

한국 여대생의 골밀도에 영향을 미치는 요인 분석 연구*

유춘희 · 이양순** · 이정숙

상명대학교 사범대학 가정교육학과, 대전보건전문대학 식품영양과**

Some Factors Affecting Bone Density of Korean College Women

Yu, Choon Hie · Lee, Yang Soon** · Lee, Jung Sug

Department of Home Economics Education, Sangmyung University, Seoul, Korea
Department of Food and Nutrition,** Taejon Medical Junior College, Taejon, Korea

ABSTRACT

Dietary and other factors affecting bone density of 32 Korean healthy college women aged 19-23 years were assessed. Data for food and nutrient intake was obtained by a semiquantitative food frequency questionnaire. Serum samples were analyzed for total Ca, P, Ca⁺⁺, PTH, calcitonin and 25-hydroxycholecalciferol, (25-OH-Vit D₃) and BMDs of lumbar spine(L₂-L₄), femoral neck(FN), ward's triangle(WT) and trochanter(TR) were measured by an XR-series X-ray bone densitometer. Relationships between the factors and BMDs were analyzed by stepwise multiple regression analysis and Pearson's correlation coefficient(r). The results are summarized as follows. Mean daily intake of energy(86.1%), Ca(74.3%), vitamin A (53.7%), Fe(49.7%) and vitamin B₂(86.6%) were lower while other nutrients including P(126%) were higher than the Korean RDA. The BMDs of lumbar spines and femurs ranged from 0.73g/cm² to 1.23g/cm² and 0.48g/cm² to 1.04g/cm², respectively. Both protein and P intakes were inversely associated with serum total Ca. Furthermore, Ca intake as well as Ca/P ratio(Ca/P) were inversely associated with serum ionized Ca(Ca⁺⁺) concentration. The intakes of protein, P and Ca, however, were not significantly associated with the BMDs measured in this study. There was little association between BMDs and alcoholic beverage or caffeine consumption. The only significant association detected was a positive relationship between caffeine consumption and BMD of WT. It seemed to be noticeable that BMDs of L₂-L₄, FN and WT were significantly inversely associated with serum P concentration. However there was no significant association between BMDs and the levels of total Ca to Ca⁺⁺ in serum. Body weight was positively associated with BMD of lumbar spine and BMI was also positively associated with BMDs of FN and WT. The subjects who had had an early menarche appeared to have higher BMDs than those who had had a late menarche. According to stepwise multiple regression analysis, menarche and BMI were stronger determinants of BMDs in the young women than was diet. P intake appeared to be a more potent dietary determinant than Ca intake. The three factors, menarche, BMI, and P intake, additionally accounted for 24% and 37% of the variance in BMDs of FN and L₂-L₄, respectively. Further investigation is necessary to determine the factors needed to increase serum P level which negatively affects BMD in young Korean college women. (*Korean J Nutrition* 31(1) : 36-45, 1998)

KEY WORDS : Ca · P · Ca/P · Ca⁺⁺ · PTH · calcitonin · BMD.

채택일 : 1998년 1월 20일

*본 논문의 일부는 1997년도 상명대학교 교내 학술 연구비에 의하여 연구 되었음.

서 론

최근 평균 수명의 증가와 경제적 발전에 따라 개개인의 건강에 대한 관심이 고조되면서 골다공증에 대한 관심도 높아지고 있으나 일반 대중의 골다공증에 대한 인식도는 아직 비교적 낮은 편이라고 한다¹⁾. 골다공증은 골량이 감소하여 경미한 충격에도 골절을 일으키기 쉬운 대사성 골 질환의 하나로서 대부분의 환자에서 골절이 발생할 때까지 증상 없이 서서히 진행되므로 많은 골다공증 환자들이 효과적인 치료 시기를 상실하고 골절에 대한 통증, 경제적인 손실, 신체 장애, 저하된 삶의 질 등을 경험하게 된다. 또한 골다공증의 효과적인 치료 방법이 없기 때문에 예방이 가장 중요하며, 현재까지 알려진 최선의 치료는 성장기 동안의 최대 골질량(peak bone mass)을 극대화하고 골손실 위험 인자를 피하는 것이라고 한다^{2,3)}. 골질량이 peak에 도달하는 나이가 몇 살인가에 대하여는 아직도 일치된 의견이 없다. 그러나 대체로 30대까지 골량이 증가하다가 30~34세 사이에 최대 골질량에 도달하는 것으로 보고 있다⁴⁾.

골질량 형성에 영향을 미치는 인자는 유전적인 요인과 환경적인 요인으로 분류될 수 있으며, 환경적인 요인 중에는 신체 활동, 흡연, alcohol 및 caffeine 섭취와 칼슘, 단백질, 인 섭취량 등의 식이 인자 등이 포함된다⁵⁻¹²⁾. 이들 중 칼슘, 단백질, 인 섭취량은 식이 요인 가운데 가장 중요시되고 있으며, 골밀도 및 골절과 관련되어 가장 많이 논의되고 있다.

서구 지역에서는 최근 몇 년 동안, 특히 사춘기 소녀들과 젊은 여자들을 대상으로 이들의 골밀도에 영향을 미치는 요인과 이들의 최대 골질량을 높일 수 있는 방법을 찾고자 하는 연구가 활발하게 이루어져 왔으며¹³⁻¹⁸⁾, 그 중 Fehily 등⁵⁾은 체중, 신체 활동량, 칼슘과 비타민 D의 섭취량이 높을 때 이들의 골밀도가 증가될 수 있으며, 반면 alcohol의 섭취는 골밀도를 낮추는 요인이 될 수 있음을 지적하였다. 또한 Andon 등¹⁵⁾은 현재 미국의 사춘기 소녀들을 위한 칼슘 권장량(1200mg/day)이 최대 골질량을 획득하기에 부족하며 하루 1450mg의 칼슘 섭취가 이들에게 필요한 것으로 강조하였다.

1996년에 발표된 '95 국민영양조사 결과¹⁹⁾에 의하면 우리나라 1인당 평균 칼슘 섭취량은 531mg으로 1일 권장량 700mg에 못 미치는 것으로 조사되었으며, 여대생들을 대상으로 조사된 대부분의 연구에서도 이들의 칼슘 섭취량이 부족한 것으로 지적되었다²⁰⁾. 이와 같이 골질량이 축적되어지는 시기에 칼슘의 섭취량이 부족하면 골질량 축적이 감소되고 결국 최대 골질량을 감

소시켜 성인기에 골다공증을 유발하는 주요 요인이 될 것이라는 사실은 최근 학계의 폭넓은 지지를 받고 있다^{4,8,10,15)}. 그러므로 우리나라 젊은 여성들은 식이 요인만 감안하더라도 최대 골질량을 획득하기 어려운 여건에 처해 있다고 볼 수 있다.

