다. 반면, 섭취 열량, 단백질, 당질, 기타 무기질 및 비타민과 혈압사이에는 거의 상관이 없는 것으로 나타났다.

실험 시작 전과 전 실험기간에 걸쳐 혈압과 혈청 및 뇨 중 성분들 사이의 상관성을 본 결과는 Table 7과 같다. 혈청 나트륨 농도가 수축기($r = 0.5562, p < 0.05$)과 이완기 혈압($r = 0.6682, p < 0.01$) 사이에 양의 상관을 보여 혈청 중 나트륨 함량이 혈압에 큰 영향을 줌을 확인하였다. 혈청 마그네슘 농도, Ca/Mg 비, 칼륨 농도, Na/K 비는 혈압과 유의한 상관을 보이지 않았으며 혈압과 뇨 중 성분 배설량과도 상관을 보이지 않아서 이의 연구⁴⁶⁾에서와 같은 결과이다. 박과 이,³⁹⁾ 임과 이⁴⁰⁾ 등도 나트륨 배설량과 혈압 간에 상관성을 보이지 않았다고 보고하여 본 실험 결과와 일치하였다. 그러나 조와 백⁴⁷⁾은 한국 성인 여성에서 뇨 중 칼슘 배설량이 수축기, 이완기 혈압 모두와 양의 상관관계를 보고하였고 이 등¹⁶⁾은 20대 여성 대상으로 뇨 중 Ca/creatinine은 누운상태에서의 수축기 혈압과 양의 상관관계를 보고한 바 있으며 Kawano 등⁴⁸⁾도 뇨 중 Na/K 비와 뇨 중 칼륨 배설량은 수축기 혈압과 양의 상관관계가 있다고 보고하였다. 그러므로 이와 관련되어 더욱 연구가 요구된다고 하겠다.

요약 및 결론

본 연구는 고혈압의 가족력이 있는 정상 혈압의 여대생 15명을 대상으로 나트륨 섭취수준을 달리하면서 그에 따른 혈압의 변화와 이에 대한 칼슘 보충공급의 효과를 알아보고자 이루어졌다. 대상자를 임의로 5명씩 세 군(A, B, C)으로 나누어서 총 실험기간 10주 가운데 처음 2주 동안은 세 군 모두에게 low Na diet(식염제한 실험식이)를, 계속된 다음 8주 동안은 세 군 모두 normal Na diet(평소의 가정식사)를 먹도록 하였다. 동시에 A군에게는 10주 내내 placebo로서 전분 0.5g을 주었고, B군에게는 처음 2주간은 placebo를, 다음 8주간은 칼슘 1g을 매일 1회 보충섭취시켰다. C군에게는 10주 내내 칼슘 1g을 보충투여하였다. 실험결과는 다음과 같다.

1) 처음 2주간 low Na diet을 공급하였을 때 A군은 평균 수축기/이완기 혈압이 실험 전 혈압에 비해 9.4mmHg(7.5%)/8.4mmHg(9.7%)의 감소를 보였다. 그 후 연속된 8주간의 normal Na diet을 공급하였을 때에는 수축기, 이완기 혈압 모두 기초혈압 수준으로 증가하였다. B군에서도 2주간의 low Na diet 후 수축기 혈압이 10.2mmHg(8.4%)의 감소를 보였으나, 이완기 혈압은 전혀 감소하지 않았으며 그 후 연속된 8주간 normal Na diet과 Ca를 보충 공급하였을 때 수축기 혈압은 실험 전과 비슷한 수준으로

상승되었고 이완기 혈압은 변화가 없었다. 한편, low Na diet 시기부터 칼슘을 함께 보충공급한 C군의 경우, 2주간의 low Na diet 공급 후 실험 전 기초혈압에 비해 수축기/이완기 혈압이 9.2mmHg(7.8%)/4.4mmHg(5.8%)의 감소를 보였다. 연속된 8주간의 normal Na diet 공급 후에도 수축기/이완기 혈압은 기초혈압에 비해 6.8mmHg(5.8%)/9.2mmHg(11.4%)의 낮은 값을 유지하였다.

