

대학생의 골초음파 상태에 영향을 미치는 영양요인 분석

권세미¹ · 이병국² · 김희선^{1*}

¹순천향대학교 식품영양학과

²환경산업의학연구소

Relation Between Nutritional Factors and Bone Status by Broadband Ultrasound Attenuation among College Students

Semi Kwon¹, Byung-Kook Lee², and Hee-Seon Kim^{1*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition, and ²Institute of Environmental and Occupational Medicine,
Soonchunhyang University, Chungnam 336-745, Korea

Abstract

The management of skeletal health in the twenties is the number one priority for preventing fracture or osteoporosis occurrence in later life cycle. Therefore, the factors influencing bone mineral density were examined by anthropometric measurements, food intakes, bone mineral density and biochemical nutritional indexes in blood among college students. Among the students who received health examinations from May to December, 2007, 532 male and 507 female students who agreed to participate in the study were selected. Nutritional intakes were estimated with 3-day 24-hour recall method. Bone mineral density was measured by ultrasonic attenuation passing through right calcaneus bone and expressed as broadband ultrasound attenuation and t-score was calculated by WHO criteria. Red blood cell count, hemoglobin, hematocrit values were measured by whole blood analysis, and alkaline phosphatase, serum calcium and serum iron were used as indexes for biochemical nutritional status. Data analysis was conducted using SPSS 14.0 program, and protecting and risk factors on bone health status were analyzed by logistic regression analysis between normal bone health group (t-score \geq -1.0) and osteopenia group (t-score $<$ -1.0). The results showed that more people belong to the normal bone health group probably because this study was conducted among those with their peak bone density. Biochemical nutritional status and nutrition intakes of both groups for normal and osteopenia did not show statistically significant difference except MCHC, animal protein and animal iron intakes in female. According to the results of logistic regression analyses, dietary intakes of animal protein, animal iron and zinc showed protecting effects against osteopenia. Therefore, dietary nutritional intakes of micronutrients, especially iron and zinc are important for bone health of young people.

Key words: bone status, nutritional status, college students, logistic regression

서 론

최근 소득 수준의 향상에 따라 삶의 질과 건강에 대한 관심이 높아지고 평균수명이 연장되면서 노인인구가 증가함에 따라 노년기의 대표적 질환인 골다공증에 대한 관심과 아울러 국민건강영양조사에 따르면 골다공증 유병건수는 1998년 인구 1,000명당 2.89명으로 보고되었으나 2002년에는 11.55명으로 약 4배가량 증가하고 있는 추세이다(1). 이와 같이 유병율이 높아지고 있는 것도 같은 맥락에서 볼 수 있으며, 골다공증은 연령의 증가와 함께 기하급수적으로 증가하고 있다. 인체의 골 대사는 뼈 조직에서 칼슘과 인 등 뼈 성분이 빠져나가는 골 흡수(resorption) 작용과 뼈 조직이 보충되어 새로운 뼈가 형성되는 골 형성(formation) 작용으

로 크게 구분되며, 이 두 작용의 균형으로 체내의 골 량이 일정하게 유지되고 있다(2). 그런데 이러한 균형이 깨져 조직형태학적으로 단위 용적 당 골 기질이 감소되는 것을 골다공증(osteoporosis)이라 한다(3). 골격은 성장기를 시작으로 사춘기에 급성장하며, 성장이 끝나는 30세 정도까지 매년 약 5~10% 정도씩 증가하여 최대 골 질량에 도달한다(4). 골다공증은 골 질량(bone mass)의 감소로 인해 외부에서의 작은 충격으로도 쉽게 골절이 발생하며, 현미경상으로는 무기질화(mineralization)의 장애 없이 전체적인 골량의 감소가 발생한다. 대부분의 골다공증 환자에서는 1/3 이상이 골 절손실이 있고, 대퇴부, 목, 척추 등에 골절이 발생할 때까지 뚜렷한 증상 없이 서서히 진행되므로 많은 환자들이 충분히 예방할 수 있는 시기를 놓치고 일단 골절사고가 발생했을

*Corresponding author. E-mail: hskim1@sch.ac.kr
Phone: 82-41-530-1263, Fax: 82-41-530-1264

때에는 회복이 어려우며 골절에 의한 통증, 경제적 손실, 신체장애 등 저하된 삶의 질을 경험하게 된다. 현재까지는 골다공증 환자를 위한 안전하고 효과적인 치료방법이 없기 때문에 예방이 가장 중요하며 지금까지 알려진 최선의 예방과 치료는 성장기 동안의 최대 골 질량(Peak bone mass)을 극대화하는 것과 골 손실 위험인자를 피하는 것이다.

