

아산시 거주 여성에서 우유섭취가 골초음과 상태와 골대사지표에 미치는 영향

김희선 · 김민경¹⁾ · 장동민²⁾ · 김남수³⁾ · 김진호³⁾ · 이병국^{3)†}

순천향대학교 식품영양학과, ¹⁾순천향대학교 지역혁신센터, ²⁾아산시 보건소, ³⁾순천향대학교 환경산업의학연구소

Effects of Milk Consumption on Calcaneal Quantitative Ultrasound and Bone Turnover Markers of Women Living in Asan

Hee-Seon Kim, Min-Kyoung Kim¹⁾, Dong Min Jang²⁾, Nam-Soo Kim³⁾, Jin-Ho Kim³⁾, Byung-Kook Lee^{3)†}

Dept. of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University, Asan, Korea

¹⁾Regional Innovation Center, Soonchunhyang University, Asan, Korea

²⁾Asan Public Health Center, Asan, Korea

³⁾Institute of Environmental and Occupational Medicine, Soonchunhyang University, Asan, Korea

ABSTRACT

The objective of this study is to determine the effectiveness of 16-month milk consumption as a part of the health promotion community program for women in Asan. Subjects included 313 women belonging to the milk group (mean age = 69.1, range 47~89 y) and 66 women to the control (mean age = 43.6, range 20~69 y) group. For those in the milk group, one cup (200 ml) of partially lactose-digested low-fat milk was provided everyday for 16 months. Each subject was interviewed to assess calcium intake by a 24-h recall after fasting blood was obtained for analyzing bone turnover markers, and calcaneus broadband ultrasound attenuation (BUA) was measured by quantitative ultrasound (QUS) on the left heel before and after the milk supplementation. After 16 months, the calcium intake levels changed from 55% of recommended dietary allowance (RDA) to 85% RDA in the milk group and from 73% RDA to 84% RDA in the control group. BUA were reduced from 67.9 ± 8.1 to 64.7 ± 17.5 dB/MHz for milk and from 90.4 ± 13.0 to 87.2 ± 15.2 dB/MHz for control groups. Paired t-test showed the changes of BUA for both groups (-3.24 and -3.15 dB/MHz for milk and control groups, respectively) were significant, but the two groups did not show any differences in absolute changes. When post-BUA was analyzed after age, initial BUA and menopausal status were controlled as covariates in ANCOVA model, the milk group showed significantly ($p < 0.05$) smaller changes than the control group (-3.50 vs -6.71 dB/MHz, respectively). According to a multiple regression analysis, milk consumption and initial BUA showed significant interaction meaning that those with lower initial BUA showed higher milk effects. We conclude that one-cup a day milk consumption for 16 month can prevent further bone loss and significantly improve calcium intake. (*Korean J Community Nutrition* 12(4) : 440-448, 2007)

KEY WORDS : milk consumption · calcium · QUS · PTH · osteocalcin · women · Asan

서 론

최근 평균수명의 연장과 소득수준의 향상, 생활환경 및 의

접수일: 2007년 7월 22일 접수

채택일: 2007년 8월 16일 채택

*This study was supported by Korea Research Foundation (KRF) grant KRF-C00543 (previously Korea Science and Engineering Foundation grant No. R05-2003-000-10274-0).

†Corresponding author: Byung-Kook Lee, Institute of Environmental and Occupational Medicine, Soonchunhyang University, 646 Eupnae-ri, Shin Chang-myun, Asan 336-745, Choongnam, Korea
Tel: (041) 530-1760, Fax: (041) 530-1778
E-mail: bklee@sch.ac.kr

료기술의 발달로 노인기의 건강문제가 많은 관심을 모으면서 특히 여성의 대표적인 질환의 하나인 골다공증에 대한 연구가 활발해지고 있다. 골다공증은 전반적인 골질량의 감소와 함께 골조직의 미세구조가 취약해지는 질환으로 여성의 경우 폐경이라는 생리적 변화에 의해 급격한 골격 손실이 일어나기 때문에 특히 취약하다. 골다공증여성의 경우 적은 충격에도 골절을 일으켜 노년기의 삶의 질 저하와 사망률 증가에 큰 영향을 미치므로 고령화에 따른 보건문제의 핵심으로 대두되고 있다(Kwon 등 2001). 우리나라 여성의 경우 20~35세에 최대 골질량을 이룬 후 10년에 5~7%의 골질량 감소를 나타내는데 특히 폐경 직후에는 10년에 12%씩 급속한 골질량 감소가 일어나므로 폐경기 이전에 이러한 급

격한 변화에 대비하여 예방하는 것이 매우 중요하다(Hong & Yu 1994). 그러나 우리나라에는 아직 전 인구를 대상으로 한 골다공증에 대한 통계가 없는 실정이며, 약 200만명이 골다공증에 이환되어있는 것으로 추정하고, 연간 15,000명 정도의 근위대퇴골 골절이 발생하는 것으로 추정하고 있다(Chang 등 2000). 지역적인 조사결과 경기도 일부지역의 성인여성을 대상으로 한 연구에 의하면 1999년 조사대상자의 22%가 골다공증이었으나, 2001년 발표된 결과에 의하면 동일지역에서 32%, 전남 장성 지역에서 39%로 증가한 것으로 나타났다(Sung 등 2001; Shin 등 2002).

