

액상칼슘 섭취가 중년여성의 골밀도에 미치는 영향

정용진¹ · 김주남² · 서지형^{2*} · 김경은³

¹계명대학교 식품가공학과
²영남이공대학 식음료조리계열
³(주)계명푸드텍스

Effects of Liquefied Calcium Supplement on Bone Mineral Density in Middle-Aged Women

Yong-Jin Jeong¹, Ju-Nam Kim², Ji-Hyung Seo^{2*} and Gyung-Eun Kim³

¹Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

²Div. of Food, Beverage & Culinary Arts, Yeungnam College of Science & Technology, Daegu 705-703, Korea

³Keimyung Foodex Co., Daegu 704-701, Korea

Abstract

Effects of liquefied calcium supplement on bone mineral density (BMD) and bone health index (osteocalcin, deoxypyridinoline) were investigated in 12 middle aged women. Middle aged women were arranged into 3 groups such as control, Ca500 and Ca750 by liquefied calcium supplement level. BMD was measured at the spine (vertebrae L2-L4). After 6 month, BMD of control group dropped but that of Ca750 were increased from 0.850 to 0.865. The increase in serum calcium and osteocalcin level, and the decrease in urine deoxypyridinoline level were observed in by calcium supplement groups. The bone health index of serum was changed as much as level of calcium supplement. The serum osteocalcin level of Ca750 significantly increased to 7.93 ng/mL after 6 months of calcium supplement. Although we didn't get any significant difference in BMD, we found that the liquefied calcium had no side effect and led effective change in bone health index. Hereafter, we suppose that the liquefied calcium will be available to develop healthy products for preventing osteoporosis.

Key words: calcium supplement, liquefied calcium, bone mineral density (BMD), middle-aged women

서 론

칼슘은 인체 내에 가장 많이 분포되어 있는 무기질로서 성인 체중의 1.5~2%를 차지한다. 대부분의 체내 칼슘은 골격과 치아에 존재하며 1% 가량은 세포와 세포내외의 체액에 분포되어 신체의 생리조절 기능을 수행한다. 칼슘의 주된 저장고인 골격조직은 피질골(cortical bone)과 해면골(trabecular bone)로 구성되어 있으며, 골밀도는 20대 중후반에서 30대 초반에 최고치를 나타내었다가 연령이 증가함에 따라 골손실이 진행되어 점차 감소한다. 연령 이외에도 유전자, 호르몬, 활동량, 영양 등이 골손실에 영향을 미치며, 영양 요인으로는 칼슘결핍, 비타민 D와 K의 부족, 동물성 단백질이나 섬유질의 과다 섭취, 과음, 잦은 카페인 섭취 등이 보고되었다(1-3). 2001년 국민영양 조사보고서(4)에 의하면 우리나라 국민의 에너지, 칼슘, 철분, 비타민 A 및 리보플라빈의 섭취량이 영양권장량보다 낮았으며, 특히 칼슘은 국민 1인당 평균 섭취량이 1일 496.6 mg으로 영양권장량의 71% 수준에 불

과하여 일상 식생활에서 가장 결핍되기 쉬운 영양소로 지적되고 있다. 장기간의 칼슘 결핍은 뼈의 성장이나 뼈질환 뿐만 아니라 고혈압, 동맥경화, 고지혈증 등의 순환기계 질환에도 영향을 미치며(5), 특히 여성은 폐경을 맞이하면서 에스트로겐의 분비 감소로 급격한 골손실 및 골다공증 발생 위험률이 증가하여, 예방차원에서 칼슘 권장량의 상향조정에 대한 의견(2)도 있다.