일반적으로 골격의 건강상태는 골격의 성장이나 보유기간 동안 어느 정도 형성되고 축적이 잘 되었는가와 골 소실이 어느 정도 적게 일어나는가에 따라 좌우되며, 젊은 시절에 도달한 골질량이 클수록 골절을 일으키는 역치에 도달하는 시기는 늦어진다고 보고되고 있다(5). 그러므로 20대를 전후한 대학생들의 연령층의 골격건강 관리는 중년기 이후 급증하는 골절이나 골다공증에 최우선 예방책이라 할 수 있다. 최근 골다공증에 대한 관심이 증가하면서 골다공증의 요인을 알아보는 다양한 연구들이 시도되고 있다. 한 개인의 골 밀도는 유전적 소인, 기계적인 활동량, 호르몬의 균형과 영양상태 등 다양한 요인에 의하여 결정된다(6). 식이 요인으로는 다양한 급원의 칼슘섭취에 대한 영향이 여러 연령층을 대상으로 연구되어 왔다(7). 그만큼 식이요인 중 칼슘의 섭취부족은 골질량의 감소와 골다공증의 주요 원인이라 할 수 있다(8,9). 그러나 2005년 국민건강영양조사에 의하면(10) 1인당 1일 평균칼슘섭취량은 1975년 이래로 완만한 증가를 보이고는 있지만 한국인 영양섭취기준(KDRI: Dietary Reference Intakes for Koreans)(11)의 700 mg을 넘지 못하고 있으며, KDRI에 의한 권장량(성인권장량 700 mg/day)의 76.3%인 553 mg 정도를 섭취하는 것으로 보고되었다. 특히 최대골질량에 도달하는 시기인 20대의 칼슘섭취량은 482.2 mg으로 전체 평균섭취량에 비해서 매우 부족한 상태였으며, 다른 연령대에 비해서도 섭취량이 낮았다. 이와 같이 취약한 칼슘섭취 상태는 중년기 이후 급증하는 골감소증이나 골다공증을 나타내는 주요 원인으로 작용할 것으로 사료된다.

최근 연구에 의하면 골 형성 지표로 혈중 ALP(Alkaline phosphatase)가 생화학적 지표로 오랫동안 사용되어 왔다(12). 혈청 ALP는 조골세포와 간에서 생성되는데 식후에는 장에서도 소량 생성되는 것으로 알려져 있고, 임신을 한 경우 태반에서도 상당량이 생성되는 것으로 알려져 있다. 혈청 ALP는 골다공증, 신성 골 이영양증, 부 갑상선 기능 항진증, 갑상선 기능 항진증, 골연화증, 파제트병 등의 진단과 경과 관찰에 흔히 사용된다. ALP는 연령, 성별, 폐경 상태 등에 따라 혈청 농도가 변하게 되는데, 성장기에 성인에 비하여 농도가 증가되어 있으며, 그 이후 남성이 여성보다 높으나 폐경 후에는 여성에서 증가한다. 폐경 후 골다공증 환자에서는 현저하게 증가하고, 골 흡수 억제제를 사용하면 감소한다는 보고도 있으나, 척추 골다공증환자에서는 정상이거나 약간 증가된 정도이고, 장골 부위의 조직형태학 검사 상 골 형성과의 연관성도 매우 미약해서 임상적으로 골 형성을 예

민하게 반영하는 유용한 검사법이라 보기는 어렵다(13). 그럼에도 불구하고 ALP의 양을 측정하는 검사법은 저렴하고 쉬우며 검사의 성격상 뼈 활성도 증가를 조기에 진단할 수 있는 장점이 있다. 즉, ALP의 양이 증가한 것으로 나타나면 골밀도 측정과 같은 더 정밀한 검사법으로 골다공증의 위험성을 판단할 수 있으므로 스크리닝에 유용한 지표가 된다.

