

칼슘보충 섭취와 운동이 중년 여성의 골밀도에 미치는 영향*

나혜복[§] · 김현정 · 박진**

서울여자대학교 식품과학부, 서울여자대학교 체육학과**

Effects of Calcium Supplementation and Exercise on Bone Mineral Density in Middle-Aged Women*

Na, Hye-Bok[§] · Kim, Hyun-Jung · Park, Jin**

Nutrition, College of Natural Sciences, Seoul Women's University, Seoul, Korea
Department of Human movement Science,** Seoul Women's University, Seoul, Korea

ABSTRACT

This study examined the effect of calcium supplementation and exercise on bone mineral density (BMD) and general characteristics, dietary intake and biochemical measurements for 45 healthy middle-aged women (40-57 years). Subjects were divided in to 4 groups; control group (G1), exercise group (G2), calcium supplementation group (G3), and calcium supplementation with exercise group (G4). The subjects were 45.8 ± 0.66 years old. BMI (kg/m^2) was 23.31 ± 0.63 in G1 group, 22.92 ± 0.51 in G2 group, 23.64 ± 0.61 in G3 group, 23.40 ± 0.37 in G4 group, and BMI of all groups were in normal value. Energy intake was 1332.28 kcal/day, 60% of RDA, so that may be unbalance of micronutrients. Especially, calcium intake was 62.8% of RDA that was very low level. Osteocalcine was not statistically significant but calcium supplementation group (G3) be showed increase. BMD was usually decreased by Aging, but in this study was increased in the all group, except control group. It showed increase of BMD for calcium supplementation and/or exercise. Overall results indicate that calcium supplementation and/or exercise increased BMD of middle-aged women, but long-term calcium supplementation and exercise will be able to more effect. (*Korean J Nutrition* 35(9) : 962~969, 2002)

KEY WORDS: calcium supplementation, exercise, bone mineral density (BMD), middle-aged women, body mass index (BMI).

서론

현대 의학의 발전과 영양상태의 호전으로 인간의 수명이 연장됨에 따라 연령 증가에 따른 질환의 치료와 예방은 더욱 많은 관심의 초점이 되고 있다.

우리나라의 경우 65세 이상의 노인 인구가 99년 5%이고, 2020년에는 12.5%로 약 2.5배가 증가될 것이고, 평균 수명도 현재의 71세에서 79세로 연장될 것¹⁾이라 한다. 그 중 골질환의 발생빈도도 연령이 증가되고 평균 수명이 늘어남에 비례하여 그 발생 빈도가 급격히 증가되고 있다. 뿐만 아니라 최근의 보고에 의하면 골질환의 하나인 골다공증은 그 발생빈도가 점차 늘어나고 있으며, 백인이나 동양인에게서 더 빈번하게 발생²⁾하므로 사회적 의학적으로 많은 관심

을 갖는 중요한 국민 보건 문제로 대두되고 있다.

성인에서 연령 증가에 따른 생리적인 골소실이 일어나며, 그 정도는 유전, 내분비, 환경 인자 등에 의해 결정된다. 즉, 유전적인 요인에는 성, 종족, 가족력, 비타민 D 수용체 대립 유전자가 해당되며, 내분비 인자에는 초경 지연, 조기 폐경 등이 해당된다. 이외 환경인자³⁾로는 칼슘 섭취 부족, 운동부족, 과음, 흡연, 조기 폐경, 고단백식, 고염식, 카페인 과다 섭취 등이 관련되는 것으로 알려지고 있다. 위에서 언급한 바와 같이 골 질량에 영향을 주는 요인으로는 유전적 요소와 운동과 영양을 포함하며, 영양섭취 상태가 좋은 서구 사회에서는 유전적 요인이 골질량에 영향을 미치는 중요 인자이지만 서구 사회보다 영양상태가 떨어져 있는 동양에서는 Ca섭취상태와 같은 환경적 요인⁴⁾이 골질량에 훨씬 중요하다 고 한다.

골절의 위험은 남성보다 여성의 경우 더욱 심각하여 50세 이후 골절이 발생할 위험률은 남성에서 13%, 여성에서 40% 가량 된다⁵⁾고 한다. 중년 여성 중에서도 특히, 폐경한 여성의 경우 칼슘섭취의 증가는 골손실 및 골절위험을

접수일: 2002년 4월 22일

채택일: 2002년 10월 21일

*This study was supported by KISTEP.

[§]To whom correspondence should be addressed.

감소시키는 것으로 보고^{6,7)}되고 있는데 이는 폐경으로 인해 여성호르몬인 에스트로젠 (estrogen)이 급격히 감소하기 때문이다. 이런 경우 칼슘보충이 칼슘보충을 하지 않은 여성보다 골손실이 40%⁸⁾감소되고, 칼슘보충제의 섭취시 증후성 골절과 척추골절 발생율이 각각 70%,⁹⁾ 28%,¹⁰⁾ 감소한 것으로 나타났다. 또한, NIH¹¹⁾는 폐경후 여성에 있어서 호르몬 대체요법을 실시하는 경우에는 1일 1000 mg의 칼슘을, 호르몬 대체요법을 실시하지 않는 경우는 1일 1500 mg의 칼슘을 섭취할 것을 권장하였으며, 이는 현재 우리나라 폐경 후 여성에서의 칼슘 권장량인 700 mg보다 훨씬 많은 양이다.

일반적으로 운동은 혈중 HDL-cholesterol 농도를 높이거나^{12,13)} 혈중 중성지방이나 콜레스테롤을 낮추어 심장질환의 위험율을 낮춘다고 보고¹⁴⁾되었다. 운동의 효과¹⁵⁾로써 유산소 운동능력의 증가,¹⁶⁻¹⁸⁾ 부하의 정도가 골밀도와 관련이 있는 것으로 알려져 있으며, 골밀도나 최대 골 질량에 대한 운동의 영향은 운동종목이나 강도에 따라 다양하게 나타나고, 신체의 골 위치에 따라 특이성을 보여 주므로 주로 부하를 받거나¹⁹⁻²²⁾ 사용하는 부위의 골밀도와 골량에 영향을 주게 된다.