골밀도와 관련된 요인 중 중요한 요인으로 파악되고 있는 칼슘 섭취량과 골밀도와의 높은 상관관계는 이미 많은 연구 결과가 발표되었으나(Andon 등 1991; Choi & Lee 1996; Suleiman 등 1997; Hong 등 1999; Heaney 2000), 한편 관련성이 확인되지 못한 상반된 결과의 보고들도 있다(Marzess & Barden 1991; Sowers 등 1992; Sung 등 2001; Oh 등 2002). 이러한 상반된 결과는 칼슘 섭취량의 차이 때문으로 추정되며 우리나라 사람들의 경우 칼슘 섭취상태가 양호하지 못하기 때문에, 특히 65세 이상 노년기 여성의 칼슘섭취량이 매우 낮은 관계로 골밀도와의 상관성이 나타나지 않았던 것으로 추정된다(Oh 등 2002). 2005년도 국민건강 · 영양조사보고서(2006)에 의하면 우리나라 국민의 평균 칼슘 섭취량은 권장량의 76.3%이며 65세 이상의 노인 연령층의 경우 65.4%에 불과해 매우 저조한 섭취량을 보이고 있다. 이는 2001년도의 성인 평균 71.0%나 65세 이상 61.3%에 비하면 약간 증가된 양이지만 여전히 매우 부족한 실정이다. 특히 동물성 칼슘의 주 공급원이라 할 수 있는 우유의 섭취량은 1일 1인당 평균 66.5g이며, 65세 이상의 경우 30.7g에 불과하여 대략 1주일에 우유 1컵 정도 섭취하는 것으로 나타났다. 우유 및 유제품의 섭취를 통한 칼슘섭취의 증가가 노년기의 골손실을 감소 또는 지연시키는 효과에 대해서는 이미 많은 연구를 통해 발표되었으므로(Recker & Heaney 1985; Yano 등 1985; Soroko 등 1994; Prince 등 1995; Jansen 등 2002), 우유 섭취량이 매우 적은 우리나라의 경우 하루 한 컵의 우유 섭취량만으로도 효과적인 결과를 기대할 수 있을 것으로 보여진다. 그러나 우리나라 성인의 많은 경우가 유당불내증 환자가 아니더라도 오랜 기간 우유 및 유제품의 섭취가 적었던 관계로 우유섭취로 인한 설사 및 하복부통증을 호소하며, 이로 인해 우유 및 유제품의 섭취가 더욱 저하되는 것으로 추정된다.

따라서 본 연구는 아산시 거주 여성을 위한 건강증진 프로그램의 일환으로 칼슘영양 섭취 증진을 위해 유제품섭취의

중요성을 알리고, 우유를 직접 제공하여 칼슘섭취를 증진시킨 후 그 효과를 분석하고자 한다. 이에 아산시 일부지역에서 본 건강증진 프로그램의 취지에 맞는 대상자를 선정하여 소화에 부담이 되지 않는 저지방 유당분해 우유를 16개월간 제공하여 하루 한 컵씩 우유를 섭취한 우유그룹과 우유를 제공받지 않은 대조군과의 차이를 비교하였으며, 골초음과 상태와 혈액 중 골대사지표의 변화를 관찰하였다.

조사대상 및 방법

1. 조사 대상 및 연구 기간

본 연구는 칼슘섭취 증진을 위한 영양개선 프로그램의 일환으로 실시된 community intervention trial로써 아산시에 거주하는 여성을 대상으로 2003년 1월에 실시된 주민 건강영양조사의 결과를 바탕으로 다음과 같은 조건에 해당되는 주민 중 자발적으로 연구 참여 의사를 밝힌 대상자들을 거주 지역 관할 보건진료소장의 추천에 의해 선발하여 실시하였다. 연구 대상자의 선정조건은 1) 우유 섭취가 매우 저조한 경우(1주일에 0~2컵 미만 섭취), 2) 우유대리점에서 우유배달서비스가 실시되지 않는 농촌지역 거주자, 3) 생활보호대상자로서 1차적으로 총 323명을 선정하였다. 우유의 제공은 대상자들의 평상시 우유섭취량이 매우 저조했던 점을 고려하여 저지방 유당분해우유를 2003년 9월 1일부터 2004년 12월 31일까지 16개월 동안 200 ml 한 컵씩 매일 섭취하도록 하였다. 또한 같은 마을에 거주하는 여성 중 우유그룹에 선정되지 않아 본 연구를 통해 우유를 제공받지 않은 여성 66명을 연구 기간동안 골초음과 상태의 변화를 관찰하는 대조군으로 선정하였다.

저지방 유당분해우유는 멸균우유로써 유효기간(3개월) 이내의 제품 24팩 1박스를 정해진 시기에 대상자의 소속 지역 보건진료소로 배달하면 보건진료소장이 전월의 우유섭취 상황을 점검하며 마을 건강원의 도움으로 나누어주는 형식으로 배분하였다. 하루 우유 한 컵의 섭취는 골밀도 증진을 위한 충분한 양은 아닐 수 있으나, 평상시 대상자들의 칼슘섭취량이 매우 적었던 관계로 하루 한 컵의 우유섭취는 대상자의 칼슘섭취량을 평상시 양의 약 50~150% 증가시킬 수 있어 성인여성에서 골밀도 감소의 저하 효과를 기대할 수 있는 정도의 칼슘 증가량으로 판정하였다(Weinsier & Krumdieck 2000). 우유군과 대조군의 대상자들은 우유가 제공되기 전과 16개월간의 우유제공기간 후 2회에 걸쳐 해당 지역 마을 회관에 초청되어 골초음과 상태 측정 및 골대사지표 조사를 위한 혈액검사를 받았으며, 참가자 전원이 본 연구에 자발적으로 참여한다는 동의서에 서명하였다. 본 연

구의 최종 분석은 우유그룹 대상자 중 골초음과 측정값이 정상범위를 벗어난 10명을 제외한 313명과 대조군 66명의 총 379명을 대상으로 실시하였다. 본 연구는 intention-to-treat design에 의해 우유그룹으로 선정된 대상자 중 본인의 의사에 의해 우유섭취를 거부한 경우(2명)와 복통 등의 이유로 중도에 포기한 경우(3명)도 최종 분석에서 우유그룹에 포함하였다.

2. 시료 및 자료 수집

1) 골초음파상태의 측정

초음파를 이용한 골밀도 측정기인 QUS-2(Metra Biosystems Inc., USA)를 이용하여 대상자의 우측 종골에서 Broadband ultrasound attenuation (BUA)을 측정하였다. 대상자는 편히 의자에 앉은 자세에서 무릎을 직각으로 하고, 종골 부분의 피부에 젤을 바른 후 측정하였다. QUS-2로 측정된 BUA값은 dB/MHz로 표시하였다. 또한 QUS-2로 측정된 2~30대 한국인의 BUA값의 평균과 표준편차를 이용하여 t-score [$T\text{-score}_{\text{subject}} = (BUA_{\text{subject}} - BUA_{\text{Mean}_{\text{young normal}}}) / BUA_{\text{SD}_{\text{young normal}}}$]를 산출하였다.