최근에는 건강에 대한 관심이 높아지면서 여러 종류의 건강보조식품이 이용되고 있으며, 칼슘보조식품의 소비 또한 증가추세이다. 칼슘성분은 용해도가 매우 낮아 제품생산에 많은 제약이 있는 것으로 알려져 있으며, 칼슘보조제를 남용 및 오용할 경우에는 다른 무기질의 흡수방해, 위장장애, 변비, 결석증 등 부작용을 동반할 수 있어 제품선택에 주의가 요구된다(6,7). 관련 업계에서는 다양한 칼슘보조 제품을 출시하는 동시에, 천연소재에 대한 소비자의 선호도를 반영하여 한방재료의 이용 및 칼슘 흡수율 향상을 위한 기술 개발에 주력하고 있다. 이에 시판 제품의 수가 급격하게 증가되고

*Corresponding author. E-mail: seojh@ync.ac.kr
Phone: 82-53-650-9346, Fax: 82-53-625-6247

있으나, 각 제품의 특성에 대한 연구는 미진한 실정으로, 효과적인 칼슘보충을 위해서는 부가적인 연구가 있어야 하겠다.

본 연구는 액상칼슘을 첨가한 한방 칼슘제를 중년여성에게 일정기간 섭취시키고, 이들의 골밀도 및 골형성 지표의 변화에 대해 조사하여 칼슘제 선택을 위한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

연구대상자 선정 및 연구 진행 방법

본 연구는 대구·경북에 거주하는 50대 중년여성으로 건강하며 자발적으로 참여를 동의한 12명을 대상으로 2003년 4월~9월까지 6개월 동안 실시하였다. 대상자 그룹설정은 대조군, 칼슘보충군(Ca500 및 Ca750)으로 각 4명씩 구성하였으며, 칼슘제는 (주)계명푸텍스에서 제공받은 한방칼슘제(칼슘 함유량 250 mg/1 pack)를 공급하였다. 칼슘제 공급은 Ca500군은 1일 2 pack, Ca750군은 1일 3 pack으로 하였고, 대조군의 경우에는 심리적인 요인과 칼슘제에 포함된 한방성분에서 오는 영향을 배제하기 위해 액상칼슘 이외에 기타 성분을 동일하게 제조한 위약을 1일 2 pack씩 공급하였다. 또한 칼슘제 공급시 위장장애, 변비 등 이상 증세가 발생할 경우에는 섭취를 중단하도록 하였다.

식이섭취조사

식이섭취조사는 24시간 회상 기록법을 이용하여 조사 전날 24시간 동안 섭취한 모든 음식의 종류, 분량, 재료명을 조사하였으며, 대상자들에게는 1회 섭취량의 식품모형, 계량스푼, 사진자료 등을 제시하여 정확한 대답을 유도하였다. 각 조사 자료는 음식 및 식품의 눈대중량 자료(8)를 참고하여 무게로 환산하였고, 한국영양학회 부설 영양정보센터에서 개발한 영양평가 프로그램인 CAN pro(전문가용)를 이용하여 개인별 1일 섭취량 및 영양소 구성에 대해 분석하였다.

신체계측

훈련된 영양조사원들이 조사대상자의 신장과 체중을 측정하여 체질량지수(BMI, Body mass index, kg/m²)를 산출하였으며, 허리 둘레와 엉덩이 둘레를 줄자로 측정하여 WHR(Waist to Hip Ratio)을 구하였다. 체지방율은 체성분분석기(Inbody 3.0, Biospace Co., Korea)를 이용하여 측정하였다.

골밀도 측정

골밀도는 이중에너지 방사선 골밀도 측정기(Hogomic QDR-4500, USA)를 이용하여 요추골(lumbar spine: L2-L4)부위를 측정하였으며, 요추 골밀도는 제 2요추에서 제 4요추까지의 평균값으로 하였다.

생화학적 검사

혈청 칼슘은 공복상태에서 채혈한 혈청을 생화학 자동분석기(Hitachi747, Japan)를 이용하여 분석하였으며, 골형성

표지물질인 혈청 osteocalcin은 동위원소를 이용한 immuno-radiometric assay(OSCA kit, Brahms Co., Germany)를 사용하여 γ -counter로 측정 분석하였다(9). 골흡수 표지물질인 deoxypyridinoline은 Ppylinks-D kit(Metra Biosystemics Inc., America)를 사용하여 ELISA방법으로 소변중 deoxypyridinoline을 측정하고 소변중 creatinine으로 나누어 nmol/ mmol Cr으로 표시하였다(10).