또한, 골 건강을 위해서는 영양섭취의 중요성이 잘 알려져 있다. 젊은 성인을 대상으로 골밀도에 영향을 미치는 식이 요인을 조사 분석한 연구²³⁻²⁵⁾에 의하면 칼슘, 인, 비타민 D, 단백질이 골밀도에 영향을 미치는 것으로 조사되었으며, 칼슘이 골다공증 뿐만 아니라 고혈압, 고지혈증, 당뇨 및 대장암 등의 발병위험을 감소시키는 효과적인 요인²⁶⁾으로 보고되면서 이의 예방 및 치료를 위한 칼슘보충이 권장되고 있다.

그러므로 본 연구에서는 중년여성의 경우 Ca 보충과 운동이 골밀도에 얼마나 영향을 주는지 연구해 보고자 한다.

연구방법

1. 연구 대상자 선정 및 연구 진행 방법

서울 시내에 거주하는 40대 이후의 여성으로 건강하며, 본 연구에 참여를 동의한 45명을 대상으로 하여 6개월 동안 실시하였으며, 대상자를 대조군 (9명), 운동군 (10명), 칼슘제를 보충한 군 (12명), 칼슘제 공급과 운동을 병행한군 (14명)으로 나누었다. 칼슘제는 (주)그린 네츄럴 (Green natural)에서 공급하였으며, 1일 1000~1500 mg을 섭취할 것을 권장한 NIH¹¹⁾를 참고하여, 본 연구 대상자들의 1일 칼슘섭취량이 평균 439.16 mg이므로 1000~1500 mg을 섭취하기 위하여 350 mg을 2캡슐씩 (700 mg)을 공

급하였다. 대조군의 경우에는 칼슘 제제를 보충하는데서 오는 심리적인 요인과 칼슘 제제에 포함된 칼슘이외의 성분에서 오는 영향을 배제하기 위하여 칼슘을 제외한 기타의 성분을 동일하게 제조된 위약을 2캡슐씩 공급하였다. 또한, 운동은 1시간이내에 식욕을 자극하지 않고 골밀도 증진 효과를 줄 수 있는 운동 프로그램을 개발하여 약 20분간 워밍업을 하고 스트레칭으로 준비운동을 한 후, 레그익스텐션, 백익스텐션, 레그컬, 신업, 리스트컬, 리스트리버스컬의 순서로 6종목을 3세트 반복하여 1주일에 4회를 실시한 후 강도는 2개월 단위로 증가시켜 6개월 동안 실시하였다.

2. 설문조사 및 식이 섭취 조사

기초조사는 일반 사항, 건강 상태 및 골밀도에 영향을 주는 인자로 운동 여부와 생활 패턴 등을 알아보며 선행된 연구들의 기초 설문을 토대로 작성하였으며, 3개월 간격으로 조사하였다.

식이 섭취 실태조사는 24시간 회상 기록법을 이용하여 조사하였다. 대상자들에게 식품섭취 기록에 대한 사전교육을 식품모형과 사진으로 보는 목적량을 이용하였다. 또한, 식이 섭취량 조사는 훈련받은 학생이 대상자와 면담을 통하여 식사의 양과 종류 및 간식의 횟수와 종류에 대해 조사하였다. 이 자료는 한국영양학회와 에이펙 인텔리전스 (주)에서 공동 개발한 Computer Aided Nutritional Analysis Program (CAN-pro : 전문가용, 1997)을 이용하여 분석하였다.

3. 신체계측과 골밀도 측정

체위는 JENIX 신장, 체중, 비만도 자동측정기 (동산 제너스)를 이용하여 측정하였다.

골밀도는 한국체육과학연구원내의 국민체력센터에서 양에너지 방사선 골밀도측정법을 이용한 DEXA: Hologic QDR-4500을 이용하여 요추골 (Lumbar Spine: L2-L4)와 오른쪽 대퇴골경부 (Neck), 오른쪽 대퇴전자부 (Trochanter), 오른쪽 대퇴골 워드삼각부 (Ward's Triangle)의 골밀도를 측정하였다.

4. 혈액채취 및 보관

채혈 전날 오후 9시부터 다음 날 채혈 때까지 금식하도록 하고 대상자들의 상완 정맥에서 10 ml를 채혈하여 4℃, 3000 rpm에서 20분간 원심 분리하여 혈청을 분리한 후 eppendorf tube에 나누어 급속 냉동, 보관하였다.

5. 혈액의 임상학적 검사

냉동 보관해 두었던 혈청을 실험직전에 해동하여, Total Protein과 Albumine, Total Cholesterol, Triglyceride, serum calaium을 생화학 자동분석기 (SPOT CHEM

SP-4410 KDK Co. Japan)를 이용하여 측정하였다.

6. 골형성 지표 분석

Osteocalcine은 혈청 약 2 ml로 동위원소를 이용한 immunoradiometric assay (IRMA)kit를 사용하여 gamma counter (γ-counter)로 측정 분석하였다.

7. 조사자료의 통계분석

조사된 자료의 처리는 SPSS/PC + V10.0 Package Program을 이용하여 통계 처리하였다. 각 항목에 따라 평균±표준오차를 구하였으며, 4군간의 차이는 Analysis Of Variance (ANOVA)로 분석하였으며, 유의적인 차이가 있는 변수는 Tukey's test에 의해 유의성을 검증하였다. 또한, 골밀도의 경우 군내에서의 실험 전, 후의 비교는 T-test로 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 신체계측 사항

조사 대상자들의 신체 계측 사항은 Table 1과 같이 평균 연령은 45.89 ± 0.66세이고, 40~57세 범위에 있었다. BMI (kg/m²)는 본 연구의 각각의 군에서 평균 23.31 ± 0.63, 22.92 ± 0.51, 23.64 ± 0.61, 23.40 ± 0.37로 정상범위인 18.5~24.9에 속하였고, 성인여성 32~74세의 BMI가 24.4인 연구³⁰⁾에 비해 조금 낮은 것으로 나타났다.

