

일부 초등학생의 어머니를 대상으로 한 성인 여성의 골밀도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구*

김기랑 · 김경희 · 이은경 · 이상선[§]

한양대학교 식품영양학과

A Study on the Factors Affecting Bone Mineral Density in Adult Women - Based on the Mothers of Elementary School Students - *

Kim, Ki Rang · Kim, Kyung Hee · Lee, Eun Kyung · Lee, Sang Sun[§]

Department of Food & Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

ABSTRACT

The bone mineral density(vertebrae L1-4, femoral neck, Ward's triangle and trochanter) of 160 healthy adult women aged 29 - 45 was measured and general characteristics, anthropometric measurements, and dietary intake were also studied to determine the main factors affecting the bone mineral density(BMD) of adult women. The nutrient intake of the subjects was adequate to RDA level except energy, Ca, Fe, and vit A. The BMD of vertebrae L24 showed significant positive association with nutrient intake such as animal protein, P, Ca(animal) and Fe(animal). The BMD of the femoral neck correlated significantly with anthropometric measurements such as height, weight, waist circumference, hip circumference, body fat and body mass index. The BMD of both sites(vertebrae L24 and femoral neck) were significantly related to daily energy expenditure. By multiple regression analysis, it was shown that the strongest determinant affecting the BMD of vertebrae L24 was daily Ca intake and that of femoral neck was daily energy expenditure. In conclusion, adequate nutrient intake, especially protein, P, Ca and Fe as well as increases in physical activity were suggested to prevent the loss of bone mineral density in adult women. (*Korean J Nutrition* 33(3) : 241~249, 2000)

KEY WORDS: bone mineral density, nutrient intake, anthropometric measurement, energy expenditure.

서론

1950년대부터 서구사회에서는 연령증가에 의해서 골절환자가 점차 증가하였고, 특히 남성의 경우보다도 여성의 경우 폐경 이후에 현저하게 골절환자의 증가가 문제로 대두되었다.¹⁾ 우리 나라에서도 1970년대 후반부터 골절환자의 수가 점차로 증가하였고 특히 여성에게서 발생빈도가 높아 뼈 건강에 대한 우려와 관심이 높아지고 있다. 최근의 보고²⁾에 의하면 골절환의 하나인 골다공증은 그 발생빈도가 점차 늘어나고 있으며 백인이나 동양인에게서 더 빈번하게 발생하므로 사회적 의학적으로 많은 관심을 갖는 중요한 국민 보건 문제로 대두되고 있다. 우리 나라의 경우에 정확한 통계는 없으나, 1998년 현재 약 200만명 정도의 골다공증 환

자가 있고, 이 중 5~10만명 정도는 골절을 일으키는 것으로 추정하고 있다. 골절의 위험은 남성보다 여성의 경우 더욱 심각하여 50세 이후 골절이 발생할 위험률은 남성에서 13%, 여성에서 40% 가량 된다고 한다.³⁾ 이와 같은 차이는 사람의 골질량이 30대까지 증가하여 30~34세 사이에 최대 골질량에 도달하는데, 이때 남자는 여자보다 골밀도가 25~30%정도 더 높고, 남성의 경우 노령화와 함께 일정 수준으로 골밀도가 감소하지만 여성의 경우 폐경에 이르면 그 감소율이 커지기 때문이다.⁴⁾

골격은 일단 최대 골질량에 도달하고 나면 감소하기 시작하는데 이러한 골격 손실은 연령의 증가와 더불어 시작되므로 최대 골질량을 많이 보유하는 것이 골절환 예방책으로 매우 중요하다. 골질량의 형성과 감소는 크게 인종이나 호르몬과 같은 유전적 요인, 체질량지수 및 체지방 분포와 같은 생리적 요인, 영양소, 알콜, 카페인 섭취, 흡연, 신체활동과 같은 환경적 요인에 의해 결정된다.⁵⁾⁶⁾ 또한 골격의 종류에 따라서도 골질량의 형성과 감소가 다른 것으로 보고되고

채택일 : 2000년 4월 12일

*This research was supported by grants from the Hanyang University in 1999.

[§]To whom correspondence should be addressed.

있다.⁷⁾

최근 몇 년 동안 골밀도에 영향을 미치는 요인을 분석하여 최대 골질량을 높일 수 있는 방법을 찾고자 하는 연구가 활발하게 이루어져 왔다. 그러나 국내 성인 여성에 대한 골질환에 관한 연구는 조사 대상자가 병원을 자의적으로 방문한 여성인 경우가 대부분이었기 때문에 조사 대상자의 대표성에 제한이 있었고, 폐경 후 여성으로 연령층이 제한되어 있어 폐경전 여성 집단에서의 골밀도에 미치는 요인에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 또한 골밀도에 미치는 요인 분석 시 하나의 요인을 중심으로 분석한 연구는 많으나 주요 요인들을 전반적으로 분석한 연구는 거의 없었다.

따라서 본 연구는 폐경 전 30대 여성을 중심으로 골질환 발생과 관련된다고 알려진 요인들을 가능한 모두 연구변수에 포함하여 척추 및 대퇴부의 골밀도에 영향을 미치는 요인을 파악하여 골질환의 예방을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 조사 대상 및 기간

조사 대상자는 우리나라 초등학생의 칼슘과 인 권장량 설정을 위한 연구 과정에서 조사 대상 학생들의 어머니로 구성하였다. 서울시내 초등학교 2개교 2학년 학생(총 160명)의 어머니를 대상으로 1998년 8월에 설문지를 배부 및 회수하였고 1998년 9월부터 12월 사이에 신체계측과 골밀도를 측정하였다.

2. 연구 방법

1) 설문 조사

대상자의 연령, 사회경제적 수준, 음주 및 운동 여부, 보충제(칼슘보충제, 종합비타민제)의 복용 여부, 체중 조절의 경험, 출산 연령, 수유법, 가족력의 유무와 같은 일반적 환경 요인을 조사하고, 24시간 회상법으로 작성된 하루 에너지 소비량과 영양소 섭취량을 조사하였다.

2) 신체계측

비만도 측정기(Fanics FA-96H)로 신장, 체중, 체질량지수(Body mass index, kg/m²)를 측정하였고, 체지방 측정기는 체지방계(OMRON HBF-300)를 이용하였으며, 허리둘레와 엉덩이둘레는 줄자로 측정하여 WHR(허리둘레/엉덩이둘레)을 구하였다.