조사자료의 통계분석

모든 조사 자료는 각 요인의 평균 및 표준편차를 구하였으며, 칼슘제 섭취에 따른 골밀도 및 임상적 영향은 ANOVA로 분석하였고 유의적인 차이가 있는 변수는 Duncan's test에 의해 유의성을 검증하였다. 또한 동일 설정군내에서 칼슘제 섭취전, 후의 비교는 paired t-test로 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

생활환경 및 신체계측사항

Table 1, 2는 칼슘제 섭취에 앞서 조사대상 그룹간에 골밀도와 연관성이 있는 환경요인이나 신체상태의 차이 유무를 조사한 결과이며, 조사 대상자들의 평균 연령은 53.58세로 51~57세 범위에 있었다. 각 조사군의 BMI는 대조군 24.53 ± 0.54, Ca500군 25.53 ± 0.75, Ca750군 24.60 ± 1.86이었고, 체지방율은 31.87~34.58%이었다. 신장 측정치를 제외한 신체계측 값은 Ca500군에서 조금 높았으나, 각 그룹간 유의적인 차이는 없었다. 평균체중 및 평균신장은 한국인 영양권장량(11)에서 제시된 여자 50~64세의 신장 157 cm, 체중 57 kg 보다 낮은 수치였으나, 50세 이상 장년기 여성에 대한 Kim(12)의 보고(신장 153.9 cm, 체중 58.3 kg, BMI 24.9)와 유사

Table 1. General characteristics of total subjects

Age (years)	51~57
Educational level	Higher than high school
Smoking	None
Exercise (%)	
No	16.7
Irregular	58.3
Regular	25.0
No history of medical supplement	
Menopausal state	Post-menopausal

Table 2. Age and anthropometric measurements of subjects

Variable	Subject group		
	Control	Ca500	Ca750
Age (years)	53.75 ± 2.06 ¹⁾	54.00 ± 2.16	53.00 ± 2.94
Weight (kg)	58.00 ± 3.88	61.73 ± 6.00	60.55 ± 2.68
Height (cm)	154.03 ± 3.78	155.23 ± 6.21	156.90 ± 2.80
BMI (kg/m ²)	24.53 ± 0.54	25.53 ± 0.75	24.60 ± 1.86
Body fat (%)	31.87 ± 4.06	34.58 ± 2.66	33.48 ± 3.20
Waist/Hip ratio	0.90 ± 0.016	0.93 ± 0.012	0.90 ± 0.031

¹⁾Mean ± standard deviation (n=4).

하였다. 대한비만학회의 분류에 따르면 대조군과 Ca750군은 BMI 23~25 사이의 과체중으로, Ca500군은 BMI 25 이상 비만으로 구분되었으나 유의적인 차이는 없었다.

영양섭취상태

Table 3에서 조사대상 group의 평균 열량 섭취량은 1684.83~1751.26 kcal였으며, 총열량 섭취량에 대한 탄수화물, 단백질, 지방의 열량섭취 백분율은 대조군이 62.3:18.5:19.2, Ca500군이 63.2:18.1:18.7, Ca750군이 65.6:16.5:17.9로, 한국인을 위한 권장비율인 65:15:20에서 크게 벗어나지 않았다. 50~64세 사이 여성에 대한 영양권장량(11)과 비교할 때 열량 섭취량은 권장량의 90% 내외인 반면 단백질 섭취량은 127~143% 수준이었다. 장기간의 고단백식은 칼슘 재흡수를 촉진하여 골밀도를 감소한다(13)고 하였으나, Koo 등(14) 및 Heaney와 Recker(15)에 따르면 1일 단백질 섭취량 90 g 이하인 경우에는 단백질 섭취량과 골밀도간에 양의 상관관계가 있는 것으로 보고되고 있다. 평균 칼슘 섭취량은 492.33~523.12 mg으로, 1일 권장량의 70~75% 수준에 불과하였으며, 1일 칼슘섭취량이 400 mg 이하인 대상자도 1명 포함되어 있었다. 이 같은 칼슘 섭취량은 2001년 국민영양조사(4)에서 보고된 50~64세 연령의 평균 섭취량 513.6 mg과 유사한 값이었으며, 칼슘/인의 비율은 0.54~0.56로, Oh 등(16)의 보고와 유사하였다. 인의 섭취 증가는 내인성 칼슘손실을 유발하는 것으로 보고(17)되고 있으나, 본 연구에서는

과다한 인 섭취로 인한 칼슘손실의 위험도는 확인되지 않았다.