2) 칼슘섭취량의 측정

대상자들의 칼슘 섭취량은 식품 섭취량을 24시간 회상법으로 우유제공 전 1일과 16개월의 우유제공 후 1일의 총 2일에 대해 조사하여 측정하였다. 식이 섭취조사는 훈련받은 조사원들과의 면접을 통하여 이루어졌으며 영양평가용 프로그램(CAN Pro : Computer Aided Nutritional analysis program for Professionals v 2.0, 한국영양학회부설 영양정보센터)을 이용하여 우유섭취 전과 후의 칼슘섭취량을 분석하였으며, 우유군과 대조군 대상자의 연령차이가 큰 관계로 칼슘섭취량의 절대값의 비교는 의미가 없기 때문에 각 대상자의 섭취량을 한국인을 위한 영양권장량 제 7차 개정(2000) 중 각 대상자의 연령에 해당하는 칼슘권장량(RDA, Recommended Dietary Allowances)의 퍼센트로 계산하였다. 영양권장량은 연구가 수행되던 당시(2003~2004년)의 권장량을 기준으로 모든 연구가 수행된 만큼 본 논문에서의 발표도 2005년에 개정된 Dietary Reference Intakes (DRI) 개정안이 아닌 제 7차 개정안을 기준으로 하였다.

3) 혈액조사

혈액은 각 대상자들로부터 12시간 이상 절식한 후 공복 상태에서 약 10 ml의 정맥혈을 채취하여 현장에서 혈청을 분리한 후 분석 전까지 -70°C 의 냉동고에 보관하였다. 골대

사의 지표로써 부갑상선 호르몬(PTH, parathyroid hormone)과 osteocalcin 농도는 공인분석기관인 삼광의료재단(College of American Pathologists Accredited Laboratory 69944-02)에 의뢰하여 RIA(Radio Immunoassay)법으로 측정하였다.

3. 자료분석

완전한 응답을 한 설문지 및 실험 분석 자료는 SPSS 11.0을 이용하여 통계분석을 시행하였다. 측정치는 빈도수 및 백분율, 평균과 표준오차를 구하였으며, 각 변수들의 그룹간의 비교는 independent t-test로, 16개월간의 우유섭취 전과 후의 변화의 비교는 paired t-test로 유의성을 검정하였다. ($\alpha = 0.05$). 또한 본 연구대상자들의 연령이 각 그룹에서 유의하게 ($p < 0.001$) 다른 점을 고려할 때, 중재 전 그룹별 골초음파상태 역시 유의하게 ($p < 0.001$) 달랐으므로 각 변수들의 단순비교로는 정확한 우유섭취에 따른 변화를 예측하기 힘들었다. 따라서 16개월간의 우유섭취 전과 후 변화의 각 그룹별 비교는 연령, 폐경상태 및 중재 전 초기 골초음파상태(Initial BUA)를 통제한 후, 두 그룹이 위의 통제변수의 상태가 모두 같다고 가정했을 때의 추정된 주변평균(estimated marginal mean)을 비교하기 위한 공변량분석(ANCOVA)도 함께 실시하였으며 우유섭취의 효과 및 각 변수들간의 교호관계는 다중회귀분석을 통하여 분석하였다.

결 과

1. 일반 사항 및 칼슘 섭취상태

우유 제공 전 기초 조사 시 대상자의 연령, 폐경연령, 칼슘 섭취량 등은 Table 1과 같다. 대상자 선정과정에서 동일지역에서 유제품 섭취가 저조하거나 힘든 사람을 위주로 우유군을 선정한 관계로 노년기 여성이 많이 선정된 우유군의 연령은 평균 69.1 ± 8.6 세로 대조군 평균 43.6 ± 7.0 세보다 유의하게 높았다($p < 0.001$). 두 그룹의 유의한 연령 차이에도 불구하고 본 연구의 목적이 아산시의 특정 지역 거주자를 대상으로 하는 지역사회 영양사업인 관계로 대조군을 우유군과 동일한 지역에서 선정하였으며, 차후 우유섭취의 효과를 분석하는 과정에서는 연령 차이를 동일하게 조정하는 통계기법을 이용하였다. 전체대상자의 연령은 20세부터 89세까지 분포하였으며 평균 폐경연령은 47.8 ± 5.7 세로 폐경연령이나 폐경여성의 분포는 두 그룹 간에 차이가 없었다.

칼슘의 섭취량은 대조군과 우유군의 연령이 유의하게 차이가 있었으므로 섭취한 절대량이 아닌 권장량에 대한 퍼센트로 계산하여 비교한 결과 우유 섭취 전에는 우유군이 평균

55%, 대조군이 평균 73%를 섭취하는 것으로 나타나 두 군 사이에 유의한 차이 ($p < 0.05$)가 관찰되었다. 우유군 대상자들이 16개월간의 하루 1컵의 우유섭취를 증가시킨 영양 증진 프로그램을 실시한 후 조사한 칼슘섭취량은 권장량의 85%에 달하는 섭취상태를 보였으며, 이는 우유 200 ml에 함유된 칼슘의 함량인 약 200 mg 정도의 칼슘 섭취량이 증진된 결과로 사료된다. 같은 기간동안 연구진에 의한 특별한 개입이 없었던 대조군의 경우도 프로그램 실시전보다 칼슘 섭취량이 증진되어 권장량의 73%를 섭취하던 수준에서 84%의 수준으로 향상되었다. 칼슘섭취량의 RDA에 대한 퍼센트를 2000년에 제정된 제 7차 개정안이 아닌 2005년에 신설

된 한국인 영양섭취 기준(Dietary Reference Intakes for Koreans, 2005) 중 각 대상자의 연령에 해당하는 칼슘권장량(RI, Recommended Intake)의 퍼센트로 계산했을 경우에는 우유군의 칼슘섭취량은 우유 섭취전 평균 50% RI에서 우유섭취 후 77% RI를 섭취하는 것으로, 대조군은 69% RI를 섭취하던 수준에서 79% RI의 수준으로 증가한 것으로 나타났다(data not shown).