2) 2주간의 low Na diet 후 세 군 모두 혈청 칼슘농도는 실험 전 수준과 비교해 유의적인 차이가 없었으나 그 후 8주간의 normal Na diet 공급 후에는 세 군 모두 유의적인 증가를 보였다. 혈청 마그네슘 농도는 전 실험기간에 걸쳐 세 군 모두 유의적인 변화가 없었다. 혈청 나트륨 농도는 식이 나트륨 수준에 따라 변화하여 세 군 모두 low Na diet 시기에는 실험 전에 비해 감소하였고 다시 normal Na diet 후에는 실험 전 수준이나 그 이상으로 증가하였다. 혈청 칼륨 농도는 실험기간 중 나트륨 섭취량의 변화 및 칼슘 보충 공급에 따라 변화하지 않았다.

3) 뇨중 Ca/creatinine, Ca/Mg 비는 칼슘 보충에 따라 증가하는 경향을 보였으나 식이 Na수준 변화에 따른 차이는 보이지 않았다. Mg/creatinine은 전 실험기간중 별 변화가 나타나지 않았다. 뇨 중 Na/creatinine과 Na/K 비는 식이 나트륨 수준에 따라 변화하여 low Na diet 시기에는 실험전에 비해 세 군 모두 유의적인 감소를 보였으며 normal Na diet후에 세 군 모두 실험 전과 비슷한 수준으로 되었다. 그러나 Na/creatinine의 칼슘 보충에 따른 차이는 보이지 않았다. K/creatinine은 전 실험기간중 별 변화가 나타나지 않았다.

4) 실험 전 수축기 및 이완기 혈압과 제반 측정인자 사이의 상관성을 살펴본 결과, 식이 지방 섭취량이 수축기, 이완기 혈압사이에 양의 상관성이 있었고 칼슘 섭취량은 이완기 혈압과 음의 상관성을, 나트륨 섭취량은 수축기, 이완기 혈압과 양의 상관성을, 아스코르브산은 이완기 혈압과 음의 상관성을 보였다. 혈청 나트륨 농도가 수축기, 이완기 혈압사이에 양의 상관성을 보였다.

이상의 결과에서 평균 칼슘 섭취수준이 454mg이며 나트륨 섭취수준이 4,078mg인 20대 여성에게 저나트륨 섭취는 혈압강하의 결정적인 요인이 되며 하루 1g정도의 칼슘 보충공급이 특히 저나트륨 식이와 함께 공급한 경우 식이 나트륨 섭취가 증가할 때 나타날 수 있는 혈압의 상승을 효과적으로 억제할 수 있는 가능성이 있음을 알 수 있다. 이에 청년기의 혈압상승 및 고혈압의 예방과 치료를 위해서 식이 나트륨 섭취가 저하되도록 하는 반면 칼슘 섭취는 강화되어야하며, 또한 식이 지방과 비타민 C의 섭취에도 유념해야

할 것으로 생각된다.