그럼에도 불구하고 우리나라의 경우 한국인의 골밀도 정상치 및 최대 골질량 형성 시기에 관한 연구가 미미한 실정이며, 특히, 젊은 여성에 대한 연구는 매우 드물다. 또한 국내 골다공증에 관한 연구^{21,22)}는 조사 대상자가 병원을 자의적으로 방문한 여성인 경우가 대부분이기 때문에 조사 대상자의 선별에 있어 제한성이 있다고 보여진다. 따라서 골다공증의 예방적인 측면에서 건강한 사람을 대상으로 한 골밀도의 측정과 골밀도에 영향을 미치는 여러 인자들에 대한 분석 연구가 필요하다고 생각된다.

그러므로 본 연구에서는 최대 골질량을 획득하기 전의 젊은 여대생을 대상으로 요추와 대퇴골의 골밀도를 측정하고 이들의 골밀도에 영향을 미치는 인자를 분석함으로써 우리나라 여성들의 골다공증 예방을 위한 기초 자료로 이용하고자 한다.

연구방법

1. 조사대상자 및 식이 조사

본 연구의 조사대상자는 대전 시내에 거주하는 19~23세 사이의 여대생으로 골절이 없고, 폐질환, 갑상선 질환, 당뇨병 및 뇌하수체 질환 등 내분비 대사성 질환이나 만성질환이 없는 건강하고 약물을 복용하지 않는 32명이었다.

식품 섭취량은 한국인이 자주 섭취하는 식품을 중심으로 각 식품군별로 총 97가지 식품을 선정한 후, 1회 섭취 분량을 제시한 반정량 식이섭취빈도조사법(semi-quantitative food frequency questionnaire)을 이용하여 조사하였으며, 한국영양학회에서 제시한 식품 분석표²³⁾를 이용하여 영양소별 섭취량을 계산하였다.

2. 골밀도 측정

골밀도는 XR-series X-ray bone densitometer를 이용하여 요추(lumbar spine) 세부위(L₂, L₃, L₄)와 대퇴골(femur) 세부위, 즉 대퇴경부(femoral neck, FN), 와드삼각(ward's triangle, WT), 대퇴전자부(trochanter, TR)의 골밀도를 측정하였다.

3. 혈액 채취 및 분석

식후 10~12시간 공복 상태에서 혈액을 채취하여 칼슘, 인, Ca⁺⁺, PTH, calcitonin, 그리고 25-(OH)-Vit

D₃ 분석에 이용하였다. 총칼슘은 아산 제약의 OCPC 법²⁴⁾에 의한 칼슘 측정용 시약을 사용하여 흡광도(Hellena Co., Digispec) 575nm에서 정량 하였으며, 인은 아산 제약의 인폴리브덴산 색소법²⁴⁾에 의한 무기 인 측정용 시약을 사용하여 흡광도(Hellena Co., Digispec) 650nm에서 정량 하였다. Ca⁺⁺은 ion selective elect 법²⁴⁾에 의해 측정하였고, 25-hydroxyvitamin D₃(25-OH-Vit D₃)는 CPBA법²³⁾에 의해서 분석 하였다. PTH는 미국 Nichols사의 PTH 측정용 시약을 사용하여 C/MM PTH RIA(C-terminal/Mid-molecule PTH radioimmunoassay) 법에 의해 측정 하였고, calcitonin은 일본 Eiken사의 calcitonin 측정 용 시약을 이용한 RIA법에 의해 측정하였다²⁵⁾.

4. 자료 분석 및 통계처리

본 실험의 모든 자료는 SAS 통계 처리 package를 이용하여 평균치와 표준편차를 구하였다. 골밀도와 골 밀도에 영향을 미치는 여러 요인들 사이의 상관관계는 Pearsons correlation coefficient(r)와 단계적 다중 회귀 분석(stepwise multiple regression analysis)을 이용하여 분석하였다.

Table 1. Physical characteristics of the subjects

Age(years)	19.3±1.1*
Height(cm)	161.7±4.4
Weight(kg)	50.3±3.8
BMI(cm/m ²)	19.4±1.5
Menarche(years)	13.9±1.1

*Mean±SD

Table 2. Food intake of subject

Food group	Intake	Range	g/day(%)
Plants			
Cereals & grain products	559.9 ± 145.5*(43.0)	235.5 - 867.8	
Potatoes & starches	25.4 ± 23.1(1.8)	1.4 - 100.0	
Sugars & sweets	4.3 ± 4.3(0.3)	0.3 - 18.0	
Legumes & their products	34.7 ± 48.7(2.1)	1.6 - 254.0	
Seeds & nuts	5.3 ± 7.7(0.3)	0.3 - 30.3	
Vegetables	170.3 ± 70.6(12.2)		
Fruits	217.5 ± 300.6(13.5)	18.0 - 1780.6	
Seaweeds	2.7 ± 2.6(0.2)	0.2 - 12.6	
Drinks	78.4 ± 73.4(5.4)	3.5 - 328.0	
Subtotal	1105.9 ± 306.2(79.4)		
Animals			
Meats, poultry & their products	62.9 ± 56.9(4.3)	7.3 - 251.3	
Eggs	17.0 ± 13.7(1.2)	0.5 - 50.0	
Fishes & shellfishes	41.3 ± 42.3(2.7)	3.3 - 233.9	
Milks & dairy products	185.5 ± 171.1(12.3)	15.3 - 657.0	
Subtotal	306.2 ± 215.6(20.6)		
Total	1412.1 ± 512.2(100)		

*mean±SD

실험결과 및 고찰

1. 일반 사항, 식품 및 영양소 섭취 상태

본 조사 대상자들의 평균 연령은 19.3세이었으며, BMI는 19.4로 조사되었고, 초경 연령은 평균 13.9세이었다(Table 1).

식품군에 따른 식품의 섭취량은 Table 2와 같다. 총 식품 섭취량 중에서 동물성 식품(20.6%)보다는 식물성 식품(79.4%)의 섭취 비율이 높았고, 특히 곡류군(43.0%), 채소군(12.2%) 및 과일군(13.5%)의 섭취량이 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 동물성 식품 중에서는 우유 및 유제품(185.5g, 12.3%)의 섭취량이 높게 나타났다. 본 조사 대상자들의 동물성 식품과 식물성 식품의 섭취 비율은 '95 국민 영양 조사보고¹⁹⁾와 같은 수준이었으며, 전체 식품의 섭취량은 국민 영양 조사(1,100.9g) 보다 많았다. 동물성 식품의 섭취량 중 육류군과 난류군의 섭취는 '95 국민 영양 조사보고¹⁹⁾와 유사한 수준이었으나, 우유 및 유제품의 섭취량은 '95 국민 영양 조사(65.6g) 보다 높게 나타났고, 어패류는 적게 섭취하는 것으로 나타났다(본 조사 : 41.3g, 국민 영양 조사 : 75.1g). 본 조사 대상자들의 우유 및 유제품 섭취량은 국민 영양 조사에 의한 국민 1인당 평균 섭취량 보다 약 3배정도 더 많은 것으로 나타났으나 개별적인 섭취량은 하루 15.3g 부터 657.0g까지 폭넓게 분포되어 있으면서 개인차가 컸다.