2. 기초조사

본 연구에 참여한 대상자의 기초적인 환경을 설문을 통하여 조사한 내용은 Table 2와 같다. 운동여부는 조사대상자들의 약 44.5%가 규칙적으로 운동하는 것으로 조사되었으며, 흡연자는 4.4% (2명)로 거의 없었다. 음주여부는 35.5%이지만 대상자들의 음주량과 횟수가 1주일에 1~2회 정도,

소주 1~2잔이거나 맥주 500 cc정도로 적은 양이며, 불규칙적으로 섭취하는 것으로 나타났으며, 이는 한국여성들의 기호도 조사^{41,63,71)}에서도 같은 결과를 나타내었다. 폐경한 여성의 경우는 26.6% (12명)이며, 대조군이 4.4%, 운동군이 2.2%, 칼슘 보충군이 13.3%, 칼슘보충과 운동을 병행한 군이 6.6%로 조사되었다. 또한, 기호도 조사에서 커피를 마시는 대상자들이 71.1%로 가장 많았으며, 주스나 우유, 탄산음료를 마시는 순서로 조사되었다. 칼슘제를 복용하는 대상자는 6.6% (3명)로 낮았으며, 이들의 골밀도가 대상자의 평균범위에 있으므로 제외시키지 않았고, 실험을 시작한 후에는 본 연구에서 제공하는 칼슘제로 대체하였다. 일광욕을 가끔하는 대상자들이 86.6%이며, 규칙적으로 일광욕을 하는 대상자는 13.4%로 낮게 조사되었다.

3. 조사대상자의 식사섭취 실태 조사

본 연구 결과 대상자들의 식사섭취 실태는 Table 3에서와 같이 모든 영양소에서 영양 권장량 보다 낮았으며, 열량의 경우 평균 1332.28 kcal를 섭취하므로 영양권장량인 1900~2000 kcal의 60%정도이며, 1200 kcal 보다 낮게

Table 2. Health-related characteristics of subjects

Variables	
Age (years)	45.63 ± 0.76 ¹⁾
Exercise (%)	44.5
Smoking (%)	4.4
Alcohol drinking (%)	35.5
Postmenopausal women (%)	26.6
Use of Ca supplementation (%)	6.6
Preference of caffeine drink (%)	71.1
Spending times of outdoors in week	
- hardly (%)	13.4
- often (%)	86.6

1) Mean ± Standard error

Table 1. Age and anthropometric measurements of subject

Variable	G1 ²⁾ (n = 9)			G2 (n = 10)			G3 (n = 12)			G4 (n = 14)		
	1st ³⁾	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
Age (years)		45.22 ± 1.52 ⁴⁾			44.60 ± 1.26			48.83 ± 1.41			44.71 ± 0.91	
Weight (kg)	59.53 ± 3.02	57.95 ± 2.52	54.20 ± 1.98	56.12 ± 2.64	55.70 ± 3.25	57.11 ± 3.15	58.24 ± 2.07	59.04 ± 2.23	55.29 ± 1.61	57.67 ± 1.21	57.13 ± 1.43	59.61 ± 2.03
Height (cm)	158.67 ± 1.14	157.70 ± 1.17	157.12 ± 1.41	156.55 ± 6.24	155.15 ± 2.09	157.76 ± 1.14	156.06 ± 1.13	156.26 ± 1.38	157.64 ± 1.16	157.53 ± 1.20	157.01 ± 1.43	157.64 ± 1.52
BMI ¹⁾ (kg/m ²)	24.02 ± 1.10	23.33 ± 1.05	22.00 ± 1.03	22.83 ± 0.80	23.06 ± 0.99	22.88 ± 1.05	24.04 ± 1.08	24.27 ± 1.17	22.25 ± 0.64	23.24 ± 0.65	23.13 ± 0.62	23.96 ± 0.65

1) Body Mass Index

2) G1=Control group, G2 = Exercise group, G3 = Calcium supplementation group, G4 = Exercise + Calcium supplementation group.

