韓國營養學會誌 32(1) : 30~39, 1999

Ca 보충이 폐경이후 여성의 지질, Na, K 대사 및 혈압에 미치는 영향

김 희 선·유 춘 희

상명대학교 사범대학 가정교육학과

The Effect of Ca Supplementation on the Metabolism of Lipid, Na and K and on Blood Pressure in Postmenopausal Women

Kim, Hee Sun · Yu, Choon Hie

Department of Home Economics Education, Sangmyung University, Seoul 110-743, Korea

ABSTRACT

This study was designed to investigate the effect of Ca supplementation of 1,000mg per day for 53 weeks on lipid, Na, and K metabolism and on blood pressure in postmenopausal women. The subjects were 12 healthy women aged from 60 to 70 years. They were divided into two groups : the placebo(control group) and the Ca supplemented(1,000mg/day) group(Ca group). Metabolic studies were conducted twice in the 1st and the 53rd weeks. The results were as follows ; Serum triglyceride, total cholesterol and LDL-cholesterol levels tended to be decreased after the experiment. Serum VLDL-cholesterol lowering effect was observed with Ca supplementation($p<0.05$), and also the significantly elevated HDL/(LDL+VLDL) ratio in Ca supplemented subjects was noticeable. No significant effect of Ca supplementation on serum levels of Na and K was found in these subjects whose average Na intake was as high as 4.9g per day. This phenomena was accompanied with increased Na retention and increased Na excretion in feces, but with decreased urinary Na in Ca supplemented group. However, considering much higher Na retention in the control group at the end of experiment(control vs Ca ; 1272.3mg vs 732.9mg), Ca supplementation may have some beneficial effects on Na balance. Serum aldosterone level increased significantly in the Ca group after the experiment($p<0.05$). With these normotensive subjects, there were no pronounced effect of Ca supplementation on blood pressure, however, decreases in diastolic blood pressure were observed at the 14th week and end of the experiment($p<0.05$). In summary, the Ca supplementation on postmenopausal Korean women appears to exert a desirable effect on blood lipid patterns related to the coronary heart diseases and to be beneficial in controlling diastolic blood pressure. Further studies with hypertensive or/and hyperlipidemic subjects are required to clarify the effect of Ca supplementation in Koreans. (*Korean J Nutrition* 32(1) : 30~39, 1999)

KEY WORDS : calcium supplementation · lipid · Na and K metabolism · blood pressure.

서 론

최근 우리나라에서는 경제발전에 따라 평균수명이 연장되고, 65세 이상 노인 인구의 비율이 증가되고 있으며, 질병 양상 또한 변화되어 고령층의 만성 퇴행성 질환으로 인한 사망률이 증가되고 있다.

이와 같은 질병 양상의 변화는 국민의 식생활 변화와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다. 즉 소득수준의 향상에 따른 식생활 구조의 변화로 곡류의 섭취량은 감소하는 대신 육류와 지방 섭취량이 증가하는 추세에 있으며 이에 따라 비만을 비롯하여 뇌졸중, 동맥경화증, 관상동맥성 심장질환(coronary heart disease, CHD) 등 성인성 질환의 발병율이 높아지는 것으로 보고 있다[1)2)].

그리고 CHD 발병은 혈청 콜레스테롤 농도의 상승과 직접적인 관련이 있다는 사실[3)4)]이 널리 알려짐에 따라 혈청 콜레스테롤 수준을 낮추는 방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그런데 지금까지 국내외에서 연구되어온 바에 의하면 총 열량섭취량, 섭취된 지방의 양과 종류, 식이 탄수화물과 단백질의 종류[4-6)] 뿐 아니라 Ca과 같은 무기질도 인체의 지방대사 특히 혈청 콜레스테롤 수준과 혈압에 영향을 미친다고 한다. Schroeder[7)]는 Ca과 Mg이 많이 함유된 경수를 마시는 지역에서는 연수를 마시는 지역보다 고혈압과

채택일 : 1999년 1월 15일

© 1999 The Korean Nutrition Society

심장혈관계 질환으로 인한 사망률이 낮다고 하였으며, 또 이후에 이루어진 여러 동물실험이나[8][9] 인체 실험들은[10-12] 식이 Ca의 수준을 증가시킴으로써 혈청 및 조직의 콜레스테롤과 중성지방 수준이 저하될 수 있다는 사실을 확인 보고하였다.

우리나라는 모든 연령층에 걸쳐 Ca 섭취 상태가 양호하지 못한 형편으로서 1995년도 국민영양 조사결과[2]에 의하면 권장량의 75%미만을 섭취하는 가구가 전체 대상 가구의 58.7%를 넘고 있다. 뿐만 아니라 우리나라의 고혈압 발생은 만성적인 Na의 과잉섭취와 밀접한 관련이 있으며, 우리나라의 성인 평균 Na 섭취량은 하루 3,900mg~6,000 mg(NaCl, 10~15g)으로서 생리적 필요량의 10~20배가 되는 셈이다[13]. 따라서 Ca의 섭취 부족은 Na 과잉 섭취와 함께 우리나라의 높은 고혈압 발생율에 상승적인 영향을 미쳤을 가능성이 있을 것으로 추측된다.

최근 역학조사결과 Ca 섭취 부족이 고혈압과 관련되어 있는 것으로 시사되고 있으며[14-16] 특히 하루에 400~600mg 이하의 저Ca 식이를 섭취하는 경우 고혈압과 역의 상관관계가 있음이 보고되었다[14][17]. 또한 Ca 보충이 혈압상승을 억제시킨다는 보고들이 여러 동물실험과[18][19] 사람을 대상으로 한 임상실험에서[20-22] 관찰되었다. 그러나 이와 달리 Ca 보충이 수축기 혈압과 이완기 혈압을 낮추는데 아무런 효과가 없었다는 보고들도 있다[23][24]. 이처럼 Ca 보충 섭취로 인한 혈압강하효과에 대하여는 일치된 결론을 내리지 못하고 있는 실정이며, 그 기전에 대하여도 Ca 보충 섭취시 뇨 중 Na 배설이 촉진되는 것과[18][20][25-27] 관련이 있는 것으로 추측하고 있을 뿐 아직 이에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

많은 역학 조사결과 혈압은 연령이 증가함에 따라 상승하며, 또한 연령이 증가함에 따라 Ca 섭취량이 감소하고 Ca대사에 변화가 생겨 음의 Ca 평형을 보이며, 이와 같은 결과는 남자보다 여자의 경우에 더욱 뚜렷한 것으로 나타났다. 그러므로 폐경기 이후 여성들의 높은 골손실과 고혈압을 예방하기 위해서 Ca보충이 필요한 것으로 제안되었다[28][29].

그러므로 본 연구에서는 노년기 여성을 대상으로 1일 1,000 mg의 Ca 보충이 체내 지질, Na, K 대사 및 혈압에 미치는 영향을 알아보고 이를 통해 순환기계 질환과 고혈압의 예방 및 치료를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

실험대상 및 방법

1. 실험대상 및 설계

본 실험대상자는 서울 시내에 거주하는 60~70세의 폐경 이후 여성 12명이었으며, 이들을 대상으로 실험 전에 조사한 혈청내 지방 분석치와 혈압 등이 고르게 분포되도록하여 한 군당 6명씩 2군(대조군, Ca 보충군)으로 나누어 Ca 보충군에게는 1일 1,000mg의 Ca(calcium carbonate)을 보충 섭취시켰고, 대조군에게는 placebo를 주었다. 이들은 대사 실험기간 동안 모두 본 대학교 생활관에서 함께 기거하면서 동일한 실험식이를 섭취하였으며 평상시와 같은 생활을 하도록 하였다. 실험대상자들의 특징은 Table 1에 제시되어 있다.