영양소의 섭취 상태를 보면 에너지(권장량의 86.1%),

Table 3. Nutrient intake of subjects

Nutrients	Intake	% RDA ¹⁾	Range
Energy(kcal)	1746.3 ± 503.3	86.1 ± 24.9	986.3 - 3330.1
Protein(g)	61.8 ± 28.3	100.9 ± 46.9	30.2 - 168.9
Ca(mg)	539.8 ± 282.6	74.3 ± 38.6	162.9 - 1178.5
P(mg)	911.3 ± 383.0	125.7 ± 53.5	394.5 - 2147.6
Fe(mg)	8.9 ± 3.9	49.7 ± 21.9	3.7 - 21.5
Vit. A(μgRE)	376.3 ± 233.3	53.7 ± 33.3	87.6 - 1081.1
Vit. B ₁ (mg)	0.9 ± 0.4	91.4 ± 39.9	0.4 - 2.0
Vit. B ₂ (mg)	1.1 ± 0.5	86.6 ± 44.4	0.3 - 2.7
Niacin(mgNE)	13.3 ± 7.5	102.5 ± 57.8	6.4 - 45.3
Vit. C(mg)	98.0 ± 65.4	178.2 ± 118.8	24.3 - 384.1
Ca/P ratio	0.58 ± 0.15		0.4 - 1.0
Alcoholic beverage(g)	34.0 ± 55.0		3.0 - 201.4
Caffeine(mg)	80.6 ± 83.1		6.4 - 320.0

*Mean ± SD

1) Nutrient intake of subjects as percentage of Korean RDA

Table 4. Bone mineral density of the lumbar spine(L₂-L₄) and femurs(FN, TR and WT)

Variables	BMD	Range
L ₂ -L ₄ (g/cm ²)	0.99 ± 0.10*	0.73 - 1.23
% age matched ¹⁾	94.4 ± 8.66	
Z-score ²⁾	-0.42 ± 0.64	
FN(g/cm ²)	0.85 ± 0.11	0.64 - 1.04
% age matched	89.2 ± 12.6	
Z-Score	-0.32 ± 1.11	
TR(g/cm ²)	0.69 ± 0.08	0.48 - 0.83
WT(g/cm ²)	0.70 ± 0.11	0.46 - 0.91

*Mean ± SD

1) % age matched

$$= \frac{\text{Current value} \times 100}{\text{Reference value at current age}}$$

2) Z-score

$$= \frac{\text{Current value} - \text{reference value at current age}}{\text{One standard deviation}}$$

칼슘(권장량의 74.3%), 철(권장량의 49.7%), 비타민 A(권장량의 53.7%)와 비타민 B₂(권장량의 86.6%)는 권장량에 도달하지 않는 것으로 조사되었으며, 특히 칼슘, 철 그리고 비타민 A는 권장량의 75%미만을 섭취하는 것으로 조사되었다(Table 3). 에너지 섭취량은 이회자·최미자³⁾, 오재준 등¹²⁾, 이회자·이인규²⁰⁾의 연구 결과와 유사한 수준으로 섭취하는 것으로 조사되었다. 칼슘 섭취량은 '95년 국민 영양 조사¹⁹⁾의 국민 1인당 하루 평균 섭취량인 531mg과 유사한 수준이었으나, 이회자·최미자³⁾의 연구에서 17~34세 조사 대상자의 칼슘 섭취량이 727mg으로 보고되었고, 오재준 등¹²⁾의 연구에서 695.3mg, 이회자·이인규²⁰⁾의 연구에서 20대 딸들은 719mg, 50대 어머니들은 787mg을 섭취한다고 보고되었는데 이 보다는 낮은 수준이었다. 인의 섭취량

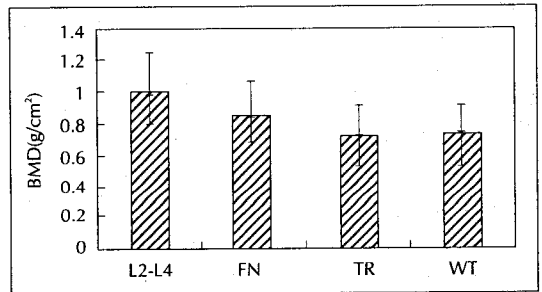


Fig. 1. Bone mineral density of the lumbar spine(L₂-L₄) and femurs(FN, TR and WT).

은 하루 평균 911.3mg으로서 칼슘과 대조적으로 권장량의 126%정도를 섭취하였으며, 결국 Ca/P 섭취 비율은 0.58에 불과하였다. 본 조사 대상자들의 하루 평균 알콜 음료의 섭취량은 34.0g으로서 많지 않은 편이었으며, 최고 201.4g까지 섭취하는 것으로 나타났다. 커피를 비롯한 음료를 통하여 섭취하는 caffeine의 양은 하루 평균 80.6mg이었고, 최고 320mg까지 섭취하였다.

2. 골밀도와 혈청 성분 농도

골밀도와 Serum내 PTH, calcitonin, 25-(OH)-Vit D₃, 총칼슘과 인, Ionized Ca(Ca⁺⁺)의 농도는 Table 4, 5와 같다. 부위별 평균 골밀도는 L₂-L₄ 0.99g/cm², FN 0.85g/cm², TR 0.69g/cm², 그리고 WT 0.70g/cm²이었다(Table 4, Fig. 1). 이 수치는 이회자·이인규²⁰⁾의 연구에서 보고된 딸(평균 연령 : 27.4세)의 골밀도 L₂-L₄ 1.19g/cm², FN 0.89g/cm², WT 0.85g/cm², TR 0.84g/cm²와 이회자·최미자³⁾ 연구에서 보고된 17~34세 연령층의 골밀도 L₂-L₄ 1.21g/cm², FN 0.92g/cm², WT 0.89g/cm², TR 0.86g/cm² 보다 낮은 수준이었다. 현재

Table 5. Serum concentrations of PTH, calcitonin, 25-OH-Vit D₃, total Ca, P and ionized Ca