2. 우유섭취에 따른 골초음파 상태와 골대사지표의 변화

우유섭취 전·후의 종골에서 QUS로 측정된 골초음파상태는 우유군의 경우 67.9 ± 8.1 에서 64.7 ± 17.5 dB/MHz로, 대조군의 경우 90.4 ± 13.0 에서 87.2 ± 15.2 dB/MHz로 두 그룹에서 모두 감소하였다(Table 2). 한편 16개월간의 골초음파상태의 변화를 측정하는 paired t-test를 실시하여 각 개인의 우유섭취 전·후의 변화를 비교했을 때는 대조군의 변화가 -3.15 ± 7.82 dB/MHz, 우유군의 변화가 -3.24 ± 10.49 dB/MHz로 두 군에서 모두 통계적으로 유의한 변화가 관찰되었다(Table 2). 인종별 최대 골밀도에 도달하는 2~30대의 평균 골밀도를 기준으로 산출한 t-score는 대조군의 경우 16개월간 평균 0.27 ± 0.99 에서 -0.16 ± 1.22 로 우유군에서는 -1.43 ± 1.39 에서 -1.93 ± 1.41 로 변화하였다. 이 결과를 paired t-test로 16개월간의 변화를 비교한 결과, 대조군에서의 변화가 -0.43 ± 0.64 , 우유군에서의 변화가 -0.53 ± 0.85 로 두 군에서 모두 유의한 변화($p < 0.001$)가 관찰되었다.

그러나 본 연구대상자의 우유군과 대조군의 연령이 유의하게 달랐으며 따라서 우유섭취 전의 초기 골초음파 상태도

Table 1. Demographic characteristics and calcium intake levels of the subjects pre and post intervention

	Control (n=66)	Milk group (n=313)	Total (n=379)
	Mean \pm SD		
Age (y)	43.6 \pm 7.0	69.1 \pm 8.6***	64.7 \pm 12.8
(Age range, y)	(20 - 63)	(47 - 89)	(20 - 89)
Menopausal age (y)	48.6 \pm 6.2	47.3 \pm 4.6	47.8 \pm 5.7
Menopausal status	N (%)		
Yes	20 (30)	122 (39)	142 (38)
No	46 (70)	191 (61)	237 (62)
Total	66 (100)	313 (100)	379 (100)
Dietary calcium intake (% RDA ¹⁾)	Mean \pm SD		
Pre-intervention	72.8 \pm 36.7	54.5 \pm 30.0*	69.5 \pm 36.9
Post-intervention	83.5 \pm 41.0	84.5 \pm 29.6	84.0 \pm 36.9

1) RDA, Recommended Dietary Allowances for Koreans 7th revision (2000)
*: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$

Table 2. Changes of BUA¹⁾ and bone resorption markers pre and post intervention and results of paired t-test

	Control		Milk group	
	pre-intervention	post-intervention	pre-intervention	post-intervention
	Mean \pm SD			
BUA (dB/MHz)	90.4 \pm 13.0	87.2 \pm 15.2	67.9 \pm 18.1	64.7 \pm 17.5
T-score	0.27 \pm 0.99	-0.16 \pm 1.22	-1.43 \pm 1.39	-1.93 \pm 1.41
PTH ²⁾ (pg/ml)	17.5 \pm 4.4	12.8 \pm 8.1	17.7 \pm 4.2	12.2 \pm 9.7
Osteocalcin (ng/ml)	3.6 \pm 3.0	5.3 \pm 3.9	7.5 \pm 6.7	8.5 \pm 5.7
Paired t-test	Control		Milk group	
Post-pre milk consumption	Mean \pm SD	t value	Mean \pm SD	t value
BUA	-3.15 \pm 7.82	-3.271**	-3.24 \pm 10.49	-5.446***
T-score	-0.43 \pm 0.64	-5.431***	-0.53 \pm 0.85	-10.306***
PTH	4.64 \pm 9.12	4.033***	5.36 \pm 8.88	8.792***
Osteocalcin	-1.69 \pm 4.73	-2.768	-0.79 \pm 6.59	-1.723

1) BUA, Broadband ultrasound attenuation
2) PTH, Parathyroid hormone
: $p < 0.01$, *: $p < 0.001$ by paired t-test

연령의 영향을 받아 두 군간의 차이가 컸던 ($p < 0.001$) 관계로 우유섭취 전·후 변화의 절대치의 비교는 정확한 우유섭취의 효과를 반영하지 못하는 것으로 사료된다. 따라서 이러한 차이를 통계적 방법으로 조정하여 두 군이 동일한 조건일 경우를 가정하여 그 변화된 값을 비교하기 위해 처음부터 유의한 차이를 보였던 대상자의 연령 및 Initial BUA 등을 공변량으로 통제한 후 우유섭취에 따른 각 변수들의 변화를 추정하여 대조군과 우유군간 비교하는 공변량분석(ANCOVA)을 실시한 결과는 Table 3과 같다. 즉, 모든 대상자의 연령이 64.68세로 동일하고 초기 골초음파상태가 72 dB/MHz이며 두군 모두 폐경 상태가 동일하다고 가정된 값으로 조정하였을 때 우유군과 대조군의 16개월간 우유섭취 후 골초음파상태의 변화의 추정값은 각각 -3.50 ± 0.60 dB/MHz, -6.71 ± 2.65 dB/MHz로 우유군이 대조군에 비해 유의하게 작은 감소량을 보였다($p < 0.05$). 이는 t-score의 변화에서도 같은 양상으로 나타나 우유군의 변화는 -0.50 ± 0.05 , 대조군의 변화는 -0.80 ± 0.22 로 우유군의 변화가 유의하게 작았다($p < 0.05$). 따라서 Table 2에서 관찰된 대조군에서의 변화량은 대상자들의 연령이 낮았고 이에 따라 골초음파상태가 높았던 상태에서 16개월간의 변화된 값(BUA -3.15 dB/MHz, t-score -0.43)으로써 이러한 상태에서는 우유군의 변화(BUA -3.24 dB/MHz, t-score -0.53)와 차이가 없는 것으로 나타났으나 Table 3에서 조정된 대로 대조군의 연령이 우유군 대상자의 연령과 비슷해지고 이에 따라 초기 골초음파 상태도 낮아질 경우 추정되는 16개월간의 변화(BUA -6.71 dB/MHz, t-score -0.80)는 실제로 관찰된 변화보다 더 커지는 것으로 나타났다.