3) 1st=Before, 2nd = After 3months, 3rd = After 6months

4) Mean ± Standard error

Table 3. Mean daily energy and nutrients intakes of subject

Variable	G1 ¹⁾ (n = 9)			G2 (n = 10)			G3 (n = 12)			G4 (n = 14)			RDA ⁴⁾
	1st ²⁾	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	
Energy (kcal)	1030.13 ± 96.7 ³⁾	1304.28 ± 199.0	1202.10 ± 259.3	1538.31 ± 158.3	1378.96 ± 90.8	1488.70 ± 227.5	1257.51 ± 144.6	1447.37 ± 89.4	1404.26 ± 131.4	1216.19 ± 124.9	1347.71 ± 72.9	1318.44 ± 76.0	1900 - 2000
Protein (g)	35.48 ± 4.40	49.36 ± 8.05	47.17 ± 10.59	56.38 ± 9.71	54.92 ± 5.49	60.20 ± 5.01	48.82 ± 5.96	57.89 ± 4.51	56.45 ± 5.25	46.30 ± 4.45	55.72 ± 3.00	52.35 ± 4.50	55
Fat (g)	24.53 ± 4.01	29.26 ± 5.78	28.87 ± 9.25	37.69 ± 6.84	40.87 ± 5.09	40.36 ± 3.85	30.09 ± 4.62	38.15 ± 3.57	33.98 ± 5.10	30.47 ± 5.12	36.85 ± 3.78	31.69 ± 3.24	
Carbo hydrate (g)	168.80 ± 14.44	211.58 ± 34.26	187.22 ± 34.69	244.44 ± 29.14	195.82 ± 14.77	251.96 ± 25.87	189.68 ± 25.41	221.31 ± 25.41	220.06 ± 19.82	191.18 ± 18.39	200.61 ± 11.33	206.93 ± 11.30	
Calcium (mg)	316.9 ± 62.3	465.5 ± 77.3	401.5 ± 59.3	365.6 ± 41.4	407.0 ± 37.0	454.0 ± 48.6	455.2 ± 72.5	511.4 (1211.4) ± 47.8	489.5 (1189.5) ± 58.4	319.1 ± 48.3	428.4 (1128.4) ± 30.7	406.3 (1106.3) ± 41.9	700
Phosphate (mg)	528.85 ± 61.3	827.50 ± 113.4	745.72 ± 136.0	810.76 ± 104.9	833.21 ± 64.7	888.70 ± 61.72	775.05 ± 96.8	936.60 ± 58.0	920.06 ± 58.2	650.17 ± 54.0	841.11 ± 41.5	755.78 ± 56.1	700
Iron (mg)	6.15 ± 0.66	10.41 ± 2.34	9.27 ± 2.29	9.51 ± 1.59	8.69 ± 0.70	10.18 ± 1.14	7.81 ± 0.85	9.43 ± 0.60	9.12 ± 0.71	6.81 ± 0.68	9.27 ± 0.46	8.12 ± 0.82	12 - 16

1) G1 = Control group, G2 = Exercise group, G3 = Calcium supplementation group, G4 = Exercise + Calcium supplementation group.

2) 1st = Before, 2nd = After 3months, 3rd = After 6months

3) Mean ± Standard error

4) RDA = recommended dietary allowance

(): Added Calcium supplementation (700 mg/person)

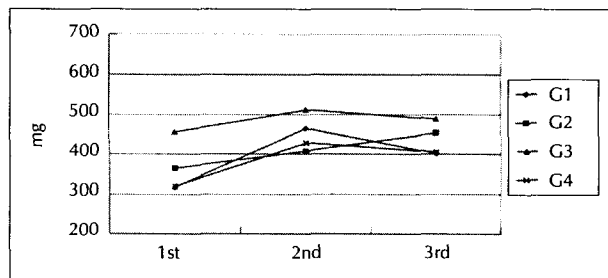


Fig. 1. Calcium intake of subjects.

섭취하는 군도 있었다. 이는 체중 감량시에 1200 kcal보다 낮은 영양섭취가 바람직하지 못하다는 연구에서 영양소의 균형된 섭취를 할 수 없기 때문에 균형된 영양 섭취가 어렵다고 사료된다. 특히, 칼슘섭취는 116.7~913.10 mg의 범위에 있으며, Fig. 1에서 보는 것과 같이 평균 439.16 mg을 섭취하는 것이며, 이것은 한국인 1일 영양권장량³²⁾에서 권장하는 칼슘 권장량인 700 mg의 62.8%를 섭취하는 것이고, 세계 보건기구에서 조사한 미국의 1일 칼슘 권장량인 1000 mg에 대해서는 43.9%이다. 이 결과 본 연구대상자의 칼슘섭취는 영양권장량 보다 낮게 섭취하는 것으로 나타났으며, 이는 Kim³³⁾, Park³⁴⁾의 연구에서와 같이 권장량 보다 낮게 섭취하는 양상을 보여 주고 있다.

4. 혈액의 임상학적 검사

본 연구 대상자들의 혈액분석은 Table 4에서와 같이

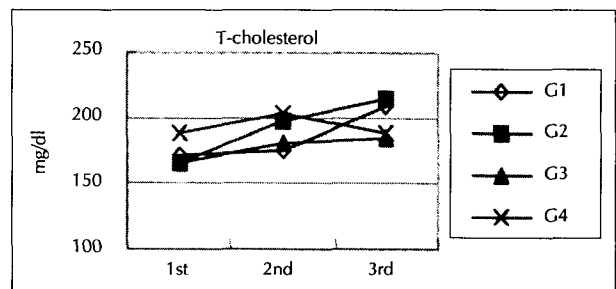


Fig. 2. Serum Total cholesterol of subjects.

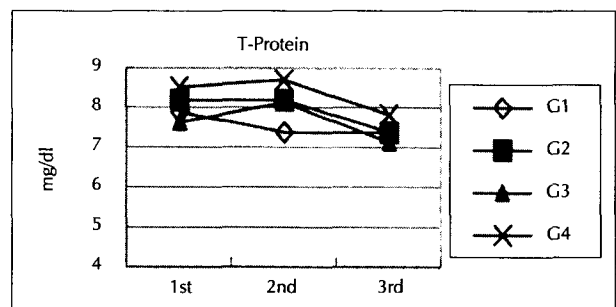


Fig. 3. Serum total protein of subjects.