Variables	Concentrations	Range	Normal range
PTH(ng Eq/ml)	0.15 ± 0.1*	0.10 - 0.50	0.12 - 0.72
Calcitonin(pg/ml)	4.95 ± 1.6	1.27 - 8.35	2.0 - 17.0
25-OH-Vit D ₃ (ng/ml)	21.9 ± 11.3	9.66 - 59.77	3.0 - 65.0
Total Ca(mg/dl)	9.3 ± 0.7	8.30 - 11.0	9.0 - 11.0
Total P(mg/dl)	4.3 ± 0.4	3.10 - 5.10	2.5 - 4.8
Ca ⁺⁺ (mmol/l)	1.0 ± 0.1	0.55 - 1.10	1.0 - 1.28

*Mean ± SD

Table 6. Pearson's correlation coefficients(r) between nutrient intakes and concentrations of serum variables

	PTH	Calcitonin	25 - OH - Vit D ₃	Ca	P	Ca ⁺⁺
Protein	-0.05	0.01	-0.04	-0.40 ²⁾	-0.01	0.06
Ca	0.13	-0.02	-0.19	-0.21	-0.19	-0.38 ²⁾
P	0.03	0.02	-0.03	-0.38 ²⁾	-0.11	-0.03
Ca/P	0.19	-0.07	0.38 ²⁾	0.15	-0.15	-0.65 ²⁾
Alcoholic beverage	0.26	0.05	-0.05	-0.20	0.00	-0.10
Caffeine	0.25	-0.15	-0.36	0.03	-0.24	-0.60 ¹⁾

1) p<0.05, 2) p<0.01

연령의 표준값(% age matched)과 비교해 볼 때 본 연구 대상자들의 L₂-L₄ BMD는 94.4%, FN BMD는 89.2%로서 요추보다는 대퇴골의 골밀도가 표준치 보다 다소 낮은 것으로 조사되었다. 따라서 이들 두 부위에서 Z-score값도 음(-)의 값으로 나타났다.

Serum PTH는 0.15ng eq/ml, calcitonin은 4.95 pg/ml, 25-OH-Vit D₃는 21.9ng/ml, 총 칼슘 함량은 9.3mg/dl, 총 인 함량은 4.3mg/dl 그리고 Ca⁺⁺은 1.0 mmol/l로 모두 정상 범위(PTH : 0.12~0.72ng eq/ml²⁶⁾, calcitonin : 2~17pg/ml²⁶⁾, 25-OH-Vit D₃ : 3~65ng/ml²⁷⁾, total 칼슘 : 9~11mg/dl²⁶⁾, total 인 : 2.5~4.8mg/dl²⁶⁾, Ca⁺⁺ : 1.0~1.28mmol/l²⁶⁾)에 속하였으며, 개개인의 분포를 보았을 때에도 대부분 정상 범위안에 들어 있었다. 다만 총 인 함량의 경우 평균 농도가 정상 범위안에 들어있기는 하나 다소 높은 경향이었고 일부 조사 대상자들(15.6%)에게서는 정상 범위의 최고 상한 기준을 초과하였다.

3. 영양소 섭취량, 혈청 성분 농도, 골밀도 사이의 상관관계

Table 6에 의하면 혈청 PTH, calcitonin 농도는 단백질, 칼슘, 인 등의 섭취량과 유의적인 상관관계를 보이지 않았다. 그러나 혈청 25-OH-Vit D₃는 Ca/P 섭취 비율과 유의적인 양의 상관관계(r=0.38, p<0.05)를 보이고 있으며, 혈청 총 칼슘 농도는 단백질(r=-0.40, p<0.05) 및 인(r=-0.38, p<0.05)의 섭취량과 유의적인 음의 상관관계를 보이고 있다. 또 혈청 Ca⁺⁺은 칼슘 섭취량 및 Ca/P 섭취 비율(r=-0.65, p<0.01)과 음의

상관관계를 보이고 있다. 이러한 결과는 본 조사 대상자들이 일상식사를 통해서 섭취하는 수준의 단백질과 칼슘 그리고 인이 칼슘의 체내 대사에 관여하는 호르몬(PTH, calcitonin)의 농도에는 큰 영향을 미치지 않으나 혈청내 총 칼슘과 Ca⁺⁺의 농도 변화에는 영향을 미칠 수 있음을 나타내는 것이라고 본다. 특히 단백질과 인의 섭취량이 지나치게 높아지면 혈청내 총 칼슘의 수준이 감소될 수 있으며, 칼슘의 섭취량이 많고 식이 Ca/P 비율이 높아지면 혈청 Ca⁺⁺ 농도가 낮아질 수 있음을 시사한다. 동물성 단백질의 섭취량이 높을 때 소변을 통한 칼슘의 배설량이 증가하면서 신체의 칼슘 필요량이 많아진다는 사실과 칼슘과 인의 섭취 비율이 지나치게 낮아지면 칼슘의 체내 이용율이 떨어질 수 있다는 사실은 잘 알려져 있다¹¹⁾¹²⁾. 한편, 식사를 통한 단백질, 칼슘, 인 등 영양소 섭취량이 달라진다고 하더라도 혈청 칼슘이나 인의 수준은 내분비 기능의 적절한 변화에 의해서 상당히 일정하게 유지된다는 사실도 학계에서 널리 인정되고 있다⁴⁾²⁸⁾²⁹⁾.

본 연구에서는 영양섭취조사 방법으로 반정량빈도법을 사용했기 때문에 조사 대상자들의 평상시 식습관이 조사되었고, 결국 한 개인의 오랜 기간에 걸친 단백질, 칼슘 또는 인의 섭취량이 항상성 유지 기전의 작용에도 불구하고 혈청내 총 칼슘 및 Ca⁺⁺ 농도 변화에 어느 정도 영향을 미친 것으로 생각된다. 그러나 이러한 혈청 성분 농도의 변화는 대부분 정상치 범위내에서 일어난 것이다. 식품섭취빈도법에 의해 영양 섭취 상태를 평가한 최은진·이현옥³⁰⁾의 폐경 여성을 대상으로 한 연구에서는 영양소 섭취 상태와 혈청 칼슘, 인, PTH 사이

에 유의적인 상관관계를 확인할 수 없었다고 한다.