3) 골밀도 측정

골밀도는 골밀도실에서 골밀도 측정기(dual-energy X-

ray absorptiometry, DEXA)를 이용하여 요추(lumbar spine: L1-L4), 대퇴경부(femoral neck, FN), 와드 삼각부(Ward's triangle), 대퇴대전자부(trochanter)를 측정하였다.

4) 자료처리 및 통계분석

영양소 섭취량은 24시간 식이 회상법으로 조사한 식사섭취상태 자료를 영양평가용 프로그램(Can-pro, 한국영양학회 부설 영양정보센터)을 이용하여 분석하였다. 일일 에너지 소비량은 각 활동 항목별로 제시된 1시간동안 체중 1kg 당 소비 에너지 값(the ratio of work metabolic rate to resting metabolic rate)을 이용하여 산출하였다.⁸⁾ 일일 에너지 소비량과 영양소 섭취량, 신체계측치 및 비만지표는 평균과 표준편차로 나타내었고 이들 요인과 골밀도와의 상관관계를 Pearson의 상관계수로 유의성을 검증했다. 골밀도는 대부분의 연구에서 조사 분석되고 있는 요추 L2, L3, L4의 평균치(lumbar spine: L24)와 대퇴경부(femoral neck, FN)를 이용하였다. 조사대상자들의 일반적 환경 요인에 따른 골밀도를 비교하기 위하여 일원분산분석(one-way ANOVA)과 Tukey's test를 이용하였다. 골밀도에 미치는 주요 요인을 파악하기 위해서 다중회귀분석을 시행하였다. 모든 자료는 SPSS통계 package를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 대상자의 신체적 특성

조사 대상자들의 평균 연령은 35세 가량으로 29~45세 범위에 있었다. 평균 신장, 체중, 허리둘레, 엉덩이둘레, 체지방은 각각 157.0 ± 5.38cm, 57.0 ± 7.90kg, 75.6 ± 7.96cm, 93.3 ± 5.81cm, 29.7 ± 4.34kg이었고 평균 BMI와 WHR은 23.2 ± 3.08kg/m², 0.81 ± 0.06로써 대상자들의 비만도는 정상이었다(Table 1).

2. 대상자의 골밀도 측정치

조사 대상자들의 골밀도 측정치는 Table 2와 같았다. 평균 요추(L24) 골밀도는 1.21g/cm², 대퇴경부는 0.94g/cm², 와드삼각부는 0.87g/cm², 대퇴대전자부는 0.80g/cm²이었다. 대상자들의 골밀도를 동일 연령군의 골밀도 표준값(% Age-Matched)과 같은 성과 국적을 가진 20~49세 대상자의 골밀도 값(% Young Adult)으로 비교했을 때, 대상자들의 골밀도 대부분이 표준치 보다 높은 것으로 평가되었다. 국내 성인 여성(30대)을 대상으로 골밀도를 조사한 결과들을 보면, 이회자와 최미자의 보고⁹⁾에서는 평균 요추의 골밀도는 1.20g/cm², 대퇴경부는 평균 0.92g/cm²이었고, 오재준

등¹⁰⁾은 요추와 대퇴경부가 각각 1.16g/cm², 0.89g/cm², 최미자와 정윤정,¹¹⁾ 이상재 등,¹²⁾ 민용기 등¹³⁾의 보고서에서는 각각 1.24g/cm², 1.09g/cm², 1.03g/cm²의 요추 골밀도를 보여줌으로써 본 대상자들의 골밀도치가 다른 보고들¹⁰⁾¹¹⁾보다는 다소 높았다.

3. 하루 평균 영양소 섭취량 및 영양권장량에 대한 백분율

조사 대상자들의 하루 평균 영양소 섭취량과 한국인 영양권장량과 비교한 백분율은 Table 3과 같았다. 평균 에너지와 영양소 섭취량은 영양권장량과 비교해 본 결과, 에너지, 칼슘, 철분, 비타민 A 섭취를 제외하고는 대부분 권장량 이상이거나 권장량 수준이었다. 열량 영양소인 단백질, 지방, 탄수화물의 에너지 구성 비율은 16.0 : 20.9 : 63.0으로서 95년 국민영양조사 결과인 16.1 : 19.1 : 64.8과 비슷함을 보이면서 균형적인 식사 패턴을 가졌다. 단백질, 칼슘, 철분의 전체 섭취량에 대한 동식물성 섭취비의 결과를 보면 단

백질은 49.4 : 50.6으로 동식물성 식품 섭취의 기여도가 비슷한 것으로 나타났으나 칼슘과 철분은 각각 43.6 : 56.4, 31.3 : 68.7로써 동물성보다는 식물성 식품이 전체 섭취량에 대한 기여도가 높은 것으로 나타났다. 본 연구 대상자는 이들 영양소 섭취량의 반 이상을 흡수율이 낮은 식물성 식품에 의존하고 있으므로 이들 영양소의 흡수율을 고려해 볼 때, 실제 칼슘과 철분의 영양상태는 매우 불량할 것으로 생각된다.

4. 일반적인 환경 요인에 따른 골밀도

조사 대상자들의 일반적인 환경 요인에 따른 골밀도치는 Table 4-1, 4-2와 같았다. 교육수준은 고등학교 졸업 이상이 대부분이었고, 직업이 없는 사람(74.4%)이 있는 사람(25.6%)보다 많았다. 음주여부에서는 음주를 하는 경우와 그렇지 않은 비율이 각각 50.6%, 49.4%로 거의 비슷하였다. 조사 대상자들의 22.5%가 체중조절을 한 적이 없는 것으로 나타났으나 운동여부에서는 대상자들의 77.5%가 규칙적인 유산소 운동을 하고 있는 것으로 나타났다. 과거 골질환의 가족력을 조사한 결과, 관절염과 골다공증에서는 가족력이 경우 없는 대상자가 각각 61.9%, 79.4%로 있는 대상자보다 많았으나 골절은 가족력이 있는 대상자가 83.4%였다. 첫 출산나이는 30대(31.9%)보다 20대(68.1%)의 비율이 높았고, 수유방법은 모유(22.6%)보다 분유(39.6%) 사용이 많았다. 대상자들의 일일 평균 에너지 소비량은 2048.34 ± 437.74kcal로서 평균 에너지 섭취량과는 약 350kcal의 차이를 보였다. 에너지 소비량은 대상자들이