Serum Albumin, Triglycerides는 증가하는 경향을 보였지만 정상범위에 속하였다. 그러나, Total-cholesterol (Fig. 2)의 경우에는 모든 군에서 실험시작전과 비교했을 때 유의적 (p < 0.001)으로 증가하였으며, 정상범위를 벗어났으므로 심혈관계질환의 위험을 나타낼 수 있으리라 생

Table 4. Serum level of subject

Variable	G1 ¹⁾ (n = 9)			G2 (n = 10)			G3 (n = 12)			G4 (n = 14)			Normal Value ⁴⁾
	1st ²⁾	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	
Al- bumin	4.27 ± 0.34 ³⁾	3.94 ± 0.31	4.48 ± 0.17	3.85 ± 0.48	4.27 ± 0.25	4.37 ± 0.14	4.06 ± 0.32	4.55 ± 0.18	4.22 ± 0.24	4.68 ± 0.16	4.76 ± 0.26	4.51 ± 0.16	3.5 -5.5
Cal- cium	8.10 ± 0.53	8.44 ± 0.47	9.50 ± 0.25	8.50 ± 0.26	9.26 ± 0.41	9.47 ± 0.14	7.79 ± 0.40	9.21 ± 0.20	9.10 ± 0.22	8.53 ± 0.14	9.52 ± 0.31	14.97 ± 5.20	8.5 -10.2
Total protein (g/dl)	7.95 ± 0.50	7.48 ± 0.61	7.48 ± 0.37	8.22 ± 0.15	8.23 ± 0.38	7.42 ± 0.18	7.63 ± 0.51*	8.10 ± 1.12*	7.15 ± 0.30	8.10 ± 0.33*	7.15 ± 0.30*	7.67 ± 0.23	6.0 -8.0
Total chole- sterol (mg/dl)	170.66 ± 10.27**	175.71 ± 38.96	208.40 ± 16.19**	166.57 ± 8.98**	197.50 ± 15.82	215.25 ± 11.67**	165.80 ± 15.81**	181.18 ± 10.96	183.75 ± 13.27**	187.27 ± 8.12**	202.07 ± 9.47**	187.71 ± 20.06	130-200
Trigly- cerides (mg/dl)	93.11 ± 7.11	98.28 ± 11.78	100.60 ± 12.24	127.71 ± 21.47	108.55 ± 19.85	129.87 ± 29.48	121.30 ± 26.57	120.63 ± 18.47	115.75 ± 25.54	87.18 ± 6.19	90.71 ± 9.05	134.45 ± 12.26	10 -160

1) G1 = Control group, G2 = Exercise group, G3 = Calcium supplementation group, G4 = Exercise+Calcium supplementation group
 2) 1st = Before, 2nd = After 3months, 3rd = After 6months
 3) Mean ± Standard error
 4) Normal Value = Standard of Korea
 *: Significance of p < 0.05, **: Significance of p < 0.005

Table 5. Serum osteocalcine levels of subject

Variable	G1 ¹⁾ (n = 9)			G2 (n = 10)			G3 (n = 12)			G4 (n = 14)			N.V
	1st ²⁾	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	
Osteo- calcine	4.80 ± 1.15 ³⁾	9.32 ± 1.00	8.20 ± 1.53	3.84 ± 0.85	8.43 ± 1.33	8.28 ± 2.61	7.30 ± 1.89*	13.66 ± 2.39	14.77 ± 2.14*	5.10 ± 0.91	7.03 ± 0.97	13.13 ± 5.04	5-25

1) G1 = Control group, G2 = Exercise group, G3 = Calcium supplementation group, G4 = Exercise+Calcium supplementation group.
 2) 1st = Before, 2nd = After 3months, 3rd = After 6months
 3) Mean ± Standard error
 *: Significance of p < 0.05

각된다. 또한, 운동이 혈중 중성지질 (T.G)나 콜레스테롤 (cholesterol)을 낮춘다고 보고되어 있으나, 본 연구에서는 칼슘제를 운동과 병행했을 경우에만 혈중 콜레스테롤의 수치가 낮아졌다. Total-Protein (Fig. 3)은 모든군에서 유동적인 경향을 나타냈으나, 칼슘 보충군에서 유의적으로 증가 (p < 0.05)함을 나타내었다가 감소하였는데 이는 골을 형성할 때 단백질을 이용함으로 인해 혈액 중의 단백질이 일시적으로 증가했을 것이라고 생각된다.

5. 골형성 지표 분석

골형성 지표인 Osteocalcine은 조골세포에서 비타민 K에 의해 형성되는 가장 많은 non-collagenous protein이며, 그 기능은 칼슘과 결합하여 뼈의 결정을 형성하므로 골량과 골질에 관여한다. 칼슘섭취가 증가하면 Osteocalcine이 증가하고, 따라서, 골량도 증가하게 된다. 본 연구에서는 Fig. 4에서와 같이 모든 군에서 골형성 지표인 Osteocalcine이 증가하는 경향을 보여주었다. 특히, 칼슘보충군에서

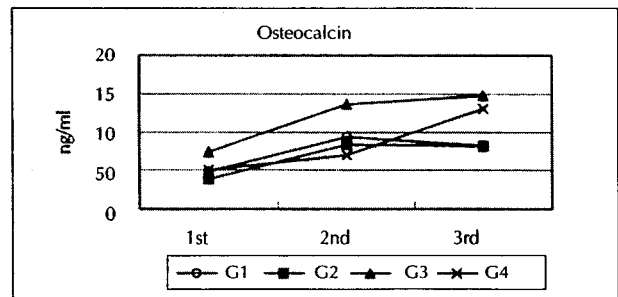


Fig. 4. Serum osteocalcine levels of subject.

뚜렷하게 증가하는 경향을 보였으므로, 연구기간이 짧고 연구대상자의 수가 제한되어 있다는 것을 고려하여 Table 5의 결과를 처음과 6개월 후로 T-test하여 본 결과 칼슘보충군에서 Osteocalcine이 유의적으로 증가함 (p < 0.05)을 보여주었다. 또한, 칼슘보충과 운동을 병행한 군에서도 증가하는 경향을 보였지만 유의적이지는 않았다. 그러므로, 칼슘을 보충했을 때에 골 형성지표인 Osteocalcine이 증가