단백질, 칼슘, 인의 섭취량이 혈청내 총 칼슘 및 Ca^{++} 농도 변화에 영향을 미치는 인자인 것으로 확인 되었음에도 불구하고, 이들 세 영양소들의 섭취량 및 Ca/P 섭취 비율과 골밀도 간에는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다(Talbe 7). 이러한 결과는 단백질, 칼슘, 인의 섭취량이 골밀도와 유의한 관계가 있었다고 보고한 여러 선행 연구들³¹⁾¹¹⁾²⁾²⁰⁾³⁴⁾과는 일치하지 않은 것으로서, 본 조사 대상자들의 영양소 섭취수준에서는 골밀도에 까지 뚜렷한 영향이 나타나지 않는 것으로 생각된다. 본 연구 대상자들의 하루 평균 caffeine의 섭취량은 80.6mg 이었고, 하루 평균 alcohol 음료 섭취량은 34.0g 이었다. Caffeine 및 alcohol 음료 섭취량과 혈청 성분 농도와의 상관관계를 Table 6에 제시하였다. Alcohol 음료 섭취량은 혈청 PTH, calcitonin, 25-OH-Vit D₃, 총 칼슘과 인, Ca^{++} 농도와의 사이에 유의적인 상관관계를 보이지 않았다. caffeine 섭취 역시 혈청내 PTH, calcitonin, 25-OH-Vit D₃, 총 칼슘과 인 농도와의 사이에서 유의적인 상관관계를 보이지 않았으나, Ca^{++} 농도와의 사이에서($r = -0.60, p < 0.001$) 유의적인 음의 상관관계를 보이고 있다. Yeh 등³¹⁾은 쥐를 대상으로 한 실험에서 caffeine 섭취시 대조군에 비해 혈청 칼슘 함량이 높아졌다고 하였으며, 혈청 인의 경우 유의적으로 낮아졌다고 보고하였다. 사람을 대상으로 한 여정숙³²⁾의 연구에서는 칼슘과 인의 함량이 caffeine 섭취량에 따라 감소하였으나, 통계적으로 유의한 변화가 아니라고 하였고, 이은경과 이상선³¹⁾의 연구에서는 caffeine 섭취량이 증가할수록 혈청 칼슘 함량이 증가하는 것으로 보고되었다. 이와 같이 caffeine이 혈청 칼슘과 인의 농도에 영향을 미친다는 보고와 그렇지 않다는 상반된 보고들이 있는 실정이나 본 연구에서는 caffeine이 생물학적으로 활성형인 혈청 Ca^{++} 농도만을 감소시켰을 뿐 총 칼슘 함량에는 뚜렷한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

골밀도와 alcohol 음료 및 caffeine 섭취 사이의 상

Table 7. Pearson's correlation coefficient(r) between bone mineral density and nutrient intakes

	L ₂ -L ₄	FN	WT	TR
Protein	-0.14	-0.08	-0.13	-0.13
Ca	-0.04	-0.04	-0.09	-0.03
P	-0.10	-0.06	-0.12	-0.12
Ca/P	0.06	-0.06	-0.05	0.10
Alcoholic beverage	-0.12	0.32	0.36	0.22
Caffeine	0.31	0.32	0.46 ¹⁾	0.27

1) $p < 0.05$

관관계를 Table 7에 제시하였으며, 골밀도와 alcohol 섭취 사이에서는 유의적인 상관관계가 없었다. 그러나 Fehily 등³⁾은 alcohol 섭취량의 증가시 골밀도가 감소 되었으며, alcohol 섭취와 distal site 골밀도 사이에 유의적인 음의 상관관계가 존재한다고 보고하였다. 또한 남자 골절 환자들 중 alcohol 중독자들이 많고, alcohol 중독자의 골밀도가 낮은 것으로 보고되어 있다⁴⁾ ³⁵⁾. 반면에 Hansen 등³⁶⁾의 연구에 의하면 적당량의 alcohol 섭취는 뼈 손실율을 오히려 감소시켰고, 남자와 여자를 대상으로 한 연구에서도 골밀도와 alcohol 섭취량 사이에 양의 상관관계가 존재하였다³⁷⁾고 한다. 이와 같이 연구자들 사이에 일치된 결과가 나타나지 않는 까닭은 alcohol 섭취량의 수준, 조사 대상자들의 연령 및 신체적 특성, 또는 식이 내용 등 여러 요인이 달랐기 때문이라고 생각된다. 본 조사 대상자들의 alcohol 음료 섭취량도 별로 많은 편은 아니었고(최대 하루 201.4g) 이런 수준의 alcohol 섭취로는 골밀도에 까지 영향이 미치지 않는 것으로 본다.

Caffeine 섭취와 골밀도 사이에서는 대퇴골의 WT를 제외하고는 유의적인 상관관계를 보이지 않았다. 그러나 대부분의 선행 연구에 의하면 caffeine 섭취로 골밀도가 감소될 수 있다고 한다³⁸⁻⁴⁰⁾. 폐경기 여성을 대상으로 한 Daniell³⁸⁾과 Yano³⁹⁾ 등은 caffeine 섭취와 골질량 사이에 부적의 상관관계가 있다고 하였으며, Harris와 Dawson-Hughes⁴⁰⁾는 1일 800mg 이하의 칼슘을 섭취 하는 폐경기 여성이 하루 2~3 servings의 커피를 습관적으로 섭취할 때 척추내 골손실이 증가될 수 있다고 보고하였다. 이와 달리 본 조사 대상자들의 골밀도가 caffeine 섭취에 따른 뚜렷한 영향을 나타내지 않거나 WT에서 오히려 증가된 것은 caffeine 섭취시 혈청내 총 칼슘 농도에는 변화가 없으면서 Ca^{++} 농도가 저하된 것과 관련이 있는 것 같다. 그러나 이에 대하여는 골격의 대사 회전을과 관련지어 연구될 필요가 있다고 본다.

골밀도와 혈청 총 칼슘, 인 및 Ca^{++} 농도 사이의 상관관계를 Table 8에 제시하였으며, 혈청 총 칼슘, Ca^{++} 농도와 골밀도 사이에는 유의적인 상관관계가 존재하지 않았다. 그러나 혈청 인 농도는 L₂-L₄($r = -0.37$,

Table 8. Pearson's correlation coefficient(r) between concentrations of total Ca and P, ionized Ca and bone mineral density

	L ₂ -L ₄	FN	TR	WT
Total Ca	-0.24	-0.10	-0.00	-0.09
Total P	-0.37 ¹⁾	-0.43 ¹⁾	-0.30	-0.43 ¹⁾
Ca^{++}	-0.17	-0.14	-0.17	-0.23

1) $p < 0.05$

$p < 0.05$), FN($r = -0.43$, $p < 0.05$)과 WT 골밀도($r = -0.43$, $p < 0.05$)와의 사이에 유의적인 음의 상관관계를 보였다. 이는 혈청내 총 인의 함량이 증가할 때 척추와 대퇴골의 골밀도 모두 유의하게 저하될 수 있음을 의미한다. 우리 나라 사람들은 전통적으로 칼슘 함유 식품이 부족하고 인 함유 식품이 풍부한 식사를 해오고 있다. 본 조사 대상자들의 경우에도 칼슘은 권장량에 미달되고(74.3%), 인은 권장량을 초과하는(126%) 식습관을 가진 것으로 조사되었다. 이러한 식습관이 혈청내 인의 함량을 높이는 요인이 될 수 있을 것으로 추측되나 본 조사 대상자들에게서는 식이를 통한 인의 섭취량과 혈청 인 농도 사이에서 유의한 상관관계를 확인할 수 없었으며 alcohol이나 caffeine 섭취와 혈청 인 농도 사이에서도 유의한 관계가 나타나지 않았다. 결국 본 연구 결과 혈청 인의 농도를 높이는 요인이 무엇인지 확인할 수 없었는데, 앞으로 골밀도를 낮추는 요인을 추적하기 위하여는 혈청 인의 농도를 높이는 요인을 밝힐 필요가 있다고 본다.