현재까지 진행된 연구에서 영양소 섭취량과 골밀도와의 관계에 대해서는 많이 분석되었다(14,15). 그러나 생화학적 지표들과 골밀도와의 상관관계를 분석한 경우는 매우 드물다. 생화학적 지표들은 현재의 골밀도에 대한 기전 설명에 도움이 되며 미래의 골밀도를 예측하는데도 도움을 준다(16). 그러므로 골 대사 연구에서 골 건강에 관계되며, 영양상태를 반영하는 생화학적 지표들과 영양섭취상태를 동시에 살펴보는 것이 필요하다고 사료되어 본 연구에서는 골밀도와 생화학적 지표들과의 관계 및 영양소 섭취상태와의 관계를 살펴보고자 하였다.

연구내용 및 방법

연구대상자 및 기간

순천향대학교에서 재학생 건강상태 파악을 위해 2007년 5월 14일부터 2007년 12월 16일까지 실시한 건강검진에 지원하여 참석한 대학생 중 본 연구의 목적을 이해하고 자발적으로 참여하기로 동의하여 동의서에 서명한 20~29세의 대학생 1039명(남학생 532명, 여학생 507명)을 대상으로 선정하였다.

자료 수집 및 분석

체위측정 및 식이섭취 조사: 대상자들의 신장, 체중은 신장·체중계를 이용하여 측정하였으며, 이들 측정치로부터 체질량지수(Body mass index; BMI)를 산출하였다. 체지방량은 Bioelectrical impedance 측정법[BIA법, GIF-891DXH (GILWOO Trading Co., Ltd, Seoul, Korea)]으로 양손에 전극을 부착하여 상체에서 측정하였다.

식품섭취를 통한 영양소 섭취량은 식품 섭취량을 24시간 회상법으로 3일간의 섭취량을 조사하였으며, 식품 섭취량의 정확한 측정을 위해서 Food Model, 사진으로 보는 음식의 눈대중량을 사용하였다. 식이섭취 조사는 훈련받은 조사원들과의 면접을 통하여 이루어졌으며 영양평가용 프로그램(CAN Pro Version 3.0: Computer Aided Nutritional analysis program for professionals)을 이용하여 영양소 섭취량을 분석하였다. 섭취한 식품의 영양가를 산출한 후 한국인 영양섭취 기준 중 권장섭취량이 설정되어 있는 영양소 중 단백질, 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 B₆, 나이아신, 엽산, 비타민 C, 칼슘, 인, 철, 아연의 총 12개 영양소를 대상으로 영양소 섭취량의 평균필요량(EAR)에 대한 백분율(%DRI)을 계산하였다.

골 건강 상태 측정: 골밀도 값은 나이, 성별, 종족간의 정상 평균치와 비교하여 해석되는 것이 일반적인데, 보통 T-score로 그 값을 나타낸다. 본 연구에서는 초음파를 이용한 정량적 골초음파상태 측정기인 QUS-2(Metra Biosystems Inc., Mountain View, CA, USA)를 이용하여 골 조직을 통과하는 초음파의 감쇠와 속도를 측정하여 골다공증을 진단하는 정량적초음파(Quantitative ultrasound)법을 이용하여 broadband ultrasound attenuation(BUA; dB/MHz)을 측정하였다. BUA 측정값은 WHO의 표준 환산기준에 의해 T-score [$T\text{-score}_{\text{subject}} = (BUA_{\text{subject}} - BUA_{\text{Mean}_{\text{young normal}}}) / BUA_{\text{SD}_{\text{young normal}}}$]로 산정하여 분석에 사용하였다.