칼슘대사와 관련하는 인자인 PTH는 두 군에서 모두 유의하게 감소하여 대조군의 경우 17.5 ± 4.4 에서 12.8 ± 8.1 pg/ml로 -4.64 ± 9.12 pg/ml의 변화를, 우유군의 경우 17.7 ± 4.2 에서 12.2 ± 9.7 pg/ml로 -5.36 ± 8.88 pg/ml의 변화를 보였다(Table 2). 그러나 골초음파 상태와 같이 대조군과 우유군의 나이차이와 초기 골초음파상태의 차이를 고려하여 두 군의 초기상태가 동일한 조건으로 조정한 추정치에 의하면(Table 3) 우유군에서는 PTH 농도가 -6.31 ± 0.72 pg/ml 변화하여 감소한 것으로 나타났으나, 대조군의 경우 0.59 ± 2.65 pg/ml 변화하여 거의 변화가 없었던 것으로 나타났다. 비록 두 군의 변화는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 PTH 농도는 두 군의 조건이 같아졌을 경우 그 변화의 정도가 서로 다르지 않을 것으로 추정되나 변화의 방향이 우유군의 경우 감소하는 것으로 나타났다. 혈청 Osteocalcin은 대조군과 우유군에서 모두 증가하였으나 증가량이 통계적으로 유의하지는 않았으며

Table 3. Comparison of estimated marginal means of post and pre intervention differences of BUA¹⁾ and bone resorption markers after adjustment with age, menopausal status and baseline BUA as covariates in ANCOVA models²⁾

	Post-pre intervention	Control	Milk group	
		Estimated Marginal Mean \pm SE		F-value
BUA		-6.71 ± 2.65	-3.50 ± 0.60	5.467*
T-score		-0.80 ± 0.22	-0.50 ± 0.05	5.331*
PTH ³⁾		0.59 ± 2.65	-6.31 ± 0.72	2.756
Osteocalcin		-1.65 ± 1.96	-1.16 ± 0.52	0.408

1) BUA, Broadband ultrasound attenuation

2) Covariates appearing in the ANCOVA models are evaluated at the following values: age=64.68 (for BUA and t-score) and 64.74 (for PTH and osteocalcin), menopausal status=0.62 (for BUA and t-score) and 0.69 (for PTH and osteocalcin) when pre-menopause coded 0 and post-menopause as 1, baseline BUA=72 (for BUA and t-score) and 71 (for PTH and osteocalcin)

3) PTH, Parathyroid hormone

*: $p < 0.05$

(Table 2) 두 군의 조건을 동일하게 조정한 추정값에서도 같은 결과를 보였다(Table 3).

3. 우유섭취효과에 대한 다중회귀분석 결과

본 연구대상자의 연령이 대조군과 우유군에서 유의하게 차이가 있었던 관계로 우유섭취 전의 초기 골초음파상태(Initial BUA)도 우유군이 유의하게 낮았다($p < 0.001$, data not shown). 이는 일정지역에서 우유군을 선정하는 과정에서 평상시 우유 및 유제품의 섭취량이 매우 적거나 우유배달이 되지 않는 지역 거주자 혹은 생활보호대상자를 우선적으로 선정하고, 동일지역 거주자 중 위의 해당사항이 없는 경우를 대조군으로 선정하였기 때문에, 본 연구 목적에 의거하여 동일한 조건의 두 군을 선정하는 것은 불가능하였다. 따라서 이러한 차이를 배제한 비교를 위하여 각 군간 차이를 나타내는 공변수를 통제한 후 실시한 공변량분석 결과 골초음파 상태에 미치는 우유섭취의 유의한 효과가 관찰되었으며, 이 효과는 초기 골초음파 상태와 교호관계가 있는 것으로 나타났다(data not shown). 이러한 교호관계를 확인하기 위하여 우유섭취 후의 골초음파 상태를 종속변수로 하고, 연령과 폐경 여부 및 초기 골초음파 상태를 독립변수로 통제한 후 우유섭취 여부(우유군 = 1, 대조군 = 0)와 우유섭취와 초기골초음파 상태의 교호관계의 유의성을 다중회귀분석을 통하여 분석하였다. Table 4에 나타난 다중회귀분석 결과, 통제변수로 포함된 연령 및 초기 골초음파 상태가 종속변수에 유의하게 영향을 미치는 인자로 분석되어 연령이 1살 높아질수록 post BUA는 0.152 dB/MHz 낮아지고(beta for age = -0.152 , $p = 0.030$), 초기 골초음파 상태가 1 dB/MHz

Table 4. Results of multiple regression on post BUA¹⁾ after milk consumption

	R ²	beta coefficient	t	p value
	0.756			
Age		-0.152	-2.184	0.030
Initial BUA		1.018	11.162	0.000
Menopausal status		0.233	0.225	0.822
Milk consumption ²⁾		22.149	2.338	0.020
Initial BUA x Milk		-0.264	-2.632	0.009

1) BUA, Broadband ultrasound attenuation

2) Milk and control groups were coded 1 and 0, respectively

높을수록 post BUA는 1.018 dB/MHz 높아지는 것으로 분석되었다(beta for initial BUA = 1.018, p = 0.000). 이러한 인자들을 통제한 경우 우유 섭취는 골초음파 상태를 22.149 dB/MHz 높이는 것으로 나타나 유의한 우유섭취의 효과를 확인할 수 있었다(beta for milk consumption = 22.149, p = 0.020). 다중회귀분석 모델에서도 ANCOVA 결과에서와 같이 우유섭취여부와 초기골초음파 상태 간에 유의한 교호관계가 관찰되었다(p = 0.009).

고 찰

1. 우유섭취 전 · 후의 칼슘 섭취상태

우유섭취 대상자들의 경우 우유 제공 프로그램 실시 전의 칼슘 섭취량은 우유군의 선정과정의 특성상 평균 권장량의 55%를 섭취하여 저조한 섭취상태를 보였으나 16개월간 저지방유당분해 우유 제공을 통한 영양증진 프로그램 실시 후 평균섭취량이 권장량의 85%를 나타내어 우유제공에 의해 효과적으로 칼슘섭취를 증진시킬 수 있었다. 대조군의 경우 초기 칼슘 섭취량은 권장량의 73% 정도로 우유 섭취군을 선정하는 선정조건에는 해당하지 않았으나 여전히 칼슘섭취량이 적절하지 않았던 것으로 나타났다. 이결과는 2005년 국민건강·영양조사보고서(2006)에서 전국적으로 전체 연령층에서 칼슘섭취가 불량한 것으로 나타난 결과(권장량의 76.3%)와 일치했으며, 평균연령이 69세인 우유군의 경우 65세 이상 노인의 전국 평균섭취량인 65.4% 보다도 더 낮은 섭취정도를 보였다. 이는 서울지역 폐경여성(Kwon 등 2001; Oh 등 2002)보다는 낮았고, 경기도의 농촌지역에서 실시된 Sung 등의 연구결과(2001, 2002)와는 매우 유사한 결과로써, 칼슘섭취량이 지역적으로 차이가 있음을 알 수 있었다. 우유군 대상자들이 16개월간의 하루 1컵의 우유섭취를 증가시킨 영양증진 프로그램을 실시한 후의 칼슘섭취량은 우유 200 ml에 함유된 칼슘의 함량인 약 200 mg 정