Table 1. Characteristics and bone mineral density of subjects

Variables	Mean ± S.D.
Age(yrs)	35.7 ± 2.98
Anthropometric variables	
Height(cm)	157.0 ± 5.38
Weight(kg)	57.0 ± 7.90
Waist(cm)	75.6 ± 7.96
Hip(cm)	93.3 ± 5.81
Body fat(kg)	29.7 ± 4.34
Body mass index(kg/m ²)	23.2 ± 3.08
Waist-hip ratio	0.81 ± 0.06

Table 2. Bone mineral density of subjects

Variables	BMD(g/cm ²) ¹⁾	% Age-matched ²⁾	Z-score ³⁾	% young adult ⁴⁾	T-score ⁵⁾
L1	1.095 ± 0.132	98.98 ± 11.67	-0.008 ± 1.15	103.37 ± 12.40	0.294 ± 1.10
L2	1.184 ± 0.143	100.99 ± 10.97	0.091 ± 1.07	105.27 ± 11.75	0.514 ± 1.13
L3	1.216 ± 0.155	104.79 ± 10.93	0.457 ± 1.06	109.15 ± 11.42	0.857 ± 1.07
L4	1.232 ± 0.135	111.10 ± 71.44	0.532 ± 1.09	110.01 ± 12.15	0.939 ± 1.13
L24 ⁶⁾	1.213 ± 0.127	103.89 ± 10.62	0.375 ± 1.04	108.33 ± 11.31	0.778 ± 1.06
Femoral neck	0.939 ± 0.120	109.27 ± 68.45	0.288 ± 0.94	104.37 ± 13.32	0.330 ± 1.00
Ward's triangle	0.873 ± 0.164	100.00 ± 16.88	-0.001 ± 0.16	99.87 ± 17.53	-0.017 ± 1.18
Trochanter	0.801 ± 0.110	103.78 ± 13.29	0.260 ± 0.94	106.51 ± 14.74	0.446 ± 0.99
Average	1.001 ± 0.123	105.43 ± 12.24	0.457 ± 1.12	106.50 ± 15.20	0.500 ± 0.95

1) Mean ± S.D.

2) % Age-Matched = $\frac{\text{Subject's BMD} \times 100}{\text{Standard Deviation of Age Matched BMD}}$

3) Z-score = $\frac{\text{Subject's BMD} - \text{Age Matched BMD}}{\text{Standard Deviation of Age Matched BMD}}$

4) % Young Adult = $\frac{\text{Subject's BMD} \times 100}{\text{Standard Deviation of Young Adult BMD}(20 - 49\text{year})}$

5) T-score = $\frac{\text{Subject's BMD} - \text{Young Adult BMD}(20 - 49\text{year})}{\text{Standard Deviation of Young Adult BMD}(20 - 49\text{year})}$

6) Mean value of L2, L3 and L4

Table 3. Daily nutrients intakes and Percent RDA of nutrient intakes

Nutrients	Intakes ¹⁾	% RDA ¹⁾
Energy(kcal)	1696.0 ± 419.0	84.8 ± 21.0
% of total energy		
From carbohydrate	63.0 ± 8.5	
From fat	20.9 ± 7.2	
From protein	16.0 ± 4.7	
Protein(g)	67.8 ± 26.7	112.9 ± 44.5
Animal	33.5 ± 19.4	
Plant	34.2 ± 17.9	
Fat(g)	40.9 ± 21.0	
Cholesterol(mg)	252.1 ± 193.7	
Carbohydrate(g)	264.3 ± 64.9	
Fiber(g)	4.2 ± 3.0	
Calcium(mg)	469.0 ± 174.2	67.0 ± 24.9
Animal	204.3 ± 137.6	
Plant	264.7 ± 101.2	
Phosphorus(mg)	1024.2 ± 274.8	146.3 ± 39.3
Iron(mg)	8.0 ± 3.6	44.3 ± 19.9
Animal	2.5 ± 1.8	
Plant	4.7 ± 2.9	
Sodium(mg)	4659.8 ± 1822.9	
Potassium(mg)	2541.8 ± 765.7	
Vit A(R.E.)	625.1 ± 386.3	89.3 ± 55.2
Retinol(µg)	112.8 ± 158.4	
β-Carotene(µg)	2707.1 ± 1919.0	
Thiamin(mg)	1.4 ± 0.7	143.3 ± 70.6
Riboflavin(mg)	1.2 ± 0.5	97.9 ± 45.8
Niacin(mg)	13.1 ± 6.6	100.9 ± 50.9
Vit C(mg)	88.2 ± 48.1	160.3 ± 87.5

1) Mean ± S.D.

24시간동안의 활동내용을 기억하여 기록한 값으로 추정하였는데, 대상자들은 주로 한 시간 단위로 활동내용을 기록하는 경향을 보였다. 따라서 에너지 소비량 산출시 그 값이 다소 과대추정(overestimation) 되었을 가능성이 높다고 생각된다. 대상자들의 비만도를 보면 정상(20 ≤ BMI ≤ 25)은 61.9%였고 과체중(25 < BMI ≤ 30) 및 비만(BMI > 30)이 22.5%로 15.6%인 저체중(BMI < 20)보다 약간 많은 것으로 나타났다.

이들 일반적 특성중에서 골밀도치에 유의적으로 영향을 미친 인자로는 한 달 평균 소득과 하루 에너지 소비량이었다. 대상자의 한 달 평균 소득은 255만원으로 소득 수준을 세가지 수준으로 분류했을 때, 소득이 증가할수록 대퇴경부의 골밀도치가 유의적인 감소를 보였고, 대상자의 평균 에너지 소비량을 세가지 수준으로 분류한 후 골밀도치와 비교했을 때, 요추와 대퇴경부 골밀도치 둘다 에너지 소비량이