Table 6. BMD (Bone mineral density) of subjects

Variable	G1 ¹⁾ (n = 9)		G2 (n = 10)		G3 (n = 12)		G4 (n = 14)	
	Pre ²⁾	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
L2-L4	0.99 ³⁾ ± 0.05 ⁴⁾	1.00 ± 0.08	0.99 ± 0.04	1.02 ± 0.04	0.94 ± 0.04	1.03 ± 0.05	1.03 ± 0.03	1.04 ± 0.03
Neck	0.86 ± 0.04	0.77 ± 0.04	0.84 ± 0.02	0.83 ± 0.02	0.79 ± 0.02	0.80 ± 0.04	0.85 ± 0.02	0.86 ± 0.02
Trochanter	0.68 ± 0.04	0.62 ± 0.04	0.65 ± 0.03	0.67 ± 0.06	0.64 ± 0.02	0.66 ± 0.03	0.68 ± 0.02	0.69 ± 0.02
Ward's tri	0.72 ± 0.05*	0.58 ± 0.02*	0.69 ± 0.03	0.71 ± 0.04	0.63 ± 0.03	0.64 ± 0.05	0.73 ± 0.02	0.72 ± 0.02

1) G1 = Control group, G2 = Exercise group, G3 = Calcium supplementation group, G4 = Exercise + Calcium supplementation group.

2) Pretest = Before, Posttest = After 6months

3) unit = g/cm²

4) Mean ± Standard error

*: Significance of p < 0.05

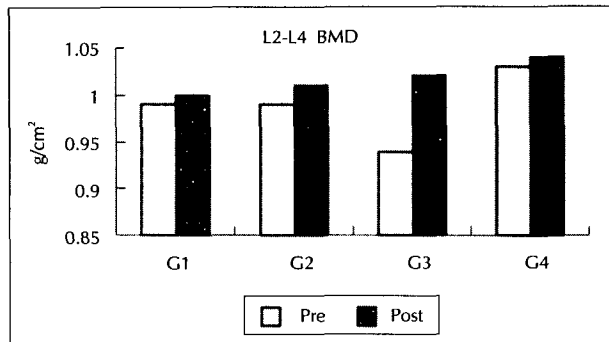


Fig. 5. Lumbar spine (L2-L4) of BMD.

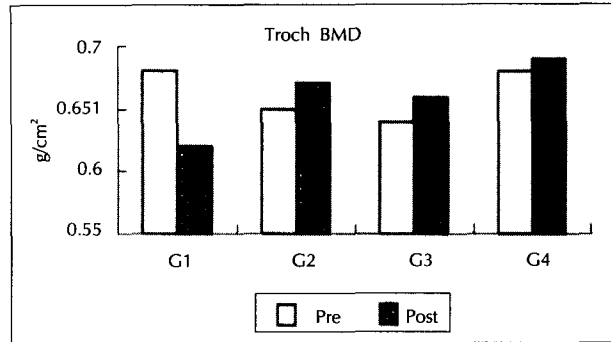


Fig. 7. Trochanter of BMD.

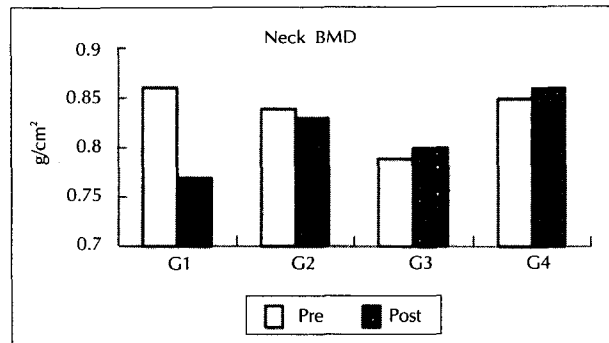


Fig. 6. Neck of BMD.

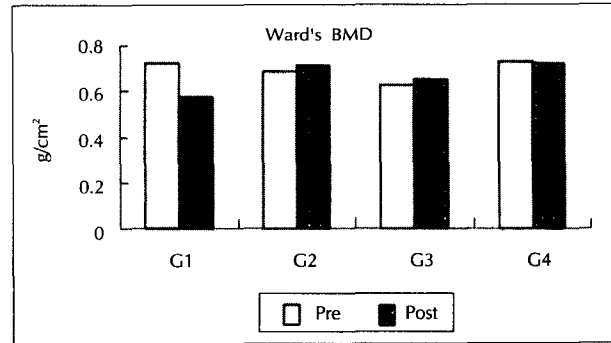


Fig. 8. Ward's triangle of BMD.

하는 것을 볼 수 있었다.

6. 대상자의 골밀도 측정

일반적으로 초경기부터 25~35세까지는 새로운 골형성이 지속적으로 이루어져 골질량이 10~15%증가하는 반면 35~40세 이후부터는 파골세포의 활성이 커져서 골손실이 일어난다.³⁷⁾ 즉, 약 40세 이후부터는 노화와 더불어 골격의 손실이 진전되며 나이가 증가함에 따라 10년에 3~5%의 비율로 감소³⁸⁾한다. 용³⁹⁾등의 한국인 성인 남녀의 골밀도 연구에서도 같은 결과를 나타냈고, 손³⁹⁾등의 연구에서는 요추의 경우 7.3%, 대퇴경부의 경우 6.0%, 워드 삼각부에서는 11.3%의 골밀도가 감소되었다. 그러나, 본 연구에서는

Table 6에서와 같이 요추골 (L2-L4)의 경우에 모든 군에서 골밀도가 증가하는 경향을 나타내었으며, 오른쪽대퇴골 경부 (Neck)와 오른쪽 대퇴골 워드삼각부 (Ward's Triangle)에서는 칼슘보충군과 칼슘보충과 운동을 병행한 군에서 골밀도가 증가하는 경향을 나타냈다. 그러나, 대조군의 경우에는 요추골을 제외하고 모든 부위에서 감소하는 경향을 보여 주었으며, 각각의 부위별 골밀도 그래프는 Fig. 5, 6, 7, 8에 첨부하였다. 그러므로, 본 연구의 연구기간이 짧았다는 것을 고려하여 각각의 군을 처음과 6개월후의 결과로 T-test를 해 본 결과 대조군의 경우 부위별 골밀도에서 오른쪽 대퇴골 워드 삼각부 (Ward's Triangle)의 골밀도가 유의적으로 감소 (p < 0.05)함을 보여 주었다. 이것은

칼슘섭취가 낮을 때에 골밀도가 감소한다는 결과와 같은 양상을 보여주는 것이며, 칼슘섭취가 낮을 때에 유전적인 요인 보다 환경적인 요인⁴⁾이 골질량에 훨씬 영향을 주는 것이라고 생각된다. 또한, 젊을 때에 칼슘을 충분히 보충하여 주고, 음식으로도 칼슘을 많이 섭취하는 것이 나이가 들거나, 여성의 경우 폐경으로 인해 급격하게 골밀도가 감소하는 것을 막을 수 있으며, 골밀도의 수준을 유지 할 수 있는 것이라고 생각한다.