Literature cited

- 1) Annual report on the cause of death statistics, National Statistical Office, Seoul, 1996
- 2) Kurtz TW, Al-Bander HA, Morris RC. Salt sensitive essential hypertension in men. Is the sodium ion alone important? *N Engl J Med* 317: 1043-1048, 1987
- 3) Kotchen TA, Kotchen JM. Nutrition, diet, and hypertension. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, eds. *Nutrition in Health and Disease* 8th ed, pp.1287-1297, 1995
- 4) Silverberg DS. Non-pharmacological treatment of hypertension. *J Hypertension* 8(suppl 4): S21-S26, 1990
- 5) McCarron DA, Morris CD, Cole C. Dietary calcium in human hypertension. *Science* 217: 267-269, 1982
- 6) Hamet P, Dagnault-Gelinas M, Lambert J, Ledoux M, Whissell-Camiotti L, Bellavance F, Mongeau E. Epidemiological evidence of an interaction between calcium and sodium intake impacting on blood pressure: A Montreal study. *Am J Hypertens* 5: 378-385, 1992
- 7) Gillman MW, Oliveria SA, Moore LL, Ellison C. Inverse association of dietary calcium with systolic blood pressure in young children. *JAMA* 267: 2340-2343, 1992
- 8) Lee JW, La HS, Kwak CS. Dietary factors and serum and urinary electrolytes affecting blood pressure in adolescents. *Korean J Community Nutrition* 1(1): 61-70, 1996
- 9) Lee JW, La HS. Blood pressure distribution of adolescents in Taejeon city and its relationship with obese index and several environmental factors. *Korean J Community Nutrition* 1(2): 178-188, 1996
- 10) Van Hooft IMS, Grobbee DE, Frolich M, Pols HAP, Hofman A. Alterations in calcium metabolism in young people at risk for primary hypertension: the Dutch hypertension and offspring study. *Hypertension* 21: 267-272, 1993
- 11) Hatton DC, McCarron DA. Dietary calcium and blood pressure in experimental models of hypertension: a review. *Hypertension* 23: 513-530, 1994
- 12) Cutler JA, Brittain E. Calcium and blood pressure: an epidemiologic perspective. *Am J Hypertens* 3(part 2): 137S-146S, 1990
- 13) Knight KB, Keith RE. Calcium supplementation on normotensive and hypertensive pregnant women. *Am J Clin Nutr* 55: 891-895, 1992
- 14) Weinberger MH, Wagner UJ, Fineberg NS. The blood pressure effects of calcium supplementation in humans of known sodium responsiveness. *Am J Hypertens* 6: 799-805, 1993
- 15) Lee JW, Kim HY. The effect of calcium supplementation on blood pressure in normotensive young Korean adults. *Korean J Nutrition* 21(4): 217-226, 1988
- 16) Lee JW, Hwang YS, Hong SN, Im HS. Effects of dietary calcium levels on blood pressure and calcium metabolism in normotensive female young adults with the hypertension family history. *Korean J Nutrition* 26(6): 728-742, 1993
- 17) '95 National Nutrition Survey Report. Ministry of Health and Welfare, Korea, 1997
- 18) Food Composition Table, 4th revision, National Rural Living Science Institute, 1991
- 19) Food Research Center, Korean Society of Food Industry. A study on the survey methods of food consumption. Dec, 1988
- 20) Yoon SS. Korean foods-history and cookery. Sohaksa, Seoul, 1991
- 21) Park JA. A study on Na and K contents of Korean processed foods. J the Graduate School of Education, Ewha Women's University, 1980
- 22) Watson RL, Langford HG. Usefulness of overnight urines in popula-