혈액 채취 및 분석: 대상자들의 생화학적 검사를 통한 영양 상태 판정은 8시간 이상 절식 후 공복 상태에서 채취하였다. 본 연구의 대상자 모집을 건강검진에 지원한 학생들을 대상으로 하였으므로 분석을 위한 생화학적 지표는 건강검진 항목에 포함된 모든 지표를 포함하여 실시하였다. 채혈한 혈액을 둘로 나누어 이중 전혈에서 적혈구(red blood cells; RBC), 헤모글로빈(hemoglobin; Hb), 헤마토크릿치(hematocrit; Hct)를 측정하였다. 또한 채혈한 혈액의 일부는 혈청을 분리한 후 혈청 칼슘(serum Ca)과 혈청 철(serum Fe), 비타민 D의 간접지표인 알칼라인포스파타아제(alkaline phosphatase; ALP)를 측정하였다. 적혈구, 헤모글로빈, 헤마토크릿치는 혈액성분자동분석기(Hitachi 7170, Hitachi, Tokyo, Japan)를 이용해 분석하였고, 이 결과를 토대로 평균 적혈구용적 [mean corpuscular volume; MCV(fL)=RBC count per liter/ Hct(%)]와 평균 적혈구 헤모글로빈농도[mean corpuscular hemoglobin concentration; MCHC(g/dL)=Hb(g/L)/ hematocrit(volume fraction)], 평균 혈구내 혈액소양[mean corpuscular hemoglobin; MCH(Pg)=Hb(g/L)/RBC count per liter]을 계산하였다. 혈청의 분석은 자동혈청분석기(TBA-40FR Biochemical Analyzer, Hitachi)를 이용하여 혈청 칼슘과 철, ALP 농도를 측정하였다.

통계처리

대상자가 최대 골질량에 도달하는 시기인 20대인 관계로 t-score ≥ -1인 정상골밀도군과 t-score < -1 골감소군으로 분류하였고, 골밀도에 영향을 미치는 신체조건으로 알려진 체질량지수(body mass index; BMI)는 아시아-태평양 비만 기준에 따라 BMI < 18.5 under weight(UW), 18.5 ≤ BMI < 23 normal weight(NW), 23 ≤ BMI < 25 over weight(OW), BMI ≥ 25 obese 그룹으로 분류한다. 그러나 본 연구에서는 2005년도 3기 국민영양건강조사 결과와 동일하게, BMI < 18.5(UW), 18.5 ≤ BMI < 25(NW+OW), BMI ≥ 25(obese) 세 그룹으로 나누어 분포를 비교하였다. 자료의 분석은 SPSS 14.0 통계 프로그램을 이용하여 실시하였다. 대상자의 골 상태 및 체질량지수에 따른 일반사항, 신체계측, 영양 상태와 생화학적 변수들은 연속변수일 경우 Student's t-test로, 비

연속성일 경우는 카이제곱 교차분석을 통하여 성별에 따른 차이를 비교하였다. 또한 영양인자가 뼈의 건강상태에 미치는 영향을 보기위하여 정상골밀도군과 골감소군 간에 보호인자 및 위험인자를 로지스틱회귀분석을 통하여 분석하였다. 로지스틱회귀분석 모델에서 연령, 성별 및 BMI는 교란변수로 통제된 후 생화학적 영양 상태를 나타내는 지표들과 각 영양소 섭취량을 독립변수로 분석하였다.

결 과

조사대상자의 일반적인 특징

조사대상자는 최대 골질량에 도달하는 20~29세의 대학생 1039명(남학생: 532명, 여학생: 507명)으로 두 그룹간의 성비율이 차이를 보여 조사결과는 남녀별로 구분하여 분석하였다. 대상자들의 일반사항에 대한 자료는 Table 1과 같다. 남학생의 경우 평균 연령대는 23.51 ± 1.70세, 평균 신장 175.06 ± 5.51 cm, 평균 체중 72.15 ± 10.8 kg, 평균 체질량지수는 23.50 ± 3.00 kg/m², 평균 체지방 20.37 ± 14.22%, 평균 BUA 96.78 ± 19.20 dB/MHz, 평균 t-score 1.56 ± 9.66이었다. 여학생의 경우 평균 연령대는 20.94 ± 1.28세, 평균 신장 160.90 ± 5.14 cm, 평균 체중 54.51 ± 8.19 kg, 평균 체질량지수는 21.04 ± 2.89 kg/m², 평균 체지방 25.29 ± 4.79%, 평균 BUA 103.15 ± 19.51 dB/MHz, 평균 t-score 1.18 ± 1.50이었다.