4. 골밀도와 체위 및 초경 나이의와의 상관관계

체위 및 초경 연령과 골밀도 사이의 상관관계는 Table 9와 같다. 체중은 L_2-L_4 골밀도($r = 0.53$, $p < 0.05$)와 유의적인 양의 상관관계를 보이고 있으며, BMI 역시 FN($r = 0.39$, $p < 0.01$)과 WT($r = 0.36$, $p < 0.01$) 골밀도와의 사이에 유의적인 양의 상관관계를 보이고 있다. 반대로 초경 연령은 L_2-L_4 ($r = -0.49$, $p < 0.05$).

Table 9. Pearson's correlation coefficient(r) between body weight, BMI, menarche and bone mineral density

	L_2-L_4	FN	WT	TR
Body weight	0.53 ¹⁾	0.22	0.32	0.30
BMI	0.35	0.39 ²⁾	0.36 ²⁾	0.33
Menarche	-0.49 ¹⁾	-0.33	-0.44 ²⁾	-0.39 ²⁾

1) $p < 0.05$, 2) $p < 0.01$

Table 10. Results of stepwise multiple regression analysis of the influence of several variables on bone mineral density

Step	Variable	L_2-L_4 BMD			FN BMD			WT BMD			TR BMD		
		R ²	B	β	R ²	B	β	R ²	B	β	R ²	B	β
1	Menarche	0.24 ¹⁾	-0.047	-0.49 ¹⁾	0.11	-0.04	-0.33	0.19 ¹⁾	-0.044	-0.44 ¹⁾	0.15 ¹⁾	-0.028	-0.39 ¹⁾
2	Menarche	0.28 ¹⁾	-0.041	-0.42 ¹⁾	0.21 ¹⁾	-0.025	-0.24	0.26 ¹⁾	-0.037	-0.37 ¹⁾	0.21 ¹⁾	-0.023	-0.32
	BMI		0.016	0.23		0.023	0.33		0.018	0.26		0.012	0.24
3	Menarche		-0.052	-0.54 ¹⁾		-0.031	-0.31		-0.048	-0.49 ¹⁾		-0.031	-0.42 ¹⁾
	BMI	0.37 ¹⁾	0.015	0.21	0.24 ¹⁾	0.022	0.31	0.29 ¹⁾	0.017	0.24	0.28 ¹⁾	0.012	0.23
	P intake		-0.00008	-0.31		-0.00005	-0.19		-0.00008	-0.31		-0.00006	-0.28
4	Menarche		-0.054	-0.56 ¹⁾		-0.032	-0.32		-0.049	-0.19 ¹⁾		-0.033	-0.45 ¹⁾
	BMI	0.39 ¹⁾	0.014	0.21	0.24	0.021	0.31	0.35 ¹⁾	0.017	0.24	0.31 ¹⁾	0.011	0.22
	P intake		-0.0002	-0.57		-0.00008	-0.27		-0.0001	-0.44		-0.0001	-0.61
	Ca intake		0.0001	0.30		0.00004	0.10		0.00005	0.14		0.0001	0.37

1) $p < 0.05$

WT($r = -0.44$, $p < 0.01$)와 TR($r = -0.39$, $p < 0.01$) 골밀도와의 사이에 유의적인 음의 상관관계를 나타냈다. 이는 젊은 여자들이 골밀도를 증가시키려면 어느 정도 체중이 나가야 하고 정상적인 BMI를 유지할 필요가 있음을 시사한다. 또한 초경 연령이 늦어질수록 골밀도가 낮아졌는데, 이는 초경과 더불어 골 성숙이 촉진되므로서 골질량의 증가가 가속화되기 때문인 것으로 추측된다. 그러나 이 시기의 빠른 골질량 증가가 최대 골질량 도달시 골질량을 높일 수 있는지는 확실하지 않다. 본 연구 결과와 달리 이회자·이인규²⁰⁾의 연구에서는 초경 연령이 골밀도에 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다. 그러나, 체중과 키는 골밀도와 유의한 양의 상관관계를 나타냈다고 한다. 이회자⁴¹⁾등의 또 다른 연구에 의하면 체중과 BMI가 요추 및 대퇴골(FN, WT, TR) 골밀도와 유의한 양의 상관관계를 보였으며, Fehily 등⁵⁾의 연구와 New 등⁶⁾의 연구에서도 체중과 골밀도 사이에 유의적인 양의 상관관계가 나타나 본 연구 결과와 일치하였다.

5. 골밀도에 영향을 미치는 요인들의 단계적 다중 회귀 분석 결과

Table 10에는 본 연구에서 측정된 네 부위의 골밀도를 종속 변인으로 이에 영향을 미치는 요인들을 독립 변인으로 하여 단계적 다중 회귀를 한 결과가 제시되어 있으며, 요추와 대퇴골 세부위의 골밀도 모두 초경 나이의 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났다. 그러나 초경 나이의 영향력은 골 부위에 따라서 다소 차이가 나서 요추의 골밀도는 초경 나이에 의해 24% 설명이 가능했고 FN의 골밀도는 초경 나이에 의해 11%만이 설명되었다. 그 다음으로 골밀도에 큰 영향력을 나타낸 것은 BMI와 인 섭취량이었으며 이 세요인에 의하여 골밀도에 대한 설명력은 24%(FN) 이상 37%(L_2-L_4) 까지 늘어났다. 또한 인 섭취량이 추가됨으로 인하여 설

명력이 가장 증가된 골 부위는 요추였다. 인 섭취량에 비하면 칼슘 섭취량의 경우에는 골밀도에 미치는 영향이 근소하였으며 특히 FN 골밀도에 대한 영향력은 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 FN을 제외한 나머지 세 부위는 칼슘 섭취량이 추가되므로서 각각의 골밀도에 대한 설명력이 다소 증가하였다. 또한 모든 골 부위에서 초경 나이와 인 섭취량은 한 단위 증가함에 따라 골밀도가 감소되었고 BMI와 칼슘 섭취량은 한 단위 증가함에 따라 골밀도가 증가되었다. Fehily 등⁹⁾은 다중회귀 분석한 결과에 근거하여 젊은 여자들(20~23세)의 골밀도를 결정짓는 영향력 있는 요인은 체중, 사춘기 때의 스포츠 활동, 비타민 D 섭취량으로서 체중과 스포츠 활동, 비타민 D 섭취량은 이들의 요골 골밀도 변인의 각각 10.2%, 2.6%, 1.2%를 설명하며, 총 14%의 설명력을 갖는다고 하였다. 결국 젊은 여자의 골밀도를 결정짓는 영향력 있는 요인은 식이요인이라기 보다는 체중과 스포츠 활동임을 강조하였다. 본 연구 결과는 이와는 다소 다르게 초경 나이, BMI, 인 섭취량, Ca 섭취량 등이 젊은 여자들의 골밀도를 결정짓는 주요 인자인 것으로 나타났다. 그러나 Fehily 등의 주장과 마찬가지로 식이 요인보다는 신체적 요인이 더 큰 영향력을 나타냈으며, 식이 요인 중에서 골밀도에 가장 큰 영향력을 보인 것은 인 섭취량이었다.