Ca 보충기간은 총 53주간이었으며, Fig. 1은 실험설계를 요약한 것이다.

2. 실험방법

1) 평상식이 섭취조사

평상식이 섭취는 실험 대상자 전원을 개인 면담에 의해

Table 1. Physical characteristics of the subjects

	Control	Ca
Age(years)	64.2± 1.7[1]	64.2±1.4
Height(cm)	154.8± 1.1	147.7±1.9
Body weight(kg)	57.3± 3.1	54.2±2.8
BMI(kg/m^2)[2]	23.9± 1.0	25.4±1.3
Systolic blood	125 ±11.9	122 ±8.0
Diastolic blood	85 ± 5.0	84 ±5.1

1) Mean±SE
2) BMI : Body mass index

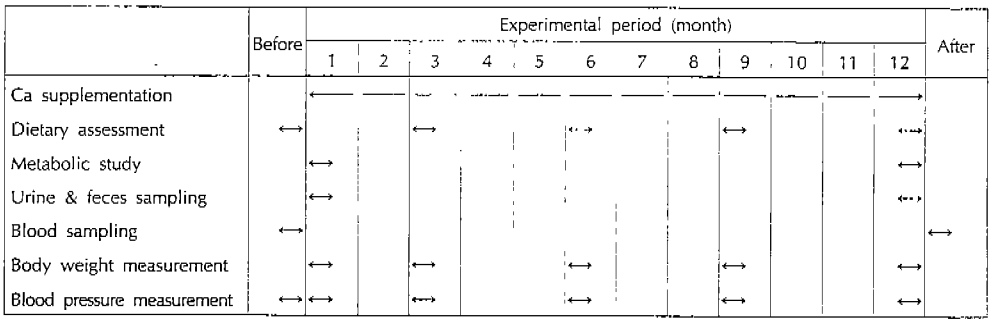

Fig. 1. Experimental design.

24시간 회상기억법(24hr recall method)으로 실험 전 1회, 실험기간 중 3개월 간격으로 4회 실시하여 총 5회에 걸쳐 조사하였다. 평상식이를 통한 영양소 섭취실태는 식품별 목측량을 산출한 후 영양평가용 프로그램인 CAN-Pro(Computer-Aided Nutritional Analysis Program for Professionals)[30]를 사용하여 평가하였다.

2) 대사실험

(1) 실험설계

대사실험은 Ca 보충이 시작된 실험기간의 첫째 주(제1주)와 Ca보충이 끝나는 마지막 주(제53주)에 1주간씩 총 2회 실시하였다. 각 대사 실험기간에는 모두 동일한 실험식이만을 제공하였으며 추가 섭취나 잔반을 허용하였다. 또한 실험식이와 함께 실험군에 따라 placebo와 Ca 보충제를 아침 식사와 저녁 식사 30분 후 각각 제공하였으며, 대사 실험기간에는 실험식이 외에 커피, 알코올 음료 등 다른 식품이나 약제 섭취를 금하였다. 대사 실험기간 1주일 중 처음 3일간은 실험식이에 적응시킨 후 그 다음 3일간 대상자들의 대변 및 소변을 수거하였다.

(2) 실험식이

실험식이는 실험 시작전 24시간 회상 기억법을 이용하여 3일간 조사한 이들의 평상시 영양 섭취량과 한국인 영양권장량을 토대로 하루에 열량 1,917kcal, 단백질 75.7g, 지방 37.8g, Ca 582mg, P 1,130mg, Na 5,123mg, K 2,672mg 가량을 섭취할 수 있도록 구성되었다(Table 2). 또한 식기류와 조리에 필요한 모든 기구들은 플라스틱그릇, 유리그릇 그리고 스테인리스스틸그릇이었고 모두 사용 전 이온제거수에 24시간 이상 담근 후 사용하였다. 식품조리시 사용한 물과 음료수도 모두 이온제거수였다.

(3) 시료수집 및 분석

시료수집에 필요한 용기 및 기구는 이온제거수에 24시간 이상 담근 후 사용하였다.

Table 2. Nutritional composition of the experimental diets for metabolic study

Nutrient	By food composition table	By chemical analysis	
		The 1st wk for metabolic study	The 53rd wk for metabolic study
Energy(kcal)	1,917	1,760	1,815
Protein(g)	75.7	68.4	70.8
Fat(g)	37.8	18.3	18.7
Ca(mg)	582	554	569
P (mg)	1,130	1,049	1,108
Na(mg)	5,123	4,921	4,922
K (mg)	2,672	2,202	2,262

뇨와 대변은 각 대사 실험기간 중 최종 3일간 수집하였다. 뇨 중 Na과 K은 미국 Medica사의 Easylyte 전용시약을 사용하여 ISE undiluted direct법[31]에 의해 측정하였고, 변 중 Na과 K은 건조분말화된 변 시료를 건식회화법[32]으로 전처리 한 후 atomic absorption spectrophotometer로 측정하였다[31][32].

각 대사 실험기간 중 마지막 이틀 동안 대상자가 섭취한 식이와 동일한 내용 및 동일한 양의 식이를 하루분씩 각각 준비하여 105℃에서 건조시켜 분말로 만든 후 Ca, P, Na과 K은 대변과 같은 방법으로 분석하였고, 식이의 일반 성분 중에서 단백질은 microkjeldahl법[32]으로, 지방은 soxhlet 추출법[32]으로, 열량은 bomb calorimeter[32]로 측정하였다.

각 대사 실험기간 중 실험식이와 측정한 뇨와 변 중의 Na과 K 함량에 의해 아래와 같은 공식을 사용하여 Na과 K의 보유량을 계산하였다.

Na retention=Na intake - (urinary Na+fecal Na)
K retention=K intake - (urinary K+fecal K)

또한 실험직전, 실험직후 각각 첫날 아침 공복상태에서 혈액을 채취하여 혈청내 중성지방과 총 콜레스테롤 수준은 일본 IRC사의 중성지방과 총 콜레스테롤 측정용 시약을 이용한 효소반응법[31]을 사용하여 측정하였으며, 혈청내 HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, VLDL-콜레스테롤 수준은 미국 Hellena사의 LEP plate 및 buffer 시약을 사용하여 cellulose acetate막 전기영동법[31]에 의해 측정하였다. 그리고 혈청내 Na과 K 수준은 뇨 중 Na 및 K과 동일한 방법으로 측정하였다. 혈청내 aldosterone은 미국 Nichols사의 aldosterone 측정용 키트 시약을 사용하여 RIA(radioimmunoassay)법[31]에 의해 측정하였다.

(4) 혈압 및 체중측정

혈압은 실험전, 실험 첫째주, 실험기간 중 3개월 간격으로 4회 측정하여 총 6회에 걸쳐서 수동식 혈압계(HICO blood pressure meter, Japan)를 사용하여 아침 공복상태에서 첫 소변을 채취하기 전에 누운 상태에서 측정하였다. 매 측정시마다 5분간 안정한 상태에서 3회 반복 측정하여 그들의 평균치를 사용하였다.