도의 칼슘 섭취량이 증진된 결과로써 10개월간의 우유섭취 후에 나타났던 Son & Chon의 연구(1998)결과와 유사했다. 같은 기간동안 연구진에 의한 특별한 개입이 없었던 대조군의 경우도 프로그램 실시전보다 칼슘섭취량이 증진되어 권장량의 73%를 섭취하던 수준에서 84%의 수준으로 향상되었는데 이는 대조군 대상자들이 우유군 대상자와 같은 지역에 거주하는 관계로 비록 프로그램을 통해서 공급된 우유를 섭취하지는 않았으나 지역적으로 행해진 영양증진 프로그램의 영향에 의해 자발적인 칼슘 섭취 증진이 이루어진 때문으로 보여 진다. 따라서 영양증진 프로그램에 의해 직접적인 영양공급을 받지 않더라도 대대적인 지역사회 대상 영양증진 프로그램이 진행 될 때 대상자의 주변에도 영향을 미쳐 스스로 영양섭취 증진을 위한 노력을 기울이며 증진효과의 파급이 일어날 수 있음을 알 수 있었다.

2. 우유섭취에 따른 골조음파 상태와 골대사지표의 변화

우유군과 대조군이 동일한 조건일 경우를 가정하여 우유섭취에 따라 변화된 값을 비교하기 위해 처음부터 유의한 차이를 보였던 대상자의 연령 및 Initial BUA 등을 공변량으로 통제한 후 우유섭취에 따른 각 변수들의 변화를 추정하여 비교하는 공변량분석(ANCOVA)을 실시한 결과, 골초음파 상태 및 t-score가 두군 모두에서 감소하였으나 그 감소의 폭은 우유군이 대조군에 비해 유의하게 작았다(p < 0.05). 따라서 통제된 연령인 64~5세 정도의 여성이 16개월간 매일 200 ml 씩의 우유를 섭취하여 칼슘섭취량을 증가시킨다면 우유섭취를 하지 않은 경우보다 골초음파 상태의 감소가 유의하게 낮아질 수 있어(-3.50 dB/MHz 우유군 vs -6.71 dB/MHz 대조군, p < 0.05), 16개월간의 우유의 섭취는 골상태를 향상시킬 수는 없으나 저하되는 속도를 효과적으로 늦출 수 있는 것으로 관찰되었다. 본 연구에 앞서 실시된 아산시 노년기 여성을 대상으로 4개월간 우유섭취가 골초음파 상태에 미치는 영향을 관찰한 Kim 등의 연구(2005)에서는 우유섭취로 인해 골초음파 상태는 유의하게 변하지 않으나 t-score는 향상되는 것으로 나타났다. 따라서 노년기 여성의 골상태는 4개월의 짧은 기간동안의 변화와 16개월간의 장기간의 변화의 양상이 다를 수 있음을 알 수 있었다.

그러나 폐경 이후 여성에서 우유 혹은 칼슘 섭취가 골상태에 영향을 미치지 않는다는 연구(Mazess & Barden 1991; Sowers 등 1992; Sung 등 2001; Oh 등 2002)와는 달리 아산시 여성을 대상으로 한 본 연구와 4개월간의 선행연구(Kim 등 2005) 모두에서 하루 200 ml 우유 섭취로 인한 효과를 관찰할 수 있었다. 이는 노년기 여성에게 유제품을 통한 칼슘섭취를 증가시킨 결과 골격손실이 지연되고 골

절율을 낮출 수 있었던 연구들(Recker & Heaney 1985; Prince 등 1995; Jensen 등 2002)과 비슷한 결과이다. 본 연구를 통한 칼슘섭취량의 증가는 약 200 mg 정도로서 골 상태를 증진시킬 수는 없었으나, 60세 이상 여성에게 1000 mg의 칼슘보충제를 제공하여 53주간 실시한 연구(Hong & Yu 1994)에서는 부위에 따른 골밀도의 증진효과도 나타났다. 따라서 우리나라처럼 평상시 칼슘섭취량이 매우 낮은 경우에는 폐경 이후 노년기 여성에게도 칼슘보충이 단지 골손실을 감소시키는 정도를 넘어 골밀도 증진에도 효과가 있을 것으로 기대되므로 칼슘섭취의 증가가 더욱 강조되어야 할 것으로 사료된다.

칼슘대사와 관련하는 인자인 PTH는 골초음파 상태와 같이 대조군과 우유군의 나이차이와 초기 골초음파상태의 차이를 고려하여 두 군의 초기상태가 동일한 조건으로 조정된 추정치에 의하면 우유군에서는 감소한 것으로 나타났으나, 대조군의 경우 거의 변화가 없었던 것으로 나타났다. 비록 두 군의 변화는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 PTH 농도는 두 군의 조건이 같아졌을 경우 그 변화의 정도가 서로 다르지 않을 것으로 추정되나 변화의 방향이 우유군의 경우 감소하는 것으로 나타나 우유섭취와 PTH의 농도가 서로 음의 상관관계를 보인다는 발표(Heaney 2000)와 일치하였다. 폐경 후 여성에서 estrogen의 감소는 칼슘 흡수를 저하시키며 PTH의 분비를 증가시키는데, 증가된 PTH는 골흡수(bone resorption)를 촉진하여 골손실이 증가되는 것으로 보고되고 있다(Chambers 1980; Chung & Ha 1995). 즉, PTH는 칼슘섭취가 부족할 경우 골흡수를 촉진하여 뼈의 기질로부터 칼슘을 유출시키고 노를 통한 칼슘의 배출을 억제하여 혈액 내 칼슘 농도를 유지하면서 체내 칼슘 수준이 정상적으로 회복될 때까지 지속적인 효과를 나타낸다(Raisz 1965). 따라서 칼슘섭취가 부족할 때 체내 칼슘 수준을 유지하기 위해 증가된 PTH는 칼슘 섭취가 충분할 경우 감소하며, 본 연구에서도 우유섭취로 칼슘섭취량이 증가된 우유군에서 PTH 분비가 감소하는 결과를 보였다.