Table 4-1. Bone mineral density by general characteristics

Variables	N(%)	Bone mineral density ¹⁾	
		L24	Femoral neck
Education level			
Elementary school	2(1.3)	1.2435 ± 0.1492	0.9105 ± 0.0559
Junior high school	5(3.2)	1.1700 ± 0.1221	0.9582 ± 0.1125
High school	71(44.9)	1.2043 ± 0.1234	0.9380 ± 0.1135
University	80(50.6)	1.2245 ± 0.1324	0.9429 ± 0.1286
p-value		0.653	0.962
Job			
Yes	41(25.6)	1.1816 ± 0.1164	0.9323 ± 0.1132
No	119(74.4)	1.2238 ± 0.1294	0.9415 ± 0.1229
p-value		0.066	0.675
Income (10000won/month)			
< 200	34(21.3)	1.2461 ± 0.1401	0.9990 ± 0.1381 ^a
200 ≤ < 250	40(25.0)	1.2287 ± 0.1374	0.9306 ± 0.1313 ^{ab}
250 ≤ < 300	39(24.4)	1.1851 ± 0.0969	0.9300 ± 0.0958 ^{ab}
≥ 300	47(29.4)	1.1988 ± 0.1271	0.9106 ± 0.1064 ^b
p-value		0.146	0.008**
Alcohol drinking			
Yes	81(50.6)	1.2058 ± 0.1217	0.9486 ± 0.1262
No	79(49.4)	1.2204 ± 0.1330	0.9294 ± 0.1138
p-value		0.251	0.446
Weight control			
Yes	36(22.5)	1.2382 ± 0.1231	0.9417 ± 0.1106
No	124(77.5)	1.2057 ± 0.1279	0.9384 ± 0.1233
p-value		0.178	0.884
Aerobic exercise			
Yes	124(77.5)	1.2176 ± 0.1260	0.9397 ± 0.1229
No	36(22.5)	1.1973 ± 0.1317	0.9373 ± 0.1123
p-value		0.400	0.915

1) Mean ± S.D.

**p < 0.01 significantly different among age groups by oneway ANOVA

^{a,b}Value with different letters in a column are significantly different among groups at < 0.05 by Tukey's test

높은 경우가 낮은 경우보다 유의적으로 높았다. 한 달 평균 소득의 경우 에너지 소비량과는 -1.171(p = 0.03)의 coefficient 값을 보이면서 유의적인 음의 상관관계를 보여주었는데, 에너지 소비량을 보정한 후 소득과 대퇴경부(r = -0.1239, p = 0.122)의 유의적인 상관성은 보이지 않았다. 이는 소득이 높을수록 에너지 소비량이 낮은 것으로 보아 소득과 골밀도의 양의 상관관계에 에너지 소비량이 주영향을 미친 것으로 생각된다. 에너지 소비량과 골밀도와의 양의 상관관계는 다른 연구에서도 보여주고 있다.¹¹⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾ 운동이 골밀도에 미치는 영향을 파악하기 위해 조사한 이회자¹⁴⁾의 연구에 의하면 운동 유무와 종류에 따라 골밀도에 미치는 영향은 유의적이었고, 폐경 후보다 폐경 전에 더 크게 나

Table 4-2. Bone mineral density by general characteristics

Variables	N(%)	Bone mineral density ¹⁾		
		L24	Femoral neck	
Family history of bone disease				
Athrictic bone dz.	Yes	61(38.1)	1.2131 ± 0.1129	0.9500 ± 0.1176
	No	99(61.9)	1.2129 ± 0.1358	0.9324 ± 0.1219
	p-value		0.993	0.371
Fracture	Yes	131(83.4)	1.2160 ± 0.1321	0.9356 ± 0.1211
	No	26(16.6)	1.2046 ± 0.1075	0.9611 ± 0.1188
	p-value		0.680	0.327
Osteoporosis	Yes	33(20.6)	1.2150 ± 0.1269	0.9581 ± 0.1239
	No	127(79.4)	1.2125 ± 0.1278	0.9342 ± 0.1193
	p-value		0.921	0.312
Mother's first delivery age				
	20s	109(68.1)	1.2198 ± 0.1207	0.9383 ± 0.1196
	30s	51(31.9)	1.1984 ± 0.1402	0.9410 ± 0.1228
	p-value		0.438	0.434
Type of feeding				
	Breast feeding	36(22.6)	1.2178 ± 0.1249	0.9616 ± 0.1188
	Mixed feeding	60(37.7)	1.2133 ± 0.1271	0.9295 ± 0.1123
	Formula feeding	63(39.6)	1.2095 ± 0.1314	0.9341 ± 0.1287
	p-value		0.953	0.420
Daily energy expenditure(kcal)				
	Low(< 1850)	53(33.5)	1.1771 ± 0.1312 ^a	0.8873 ± 0.1094 ^a
	Moderate (1850 ~ 2162)	51(32.3)	1.2158 ± 0.1034 ^b	0.9459 ± 0.1196 ^b
	High(> 2162)	54(34.2)	1.2415 ± 0.1330 ^b	0.9832 ± 0.1157 ^b
	p-value		0.028*	0.000***
Body mass index(kg/m ²)				
	< 20	25(15.6)	1.2039 ± 0.1260	0.9165 ± 0.1140
	20 - 25	99(61.9)	1.2028 ± 0.1193	0.9285 ± 0.1159
	26 - 30	24(15.0)	1.2383 ± 0.1366	0.9820 ± 0.1077
	> 30	12(7.5)	1.2655 ± 0.1666	0.9885 ± 0.1667
	p-value		0.290	0.070

1) Mean ± S.D.

*p < 0.05, ***p < 0.001 significantly different among age groups by oneway ANOVA

^aValue with different letters in a column are significantly different among groups at < 0.05 by Tukey's test

타났다. Hirota 등¹³⁾은 20대 일본 여성의 골밀도와 생활양식(life style)의 상관관계를 조사한 결과 과거 육체적 활동뿐만 아니라 스포츠를 좋아하는 경우와도 양의 상관관계를 보였다. 본 연구에서도 규칙적인 유산소 운동 여부에 따른 골밀도 측정치를 비교했을 때 운동을 하는 경우가 그렇지 않은 경우보다 유의적이지는 않지만 골밀도가 높았다.

비만도에 따른 골밀도 측정치에서는 유의적이지는 않았으나 비만일수록 골밀도가 증가하는 경향을 보였다. Mel-

ton 등¹⁸⁾의 연구에 의하면, 비만은 골밀도에 대해 유의적인 음의 상관관계를 보였으며 La Vecchia 등¹⁹⁾에서도 고관절 골절의 위험요인에 대해 환자-대조군 연구 결과, 저체중인 여성에 비해서 정상체중을 가진 여성의 위험도가 0.5배, 과체중 여성의 위험도가 0.4배, 비만여성의 위험도가 0.3배로 유의하게 낮았다. 우선옥 등²⁰⁾의 연구에서도 비만은 골다공증의 방어요인으로 나타났다.