체중은 실험 첫째주와 실험기간 중 3개월 간격으로 총 5회에 걸쳐서 표준체중계(효천계기산업)를 사용하여 각각 측정하였으며, 측정된 신장 및 체중을 토대로 신체질량지수(body mass index, BMI)를 계산하였다.

3. 통계처리

본 실험의 모든자료는 SAS Package[34]를 이용하여 각 실험군의 평균치와 표준오차를 구하였고, 두 실험군 평균치 간의 유의성은 Student t-test로 검증하였으며, 실험 전, 후의 평균치간의 유의성은 paired t-test에 의해 검증하였다.

실험결과

1. 평상식을 통한 영양소 섭취 실태

실험군별 1일 평균 영양소 섭취량은 Table 3에 제시되어 있다.

1년에 걸친 Ca 보충기간 동안 실험대상자들의 평상시 영양소 섭취 실태는 매우 양호하였으며, 열량을 비롯하여 조사된 대부분의 영양소들을 권장량 이상 섭취하였다.

Ca 섭취량도 대조군에서 703±87.2mg, Ca 보충군에서 996±227mg으로 모두 권장량(700mg/일) 이상을 섭취하고 있었다. 하루 평균 P 섭취량은 대조군에서 924±76.9 mg과 Ca 보충군에서 1,298±206mg을 나타내어 평상시 식사를 통한 Ca : P의 섭취비가 1 : 1.3이었으나 53주간에 걸쳐서 하루에 1,000mg의 Ca을 보충 섭취한 Ca 보충군은 Ca : P의 섭취비가 1 : 0.7로 변화되었다.

Na 섭취량도 대조군에서 다소 낮은 경향이었으나 우리나라 사람들의 적당한 Na 섭취량 수준으로 권장되고 있는 3.45g/일(NaCl 8.7g)[13] 보다는 다소 높은 편이었다. K 섭취량도 대조군이 Ca 보충군에 비해 약간 낮은 경향이었으나 통계적으로 유의한 것은 아니었다.

Table 3. Average daily nutrient intakes

Nutrient	Control	Ca
Energy(kcal)	1,886±109[1] (102)[2]	2,178±179 (119)
Protein(g)	61.0±4.9 (102)	87.4±10.4 (146)
Fat(g)	45.2±8.1 (-)	45.0±5.3 (-)
Carbohydrate(g)	297±12.3 (-)	356.3±34.2 (-)
Total Ca(mg)[3]	703±87.2 (101)	1,996±227* (285)
P(mg)	924±76.9 (132)	1,298±206 (186)
Total Ca:P	1:1.3	1:0.7
Na(mg)	4,753±102	4,824±51
K(mg)	2,141±39.9	2,162±20.6

1) Mean±SE
2) Percentage of RDA for Korean Women
3) Total Ca intake=dietary Ca+supplemented Ca
*Significantly different from the control group at $p<0.05$ by Student t-test

2. Ca 보충이 지질대사에 미치는 영향

전 실험기간을 통한 체중과 신체질량지표(body mass index, BMI)의 변화는 Table 4와 같다.

체중에 있어서는 전 실험기간을 통하여 대조군의 체중이 Ca 보충군에 비하여 유의적 차이는 아니지만 3~4kg정도 많았으며 전 실험기간 동안 두 실험군 모두 유의적인 변화는 없었다. 체중과 마찬가지로 BMI에 있어서도 전 실험기간을 통해 두 실험군간에 차이는 나타나지 않았다.

혈청내 중성지방, 총 콜레스테롤 및 지단백 수준을 분석한 결과는 Table 5와 같다.

혈청내 중성지방과 총 콜레스테롤은 실험 전과 실험 후 모두 두 실험군 간에 유의적인 차이가 없었으며, 두 실험군에서 실험 전에 비해 실험 후 약간 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 그러나 혈청 중성지방 수준은 대조군이 실험 전 121.3±22.2mg/dl에서 실험 후 101.0±14.7mg/dl으로 평균 20.3mg/dl이 감소했고, Ca 보충군은 실험 전 149.3±33.4mg/dl에서 실험 후 94.3±21.2mg/dl으로 평균 55mg/dl이 감소해서 Ca 보충군의 혈청 중성지방 수준이 더 많이 감소하는 경향인 것으로 나타났다.

혈청내 HDL-콜레스테롤 수준은 실험 전에 비해 실험 후 약간 증가했으며, 혈청내 LDL-콜레스테롤 수준은 대조군과 Ca 보충군에서 실험 후 약간 감소하였으나 모두 유의적인 차이는 아니었다.혈청내 VLDL-콜레스테롤 수준은 대

Table 4. Body weight and body mass index

Variable	Group	Experimental period(week)				
		1	14	27	40	53
Body weight(kg)	Control	58.7±3.4[1]	59.3±3.4	58.5±3.3	59.2±3.3	58.7±3.4
	Ca	55.3±2.8	55.7±2.6	55.2±2.3	55.0±2.6	55.0±2.7
Body mass index (kg/m^2)	Control	23.9±1.0	24.2±1.0	23.9±1.0	24.1±1.0	23.9±1.0
	Ca	25.4±1.3	25.6±1.2	25.4±1.2	25.3±1.2	25.2±1.2

1) Mean±SE

Table 5. Effects of 53 weeks Ca supplementation(1,000mg) on triglyceride, total cholesterol and lipoproteins levels in Korean postmenopausal female subjects

	Control		Ca	
	Before	After	Before	After
Triglyceride(mg/dl)	121.3 ±22.2	101.0 ±14.7	149.3 ±33.4	94.3 ±21.2
Total cholesterol (mg/dl)	232.8 ±26.4	220.7 ±15.4	222.8 ±15.5	208.2 ±14.9
HDL-C(mg/dl)	62.3 ±10.5	70.4 ± 4.2	58.0 ± 5.1	72.3 ± 7.7
LDL-C(mg/dl)	126.2 ±15.9	112.0 ± 9.7	119.2 ± 8.4	112.2 ± 7.4
VLDL-C(mg/dl)	44.4 ± 9.8	38.3 ± 3.0[a]	45.7 ± 8.5	23.8 ± 3.4[b]
HDL/(LDL+VLDL)	0.35± 0.04	0.47± 0.02	0.37± 0.04	0.53± 0.04*

a, b : Values in the same row with different superscript letters between the two groups differ significantly by Student t-test
* : Significantly different from the pre-experimental value at $p<0.05$ by paired t-test

Table 6. Effects of 53 weeks Ca supplementation(1,000mg) on sodium, potassium and aldosterone levels in Korean postmenopausal female subjects

	Control		Ca	
	Before	After	Before	After
Na(mEq/L)	143.7± 0.5	141.8± 1.2	144.3± 0.7	141.8± 1.6
K(mEq/L)	4.4± 0.08	4.5± 0.15	4.4± 0.02	4.9± 0.20
Aldosterone (pg/ml)	111.3±16.8	179.6±33.0	78.2±27.2	146.1±20.2*

* : Significantly different from the pre-experimental value at $p<0.05$ by paired t-test

Table 7. Effect of 53 weeks Ca supplementation(1,000mg) on Na and K balance in Korean postmenopausal female subjects (mg/day)