요약 및 결론

본 연구는 40대 이후의 중년여성 (40~57세) 45명을 대상으로 칼슘제 보충과 운동이 골밀도에 미치는 영향을 조사하기 위해 골밀도를 측정하였으며, 일반사항, 식이조사, 혈액분석의 변화를 3개월 간격으로 조사하였다.

1) 대상자의 연령은 평균 45.89 ± 0.66 세이고, BMI (kg/m^2)는 각각 대조군 ($n=9$)이 23.31 ± 0.63 , 운동군 ($n=10$)이 22.92 ± 0.51 , 칼슘보충군 ($n=12$)이 23.64 ± 0.61 , 칼슘과 운동을 병행한군 ($n=14$)이 23.40 ± 0.37 로 모두 정상범위에 속하였다.

2) 대상자의 기초적인 환경을 설문을 통해 조사하였을 때 규칙적으로 운동하는 대상자는 약 44.5%이었으며, 흡연자는 4.4% (2명)으로 거의 없었다. 음주여부에서는 음주를 한다고 대답한 대상자는 35.5%이었으나, 음주량이 적고, 음주횟수가 불규칙하였다. 폐경한 여성의 경우는 26.6% (12명)이며, 대조군이 4.4%, 운동군이 2.2%, 칼슘 보충군이 13.3%, 칼슘보충과 운동을 병행한군이 6.6%로 조사되었다. 또한, 칼슘제를 복용하는 대상자는 6.6% (3명)이었으나, 이들의 골밀도가 평균범위에 있었으므로 제외시키지 않았고, 실험을 시작한 후 본 연구에서 제공하는 칼슘제로 대체하였다.

3) 대상자의 식이조사 결과 한국인 1일 영양 권장량에서 권장하는 권장량보다 전체적으로 낮은 섭취율을 보여주었으며, 열량의 경우 평균 1332.28 kcal를 섭취하므로 영양권장량인 1900~2000 kcal의 60%정도이다. 특히, 칼슘의 경우 권장량인 700 mg의 62.8%인 평균 439.16 mg로 상당히 낮은 수준이었다.

4) 본 연구 결과 혈액성분들은 정상범위에 속하였으나, 혈중 콜레스테롤의 경우 기간이 지남에 따라 유의적으로 증가하였으며, 단백질의 경우에는 칼슘제를 보충한 군에서 일시적으로 유의적인 증가를 보였으나 6개월 후에는 정상범위내에 있었다.

5) 골형성 지표인 Osteocalcin은 칼슘섭취군에서 뚜렷

하게 증가하는 경향을 나타내었다.

6) 본 연구 대상자들의 골밀도에서 요추골 (L2-L4)의 골밀도는 모든 군에서 골밀도가 증가하는 경향을 나타내었으며, 오른쪽 대퇴골 경부 (Neck)와 오른쪽 대퇴골 위드 삼각부 (Ward's Triangle)에서는 칼슘보충군과 칼슘보충과 운동을 병행한 군에서 골밀도가 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나, 대조군의 경우에는 요추골을 제외한 모든 부위에서 감소하는 경향을 보여 주었으므로 대조군을 실험전과 후를 비교한 결과 오른쪽 대퇴골 위드 삼각부 (Ward's Triangle)에서 유의적으로 감소하였다.

이상의 결과로 보아 본 연구 대상자들의 영양상태가 낮았으므로 영양의 불균형을 초래할 수 있을 것으로 우려되며, 칼슘보충이나 운동이 중년 여성의 경우 골밀도 증가에 영향을 주고, 대상자들의 칼슘섭취가 낮았으므로 칼슘의 보충섭취로 인하여 골질량에 큰 영향을 주리라고 생각된다. 그러므로, 중년여성들의 골밀도 감소를 방지하기 위해 칼슘을 충분히 섭취하도록 장려하고, 보충해 주어야 할 것으로 생각된다.

Literature cited

- 1) Korea National Statistical Office, 1999.
- 2) ORBD-NRC. Asian American Women and Osteoporosis. Office of Minority Health resource Center, 1998
- 3) Smith DM, Nance WE, Kang KW, Christian JC, Johnson CC. Genetic factors in determining bone mass. *J Clin Invest* 52: 2800-2808, 1973
- 4) Stewart F Osteoporosis, Hudson TW, Reinhart MA, Rose SD, Stewart JK. *Clinical preventive Medicine, Little, Brown and Company, pp.518-533, 1988*
- 5) Melton III LJ, Chrischilles EA, Cooper C, et al. Perspective. How many women have osteoporosis? *J Bone Mineral Res* 7(9): 1005-1010, 1992
- 6) Dawson-Hughes B. Osteoporosis treatment and the calcium requirement. *Am J Clin Nutr* 67: 5-6, 1998
- 7) Cumming RG, Nevitt MC. Calcium for prevention of osteoporotic fractures in postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 12: 1321-1329, 1997
- 8) Cumming RG. Calcium intake and bone mass: a quantitative review of the evidence. *Calcif Tissue Int* 47: 194-201, 1990
- 9) Reid IR, Ames RW, Evans MC, Gamble GD, Sharpe SJ. Long-term effects of calcium supplementation on bone loss and fractures in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Am J Med* 98: 331-335, 1995
- 10) Recker R, Hinders S, Davies KM, Heaney RP, Stegman MR, Lappe JM, Kimmel DB. Correcting calcium nutritional deficiency prevents spine fractures in elderly women. *J Bone Miner Res* 11: 1961-1966, 1996
- 11) NIH Consensus Statement. Optimal calcium intake. *J Am Med Asso* 272: 1942-1948, 1994
- 12) Ander MM, Castilli WP. Elevated high-density lipoprotein lev-