요약 및 결론

본 연구에서는 골밀도의 축적이 이루어지는 여대생을 대상으로 요추(L₂-L₄)와 대퇴골 세부위(FN, WT, TR)의 골밀도를 측정하고, 식이 및 기타 신체적 요인이 이들 골밀도에 미치는 영향을 조사하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 조사 대상자들의 평균 연령은 19.3세, BMI는 19.4, 초경 연령은 13.9세였다.

2) 조사 대상자들의 1일 총 식품 섭취량은 1412.1g 으로서 '95 국민 영양 조사에서 보고된 한국인 1일 1인당 식품 섭취량(1100.9g)보다 높았다. 식품군별 섭취 비율은 국민 영양 조사 결과와 유사하였다. 우유 및 유제품의 섭취량은 1일 평균 185.5g 으로서 국민 1인당 평균 섭취량의 약 3배에 달했다.

3) 열량(86.1%), 칼슘(74.3%), 철(49.7%), 비타민 A(53.7%)와 비타민 B₂(86.6%)의 섭취량이 권장량에 미달되었고 인(126%)의 섭취량은 권장량을 초과하여 Ca/P 섭취 비율이 0.58에 불과하였다.

4) 조사 대상자들의 요추와 대퇴골 골밀도는 같은 연령의 표준값과 비교하여 약간 낮은 편이었으나 혈청

PTH, calcitonin, 25-OH-Vit D₃, 총 칼슘 및 인, Ca⁺⁺의 평균 농도 및 분포는 모두 정상 범위 내에 있었다. 그러나 15.6%에 해당되는 조사 대상자들에게서 혈청 인의 함량이 최고 상한 기준을 초과하였다.

5) 단백질과 인의 섭취량은 혈청내 총 칼슘 농도와 음의 상관관계를 보였으며, 칼슘 섭취량 및 Ca/P 섭취 비율과 혈청 Ca⁺⁺ 농도와의 사이에도 음의 상관관계가 나타났다. 그러나 단백질, 인, 칼슘 섭취량과 골밀도 간에는 유의한 관계를 나타내지 않았다.

6) 본 조사 대상자들의 1일 평균 alcohol 음료 섭취량은 34.0g, caffeine 섭취량은 80.6mg이었고, 이러한 섭취 수준에서는 alcohol 음료의 경우 본 연구에서 분석된 혈액 성분의 농도 및 골밀도에 영향을 미치지 않았다. 그러나 caffeine은 혈청 Ca⁺⁺ 농도와 사이에 유의한 음의 상관관계를 보였으며 대퇴골(WT) 골밀도와의 사이에서 양의 상관관계를 보이고 있다.

7) 혈청내 총 칼슘과 Ca⁺⁺ 농도는 골밀도와의 사이에 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 그러나 혈청내 인의 함량이 높을수록 요추 및 대퇴골의 골밀도가 낮아지는 것으로 나타났다.

8) 체중은 요추 골밀도와 양의 상관관계를 보였으며 BMI는 대퇴골(FN, WT) 골밀도와 양의 상관관계를 나타냈다. 반면에 초경 연령은 요추 및 대퇴골(WT, TR) 골밀도와 음의 상관관계를 보였다.

9) 골밀도에 영향을 미치는 요인들의 단계적 다중회귀 분석을 해본 결과, 초경 나이가 골밀도에 대한 영향력이 가장 큰 요인이었다. 그 다음으로 영향력이 큰 요인은 BMI와 인 섭취량이었으며, 이 세요인에 의하여 골밀도는 부위에 따라 24%(FN) 이상 37%(L₂-L₄)까지 설명되었다. 식이 칼슘은 골밀도에 근소한 영향을 미치는 요인인 것으로 나타났다.

이상의 모든 결과를 종합해 볼 때 20대 초반의 젊은 여자들이 적절한 체중과 BMI를 유지하는 일은 최대 골질량을 획득하기 위하여 매우 중요한 요인인 것으로 보인다. 초경 나이가 빠를수록 본 조사 대상자들의 골밀도가 높아졌으나 빠른 초경이 최대 골질량(peak bone mass)을 높이는 요인인지 확실하지 않다.

식이 요인 중에서는 인의 섭취량이 골밀도에 영향을 미치는 가장 중요한 요인인 것으로 나타나 전통적으로 인의 섭취량이 많은 식생활을 하고 있는 한국인으로서 인의 섭취량을 줄이는 것이 필요할 것으로 보인다. 또 혈청내 인의 농도가 높을수록 요추와 대퇴골의 골밀도가 저하되는 것으로 나타났으나 혈청 인의 농도를 높이는 요인이 무엇인지에 대하여는 확인되지 않았다. 앞으로 좀 더 많은 젊은 여자들을 대상으로 한 조사와 심

충적인 요인 분석 연구를 통해서 혈청 인의 농도를 높이는 요인이 무엇인지 확인할 필요가 있다고 본다.