			Control		Ca	
			1st wk	53rd wk	1st wk	53rd wk
Na	Intake		4910.9±22.6	4946.8± 6.5	4928.8± 13.9	4939.0± 12.6
	Excretion	Feces	28.4± 8.5	117.5± 44.5	71.6± 18.8	241.7± 66.6*
		Urine	4834.0±68.9	3557.0± 71.0*	4535.6±316.2	3964.5±348.2
	Retention		48.5±80.7	1272.3± 64.0*	321.6±309.2	732.9±353.9
K	Intake		2209.5±14.2	2218.0± 8.8	2203.8± 12.1	2225.8± 19.7
	Excretion	Feces	238.4±32.3	607.4± 91.2*	315.6± 37.8	601.3±129.1*
		Urine	1320.2±24.8	1857.4± 79.3*	1186.3± 59.0	1817.4± 50.7*
	Retention		651.0±41.4	- 246.8±143.6*	701.9± 79.3	- 192.9±150.4**

* : Significantly different from the 1st week value at $p<0.05$ by paired t-test

조군에서는 실험 전 44.4±9.8mg/dl에서 실험 후 38.3±3.0mg/dl으로 평균 6.1mg/dl이 감소했으나 Ca 보충군에서는 실험 전 45.7±8.5mg/dl에서 실험 후 23.8±3.4mg/dl으로 평균 21.9mg/dl이 감소함으로써 실험 후 두 실험군간에 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 혈청내 HDL/(LDL+VLDL) 비는 실험 전에 비해서 실험 후 Ca 보충군에서 유의적으로 증가했으나($p<0.05$), 실험 전과 실험 후 두 실험군간에 유의적인 차이는 없었다.

3. Ca 보충이 Na과 K 대사에 미치는 영향

혈청내 Na, K 및 aldosterone 수준은 실험 전과 실험 후 모두 두 실험군간에 유의적인 차이가 없었다(Table 6).

혈청 Na 수준은 실험 전 대조군과 Ca 보충군에서 각각 143.7±0.5mEq/L, 144.3±0.7mEq/L에서 실험 후 141.8±1.2mEq/L, 141.8±1.6mEq/L로 각각 1.84mEq/L, 2.5 mEq/L가 감소하였으나 유의적인 감소는 아니었다. 혈청 K 수준은 실험 전에 비해 실험 후 모두 증가하였고 Ca 보충군에서 더 많이 증가 했으나 두 실험군에서 실험 전과 실험 후 유의한 차이는 나타나지 않았다. 혈청내 aldosterone 수준은 실험 전과 실험 후 두 실험군간에 유의적인 차이가 없었으나, Ca 보충군에서 혈청내 aldosterone 수준이 실험 전 78.2±27.2pg/ml에서 실험 후 146.1±20.2pg/ml으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$).

Na과 K의 섭취량, 변 중 배설량, 뇨 중 배설량 및 체내 보유량은 실험 첫째주와 실험 53주에서 모두 두 실험군간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다(Table 7).

Na 보유량은 대조군의 경우 변 중 1일 Na 배설량이 실험 첫째주 28.4±8.5mg에서 실험 53주 117.5±44.5mg으로 증가되었으나, 뇨 중 1일 Na 배설량이 실험 첫째주 4.

Table 8. Effect of 53 weeks Ca supplementation(1,000mg) on blood pressure in Korean postmenopausal female subjects (mmHg)

		Before	Experimental period(week)				
			1	14	27	40	53
SBP	Control	125.0±11.9	126.1±10.6	125.9±11.6	117.5± 8.5	122.5± 9.5	121.7± 8.7
	Ca	122.0± 8.0	118.4± 8.2	110.9± 7.9*	118.0± 8.6	114.0± 7.6	121.0± 8.2
DBP	Control	85.0± 5.0	83.9± 6.4	82.2± 6.3	85.0± 5.0	87.5± 4.8	81.7± 5.7
	Ca	84.0± 5.1	83.9± 3.3	72.8± 5.2*	84.0± 5.1	77.0± 7.0	78.0± 4.3*

* : Significantly different from the pre-experimental value at $p<0.05$ by paired t-test

834.0±68.9mg에서 실험 53주 3,557.0±71.0mg으로 큰 폭으로 감소함으로써 실험 53주에 유의한 증가를 하였다($p<0.05$). 그러나 Ca 보충군의 경우 Na 보유량은 실험 53주에 약간 증가하였으나 통계적으로 유의한 증가는 아니였다.

실험 첫째주에 비해 실험 53주에 두 실험군에서 모두 변중 K 배설량과 뇨 중 K 배설량이 모두 유의하게 많아졌으며, K 체내보유량도 두 실험군에서 모두 실험 53주에 유의하게 낮아져 음의 평형을 나타냈다($p<0.05$).

4. Ca보충이 혈압에 미치는 영향

전 실험기간을 통한 실험대상자들의 혈압의 변화가 Table 8에 나타나 있다.

수축기 혈압(systolic blood pressure, SBP)과 이완기 혈압(diastolic blood pressure, DBP)은 실험 전과 실험 53주에 두 실험군간에 유의한 차이를 나타내지 않았다.

수축기 혈압은 두 실험군에서 실험 전에 비해 실험 53주에 유의한 변화를 나타내지 않았으나, 실험 14주에 Ca 보충군의 실험 전 수축기 혈압이 122.0±8.0mmHg에서 110.9±7.9mmHg로 유의하게 낮아졌다($p<0.05$).

이완기 혈압은 실험 전에 비해 실험 53주에 두실험군에서 낮아지는 경향을 보였으며, Ca 보충군에서는 실험 전 이완기 혈압이 84.0±5.1mmHg에서 실험 14주와 실험 53주에 각각 72.8±5.2mmHg와 78.0±4.3mmHg로 유의하게 낮아졌다($p<0.05$).

고 찰

1. Ca 보충이 지질대사에 미치는 영향

본 실험에서 1년 동안 하루에 1,000mg의 Ca을 보충했을 때 전 실험기간을 통해서 피실험자들의 체중 및 신체질량지수(body mass index, BMI)에는 변화가 없었는데 이와 같은 결과는 Carlson 등[14]과 Foley 등[35]이 Ca 보충 후 체중이 유의적으로 감소했다고 보고한 것과는 일치되지 않았으나, 흰쥐나 토끼에게서 식이내 Ca 수준의 변화에 따라 체중 증가량에 유의적인 차이가 없었다는 다른 보고들[8,36]과는 일치하는 결과였다.

그러나 피실험자들의 혈중 지질농도는 Ca 보충으로 다소 영향을 받는 것으로 나타났다. 즉 혈청내 VLDL-콜레스테롤 수준이 실험 후 Ca 보충군에서 많은 양 감소함으로써 실험 후 두 실험군간에 유의한 차이를 나타냈으며($p<0.05$), HDL/(LDL+VLDL) 비도 실험 전에 비해 실험 후 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 또한 혈청내 중성지방과 총 콜레스테롤 수준이 Ca 보충 후 감소하는 경향이었고, HDL-콜레스테롤 수준이 약간 증가하였으며, LDL-콜레스테롤 수준이 감소하는 경향을 나타냈다. 이와 같은 결과는 Ca 보충이 일상식이를 섭취하는 노인들의 혈청 지질성분을 개선시킬 수 있다는 가능성을 보여준 결과라고 본다.