- els in marathon runners. *JAMA* 243: 534-536, 1980
- 13) Suter E and Marti B. Little effect of long-term, self-monitored exercise on serum lipid levels in middle-aged women. *J Sports Med and Physical Fitness* 32: 400-411, 1992
 - 14) Sutherland WHF, Woodhouse SP. Physical activity and plasma lipoprotein lipid concentrations in men. *Atherosclerosis* 37: 285-292, 1980
 - 15) Savage MP, Petratis MM, Thomson WH, Berg K, Smith JL, Sady SP. Exercise training effects on serum lipids of prepubescent boys and adult men. *Medicine and Science in sports and Exercise* 18(2): 197-204, 1983
 - 16) Davicco MJ, Gaumet-Meunier N, Lebeque P, Coxam V, Barlet JP. Endurance training and bone metabolism in middle-aged rats. *Mechan Ageing Develop* 109: 83-96, 1999
 - 17) Iwamoto J, Yeh JK, Aloia JF. Differential effect of treadmill exercise on three cancellous bone sites in the young growing rat. *Bone* 24(3): 163-169, 1999
 - 18) Wolman R Paulman L, Clark P, Hesp R, Haaries M. Different training patterns and bone mineral density of the femoral shaft in elite, female athletes. *Ann Rheumatic Dis* 50: 487-489, 1991
 - 19) Hamdy B, Anderson J, Whalen K, Harvill L. Regional differences in bone density of young men involved in different exercises. *Med Sci Sports Exerc* 26: 884-893, 1994
 - 20) Karlsson MK, Jonnell C, Obrant KJ. Bone mineral density in weight lifters. *Calcif Tissue*
 - 21) Snow-Harter C, Bouxsein ML, Lewis BT, Carter DR, Marcus R. Effects of resistance and endurance exercise on bone mineral density of postmenopausal women: a randomized exercise intervention trial. *J Bone Miner Res* 7: 761-769, 1992
 - 22) Layne JE, Nelson ME. The effects of progressive resistance training on bone density: a review. *Med Sci Sports Exerc* 31(1): 25-30, 1999
 - 23) Frhily AM, Coles RJ, Evans WD, Elwood PC. Factors affecting bone density in young adults. *Am J Clin Nutr* 56: 579-586, 1992
 - 24) Metz JA, Anderson JJB, Gallagher PN. Intake of calcium, phosphorus, and protein, and physical activity level are related to radial bone mass in young adult women. *Am J Clin Nutr* 58: 537-542, 1993
 - 25) Kardinaal AFM, Hoomeman G, Vaananen K, Charels P, Ando S, Maggiolini M, Charzewska J, Rotily M, Delorane A, Heikinen J, Juvin R, Schaafsma G. Determinants of bone mass and bone geometry in adolescent and young adult women. *Calcif Tissue Int* 66: 81-89, 2000
 - 26) Storny ML, Greger JL, Kiratli BJ, Smith EL. Urinary calcium and magnesium excretion by women in response to short-term calcium supplementation. *Nutr Res* 8: 617-624, 1988
 - 27) Coe FL, Parks JH. Recurrent renal calculi. Causes and prevention. *Hosp Prac* 30: 21(3A): 49-57, 1986
 - 28) Levenson DI, Bockman RS. A review of calcium preparations. *Nutr Rev* 52: 221-232, 1994
 - 29) Denke MA, Fow 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
 - 30) Park YS, Kim HK, Park KS, Kim SY, Park YB, Cho BY, Lee HK, Koh CS, Min HK, Kim JQ, Kim YI, Shin YS, Park HY. Community-based epidemiologic study on serum lipid profiles and their interaction with other atherosclerotic cardiovascular risk factors in Yonchon Country. *Kor J Lipidology* 3(2): 191-203, 1993
 - 31) Buritis G, Davis J, Martin S. Applied Nutrition and diet therapy W. B. Saunders Company. Philadelphia, 1988
 - 32) Recommended Dietary Allowances for Koreans, 7Th revision. The Korean Nutriyion Society, Seoul, 2000
 - 33) Kim KR, Kim Kh, Lee EK, Lee SS. A study on the Factors Affecting Bone Mineral Censity in Adult Women. *Korean J Nutr* 33(3): 241-249, 2000
 - 34) Park HR. Current Nutritional Status by Different Age Group. *Korean J community Nutrition* 1(2): 301-322, 1996
 - 35) Choi MJ. Effects of Exercise and Calcium Intake on Pressure and Blood Lipids in Premenopausal Women. *Korean J Nutr* 34(1): 62-68, 2001
 - 36) Son HY. Symposium: Treatment of Osteoporosis pp.1-10, 1996
 - 37) Gordon W. The effects of diet and life stlye on bone mass in women. *J Am Diet Asso* 88: 17-25, 1988
 - 38) Yong SJ, Lim SK, Hur KB, Park BM, Kim NH. Bone mineral density of Korean adult men and women. *Korean J Med* 31: 1350-1358, 1998
 - 39) Son SM, Lee YN. Bone Density of the Middle Aged Women Residing in Urban Area and the Related Factors. *Korean J Community Nutrition* 3(3): 380-388, 1998