본 연구에서는 소득, 에너지 소비량 이외에 골밀도에 유의적인 영향을 미친 다른 일반적 환경 인자는 없었으나 다른 연구들을 보면 골밀도에 양의 상관성을 가진 인자로는 사회경제적 수준,¹⁹⁾ 모유수유를 한 경우²¹⁾ 등이 있었고, 음의 상관성을 가진 인자로는 가족력, 자녀수, 임신횟수,²⁰⁾ 체중조절 빈도수,¹⁷⁾ 흡연,²²⁾ 과음²³⁾등이 있었다.

5. 보충제 복용 여부에 따른 골밀도

조사 대상자의 보충제 복용 여부 및 보충제 복용에 따른 골밀도 측정치는 Table 5와 같았다. 임신전에는 보충제를 복용하지 않은 대상자(칼슘 보충제 91.0%, 종합비타민제 88.5%)가 복용한 대상자보다 많았고, 임신중에는 칼슘보충제의 경우 복용한 대상자가 53.8%로 복용하지 않은 대상자보다 많았으나 종합비타민제의 경우 28.8%만이 임신중에 복용한 것으로 나타났다. 현재 보충제의 복용 여부에서는 보충제를 복용하지 않은 비율(칼슘 보충제 88.1%, 종합비타민제 86.3%)이 복용하는 비율보다 더 높았다. 보충제 복용 여부에 따른 골밀도 측정치에서는 임신전, 임신중에 보충제를 복용한 적이 있거나 지금도 복용하는 대상자가 복용하지 않은 대상자보다 골밀도가 높았으나 유의적인 차이는 임신중 종합비타민제 복용에서만 나타났다. 골밀도와 보충제 복용 여부의 관련성에 관한 기존 연구들은 폐경 전이나 후의 여성에서 적극적인 칼슘 보충이 골손실 및 골절의 위험을 감소시킨다는 비교적 일관된 결과들을 보여주고 있었다.²⁴⁾²⁵⁾

6. 골밀도와 신체계측, 영양소 섭취량과의 상관성

조사대상자의 골밀도 측정치와 신체계측 변수, 영양소 섭취량과의 상관관계는 Table 6과 같았다. 신체계측 변수 중에서는 요추 골밀도와는 신장과 체중만이, 대퇴경부에서는 WHR을 제외한 모든 변수와 유의적인 양의 상관성을 보였다. 체중은 기타 신체계측 측정치보다 골밀도와 가장 높은 상관관계를 보였다. 여러 보고에 의하면 체중은 골격전체에 기계적인 부하를 주므로써 골밀도 변화에 영향을 미친다고 한다.¹¹⁾¹⁵⁾²⁶⁾ 특히 폐경후 골밀도 감소가 비만형 체형에 비해 다른 체형에서 현저하다고 하며³⁰⁾ 체지방이 폐경기 후 골다공증의 발생에 예방적 인자라고 제시하였다.²⁷⁾ 이희자 등¹⁵⁾의 보고에 의하면 체중, 신장, 허리둘레와 엉덩이 둘레, 체

Table 5. Bone mineral density by taking supplements

Supplement	N(%)	Bone mineral density ¹⁾		
		L24	Femoral neck	
Calcium				
Before pregnancy	Yes	14(9.0)	1.2286 ± 0.1751	0.9574 ± 0.1400
	No	142(91.0)	1.2116 ± 0.1238	0.9373 ± 0.1196
	p-value		0.636	0.555
During pregnancy	Yes	84(53.8)	1.2238 ± 0.1243	0.9366 ± 0.1259
	No	72(46.2)	1.2007 ± 0.1332	0.9419 ± 0.1162
	p-value		0.265	0.784
Present	Yes	19(11.9)	1.2427 ± 0.1599	0.9614 ± 0.1385
	No	141(88.1)	1.2090 ± 0.1223	0.9362 ± 0.1178
	p-value		0.279	0.392
Vitamin-mineral complex				
Before pregnancy	Yes	18(11.5)	1.2509 ± 0.1541	0.9614 ± 0.1604
	No	138(88.5)	1.2082 ± 0.1247	0.9361 ± 0.1155
	p-value		0.186	0.406
During pregnancy	Yes	45(28.8)	1.2558 ± 0.1486	0.9820 ± 0.1408
	No	111(71.2)	1.1958 ± 0.1158	0.9217 ± 0.1081
	p-value		0.008**	0.005**
Present	Yes	22(13.8)	1.2184 ± 0.1649	0.9492 ± 0.1523
	No	138(86.3)	1.2121 ± 0.1208	0.9375 ± 0.1149
	p-value		0.832	0.673

1) Mean ± S.D.

**p < 0.01 significantly different among age groups by t-test

지방량, BMI, WHR이 요추와 대퇴경부에 양의 상관관계를 나타냈고, 골밀도가 증가하는 시기에는 골밀도와 체중과의 관계가 주로 제 지방량(lean body mass)과 관련이 있으나 골손실이 많이 일어나는 시기에는 주로 체 지방량(body fat)과 관련이 있다고 제시하였다.

골밀도와 영양소 섭취량과의 상관관계에서는 요추 골밀도와 단백질(동물성 단백질), 칼슘(동물성 칼슘), 인, 동물성 철분의 섭취가 유의적인 양의 상관성을 보였고, 대퇴경부와는 유의적인 상관성을 보인 영양소는 없었다. 국내 성인 여성의 영양소 섭취량과 골밀도와의 상관관계에 대한 연구결과를 보면 이희자와 최미자²⁸⁾는 동물성 칼슘, 철분, 열량과 전신 골밀도와의 양의 상관관계를 보였고, 이종호 등²⁸⁾이 폐경전 여성을 대상으로 한 연구에서는 척추골의 골밀도는 Ca 섭취와 관계가 없고 체중과 관계가 있었으며 대퇴경부의 골밀도는 동물성 급원으로부터 섭취한 Ca과 동물성 단백질의 섭취와 밀접하게 관련이 있다고 하였다. 김화영²⁹⁾의 연구결과에서는 골다공증에 관련된 식이 인자들 중에서 특히 Ca과 단백질 섭취량이 매우 중요한 인자로 작용한다고 제시하였다. 본 연구에서는 기존의 몇 연구 결과들^{28),30),31)}과