다른 선행의 연구에서도 Ca 보충 섭취시 혈청내 지단백 수준에 변화를 주는 것으로 나타났는데, 박인자[37]의 논문에서는 6개월간 1일 500mg의 Ca 보충시 혈청 중성지방, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 유리지방산 농도가 다소 감소하는 경향이었고 HDL/LDL 비는 약간 증가되는 경향이라고 하였다. 또한 Denke 등[38]도 10일 동안 하루에 2,200mg의 Ca 보충시 혈청내 총 콜레스테롤 수준이 실험 전 5.99mmol/L에서 실험 후 5.66mmol/L로 6%가 감소했으며, 혈청 LDL-콜레스테롤 수준도 실험 전 4.13mmol/L에서 실험 후 3.67mmol/L로 11%가 감소했다고 보고하였다. 그러나 Foley 등[35]은 식이내 Ca 수준이 혈청내 지단백 농도에 아무런 영향을 주지 않았다고 보고하였으며, Maibach 등[39]도 Ca 경구 투여시 혈청 LDL-콜레스테롤 농도에 변화가 없었다고 보고하였다.

혈청 중성지방 수준은 연령이 증가하면서 간내 중성지방 합성량이 증가함에 따라 서서히 증가한다고 하며, 이와 같은 연령증가에 따른 혈청 중성지방 수준의 증가가 식이내 Ca 보충으로 인하여 어느정도 감소된다고 하는 연구 결과들이 보고되었는데, Fleischman과 Bierenbaum[11]은 34~64세 남녀에게 1년동안 하루에 2g의 Ca(calcium carbonate)을 보충 섭취시킨 결과 실험 전 혈중 중성지방 수준이 337±140mg/100ml에서 실험 후 224±59.6mg/100ml으

로 유의하게 감소되었다고 보고하였으며, Renaud 등[10]도 식이내 Ca 농도 증가시 혈청내 중성지방 수준이 감소된다고 하였다. 그러나 이와는 반대로 Ca 섭취가 혈청내 중성지방 수준에 아무런 변화를 주지 않는다는 보고들도 있다[12][39][41].

Ca 보충군의 혈청내 평균 총 콜레스테롤 수준도 실험 후 다소 감소하는 경향이었으나 통계적으로 유의한 변화는 아니었다. 식이 Ca 수준이 높을수록 혈청 콜레스테롤이 낮아지는 것은 동물 실험[8][9][36]뿐아니라 고지혈증 환자나[11][12] 혈액순환계 질병에 관한 역학적 보고[3][42][43]에서도 나타나고 있다. Carlson 등[12]은 고지혈증 환자에게 8주 동안 하루 2g씩 Ca을 경구 투여한 경우 혈청 콜레스테롤이 감소되었다고 하며, Yacowitz 등[10]도 하루에 0.89g의 Ca을 보충 섭취한 경우 혈청 콜레스테롤이 평균 15mg/dl 감소했다고 보고하였다. 또한 Maibach[39]는 ionic Ca의 정맥 주사시에는 혈청내 콜레스테롤이 변화되지 않았다고 하였으며, 이러한 결과를 근거로 경구 투여한 Ca염이 소장내에서 지질대사의 개선효과(hypolipidemic effect)를 발휘하는 것으로 추측되었다. 그러나 Foley 등[35]과 Diersen-Schade 등[44]은 식이 Ca 수준이 혈청 콜레스테롤 농도에 아무런 변화를 가져오지 못했다고 보고하였다.

많은 선행 연구에서 Ca 보충이 혈액내 지방성분을 낮추는 기전에 대해서는 아직 확실하게 밝히지 못하고 있다. 그러나 섭취된 Ca이 소장내에서 지방산과 결합하여 불용성인 Ca염을 형성하여 콜레스테롤의 흡수를 억제하거나, Ca이 담즙산과 결합하여 장간순환에서 담즙산의 재흡수를 방해함으로써 대변으로 총 지방과 담즙산의 배설이 증가되는 것과 관련이 있을 수 있다고 보기도 한다. Yacowitz[45]는 8일 동안 하루에 2.66g의 Ca(calcium carbonate)을 보충시켰을 때 변 중 지방과 지방산이 증가하고, 혈청 콜레스테롤이 감소했다고 보고하였으며, Fernandez와 Hill[46]은 일주일 동안 하루에 2,000mg의 Ca(calcium carbonate)을 보충시켰을 때 변 중 콜레스테롤 농도와 담즙산 농도가 증가했다고 보고하였다. Mitchell 등[47]도 Ca 보충시 대변으로 담즙산과 총 지방 배설량이 증가했다고 보고하였다. 본 연구에서는 변 중 총 지방과 담즙산 배설량이 측정되지 않았으므로 본 연구대상자들에게 보충 섭취된 Ca이 대변을 통한 총 지방, 지방산, 콜레스테롤, 또는 담즙산의 배설량을 증가시킨 것인지 알 수 없었으나 혈청내 지방성분이 감소한 것으로 보아 Ca이 지방대사에 어느정도 영향을 미치는 것으로 생각되므로, 앞으로 Ca 보충시 지질대사상의 변화 및 그 기전에 대한 연구가 좀 더 다각적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

2. Ca 보충이 Na과 K 대사에 미치는 영향

본 실험에서 하루에 1,000mg의 Ca을 1년 동안 보충 섭취시킨 실험대상자들의 혈청 Na과 K 수준은 유의한 변화를 일으키지 않았다.

Ca 수준이 혈청내 Na과 K 수준에 미치는 영향에 대한 연구에서 Kynast-Gales와 Massey[20]는 13명의 남성들이 4주간 저Ca과 고Ca 식이를 섭취한 후 혈청 Na, K 수준에 유의한 차이가 없었다고 하였으며, 이와 같은 결과는 Ayachi[18]와 Hatton 등[19]의 연구에서도 확인되었다. 본 연구에서도 혈청내 Na, K 수준이 위의 연구들과 마찬가지로 Ca 보충으로 인한 유의한 영향을 나타내지 않았다.

본 실험에서 실험 후 혈청내 aldosterone 수준이 대조군과 Ca 보충군에서 모두 증가했고 특히 Ca 보충시 유의하게 증가했는데($p<0.05$), Ca 보충 섭취가 aldosterone 생산에 미치는 효과에 대해서는 의견이 분분한 실정이며 비교적 덜 알려져 있다. Blair-West 등[48]은 양에게 부신동맥을 통해 Ca(calcium chloride)을 주입했을 때 aldosterone 분비에 아무런 영향이 없었다고 보고했으며, Kotchen 등[23]도 개에게 신장동맥을 통해 Ca(calcium gluconate)을 주입했을 때 혈청내 Ca 농도가 증가했음에도 불구하고 aldosterone 분비에 아무런 변화가 없었다고 보고하였다. 또한 Tordoff 등[49]도 고혈압성쥐에게 Ca 결핍시 혈청내 aldosterone 농도에 변화가 없었다고 보고하였다. 그러나 Kotchen 등[50]은 쥐를 대상으로 Ca(calcium chloride, calcium gluconate) 용액을 보충했을 때 부신에서 aldosterone 생성량이 유의적으로 증가했다고 보고하여 본 실험결과와 일치했다.