혈청 Osteocalcin은 조골세포에서 형성되는 골단백질의 일종으로 대표적인 골형성(bone formation) 지표로서(Julia & Johansen 1988) 조골세포에서 비타민 K에 의해 합성된 후 칼슘과 결합하여 뼈의 결정을 형성하므로 조골세포의 활동성을 평가하는 골형성 지표이나, 골흡수 과정에서 유리되는 osteocalcin을 반영할 수도 있으므로 골흡수와 골형성이 동일하게 이루어질 경우 골교체율을 반영하는 우수한 지표로 평가되고 있다(Slovik 등 1984). 따라서 osteocalcin은 칼슘의 섭취가 증가하면 함께 증가하고 이에 따라 골질량도 증가하는 것으로 발표된 바 있다(Na 등 2002). 본 연구에

서는 대조군과 우유군에서 모두 osteocalcin이 증가하였으나 증가량이 통계적으로 유의하지는 않았다. 우유섭취로 인한 칼슘 섭취의 증가는 약 200 mg 정도로 높은 편은 아니므로 이 정도의 칼슘섭취량의 증가는 osteocalcin양의 변화로 골형성을 유도하기에는 충분한 값으로 보여지지는 않는다. 약 1000 mg의 칼슘제를 1년간 복용한 경우(Hong & Yu 1994) 골밀도의 증진이 관찰되었으므로 1일 1000 mg 정도의 칼슘섭취의 증가로 인해 osteocalcin의 양이 변화될 수 있을 것으로 사료되나, Hong & Yu의 연구는 골대사 지표를 측정하지 않아 비교할 수는 없었다. 본 연구의 결과 16개월간의 우유섭취는 osteocalcin양을 변화시킬 수 있을 정도에 이르지 못하는 못하여 골교체율의 변화를 관찰할 수는 없었으나 골손실의 양을 효과적으로 줄일 수는 있었던 것으로 평가된다.

3. 우유섭취와 초기 골초음파 상태와의 교호관계

각 군간 차이를 나타내는 공변수를 통제한 후 실시한 공변량분석 결과와 다중회귀분석 결과에서 모두 우유섭취여부와 초기골초음파 상태 간에 교호관계가 관찰되었는데, 이는 초기 골초음파 상태가 낮을수록 우유섭취에 의한 효과가 더 높았음을 시사하고 있다. Kim 등의 선행연구(2005)에서는 칼슘 섭취가 낮았던 그룹에서 4개월간의 우유섭취에 의한 골밀도 증진 효과가 칼슘섭취가 높았던 그룹에서보다 더 크게 나타나는 결과를 보여, 우유섭취에 의한 칼슘섭취량의 증진에 따른 골상태의 변화는 연구개시 전의 대상자들의 칼슘 섭취량이나 골상태에 따라 그 효과가 다르게 나타날 수 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 그 동안 칼슘 섭취의 증진에 따른 골상태의 변화에 대한 연구결과가 상반되는 결과를 나타내었던 것은 연구가 시작되는 시점에서의 대상자들의 상태가 각 연구마다 달랐기 때문일 수 있으며, 앞으로 보다 정확한 연구를 위해서는 위와 같이 연구 효과에 영향을 미칠 수 있는 인자를 모두 고려하여 연구 설계를 하든지 혹은 결과에 영향을 미칠 수 있는 교란인자에 대한 통제가 필수적일 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구는 칼슘섭취 증진을 위한 지역사회영양증진 프로그램의 일환으로 우유섭취가 매우 저조하거나 힘든 대상자를 선정하여 16개월간 저지방 우유당분해 우유를 매일 한 컵씩 제공한 후 그 효과를 분석한 연구로서 그 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

1. 우유군 대상자들은 평균연령이 69세(47~89세)로 평

군 47세(20~63세)인 대조군보다 유의하게 높았으며 연구 개시 전 칼슘 섭취량은 약 55% RDA이었으나 16개월간의 우유섭취 후에는 85% RDA에 달하였다. 본 연구를 통한 16개월간 저지방유당분해 우유 제공을 통한 영양증진 프로그램은 효과적으로 칼슘섭취를 증진시킬 수 있었다.

2. 우유섭취 전 · 후 종골에서 측정된 골초음파상태는 우유군의 경우 67.9 ± 8.1 에서 64.7 ± 17.5 dB/MHz로, 대조군의 경우 90.4 ± 13.0 에서 87.2 ± 15.2 dB/MHz로 두 군에서 모두 16개월의 우유섭취 기간 후 감소하였으며, paired t-test로 분석한 각 개인의 우유섭취 전 · 후의 변화는 우유군 -3.24 ± 10.49 dB/MHz, 대조군 -3.15 ± 7.82 dB/MHz로 두 군에서 모두 통계적으로 유의한 변화가 관찰되었으나 변화의 정도는 비슷하였다.

3. 그러나 연령은 약 64~5세 정도로, 초기 골초음파 상태는 약 72 dB/MH 정도로 조정된 ANCOVA 분석 결과 우유군이 대조군보다 골초음파 상태의 감소가 유의하게 낮아지는 것으로 분석되었다(우유군 -3.50 dB/MHz vs 대조군 -6.71 dB/MHz, $p < 0.05$). 따라서 16개월간의 우유 1컵의 섭취는 골상태를 향상시킬 수는 없으나 저하되는 속도를 효과적으로 늦출 수 있는 것으로 관찰되었다.

4. 우유섭취에 따른 PTH 및 osteocalcin 등 골대사지표의 변화는 연령과 초기 골초음파 상태 및 폐경여부를 통제한 ANCOVA 분석에서 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

5. 우유섭취에 따른 골초음파 상태의 변화는 우유섭취 전 초기 상태에 따라 영향을 받는 것으로 분석되어 초기 골초음파 상태가 낮을 때 칼슘섭취 효과가 더 큰 것으로 나타났다.

따라서, 하루 한 컵의 우유섭취는 평상시 유제품의 섭취정도가 저조하여 골상태가 좋지 못했던 아산시 여성에게 칼슘 영양섭취를 증진시켰고, 이에 따른 효율적인 골손실의 감소를 기대할 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구를 통해 지역사회 영양증진 프로그램의 효과가 증명되었으므로 앞으로 보다 적극적인 증진 방안이 모색되어야 할 필요가 있을 것이다.