골초음파상태에 의한 수치 t-score ≥ -1인 정상 골밀도군과 t-score < -1 골감소군으로 분류하였을 때, 남학생의 경우 정상 골밀도군이 481명(90.4%), 골감소군이 51명(9.6%)이며 여학생의 경우 정상 골밀도군이 477명(94.1%), 골감소군이 30명(5.9%)의 분포를 보였다. 체적지표인 BMI를 아시아-태평양 비만기준에 의거하여 분리함(BMI < 18.5 UW, 18.5 ≤ BMI < 25 NW+OW, BMI ≥ 25 obese)에 따라 남학생은 저체

Table 1. General characteristics of the subjects

	Male	Female	Total
N (%)	532 (51.2)	507 (48.8)	1039
Age (year)	23.51 ± 1.70	20.94 ± 1.28	22.26 ± 1.98
Height (cm)	175.06 ± 5.51	160.90 ± 5.14	168.15 ± 8.86
Weight (kg)	72.15 ± 10.81	54.51 ± 8.19	63.54 ± 13.04
BMI ¹⁾ (kg/m ²)	23.50 ± 3.00	21.04 ± 2.89	22.30 ± 3.19
Body fat (%)	20.37 ± 14.22	25.29 ± 4.79	22.77 ± 10.99
BUA ²⁾ (dB/MHz)	96.78 ± 19.20	103.15 ± 19.51	99.89 ± 19.60
T-score	1.56 ± 9.66	1.18 ± 1.50	1.38 ± 6.99
T-score			
Normal	90.4	94.1	92.2
Osteopenia	9.6	5.9	7.8
BMI			
UW	3.4	16.2	9.6
NW+OW	70.7	76.5	73.5
Obese	25.9	7.3	16.8

Values are mean ± SD.

¹⁾Body mass index (BMI).

²⁾Broadband ultrasound attenuation (BUA).

중 18명(3.4%), 정상+과체중 376명(70.7%), 비만 138명(25.9%), 여학생은 저체중 82명(16.2%), 정상+과체중 388명(76.5%), 비만 37명(7.3%)의 분포를 보였다.

골초음파 상태 및 생화학적 영양상태

조사대상자의 골초음파 상태를 측정된 결과와 생화학적 영양 상태를 나타내는 지표는 Table 2와 같다. 골초음파 수치에 따라 정상골밀도군과 골감소군으로 구분한 남학생의 경우 RBC는 정상골밀도군 $5.01 \pm 0.32 \times 10^6/\text{mm}^3$, 골감소군 $5.09 \pm 0.65 \times 10^6/\text{mm}^3$ 이며, Hb는 정상골밀도군 $14.13 \pm 0.86 \text{ g/dL}$, 골감소군 $14.40 \pm 0.77 \text{ g/dL}$, Hct는 정상골밀도군 $46.33 \pm 2.93\%$, 골감소군은 $46.36 \pm 2.29\%$ 로 RBC, Hb, Hct 모두 유의한 차이를 보이지 않았다.

RBC, Hb, Hct의 분석 결과를 토대로 계산된 MCV는 정상골밀도군 $92.51 \pm 3.52 \text{ fL}$, 골감소군 $92.48 \pm 3.28 \text{ fL}$ 이며, MCH는 정상골밀도군 $28.83 \pm 1.15 \text{ g/dL}$, 골감소군 $28.72 \pm 1.16 \text{ g/dL}$ 로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. MCHC는 정상골밀도군 $31.17 \pm 0.80 \text{ g/dL}$, 골감소군 $31.07 \pm 0.83 \text{ g/dL}$ 이고, WBC는 정상골밀도군 $6.69 \pm 1.74 \times 10^3/\mu\text{L}$, 골감소군 $6.71 \pm 1.59 \times 10^3/\mu\text{L}$ 의 값으로 역시 유의하지 않았다. 혈청 철의 농도는 정상골밀도군이 $120.89 \pm 49.36 \text{ mg/dL}$, 골감소군이 $123.25 \pm 54.35 \text{ mg/dL}$ 로 골감소군이 정상골밀도군보다 높은 수치를 보였으나 통계적으로 유의하지 않았으며, 혈청 칼슘의 농도는 정상골밀도군 $9.74 \pm 0.60 \text{ mg/dL}$, 골감소군 $9.38 \pm 0.57 \text{ mg/dL}$ 로 정상골밀도군이 골감소군보다 약간의 수치가 높았지만 통계적으로는 유의한 차이를 보이지 않았다. 비타민 D의 간접지표인 ALP는 정상골밀도군 $197.87 \pm 48.14 \text{ IU/L}$, 골감소군 $197.86 \pm 66.49 \text{ IU/L}$ 로 유의한 차이가 없었다.