Aldosterone은 신장의 근위 및 원위 세뇨관에서 Na 이온과 수분의 재흡수를 촉진시키는 호르몬으로서 혈관을 수축시키고 세포외액량을 증가시켜 혈압을 상승시키는 것으로 알려져 있다. 윤진숙 등[51]은 고혈압 환자군 중 high-renin hypertension군의 혈청 aldosterone 수준이 다른군에 비해 유의하게 증가되어 있었다고 보고하였으며, 허갑범과 김인교[52]는 뇨 중 Na 배설량과 뇨 중 aldosterone 배설량 간에는 서로 반비례 관계가 있음을 관찰하였는데 고혈압 환자의 신세뇨관은 aldosterone의 Na 재흡수 작용에 대한 반응이 둔화되어 고혈압 환자군의 뇨 중 aldosterone 배설량이 대조군에 비해 현저하게 증가되어 있음에도 불구하고 환자군의 뇨 중 Na 배설량은 대조군보다 오히려 증가되었다고 보고하였다. 또한 체내 Na 대사를 조절하는 것은 aldosterone 뿐 아니라 renin-angiotensin-aldosterone계가 관여하고 있는 것으로 연구되어져 왔다[49][50]. 그러나 본 연구

에서는 혈청 aldosterone 수준만을 측정하였으므로 앞으로 Na 대사와 관련된 혈청 renin의 활성도 등 다른 요인들을 다양하게 분석하여 비교 검토해야 할 것으로 사료된다.

본 실험 결과 체내 Na 보유량은 대조군에서 실험 53주에 유의하게 증가하였으나($p<0.05$), Ca 보충군에서는 유의한 증가를 보이지 않았다. 즉 대조군에서 실험 첫째주와 53주에 Na 섭취량은 비슷했으나 실험 53주에 뇨 중 Na 배설량이 유의적으로 감소하고 체내 Na 보유량이 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 그러나 Ca 보충시 뇨 중 Na 배설량이 유의하게 감소하지 않았고, 체내 Na 보유량 또한 유의하게 증가하지 않았다. 그러므로 Ca 보충 섭취시 노화로 인한 체내 Na 보유량 증가를 어느정도 억제하는 것이 아닌가 생각된다.

또한 실험 53주에 뇨 중 Na 배설량이 감소했는데 이는 혈청 aldosterone 수준이 실험 후에 두 군에서 모두 증가한 결과와 관련이 있는 것으로 생각된다. 즉 체내 aldosterone 분비가 증가함으로써 신장의 근위 및 원위 세뇨관에서 Na이온과 수분의 재흡수가 촉진되고, 결국 소변으로의 Na 배설량이 감소한 것이 아닌가 생각된다. 이정원과 김혜영[53]은 남녀 대학생에게 20주 동안 매일 1,000mg의 Ca을 보충했을 때 소변 중 Na 배설량에 유의적인 변화가 나타나지 않았다고 보고하였으나, Popvtzer[25]는 Ca 보충이 뇨 중 Na 배설을 촉진시킨다고 보고하였고, Resnick 등[54]도 10명의 고혈압 환자에게 2,000mg의 Ca을 1개월 동안 공급했을 때 소변 중 Na 배설량이 증가했다고 보고하였다. 체내 K 보유량은 대조군과 Ca 보충군에서 모두 실험 53주에 유의적으로 감소하였는데($p<0.05$), 이는 대조군과 Ca 보충군에서 뇨 중 K 배설량과 변 중 K 배설량이 유의하게 증가하므로써 초래된 결과였다. Ayachi[18]는 정상쥐와 고혈압성쥐를 대상으로 고Ca을 4주간 공급하였을 때 고혈압성쥐에서 뇨 중 K 배설량이 유의하게 증가하였다고 보고하였으며, McCarron과 Morris[22]도 고혈압 환자와 정상인에게 하루에 1,000mg의 Ca을 보충했을 때 뇨 중 K 배설량이 증가하였다고 한다. 본 실험에서도 1년간 1,000mg의 Ca 보충 후 뇨 중 K 배설량이 유의하게 증가하였으나 같은 결과가 대조군에서도 나타난 것으로 미루어 이는 Ca 보충으로 인한 효과가 아닌 것으로 생각된다.

3. Ca 보충이 혈압에 미치는 영향

본 실험에서 1년 동안 1,000mg의 Ca 보충 섭취 후 수축기 혈압은 유의한 변화를 나타내지 않았으나 이완기 혈압은 Ca 보충군에서 실험 전 84.0±5.1mmHg에서 실험 53주에 78.0±4.3mmHg로 유의하게 낮아졌다($p<0.05$). 또한 Ca 보충시 이완기 혈압이 모든 피실험자에게서 낮아졌고, 실험 14주에는 Ca 보충군에서 수축기 혈압과 이완기 혈압이 모두 실험 전에 비해 유의하게 낮아졌다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 Ca 보충이 폐경기 이후 노인들의 혈압을 낮추는데 도움이 될 수 있으며 그중에서도 특히 이완기 혈압을 낮출 수 있다는 사실을 시사하는 것으로 사료된다.

이러한 결과는 Belizan 등[55][56]이 정상혈압을 갖는 청년 및 임신 4~6개월된 여성에게 1일 1~2g의 Ca을 보충했을 때 수축기 혈압은 변화가 없었으나 이완기 혈압이 남자는 6주 후, 여자는 8주 후부터 낮아졌다고 보고한 결과와 비슷한 경향이었다. 이정원과 김혜영[53]은 남녀 대학생에게 1g의 Ca을 20주간 매일 보충함으로써 6~8주 후부터 수축기 및 이완기 혈압이 낮아졌음을 보고하였으며, 그 후 같은 연구실에서 보고한 논문에서 이정원 등[57]은 정상 혈압을 가진 여자 대학생 9명을 대상으로 고Ca 식이를 공급했을 때 수축기 혈압이 유의하게 낮아진 반면 이완기 혈압은 유의적인 변화가 없었다고 보고하였다. Castenmiller 등[27]은 혈압이 정상인 12명의 남자를 대상으로 하루에 4,094mg의 Na 섭취 수준에서 2,004mg과 1,718mg의 Ca을 공급하였을 때 2,004mg의 Ca 식이 섭취시 수축기 및 이완기 혈압이 낮아지는 경향이 있음을 보고하였다.

Ca의 혈압 강하 효과는 고혈압 환자의 경우 그 효과가 더욱 큰 것으로 보는 견해가 있다. Johnson 등[21]은 정상 혈압을 가진 35~65세 여성 81명에게 4년간 1일 1,500mg의 칼슘을 보충하였을 때 수축기 및 이완기 혈압이 모두 낮아지지 않았으나, 고혈압 증세가 있는 경우에는 수축기 혈압이 Ca을 보충하지 않았을 때 7mmHg 높아진 반면에 Ca을 보충 했을때에는 13mmHg나 낮아졌다고 보고하였다. 또한 Wittena 등[15]과 Harlan과 Harlan[16]은 Ca 섭취량이 1일 400mg 미만인 경우 고혈압과 상관이 크며, 800mg 수준 이상이면 그 상관성이 둔화된다고 보고하였으며, Zemel 등[58]은 Ca 보충의 혈압 상승 억제 효과는 Na 섭취량이 높고, Ca 섭취량이 낮은 경우에 더욱 확실하다고 주장하였다.