골밀도의 변화

액상칼슘을 첨가한 한방칼슘제 섭취에 따른 골밀도 변화는 Table 4와 같다. 요추 부위의 골밀도 초기값은 0.850~0.917로 Ca750군에서 조금 낮았으나 그룹간 유의적인 차이는 없었다. 또한 각 그룹의 초기 T값은 -1 이하 -2.5 이상인 상태로 골감소(osteopenia)증상을 나타내었다. 칼슘제를 6개월간 섭취한 이후 Ca500군에서는 골밀도에 변화가 거의 없었으나 Ca750군은 골밀도 초기값 0.850에서 0.865로 증가하였다. 위약 형태의 칼슘제를 섭취한 대조군은 시간이 경과됨에 따라 골밀도와 T값 모두 감소하였다. 여성의 경우 일생동안 손실된 골격의 양은 해면골이 50%, 치밀골이 35%에 달하며(18), 요추골은 95% 가량 해면골로 이루어져 영양 및 호르몬의 영향을 대퇴골보다 더 많이 받는다(17). 칼슘섭취량은 골질량과 무관하다는 일부 의견(19)도 있으나, 요추 부위의 골밀도는 칼슘 섭취량과 유의한 양의 상관성을 나타내어 칼슘보충에 따른 골밀도 증가 및 감소 지연에 대해 보고되고 있다(2,20).

골형성 지표 및 골흡수 지표의 변화

Table 5에서 칼슘제를 6개월간 섭취한 이후, 모든 조사군의 혈청 칼슘과 혈청 osteocalcin 함량은 증가 경향을, 요중 deoxypyridinoline 함량은 감소 경향을 나타내었다. 이 같은

Table 3. Mean daily energy and nutrients intakes of subjects

Nutrients	Subject group		
	Control	Ca500	Ca750
Energy (kcal)	1684.83 ± 230.42 ¹⁾	1751.26 ± 289.30	1703.11 ± 152.88
Carbohydrate (g)	262.20 ± 94.94	276.61 ± 62.23	267.55 ± 41.89
Protein (g)	77.70 ± 13.92	79.23 ± 15.75	82.06 ± 18.31
Fat (g)	35.82 ± 5.01	35.37 ± 11.12	33.66 ± 2.80
Calcium (mg)	523.12 ± 57.41	505.39 ± 56.90	492.33 ± 125.12
Phosphorus (mg)	889.34 ± 94.02	870.50 ± 67.28	909.15 ± 85.7
Ca/P ratio	0.58	0.58	0.54
Iron (mg)	10.12 ± 3.41	11.24 ± 2.75	10.87 ± 2.12
Vitamin A (RE)	699.34 ± 85.18	692.48 ± 55.03	712.00 ± 63.01
Thiamin (mg)	1.32 ± 0.27	1.30 ± 0.30	1.31 ± 0.22
Riboflavin (mg)	1.02 ± 0.22	0.96 ± 0.16	1.19 ± 0.20
Niacin (mg)	13.80 ± 2.26	13.59 ± 4.81	14.02 ± 5.83
Vitamin C (mg)	82.90 ± 6.23	90.11 ± 10.27	85.96 ± 8.40

¹⁾Mean ± standard deviation (n=4).

Table 4. Changes in bone mineral density of subjects

Variables	Control		Ca500		Ca750	
	Before	After	Before	After	Before	After
Lumbar spine BMD (g/cm ²) ¹⁾	0.917 ± 0.030 ³⁾	0.905 ± 0.020	0.935 ± 0.083	0.934 ± 0.048	0.850 ± 0.113	0.865 ± 0.125
(L2-L4) T-Score ²⁾	-1.175 ± 0.287	-1.275 ± 0.150	-1.025 ± 0.750	-1.027 ± 0.47	-1.800 ± 1.061	-1.650 ± 1.130

¹⁾BMD: bone mineral density.