감사의 글

본 연구의 수행을 위해 도움을 주신 서울우유협동조합에 감사드립니다.

참고 문헌

Andon MB, Smith KT, Bracker M, Statoris D, Saltman P, Strause L (1991): Spinal bone density and calcium intake in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 54: 927-929

Chambers TJ (1980): The cellular basis of bone resorption. *Clin*

Orthop 151: 283-288

Chang JS, Moon SW, Jae JH (2000): The relationship between the variation of femoral neck-shaft angle according to age and the fracture of the hip [abstract] Korean Society of Bone Metabolism, Spring, 2000

Choi EJ, Lee HO (1996): Influencing factors on the bone status of rural menopausal women. *Korean J Nutr* 29(9): 1013-1020

Chung CK, Ha KS (1995): Effect of parathyroid hormone and calcitonin on enzyme and mineral metabolism of bone cells and phosphorylation. *Korean J Nutr* 28(8): 737-748

Heaney RP (2000): Calcium, dairy products and osteoporosis. *J Am College Nutr* 19(2): 83S-99S

Hong HO, Yu CH (1994): The effect of Ca and Vitamin D supplementation on bone metabolism in postmenopausal women. *Korean J Nutr* 27(10): 1025-1036

Hong JY, Cho YW, Baek JY, Cho HJ, Song YB (1999): The study of correlation between serum vitamin K concentration and bone metabolism in postmenopausal women. *Korean J Nutr* 32(3): 287-295

Jansen C, Holloway L, Block G, Spiller G, Gildengorin G, Gunderson E, Butterfield G, Marcus R (2002): Long-term effects of nutrient intervention on markers of bone remodeling and calcitropic hormones in late-postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 75: 1114-1120

Julia S, Johansen B (1988): An indicator of spontaneous bone loss and effect of estrogen treatment in postmenopausal women. *Europ J Med* 18: 191-198

Kim HS, Jung GH, Jang DM, Kim SH, Lee BK (2005): Increased calcium intake through milk consumption and bone mineral density of elderly women living in Asan. *J Korean Diet Assoc* 11(2): 242-250

Korean Society of Nutrition (2000): Recommended Dietary Allowances for Koreans, 7th Revision, Seoul

Korean Society of Nutrition (2005): Dietary Reference Intakes for Koreans, Seoul

Kwon IS, Kim IG, Kang CM, Yoo TW, Park BJ, Kang HS, Lee HS, Kim CI, Cho HC, Bae SH, Park SC (2001): Vitamin D and estrogen receptor gene polymorphism and their interaction associated with bone mineral density in Korean postmenopausal women. *Korean J Med* 60(5): 421-431

Lee GJ, Lawler GS, Johnson GH (1981): Effect of supplementation of the diets with calcium and calcium rich foods on bone density of elderly females with osteoporosis. *Am J Clin Nutr* 34(5): 819-829

Mazess RB, Barden HS (1991): Bone density in premenopausal women: effect of age, dietary intake, physical activity, smoking and birth-control pills. *Am J Clin Nutr* 53: 132-142

Ministry of Health and Welfare (2006): The Third Korea Health & Nutrition Examination Survey (KNHANES III), 2005 - Nutrition Survey (I), Seoul

Na HB, Kim HJ, Park J (2002): Effects of calcium supplementation and exercise on bone mineral density in middle-aged women. *Korean J Nutr* 35(9): 962-969

Oh SI, Lee HS, Lee MS, Kim CI, Kwon IS, Park SC (2002): Some factors affecting bone mineral status of postmenopausal women. *Korean J Comm Nutr* 7(1): 121-129

- Prince R, Devine A, Dick I (1995): The effects of calcium supplementation (milk powder or tablets) and exercise on bone density in postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 10: 1068-1075
- Raisz LG (1965): Bone resorption in tissue culture: Factors influencing the response to parathyroid hormone. *J Clin Invest* 44: 102-115
- Recker RR, Heaney RP (1985): The effect of milk supplements in calcium metabolism, bone metabolism and calcium balance. *Am J Clin Nutr* 41: 254-263
- Shin MH, Shin HY, Jung EK, Rhee JA (2002): Prevalence of osteoporosis and related factors in the elderly women over 60 years of age. *Geriatrics* 6(2): 130-139
- Slovik DM, Gunberg CM, Neer RM, Lian JB (1984): Clinical evaluation of bone turnover by serum osteocalcin measurements in a hospital setting. *J Clin Endocrinol Metab* 59: 228-230
- Son SM, Chon YN (1998): The effect of calcium or 1 alpha (OH) D₃ on the bone density and biochemical indices of elderly with osteopenia. *Korean J Comm Nutr* 3(3): 508-515
- Soroko S, Holbrook TL, Edelstein S, Barrett-Connor E (1994): Lifetime milk consumption and bone mineral density in older women. *Am J Public Health* 84: 1319-1322
- Sowers MR, Clark MK, Hollis B (1992): Radial bone mineral density in pre-and peri-menopausal women: A prospective study of rates and risk factors for loss. *J Bone Mine Res* 7(6): 647-657
- Suleiman S, Nelson M, Li F, Buxton-Thomas M, Moniz C (1997): Effect of calcium intake and physical activity level on bone mass and turnover in healthy, white, postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 66: 937-943
- Sung CJ, Choi SH, Kim MH, Choi YH, Lee DH, Baek SK, Kim HK, Choi MK (2001): A study on nutritional status, maternal factors, and lifestyles according to BMD in rural postmenopausal women. *Korean J Comm Nutr* 6(2): 192-204
- Sung CJ, Choi YH, Kim MH, Choi SH, Cho KO (2002): A study of nutrient intake and serum levels of osteocalcin, Ca, P, and Mg and their correlation to bone mineral density in Korean postmenopausal women residing in rural areas. *Korean J Comm Nutr* 7(1): 111-120
- Weinsier RL, Krumdieck CL (2000): Dairy foods and bone health: examination of the evidence. *Am J Clin Nutr* 72: 681-689
- Yano K, Heibrun LK, Wasnich RD, Hankin JH, Vogel JM (1985): The relationship between diet and bone mineral content of multiple skeletal sites in elderly Japanese-American men and women living in Hawaii. *Am J Clin Nutr* 42: 877-888