Table 6. Correlation coefficient of anthropometric variables and nutrient intakes with bone mineral density

Variables	Bone mineral density			
	L24	Femoral neck		
Anthropometric variables	Height(cm)	0.218**	0.180*	
	Weight(kg)	0.223**	0.300**	
	Body fat(%)	0.102	0.188*	
	Waist(cm)	0.076	0.194*	
	Hip(cm)	0.037	0.215**	
	Body mass index(kg/m ²)	0.112	0.219**	
	Waist-hip ratio	-0.019	0.132	
Nutrients	Energy(kcal)	0.030	0.030	
	Protein(g)		0.187*	0.082
		Animal	0.208**	0.110
	Plant	0.021	-0.027	
	Fat(g)	0.050	0.033	
	Cholesterol(mg)	-0.022	-0.062	
	Carbohydrate(g)	-0.050	-0.038	
	Fiber(g)	0.044	0.132	
	Calcium(mg)		0.268**	0.099
		Animal	0.184*	0.099
	Plant	0.132	-0.002	
	Phosphorus(mg)	0.175*	0.073	
	Iron(mg)	0.104	0.008	
	Animal	0.204*	0.112	
Plant	-0.039	-0.020		
Sodium(mg)	0.088	0.021		
Potassium(mg)	0.129	-0.002		
Vit A(R.E.)	0.060	0.007		
Retinol(μg)	0.075	0.004		
β-Carotene(μg)	-0.053	-0.076		
Thiamin(mg)	-0.007	-0.029		
Riboflavin(mg)	0.058	-0.071		
Niacin(mg)	0.091	0.003		
Vit C(mg)	0.059	0.009		

*p < 0.05, **p < 0.01 significantly different by Pearson's correlation

같이 단백질 섭취량과 골밀도와의 상관성에서 특히 동물성 단백질과 요추 골밀도에 유의적인 양의 상관성을 보였는데 단백질이 골밀도에 미치는 영향은 계속 논의가 되어오고 있다. 단백질 섭취량이 증가할수록 소변으로의 칼슘 배설이 증가되어 칼슘의 음의 균형을 초래하므로 단백질 섭취량과 골밀도간에는 음의 상관성을 가진다는 상반된 결과들^{29),32),33)}도 많이 보고되고 있기 때문이다. Metz³²⁾ 등은 이에 대해 단백질의 섭취량이 적정 수준 이하일 때는 단백질이 칼슘 흡수를 촉진하나 단백질의 섭취량이 권장량을 초과할 때는 칼슘 흡수 촉진 효과가 사라지기 때문이라고 제시하기도 하였다.

Table 7. Multiple regression analysis by significant variables in descriptive analysis with bone mineral density

	R ²	F	Unstandardized coefficients	Standardized coefficients	p-value
Lumbar spine					
Ca(g/day)			0.1650	0.499	0.002
Animal Ca(g/day)			0.0163	0.177	0.364
Protein(g/day)			-0.0148	-0.037	0.819
Animal Protein(g/day)	0.243***	4.719	0.0655	0.276	0.103
Phosphorous(g/day)			-0.1830	-0.375	0.023
Animal Fe(g/day)			0.0269	0.129	0.257
Energy expenditure(kcal)			0.0005	0.206	0.040
Height(cm)			0.0037	0.155	0.059
Weight(kg)			0.0011	0.069	0.501
Femoral neck					
Energy expenditure(kcal)			0.0006	0.221	0.029
Height(cm)			0.0038	0.172	0.615
Weight(kg)	0.167**	3.647	0.0003	0.026	0.968
Body fat(%)			0.0003	0.010	0.946
Waist(cm)			0.0014	0.091	0.434
Hip(cm)			-0.0015	-0.074	0.543
Body mass index(kg/m ²)			0.0045	0.115	0.860

p < 0.01, *p < 0.001 significantly different by multiple regression

7. 골밀도에 영향을 주는 관련인자들에 대한 다중회귀분석

조사 대상자들의 골밀도 측정치 변이에 설명력 있는 인자를 밝히기 위해 종속변수를 골밀도 측정치로 하고, 독립 변수는 요추 골밀도의 경우, 일차원적인 분석에서 유의한 변수였던 하루 에너지 소비량, 신장, 체중, 단백질, 동물성 단백질, 인, 칼슘, 동물성 칼슘, 동물성 철분으로 하고, 대퇴경부의 경우에는 일차원적인 분석에서 유의한 변수였던 하루 에너지 소비량, 신장, 체중, 체지방, 허리둘레, 엉덩이둘레, 체질량지수를 독립변수로 하여 다중 회귀분석을 하였다 (Table 7). 골밀도의 변이를 설명하는 이들 인자들의 설명력은 요추 골밀도의 경우 24.3%, 대퇴경부 골밀도의 경우 16.7%였다. 변이를 가장 유의하게 설명한 변수로는 요추의 경우 Ca 섭취량(p = 0.002)으로서 칼슘 섭취량이 많을수록 골밀도가 높아지는 것으로 나타났고, 그 다음으로 인 섭취량으로서 인의 섭취량이 적을수록 골밀도가 높아지는 것으로 나타났다. 칼슘과 인이 골밀도에 유의한 영향을 미친 연구 결과들은 기존에 많이 보고되고 있다. 오재준 등¹²⁾은 폐경전 여성을 대상으로 골밀도와 체중, 체질량지수, 체지방량, 체지방량 및 영양섭취량과 상관성을 본 결과, 칼슘, 인, 단백질 등의 식이 요인이 다른 인자들 보다 요추 골밀도와 밀접한 관계를 가지면서 특히 척추의 골격 건강을 유지하는데 칼슘 섭취가 매우 중요하게 나타났다. Matkovic 등³⁴⁾은 칼슘 섭취량이 높은 지역의 사람들이 낮은 지역의 사람들보다 골절빈도가 낮았다고 보고하면서 칼슘 섭취량이 골