²⁾T-score = (subject's BMD - young adult BMD)/standard deviation of young adult BMD.

³⁾Mean ± standard deviation (n=4).

Table 5. Serum calcium & osteocalcin and urine deoxypyridinoline levels of subjects

Variables	Control		Ca500		Ca750	
	Before	After	Before	After	Before	After
Serum calcium (mg/dL)	8.28±1.29 ¹⁾	8.70±0.89	8.13±0.30	8.75±1.54	8.10±0.48	8.83±1.00
Serum osteocalcin (ng/mL)	5.68±2.53	6.92±3.59	5.15±1.58	7.20±3.12	5.50±2.27	7.93±1.49*
Urine deoxypyridinoline (nmol/mmol Cr)	7.80±3.96	6.72±1.24	8.12±1.81	5.07±2.05	8.48±3.97	5.40±1.75

¹⁾Mean±standard deviation (n=4).

*p<0.05.

칼슘제의 섭취 효과는 액상칼슘 첨가 수준이 높을수록 섭취 전후 차이가 뚜렷하였으나, Ca750군에서 혈청 osteocalcin 함량이 초기 5.50 ng/mL에서 7.93 ng/mL로 증가한 경우를 제외한 다른 변수에서는 유의적인 차이가 확인되지 않았다. 혈중 osteocalcin은 조골세포에서 생산되는 비교적성 단백질로서 골형성 관련 지표로 이용되며, 요중 deoxypyridinoline은 음식물에 의해 영향을 받지 않는 장점이 있어 골흡수를 잘 반영하는 것으로 알려져 있다(21). Park 등(10)에 따르면 요추 골밀도와 혈청 osteocalcin 사이에는 유의적인 상관관계가 있으며, Na 등(20)은 칼슘제 섭취에 따른 osteocalcin의 유의적인 증가에 대해 보고하였다. 이를 본 연구에서 나타난 osteocalcin의 증가 및 deoxypyridinoline의 감소 경향과 관련시켜 볼 때, 액상칼슘 섭취에 따른 골형성을 증가 및 골교체를 저하에 의한 골밀도 향상을 추측해 볼 수 있었으나, 조사 대상 인원을 확대시킨 추가 연구가 요망되었다. 한편 Table 5에서 위약을 복용한 대조군에서도 혈청 osteocalcin의 증가 및 요중 deoxypyridinoline의 감소를 나타내어, 한방성분에 생리적 효능이 존재할 것으로 추측되었다.

전반적인 연구 결과에서 액상칼슘을 첨가한 한방칼슘제의 섭취에 의한 유의적인 골밀도 증가는 확인되지 않았으나, 칼슘제 섭취에 따른 위장장애나 변비 등의 부작용이 없고 골형성 표지성분의 증가 및 골흡수 표지성분의 감소를 나타내어, 차후 계속적인 연구를 통해 골다공증 예방에 효과적인 건강식품의 개발 가능성을 기대해 볼 수 있었다.

요 약

액상칼슘을 첨가한 한방 칼슘제를 중년여성에게 칼슘제 섭취 수준에 따라 3개의 그룹(대조군, Ca500, Ca750)으로 구분하여 일정기간 섭취시키고, 이들의 골밀도 및 골형성 지표의 변화에 대해 조사하였다. 6개월 후 대조군의 골밀도가 감소한 반면, Ca750군의 요추 골밀도는 초기값 0.850에서 0.865로 증가하였다. 또한 혈청 칼슘과 혈청 osteocalcin의 증가 및 요중 deoxypyridinoline의 감소는 액상칼슘 첨가 수준이 높을수록 섭취 전후 차이가 뚜렷하였다. 특히 Ca750군에서는 혈청 osteocalcin 함량이 초기 5.50 ng/mL에서 칼슘제 섭취 후 7.93 ng/mL로 유의적인 증가를 나타내었다. 전반적인 연구 결과에서 액상칼슘 섭취에 의한 유의적인 골밀도 증가는 확인되지 않았으나, 칼슘제 섭취에 따른 위장장애나 변비

등의 부작용이 없고 골형성 표지성분의 증가 및 골흡수 표지성분의 감소를 나타내어, 장기적인 연구가 요망된다.