Literature cited

- 1) 김문찬 · 최정화 · 김태훈. 여성에서 폐경과 연관된 골다공증에 대한 인식도 조사. *가정의학회지* 16(5) : 298-305, 1995
- 2) Christiansen C, Riis BJ, Rdbro P. Screening Procedure for woman at risk of developing postmenopausal osteoporosis. *Osteoporosis Int* 1 : 35-40, 1990
- 3) 이희자 · 최미자. 한국여성의 연령별 골밀도와 그에 미치는 영향인자에 관한 연구(1) - 골밀도와 영양소 섭취 및 에너지 소비량과의 관계(대구지역을 중심으로). *한국영양학회지* 29(6) : 622-633, 1996
- 4) 김화영. 골다공증과 식이인자. *한국영양학회지* 27(6) : 629-645, 1994
- 5) Fehily AM, Coles RJ, Evans WD, Elwood P. Factors affecting bone density in young adults. *Am J Clin Nutr* 56 : 579-586, 1992
- 6) Manzoni P, Brambilla P, Pietrobelli A, Beccaria L, Bianchessi A, Mora S, Chiumello G. Influence of body composition on bone mineral content in children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 64 : 603-607, 1996
- 7) New SA, Bolton-smith caroline, Grubb DA, Reid D. Nutritional influences on bone mineral density : a cross-sectional study in premenopausal women. *Am J Clin Nutr* 65 : 1831-1839, 1997
- 8) Metz JA, Anderson JR, Gallagher PN. Intakes of calcium, phosphorous, protein and physical activity level are related to radial bone mass in young adult women. *Am J Clin Nutr* 58 : 537-542, 1993
- 9) Strause L, Saltman P, Smith KT, Bracker M, Andon MB. Spinal bone loss in postmenopausal women supplemented with calcium and trace minerals. *J Nutr* 124 : 1060-1064, 1994
- 10) Welten DC, Kemper HCG, Post GB. Weight-bearing activity during youth is a more important factor for peak bone mass than calcium intake. *J Bone Miner Res* 9 : 1089-1096, 1994
- 11) 김화영 · 문경원 · 김정희. 장기간의 고 · 저단백식이 섭취가 난소 절제 쥐의 Ca 및 골격대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 27(5) : 415-425, 1995
- 12) 오재준 · 홍은실 · 백인경 · 이호선 · 임형숙. 우리나라 폐경전 여성에서 칼슘, 단백질, 인의 섭취상태가 골밀도에 미치는 영향. *한국영양학회지* 29(1) : 9-69, 1996
- 13) Jackman LA, Millane SS, Martin B, Wood OB, McCabe GP, Peacock M, Weaver C. Calcium retention in relation to calcium intake and postmenarcheal age in adolescent females. *Am J Clin Nutr* 66 : 327-333, 1997
- 14) Weaver CM, Peacock M, Martin B, Plawewski KL, McCabe GP. Calcium retention estimated from indicators of skeletal status in adolescent girls and young women. *Am J Clin Nutr* 64 : 67-70, 1996
- 15) Andon MB, Lloyd T, Natkovic V. Supplementation trials with calcium citrate malate : evidence in favor of increasing the calcium RDA during childhood and adolescence. *J Nutr* 124 : 1412S-1417S, 1994
- 16) Faulkner RA, Bailey DA, Drinkwater DT, McKay HA, Arnold C, Wilkinson AA. Bone densitometry in Canadian children 8-17 years of age. *Calcif Tissue Int* 59 : 344-351, 1996
- 17) Weaver CM, Martin BR, Plawewski KL, Peacock M, Wood OB, Smith DL, Wastney ME. Differences in calcium metabolism between adolescent and adult females. *Am J Clin Nutr* 61 : 577-581, 1995
- 18) Miller SZ, Smith DL, Flora L, Slemenda C, Jiang X, Hohnston CC. Calcium absorption from calcium carbonate and a new form of calcium(CCM) in healthy male and female adolescents. *Am J Clin Nutr* 48 : 1291-1294, 1998
- 19) 95 국민영양조사결과보고서. 보건복지부, 1997
- 20) 이희자 · 이인규. 모녀간의 골밀도 : 신체측정치 및 체조성, 골지표, 영양소 섭취량 및 에너지 소비량과의 관계. *한국영양학회지* 29(9) : 991-1002, 1996
- 21) 한인권 · 민용기 · 정호연 · 장학철. 이중 에너지 방사선 계측기로 측정된 한국인 여성의 측면 요추 골밀도. *대한골대사학회지* 1(1) : 70-76, 1994
- 22) 용석중 · 임승길 · 허갑범 · 박병문 · 김남현. 한국인 성인 남녀의 골밀도. *대한의학협회지* 31 : 1350-1358, 1988
- 23) 제 6 차 한국인 영양권장량. 한국영양학회, 1995
- 24) Baner JD. Official Method of analysis. CV Mosby company, 1982
- 25) 이귀영 · 김진규. 임상화학. 의학문화사, 1988
- 26) Gibson RS. Principles of Nutritional Assessment. Oxford, 1990
- 27) Friedrich W. Vitamins. Walter de Gruyter, 1988
- 28) 정혜경 · 김종연 · 이현숙 · 김종여. 흰쥐에서 칼슘과 인의 섭취 비율이 체내 칼슘 및 골격 대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 30(7) : 813-824, 1997
- 29) 정차권 · 하경선. 뼈 세포의 효소 및 무기질 대사에 미치는 PTH와 Calcitonin 호르몬의 효과와 인산화 반응. *한국영양학회지* 28(8) : 737-748, 1995
- 30) 최은진 · 이현옥. 일부 농촌지역 폐경 여성의 골격상태에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. *한국영양학회지* 29(9) : 1013-1020, 1996
- 31) Yeh JK, Aloia JF, Semla HM, Chen SY. Influence of injected caffenine on the metabolism of calcium and the retention and excretion of sodium, potassium, phosphorous, magnesium, zinc and copper in rats. *J Nutr* 116 : 273-280, 1986

- 32) 여정숙. 단백질과 caffeine의 섭취수준이 나이가 다른 흰쥐의 칼슘, 인, 나트륨 및 칼륨 대사에 미치는 영향. 숙명여자대학교 대학원. 박사학위논문, 1991
- 33) 이은경 · 이상선. 커피와 Aflatoxin B₁이 간의 효소 활성 및 혈청 성분에 미치는 영향. *한국생활과학연구* 13 : 57-65, 1995
- 34) 정소영 · 최미자. 식이단백질량이 성장기 흰쥐의 골밀도에 대한 칼슘 효율에 미치는 영향. *한국영양학회지* 28(9) : 817-824, 1995
- 35) Nilsson BE, Westin NE. Changes in bone mass in alcoholics. *Clinical Orthopaedics & Related Research* 90 : 229-232, 1973
- 36) Hansen MA, Overgaard K, Riis BJ, Christiansen C. Role of peak bone mass and bone loss in postmenopausal osteoporosis : a 12 year study. *Br Med J* 303 : 961-964, 1991
- 37) Holbrook TL, Barrett-Connor E. A prospective study of alcohol consumption and bone mineral density. *Br Med J* 306 : 1506-1509, 1993
- 38) Daniell HW. Osteoporosis of the slender smoker. *Arch intern Med* 136 : 298-304, 1976
- 39) Yeno K, et al. 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, 1985
- 40) Harris SS, Dawson-Hughes B. Caffeine and bone loss in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 60 : 573-578, 1994
- 41) 이희자 · 최미자 · 이인규. 한국여성의 연령별 골밀도와 그에 미치는 영향인자에 관한 연구(Ⅱ) : 골밀도와 신체 측정치 및 체조성과의 관계. *한국영양학회지* 29(7) : 778-787, 1996