격의 상태 및 골절에 가장 중요한 요인이라고 제시하였다. 김숙희³⁵⁾는 Ca 결핍이 성장기간이나 성숙기간 동안에 나타나면 골질량의 감소가 나타나는데 이에 대한 완전한 회복은 어려우며 Ca의 과량섭취는 반드시 어느 수준 이상의 골질량 증가를 나타내지는 않는다고 보고 하였다. 이는 유전적 요인과 활동량이 어느 정도 골질량 결정에 영향을 주기 때문이다. Ca의 과량섭취는 활동량이 전혀 없을 경우, 골질량 감소를 완만히 지연시키기는 하지만 완전히 방어하지는 못한다.³⁶⁾ 인의 섭취는 저칼슘뇨증(hypocalciuric effect)을 나타내므로 단백질의 고칼슘뇨증(hypercalciuric effect)을 상쇄시켜 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 갖지만^{37,38)} 다중회귀분석결과, 인 섭취량이 요추 골밀도 변이에 유의한 양의 상관관계를 보인 것은 대상자들의 과도한 인 섭취(RDA의 146%)에서 기인한 것으로 생각된다. Calvo³⁹⁾는 인의 과도한 섭취는 2차적인 parathyroid hormone(PTH) 분비 및 골격의 용출(resorption)을 증가시켜 골 손실을 초래한다고 보고하였다. 요추 골밀도에 유의하게 영향을 미친 또 하나의 변수로 하루 에너지 소비량이 나타났는데 대퇴경부에서는 하루 에너지 소비량이 가장 유의한 변수(p = 0.029)로 나타났다. 이와 같이 에너지 소비량이 골밀도 변이에 유의적인 기여도를 보인 본 연구 결과는 활동적인 생활양식이나 충분한 운동 특히 체중부하운동을 지속적으로 함으로써 연령증가에 따른 빠른 골감소를 막아 골량을 유지할 수 있음을 제시한 기존의 많은 연구 결과들과 일치함을 보여주었다.^{41,48,47)}

요약 및 결론

본 연구는 폐경 전 30대 여성 160명을 대상으로 골질환 발생과 관련된다고 알려진 요인들을 조사하여 척추 및 대퇴부의 골밀도에 영향을 미치는 주 요인을 파악하고자 하였다. 연구 결과는 다음과 같았다.

1) 대상자들의 평균 골밀도는 요추(L2/4) 1.21g/cm², 대퇴경부(Femoral neck) 0.94g/cm²와, 드삼각부(Ward's triangle) 0.87g/cm², 대퇴전자부(Trochanter) 0.80g/cm² 이었고, 대상자 들의 골밀도를 동일 연령군의 골밀도 표준값(% Age-Matched)과 같은 성과 국적을 가진 20~49세 대상자의 골밀도 값(% Young Adult)으로 비교했을 때, 대부분이 표준치 보다 높은 것으로 조사되었다.

2) 대상자들의 영양소 섭취량은 몇 영양소를 제외하고는 영양권장량 수준이었다. 권장량보다 특히 부족하게 섭취한 영양소는 칼슘과 철분이었으며 이들 섭취량의 반 이상을 흡수율이 낮은 식물성 식품에 의존하고 있었다.

3) 대상자의 평균 나이는 35세로 대부분 고등학교 졸업 이상이었고, 직장이 없는 주부였으며 한 달 평균 수입은 약 225만원으로 높은 경제력을 가졌다. 대상자들의 77.5%가 규칙적인 유산소 운동을 하고 있었고, 약 60%가 정상체중이었으며, 과체중 및 비만이 22.5%로 저체중(15.6%)보다 약간 많았다. 골밀도에 유의한 차이를 보인 일반적 환경 인자는 소득과 하루 에너지 소비량으로써 소득이 낮을수록 하루 에너지 소비량이 많을수록 골밀도가 높았다.

4) 대상자 대부분은 임신중 칼슘 보충제를 복용한 경우의 비율을 제외하고는 칼슘보충제나 종합비타민제와 같은 보충제를 복용하지 않는 비율이 복용하는 비율보다 많았고, 보충제에 따른 골밀도의 유의적인 차이는 단지 임신중 종합비타민제의 복용 여부에서만 나타났다.

5) 신체계측 및 영양소 섭취량과 골밀도와의 상관분석에서 요추 골밀도는 단백질(동물성 단백질), 칼슘(동물성 칼슘), 인, 동물성 철분과 같이 주로 영양소 섭취량과 유의적인 상관성을 가졌고, 신체계측에서는 신장과 체중에서만 유의성을 보였으며 대퇴경부 골밀도는 신장, 체중, 체지방, 허리둘레, 엉덩이둘레, 체질량지수(BMI)와 같은 신체계측 인자에서 주로 유의적인 상관성을 보였을뿐 영양소와는 유의적인 상관성을 보이지 않았다.

6) 골밀도 변이에 가장 많은 기여도를 보인 인자로는 요추에서는 칼슘 섭취량, 대퇴경부에서는 에너지 소비량으로 나타났고, 그외 요추 골밀도 변이에 인 섭취량과 에너지 소비량이 유의한 설명력을 가졌다.

결론적으로 성인 여성들의 골밀도 손실을 방지하기 위해서는 에너지 소비량의 증가를 위한 신체 활동량의 증가와 더불어 칼슘, 단백질, 인, 철분 등과 같이 골밀도에 영향을 미치는 식이 요인들을 적당한 양으로 식품의 질을 함께 고려해서 섭취해야 할 것으로 생각된다.