선행 연구 보고에 의하면 Ca의 보충 섭취시 나타나는 혈압 강하 효과에 대한 기전은 명백하지 않으나 2가지 가설이 제시되고 있는데, 그 한가지는 세포내액의 유리 Ca의 감소로 혈관 평활근 세포가 이완되기 때문이며[26][59], 두번째는 고Ca섭취로 인해 뇨 중 Na 배설이 촉진되기 때문이라는 것이다[18][20][25-27][56]. 이 중 Ca의 혈관 평활근에 대한 영향이 가장 주목 받고 있는데 Ca의 보충은 혈청내 이온화된 Ca 농도를 상승시키고 혈관 평활근 세포막을 안정화시킴으로써 혈압을 저하시킬 수 있다는 것이다.

본 실험 결과 Ca 보충(1,000mg/일)이 노인의 이완기 혈

압을 낮추는 방법이 될 수 있는 것으로 나타났는데, 그 효과는 Ca 보충 후 14주 정도를 경과해야 볼 수 있었고, 이완기 혈압이 높을 수록 효과가 뚜렷한 것으로 보였다.

요약 및 결론

폐경이후 60대 여성들에게 1년에 걸쳐 하루에 1,000mg의 Ca을 보충했을 때 체내 지질, Na, K 대사 및 혈압에 미치는 영향에 대해 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 혈청내 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 수준은 실험 전과 실험 후 두 실험군간에 유의한 차이가 없었다. 혈청내 VLDL-콜레스테롤 수준은 Ca 보충 전 두 실험군간에 유의한 차이가 없었으나 1년간의 Ca 보충 후 유의하게 감소하여 실험 후 두 실험군간에 유의한 차이가 나타났다($p<0.05$). 또한 Ca 보충군에서 혈청내 HDL/(LDL+VLDL) 비는 실험 전에 비해 실험 후 유의하게 증가하였으나($p<0.05$), 실험 전과 후에 두 실험군간에 유의한 차이는 없었다.

2) 혈청내 Na, K 및 aldosterone 수준은 실험 전과 실험 후 두 실험군간에 유의한 차이가 없었다. 그러나 실험 후 Ca 보충군에서 혈청 aldosterone 수준이 실험 전에 비해 유의하게 증가하였다($p<0.05$).

3) Ca 보충 1년 후 Ca 보충군의 변 중 Na 배설량은 유의하게 증가하였고($p<0.05$), 뇨 중 Na 배설량은 약간 감소하여 체내 Na 보유량이 약간 증가하는 경향이었다. 반면에 대조군의 경우 변 중 Na 배설량은 실험 53주에 약간 증가되는 경향이었고, 뇨 중 Na 배설량은 유의하게 감소하여 ($p<0.05$), 체내 Na 보유량이 실험 첫째주에 비해 유의하게 증가하였다($p<0.05$).

4) 뇨와 변 중 K 배설량 그리고 체내 K 보유량은 실험 첫째주와 53주에 두 실험군간에 유의한 차이를 나타내지 않았으나, 실험 53주에 두 실험군에서 모두 실험 첫째주에 비해 변 중 K 배설량과 뇨 중 K 배설량이 유의하게 증가하였고 ($p<0.05$), 체내 K 보유량도 두 군 모두 실험 첫째주에 비해 유의하게 낮아져 음의 K 평형을 나타내었다($p<0.05$).

5) 수축기 혈압과 이완기 혈압은 실험 전과 실험 53주에 두 실험군간에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 그러나 이완기 혈압은 실험 전에 비해 실험 14주와 실험 53주에 Ca 보충군에서 유의하게 낮아졌다($p<0.05$).

이상의 모든 결과를 종합해 볼 때 폐경기 이후 여성들에게 1년에 걸쳐 1일 1,000mg의 Ca 보충은 혈청내 VLDL-콜레스테롤 수준을 감소시키고 HDL/(LDL+VLDL) 비를 증가시킴으로써 혈청 지질 성분상에 바람직한 변화를 유도하고, 체내 Na 보유량의 증가를 억제하고, 이완기 혈압을 강하시킬 수 있는 것으로 나타났다. 그러므로 Ca 보충 섭취로 폐경이후 여성들의 고혈압과 동맥경화증 등 심장순환기계 질병발생 위험요인을 감소시킬 수 있을 것으로 사료되므로, Ca 섭취량이 부족한 우리나라 노인들에게 Ca을 보충하는 것이 노인들의 건강을 유지하는데 도움이 될 것으로 본다.

Literature cited

1) Choe KW. Changing patterns of disease in Korea. *Kor J Nutr* 21(3) : 139-145, 1988
2) '95 National Nutrition Survey Report, Ministry of Health and Welfare. 1997
3) Son YS. A study on hyperlipidemia in Korean(1)-Hyperlipidemia of Normal and hypertension. *Kor J Med* 18(4) : 345-354, 1975
4) Ganguly JR, Paul R, Ramesha CS, Balaram P. Mechanism of cholesterol lowering effects of polyunsaturated fats. In : Kunio Y. eds. Biochemical aspects of nutrition. Japan Scientific Societies Press, Tokyo University Park Press, Baltimore. pp.105-113, 1979
5) Hstmark AT, Spydevold , Lysted E, Eukertseb E. Plasma lipoproteins in rats fed starch, sucrose, glucose, or fructose. *Nutr Rep Int* 25 : 161-167, 1982
6) Hayford JT, Danney MM, Wiebe D, Robets S, Thopson RG. Triglyceride integrated concentrations : Effects of variation of source and amount of dietary carbohydrate. *Am J Clin Nutr* 32 : 1670-1678, 1979
7) Schroeder HA. Relation between mortality from cardiovascular disease and treated water supplies. *J Am Med Assoc* 172(17) : 1902-1908, 1960
8) Dougherty RM. Iacono JM. Effects of dietary calcium on blood and tissue lipids, tissue phospholipids, calcium and magnesium levels in rabbits fed diets containing beef tallow. *J Nutr* 109 : 1934-1945, 1979
9) Hines TG, Jacobson NL, Beitz DC, Littledike ET. Dietary calcium and vitamin D : risk factors in the development of atherosclerosis in young goats. *J Nutr* 115 : 167-178, 1985
10) Yacowitz H, Fleischman AI, Bierenbaum ML. Effects of oral calcium upon serum lipids in man. *Br Med J* 1 : 1352-1354, 1965
11) Fleischman AI, Bierenbaum ML. Long term studies on the hypolipemic action of supplemental dietary calcium in human adult. *Fed Proc* 28 : 267, 1969
12) Carlson LA, Olsson AG, Or L, Rssmer A. Effects of oral calcium upon serum cholesterol and triglycerides in patients with hyperlipidemia. *Atherosclerosis* 14 : 391-400, 1971
13) Recommended dietary allowances for Koreans, 6th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 1995
14) McCarron DA, Morris CD, Henry HJ, Stanton JL. Blood pressure and nutrient intake in the United States. *Science* 224 : 1392-1398, 1984
15) Witteman JCM, Willet WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Sacks FM, Rosner B, Speizer FE, Hennekens CH. Dietary calcium and magnesium and hypertension : a Prospective Study(Abstract). *Circulation* 76(Suppl 4) : 35, 1987
16) Harlan WR, Harlan LC. An epidemiological perspective on dietary electrolytes and hypertension. *J Hypertens* 4(Suppl 5)S334-S339, 1986
17) Karanja N, Morris CD, Rufolo P, Singelar G, Illingworth DR, McCarron DA. Impact of increasing calcium in the diet on nutrient composition, plasma lipids, and lipoproteins in humans. *Am J Clin Nutr* 59 : 900-907, 1994
18) Ayachi S. Increased dietary calcium lowers blood pressure in the spontaneously hypertensive rat. *Metabolism* 28(12) : 1234-1238, 1979