문 헌

1. Smith DM, Nance WE, Kang KW, Christian JC, Johnson CC. 1973. Genetic factors in determining bone mass. *J Clin Invest* 52: 2800-2808.
2. Oh JJ, Hong ES, Baik IK, Lee HS, Lim HS. 1996. Effects of dietary calcium protein and phosphorus intakes in bone mineral density in Korean premenopausal women. *Korean J Nutrition* 29: 59-69.
3. Yi KO, Lee YS. 2002. The differing effects of sports training and dietary habits on the menstrual cycle, body composition and bone mineral density, in elite Korean female athletes. *Korean J Physical Education* 41: 529-539.
4. Health Industry Development Division. 2002. Report on 2001 national health and nutrition survey - Nutrition survey (I). Ministry Health & Welfare. p 155-222.
5. Choi MJ. 2001. Effects of exercise and calcium intake on blood pressure and blood lipids in premenopausal women. *Korean J Nutrition* 34: 62-68.
6. Hong SM, Kim HJ. 2001. A study of calcium status and effect of nutrition education of prevention osteoporosis in middle-aged women. *J Korean Dietetic Association* 7: 159-166.
7. Lee JH, Lee YS. 2000. Effect of excess calcium and iron supplement on bone loss, nephrocalcinosis and renal function in osteoporotic model rats. *Korean J Nutrition* 33: 147-157.
8. The Korea Foods Industry Association. 1998. Household measures of commonly used food items. Korean Dietitian Society, Seoul. p 10-242.
9. Song YJ, Paik HY. 2003. Effect of dietary, biochemical and other factors on bone mineral density change for 2 years in Korean college women. *Korean J Nutrition* 36: 175-182.
10. Park SY, Suh YS, Yoon SJ, Park HM, Hur M. 1999. Relationship between initial biochemical bone markers and change of bone mineral density of postmenopausal women with short-term hormone replacement therapy. *Korean J Obstet Gynecol* 42: 1972-1979.
11. The Korean Nutrition Society. 2000. *Recommended dietary allowances for Koreans*. 7th revision. Korean Nutrition Society, Seoul. p 2.
12. Kim HJ. 2003. Research on relation of nutrients intake, health status and bone mineral density in middle-aged women. *J Korean Dietetic Association* 9: 307-315.
13. Kerstetter JE, Allen LH. 1994. Protein intake and calcium homeostasis. *Adv Nutr Res* 49: 112-115.
14. Koo JO, Kwak CS, Choi HM. 1991. Effects of dietary protein levels and sources on calcium and phosphorus metabolism in young Korean women. *Korean J Nutrition* 24: 124-131.
15. Heaney RP, Recker RR. 1982. Effect of nitrogen, phosphorus,

- and caffeine on calcium balance in women. *J Lab Clin Med* 99: 46-55.
16. Oh SI, Lee HS, Lee MS, Kim CI, Kwon IS, Park SC. 2003. Factors affecting bone mineral status of premenopausal women. *Korean J Community Nutrition* 8: 927-937.
 17. Calvo MS. 1994. The effects of high phosphorus intake on calcium homeostasis. *Adv Nutr Res* 9: 183-207.
 18. Kim WY. 1994. Osteoporosis and dietary factors. *Korean J Nutrition* 27: 636-645.
 19. Angus RM, Sambrook PN, Pocock NA, Eisman JA. 1988. Dietary intake and bone mineral density. *Bone Miner* 4: 265-277.
 20. Na HB, Kim HJ, Park J. 2002. Effects of calcium supplementation and exercise on bone mineral density in middle-aged women. *Korean J Nutrition* 35: 962-969.
 21. Chung KW, Kim MR, Ryu SW, Kwan DJ, Lim YJ, Kim EJ, Kim JH. 2000. The correlation of combined biochemical markers of bone turnover for bone mineral density in postmenopausal women. *Korean J Obstet Gynecol* 43: 1066-1070.

(2004년 2월 20일 접수; 2004년 7월 2일 채택)