- tion groups. *Am J Clin Nutr* 23: 290-304, 1970
- 23) Park TS, Lee KY. A study on the sodium and potassium intake on their metabolism of university student in Korea. *Korean J Nutrition* 18(3): 201-208, 1985
 - 24) Kim HS, Yu CH. The effects of calcium supplementation on the metabolism of sodium and potassium and blood pressure in college women. *Korean J Nutrition* 30(1): 32-39, 1997
 - 25) Kim YS, Paik HY. Measurement of Na intake in Korean adults females. *Korean J Nutrition* 20(5): 341-349, 1987
 - 26) He FJ, Markandu ND, Sagnella GA, MacGregor GA. Importance of the renin system in determining blood pressure fall with salt restriction in black and white hypertensives. *Hypertension* 32(5): 820-824, 1998
 - 27) Skabal F, Hamberger H, Genry E. Salt sensitivity in normotensives with and salt resistance in normotensives without heredity of hypertension. Department of Internal Medicine University Hospital, Innsbruck, Austria, 1982
 - 28) Hypertension Prevention Collaborative Research Group. The effect of nonpharmacologic interventions on blood pressure of persons with high normal levels. *JAMA* 267(9): 1213-1221, 1992
 - 29) Wendy AL, Melinda MM, Linda AV, Steven SC, Laurel VH, James F. Blood pressure responses of white men with hypertension to two low-sodium metabolic diets with different levels of dietary calcium. *J Am Diet Assoc* 95: 1280-1287, 1995
 - 30) Zemel MB, Kraniak J, Standly PR, Sowers JR. Erythrocyte cation metabolism in salt-sensitive hypertensive blacks as affected by dietary sodium and calcium. *Am J Hypertension* 1: 386-392, 1988
 - 31) Zemel MB, Gauloni SM, Sowers JR. Sodium excretion and plasma renin activity in normotensive and hypertensive black adults as affected by dietary calcium and sodium. *Am J Hypertension* 4(6): 343-345, 1986
 - 32) Sowers JR, Zemel MB, Standly PR, Zemel PC. Calcium and hypertension. *J Lab Clin Med* 114: 338-348, 1989
 - 33) Suzanne O, Chen YF, Jin HK, Yang RH, J Michael W. Dietary Ca²⁺ prevents NaCl-sensitive hypertension in spontaneously hypertensive rats via sympathetic and renal effects. *Am J Clin Nutr* 54: 227S-236S, 1991
 - 34) Hong SN, Lee JW. Effects of dietary calcium levels on serum lipids in normotensive female young adults with hypertension family history. *Chungnam J Life Science Research* 11(1): 57-68, 1998
 - 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) McCarron DA, Morris CD. Blood pressure response to oral calcium in persons with mild to moderate hypertension. *Ann Intern Med* 103: 825-231, 1985
 - 37) Johnson NE, Smith EL, Freudenheim JL. Effects on blood pressure of calcium supplementation of women. *Am J Clin Nutr* 42: 12-17, 1985
 - 38) Kawasaki T, Delea CS, Baruer FC, Smith H. The effects of high-sodium and low-sodium intakes on blood pressure and other related variables in human subjects with idiopathic hypertension. *Am J Med* 64: 193-198, 1978
 - 39) Kim YA, Sung JJ. Effects of sodium intake levels on calcium metabolism in Korean female adults. *Korean J Nutrition* 20(4): 246-257, 1986
 - 40) Lufs F, Weinberger M, Grim C. Sodium sensitivity and resistance in normotensive humans. *Am J Med* 72: 726, 1982
 - 41) Fregly MJ. Sodium and Potassium. *Ann Rev Nutr* 1: 69-93, 1981
 - 42) Kynast-Gales S, Massey L. Effects of dietary calcium from dairy products on ambulatory blood pressure in hypertensive men. *J Am Diet Assoc* 92: 1497-1501, 1992
 - 43) Lee KY, Kim EY. A study on sodium and potassium intakes and their metabolism of preschool children in Seoul area 20(1): 25-27, 1987
 - 44) Lim HS, Lee YS. Urinary sodium and blood pressure in Korea child. *Korean J Nutrition* 16(3): 209-218, 1983
 - 45) Connor S, William E, Connor E, Henry H, Sexton G, Keenan E. The effects of familial relationships, age, body weight and diet on blood pressure and 24-hour urinary excretion of sodium, potassium and creatinine in man, woman and children of randomly selected families. *Circulation* 70(1): 6, 1984
 - 46) Lee JW. Effects of diets adequate or deficient in calcium on sodium metabolism and blood pressure in female young adults. *J Institute of Korean Food Culture* 5: 403-418, 1994
 - 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) Kawano Y, Mimami J, Takishita S, Omae T. Effects of potassium supplementation on office, home, and 24-h blood pressure in patients with essential hypertension. *Am J Hypertens* 11(10): 1141-1146, 1998