여학생의 경우 RBC는 정상골밀도군은 $4.38 \pm 0.30 \times 10^6/\text{mm}^3$, 골감소군은 $4.36 \pm 0.31 \times 10^6/\text{mm}^3$ 이고, Hb는 정상골밀도군 $12.16 \pm 1.02 \text{ g/dL}$, 골감소군 $12.32 \pm 1.11 \text{ g/dL}$ 이며, Hct는 정상골밀도군 $39.45 \pm 3.02\%$, 골감소군 $39.30 \pm 3.11\%$ 으로

RBC, Hb, Hct 모두 유의한 차이를 보이지 않았다. MCV는 정상골밀도군 $90.23 \pm 5.53 \text{ fL}$, 골감소군 $90.00 \pm 4.33 \text{ fL}$ 이고, MCH는 정상골밀도군 $27.84 \pm 2.05 \text{ Pg}$, 골감소군 $28.22 \pm 1.82 \text{ fL}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 없었다. MCHC는 정상골밀도군 $30.83 \pm 0.77 \text{ g/dL}$, 골감소군 $31.33 \pm 0.99 \text{ g/dL}$ 로 골감소군이 유의하게 높았다($p < 0.05$). WBC는 정상골밀도군 $7.06 \pm 1.77 \times 10^3/\mu\text{L}$, 골감소군 $7.38 \pm 1.80 \times 10^3/\mu\text{L}$ 의 값으로 유의하지 않았고, 혈청 철의 농도는 정상골밀도군이 $91.14 \pm 46.95 \text{ mg/dL}$, 골감소군이 $78.33 \pm 35.53 \text{ mg/dL}$ 로 정상골밀도군이 골감소군보다 높은 수치를 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 혈청 칼슘의 농도는 정상골밀도군 $9.67 \pm 0.55 \text{ mg/dL}$, 골감소군 $9.72 \pm 0.48 \text{ mg/dL}$ 이고, ALP는 정상골밀도군 $166.86 \pm 37.87 \text{ IU/L}$, 골감소군 $169.63 \pm 42.04 \text{ IU/L}$ 로 유의한 차이를 보이지 않았다.

골 상태와 영양소 섭취상태

정상골밀도군과 골감소군으로 분류된 조사 대상자의 3일 동안 영양소 섭취량 및 한국인 영양섭취기준 중 권장섭취량이 설정되어 있는 영양소 중 단백질, 칼슘, 인, 철, 아연, 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 B₆, 나이아신, 엽산, 비타민 C, 칼슘, 인, 철, 아연의 총 12개 영양소를 대상으로 영양소 섭취량의 평균필요량에 대한 백분율을 계산한 것은 Table 3, 4와 같다. 남학생의 경우 영양소 섭취량은 골 건강 상태에 따른 두 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 그러나 열량, 칼슘, Vit B₂, Vit C, 엽산의 평균필요량 대비 섭취율은 정상골밀도군과 골감소군 모두 부족한 섭취양상을 보였으며, 특히 골감소군의 경우 아연의 섭취량 또한 평균필요량 대비 부족한 섭취양상을 보였다. 여학생의 경우 동물성 단백질과 동물성 철분의 섭취량은 정상골밀도군이 골감소군에 비해 유의하게 높은 섭취량을 보였다. 또한 열량, 칼슘, Vit C, 엽산의 평균필요량 대비 섭취율은 정상골밀도군과 골감소군 모두 부족한 섭취양상을 보였으며, 골감소군에서는 아연과 Vit B₂의 섭취량이 평균필요량 대비 부족

Table 2. Results of the biochemical nutritional status of the subjects by bone status