Literature cited

- Cummings SR, Kelsey JL, Nevitt MC, O'Daon KJ. Epidemiology of osteoporosis and osteoporotic fractures. *Epidemiol Rev* 7: 178-208, 1985
- ORBD-NRC. Asian American Women and osteoporosis. Office of Minority Health resource Center, 1998
- Melton III LJ, Chrischilles EA, Cooper C, et al. Perspective. How many women have osteoporosis? *J Bone Mineral Research* 7(9): 1005-1010, 1992
- Barth RW, Lane JM. Osteoporosis. *Orthop Clin North Am* 19(4): 846-858, 1988
- Smith DM, Nance WE, Kang KW, Christian JC, Johnston CC. Genetic factors in determining bone mass. *J Clin Invest* 52: 2800-2808, 1973
- Stewart F Osteoporosis, Hudson TW, Reinhart MA, Rose SD, Stewart JK. Clinical preventive Medicine, Little, Brown and Company, pp.518-533, 1988
- Matkovic V. Calcium metabolism and calcium requirements during skeletal modeling and consolidation of bone mass. *Am J Clin Nutr* 54: 245S-260S, 1991
- Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR, Nontoye HJ, Sallis JF, Paffenbarger RS. Compendium of Physical Activities: Classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 25(1): 71-80, 1993
- Lee HJ, Choi MJ. The effect of Nutrient Intake and Energy Expenditure on Bone Mineral Density of Korean Women in Taegu. *Korean J Nutr* 29(6): 622-633, 1996
- Oh JJ, Baik ES, Lee IK, Lee HS, Lim HS. Effects of Dietary Calcium, Protein, and Phosphorus Intakes on Bone Mineral Density in Korean Premenopausal Women. *Korean J Nutr* 29(1): 59-69, 1996
- Choi MJ, Jung YJ. The Relationship between Food Habit, Nutrient Intakes and Bone Mineral Density and Bone Mineral Content in Adult Women. *Korean J Nutr* 31(9): 1446-1456, 1998
- Lee SJ, Koo JW, Seo JS, Ahn JC. Measurement of Bone Mineral Density using Dual Energy X-ray Absorptiometry in Normal Korean Adults. *Korean J of Bone Metabolism* 1(2): 201-208, 1994
- Min YK, Chung HY, Jang HC, Han IK. Lateral Measurement of Lumbar Bone Mineral Density by Dual energy X-ray Absorptiometry in Korean Women. *Korean J of Bone Meta* 1(1): 70-76, 1994
- Lee HJ. The Relationship of Exercise to Bone Density of Korean Women in Taegu. *Korean J Nutr* 29(7): 806-820, 1996
- Lee HJ, Choi MJ, Lee KI. The effect of Anthropometric Measurement and Body Composition on Bone Mineral Density of Korean Women in Taegu. *Korean J Nutr* 29(7): 778-787, 1996
- Krall EA, Dawson-Hughers B. Walking is related to bone density and rates of bone loss. *Am J Med* 96(1): 20-26, 1994
- Hirota T, Nara M, Ohguri M, Manago E, Hirota K. Effect of diet and lifestyle on bone mass in Asian young women. *Am J Clin Nutr* 55: 1168-1173, 1992
- Melton III LJ, Bryant SC, Wahner HW, O'Fallon WM, Malkasian GD, Judd HL, Riggs BL. Influence of breastfeeding and other reproductive factors on bone mass later in life. *Osteopor Int* 3(2): 76-83, 1993
- La Vecchia C, Negri E, Levi F, Baron JA. Cigarette smoking, Body

- mass and other risk factors for fractures of the hip in women. *Int J Epidemiol* 20(3): 671-677, 1991
- 20) Woo SO, Bae SS, Kim DH. A Case-control Study on Risk Factors of Osteoporosis in Some Korean Outpatient Women of One General Hospital of Seoul. *The Korean J Prev Med* 28(3): 609-622, 1995
 - 21) Cumming RG, Klineberg RJ. Breastfeeding and other reproductive factors and the risk of hip fractures in elderly women. *Int J Epidemiol* 22(4): 684-691, 1993
 - 22) Rigotti NA. Cigarette smoking and body weight. *New Eng J Med* 320: 931-993, 1989
 - 23) Riggs BL, Melton III LJ. The preventive and treatment of osteoporosis. *New Eng J Med* 327: 620-627, 1992
 - 24) Elders PJM, Lips P, Netelenbos C, et al. One-term effect of calcium supplementation on bone loss in perimenopausal women. *J Bone Mineral Res* 9(7): 963-970, 1994
 - 25) Smith EL, Gilligan C, Smith PE, et al. Calcium supplementation and bone loss in middle aged women. *Am J Clin Nutr* 50: 833-842, 1989
 - 26) Holbrook TL, Barrett-Connor E. The association of life-time weight and weight control patterns with mineral density in an adult community. *Bone & Mineral* 20: 141-149, 1993
 - 27) Gordon JM, Siiteri PK, McDonald PC. Source of estrogen production in postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 36: 207-218, 1993
 - 28) Lee JH, Chio MS, Paik IK, Moon SJ, Lim SK, Ahn KJ, Song YD, Lee HC, Huh KB. Nutrient intake and Bone Mineral Density in Korean Premenopausal Women. *Korean J Nutr* 25: 140-149, 1992
 - 29) Kim WY. Osteoporosis and Dietary Factors. *Korean J Nutr* 27(6): 629-645, 1994
 - 30) Tylavsky FA, Anderson JJB. Dietary factors in bone health of elderly lactoovo-vegetarian and omnivorous women. *Am J Clin Nutr* 48: 842-849, 1988
 - 31) Lacey JM, Anderson JJB, Fujita T, Yoshimoto Y, Koch GG, et al. Correlates of cortical bone mass among premenopausal and postmenopausal Japanese women. *J Bone Mineral Res* 6(7): 651-659, 1991
 - 32) Metz JA, Anderson JB, Gallagher Jr PN. Intakes 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
 - 33) Kerstetter JE, Allen LH. Protein intake and calcium homeostasis. *Adv Nutr Res* 9: 167-181, 1994
 - 34) Matkovic V, Kostical K. Bone states and fracture rates in two regions on Yugoslavia. *Am J Clin Nutr* 32: 540-549, 1979
 - 35) Kim SH. Ca and Osteoporosis in Korean. *Korean J Nutr* 26(2): 203-212, 1993
 - 36) Hantman DA, Vogel JM, Donaldson CL, Friedman R, Goldsmith RS, Hulley SB. Attempts to prevent disease osteoporosis by treatment with calcitonin, longitudinal compression and supplementary calcium and phosphate. *J Clin Endocrinol Metab* 36: 845-858, 1973
 - 37) Nieves JW, Grisso JA, Kelsey JL. A case-control study of hip fracture. Evaluation of selected dietary variables and teenage physical activity. *Osteoporos Int* 2(3): 122-127, 1992
 - 38) Freudenheim JL, Johnson NE, Smith EL. Relationships between usual nutrient intake and bone-mineral content of 35-65 years of age. *Am J Clin Nutr* 44: 863-876, 1986
 - 39) Calvo MS. The effects of high phosphorus intake on calcium homeostasis. *Adv Nutr Res* 9: 183-207, 1994