19) Hatton D, Muntzel M, Absalon J, Lashley D, McCarron D. Dietary calcium and iron : Effects on blood pressure and hematocrit in young spontaneously hypertensive rats. *Am J Clin Nutr* 53 : 542-546, 1991
20) 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
21) Johnson NE, Smith EL, Freudenheim JL. Effect on blood pressure of calcium supplementation of women. *Am J Clin Nutr* 42 : 12-17, 1985
22) McCarron DA, Morris CD. Blood pressure response to oral calcium in persons with mild to moderate hypertension. *Ann Intern Med* 103 : 825-831, 1985
23) Kotchen TA, Maull KI, Kotchen JM, Luke RG. Effect of calcium gluconate infusion on renin in the dog. *J Lab Clin Med* 89(1) : 181-189, 1977
24) Nowson C, Morgan T. Effect of calcium carbonate on blood pressure in normotensive and hypertensive people. *Hypertension* 13 : 630-639, 1989
25) Popovtzer MM. Disorders of calcium, phosphorous, vitamin D and parathyroid hormone activity. In : Schrie RW ed. Renal and electroactivity disorders. Little Brown, Boston, 1976
26) Eren P, Bolle P, Burgisser E. Correlation of platelet calcium with blood pressure : Effect of antihypertensive therapy. *N Engl J Med* 310 : 1084-1088, 1984
27) Castenmiller JJM, Mensink RP, van der Heijden L, Kouwengoven T, Hautvast FGAJ, de Leeuw PW, Schaafsma G. The effect of dietary sodium on urinary calcium and potassium excretion in normotensive men with different calcium intakes. *Am J Clin Nutr* 41 : 52-60, 1985
28) Tabuchi Y, Ogihara T, Hashizume K, Saito H, Kumahara Y. Hypotensive effect of long-term oral calcium supplementation in elderly patients with essential hypertension. *J Clin Hypertens* 3 : 254-262, 1986
29) Gilliland M, Zawada ET, McClung D, TerWee J. Preliminary report : natriuretic effect of calcium supplementation in hypertensive over forty. *J Am Coll Nutr* 6(2) : 139-143, 1987
30) Korean nutrition information center. Computer Aided Nutritional Analysis Program for Professionals, for windows 95, APAC Intelligence Co, 1998
31) Yi KN, Kim JQ. Clinical Chemistry, Euihak Munwhasa Co, 1988
32) AOAC. Official Methods of analysis 15th ed. Washington DC, 1990
33) Analysical Method for Atomic Absorption Spectrophotometer, Varian Corp
34) SAS/STAT. Guide for personal computer, version 6.12, 1997
35) Foley MK, Galloway ST, Luhman CM, Faidley TD, Beitz DC. Influence of dietary calcium and cholecalciferol on composition of plasma lipids in young pigs. *J Nutr* 120 : 45-51, 1990
36) Iacono JM. Effect of varying the dietary level of calcium on plasma and tissue lipids of rabbits. *J Nutr* 104 : 1165-1171, 1974
37) Park IJ. The effect of aerobic dancing and Ca supplementation on lipid metabolism in postmenopausal women. the Graduate School of Sangmyung university, Seoul, 1991, 2
38) Denke MA, Fox MM, Schulte MC. Short-term dietary calcium fortification increases fecal saturated fat content and reduces serum lipids in men. *J Nutr* 123 : 1047-1053, 1993
39) Maibach E. Die Beeinflussung des gesamtcholesterins, der betalipoproteide and gesamtlipide des serums durig orale und parenterale calcumzufuhr. *Schweiz Med Wochenschr* 97 : 418-421, 1967
40) Renaud S, Cianatti M, Thevenon C, Ripoll JP. Protective effects of dietary calcium and magnesium on platelet function and atherosclerosis in rabbits fed saturated fat. *Atherosclerosis* 47 : 187-198, 1983
41) Bell L, Halstenson CE, Halstenson CJ, Macres M, Keane WF. Cholesterol-lowering effects of calcim carbonate in patients with mild to moderate hypercholesterolemia. *Arch Intern Med* 152(12) : 2441-2444, 1992
42) Perry HM. Minerals in cardiovascular disease. *J Am Diet Assoc* 62 : 631-637, 1973
43) Knox EG. Ischemic heart disease mortality and dietary intake of calcium. *Lancet* 30 : 1465-1467, 1973
44) Diersen-Schade DA, Richard MJ, Jacobson NL. Effects of dietary calcium and fat on cholesterol in tissues and feces of young goats. *J Nutr* 114 : 2292-2300, 1984
45) Yacowitz H. Effects of dietary calcium on lipid metabolism in man. *Fed Proc* 21 : 258, 1962
46) Fernandez F, Hill MJ. Effect of dietary calcium carbonate on the faecal calcium concentration. *Biochem Soc Trans* 17(4) : 739-740, 1989
47) Mitchell WD, Fyfe T, Smith DA. The effect of oral calcium on cholesterol metabolism. *J Atheroscler Res* 8 : 913-922, 1968
48) Blair-West JR, Coghlan JP, Denton DA, Goding JR, Wintour M, Wright RD. The local action of ammonium, calcium and magnesium on adrenocortical secretion. *Aust J Exp Biol Med Sci* 46 : 371-374, 1968
49) Tordoff MG, Pilchak DM, Hughes RL. Independence of salt intake induced by calcium deprivation from the renin-angiotensin-aldosterone system. *Am J Physiol* 264 : R492-R499, 1993
50) Kotchen TA, Galla JH, Luke RG. Effect of calcium on renin and aldosterone in the rat. *Am J Physiol* 232(4) : E388-E393, 1977
51) Yoon JS, Park JA, Kim YN. Renin activity, habitual Ca, Na intake and hormonal effect on hypertension. *Kor J Nutr* 30(2) : 170-176, 1997
52) Huh KB, Kim IK. The dynamic aspect of sodium metabolism in both healthy Koreans and patients with essential hypertension. *Yonsei J Med Sci* 7(1) : 255-267, 1980
53) Lee JW, Kim HY. Effects of Ca supplementation on blood pressure in Korean Young men. *Kor J Nutr* 21(4) : 232-241, 1988
54) Resnick LM, Sealey JE, Laragh JH. Stort and long-term oral calcium alters blood pressure in essential hypertension. *Fed Proc* 42 : 300, 1983(abstr)
55) Belizan JM, Villar J, Pineda O, Gonzalez AE, Sainz E, Garrera G, Sibrian R. Reduction of blood pressure with calcium supplementation in young adult. *JAMA* 4 : 1161-1165, 1983
56) Belizan JM, Villar J, Salazar A, Rojas L, Chan D, Bryce GF. Preliminary evidence of the effect of calcium supplementation on blood pressure in normal pregnant woman. *Am J Obstet Gynecol* 146 : 175-180, 1983
57) 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. *Kor J Nutr* 26(6) : 728-742, 1993
58) Zemel MB, Gualdoni SM, Sowers JR. Sodium excretion and plasma renin activity in normotensive and hypertensive black adults as affected by dietary calcium and sodium. *J Hypertens* 4(suppl 6) : S343-S345, 1986
59) Hatton DC, McCarron DA. Dietary calcium and blood pressure in experimental models of hypertension. A review. *Hypertension* 23(4) : 513-530, 1994