	Male		Female	
	Normal	Osteopenia	Normal	Osteopenia
N (%)	481 (90.4)	51 (9.6)	477 (94.0)	30 (6.0)
RBC ¹⁾ ($10^6/\text{mm}^3$)	5.01 ± 0.32	5.09 ± 0.65	4.38 ± 0.30	4.36 ± 0.31
Hb ²⁾ (g/dL)	14.13 ± 0.86	14.40 ± 0.77	12.16 ± 1.02	12.32 ± 1.11
Hct ³⁾ (%)	46.33 ± 2.93	46.36 ± 2.29	39.45 ± 3.02	39.30 ± 3.11
MCV ⁴⁾ (fL)	92.51 ± 3.52	92.48 ± 3.28	90.23 ± 5.53	90.00 ± 4.33
MCH ⁵⁾ (Pg)	28.83 ± 1.15	28.72 ± 1.16	27.84 ± 2.05	28.22 ± 1.82
MCHC ⁶⁾ (g/dL)	31.17 ± 0.80	31.07 ± 0.83	30.83 ± 0.77	$31.33 \pm 0.99^*$
WBC ⁷⁾ ($10^3/\mu\text{L}$)	6.69 ± 1.74	6.71 ± 1.59	7.06 ± 1.77	7.38 ± 1.80
Serum Fe (mg/dL)	120.89 ± 49.36	123.25 ± 54.35	91.14 ± 46.95	78.33 ± 35.53
Serum Ca (mg/dL)	9.74 ± 0.60	9.38 ± 0.57	9.67 ± 0.55	9.72 ± 0.48
ALP ⁸⁾ (IU/L)	197.87 ± 48.14	197.86 ± 66.49	166.86 ± 37.87	169.63 ± 42.04

Values are mean \pm SD. * $p < 0.05$ by Student's t-test.

¹⁾Red Blood Cells (RBC). ²⁾Hemoglobin (Hb). ³⁾Hematocrit (Hct). ⁴⁾Mean corpuscular volume (MCV). ⁵⁾Mean corpuscular hemoglobin (MCH). ⁶⁾Mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC). ⁷⁾White blood cells (WBC). ⁸⁾Alkaline phosphatase (ALP).

Table 3. Nutrient intakes of the male subjects by bone status¹⁾

	Normal	Osteopenia
Energy (kcal)	1928.2±783.0 (74.1±30.1)	1734.1±680.7 (66.6±26.1)
Protein (g)	72.0±39.6 (160.1±88.1)	67.3±30.0 (149.7±66.8)
Plant protein	33.8±26.1	34.1±16.4
Animal protein	38.3±25.9	33.3±21.1
Fat (g)	56.8±31.5	51.7±27.6
Plant fat	27.5±16.3	27.0±16.4
Animal fat	29.3±24.8	24.7±18.1
Carbohydrate (g)	259.4±100.2	243.7±106.3
Fiber (g)	16.1±9.5	16.2±8.0
Calcium (mg)	448.0±266.1 (77.2±45.8)	454.7±225.9 (78.4±38.9)
Plant calcium	239.6±142.2	247.3±139.0
Animal calcium	208.4±220.2	207.4±162.0
Phosphorus (mg)	935.1±405.0	919.4±381.4
Iron (mg)	13.6±9.7 (170.9±122.1)	12.6±7.2 (158.2±90.5)
Plant iron	9.9±8.9	9.4±6.5
Animal iron	3.8±3.0	3.3±2.1
Sodium (g)	3809.4±1686.6	4056.9±3138.2
Potassium (g)	2151.7±1020.8	2312.3±124.3
Zinc (mg)	8.2±3.9 (102.1±49.3)	7.8±3.5 (96.7±44.3)
Vit A (µgRE)	697.4±620.5 (129.1±114.9)	685.3±549.0 (126.9±101.6)
Vit B ₁ (mg)	1.1±0.6 (119.9±63.6)	1.1±0.6 (116.8±61.1)
Vit B ₂ (mg)	1.1±0.8 (85.2±67.9)	1.0±0.5 (78.3±39.1)
Vit B ₆ (mg)	1.8±0.9 (139.9±71.9)	1.8±0.9 (143.4±76.7)
Niacin (mg)	15.7±8.5 (131.2±71.1)	14.7±7.1 (122.7±59.6)
Vit C (mg)	63.1±42.6 (84.2±56.8)	67.4±50.0 (89.9±66.7)
Folic acid (µg)	200.2±115.9 (62.5±36.2)	223.0±152.6 (69.6±47.7)
Vit E (mg α-TE)	14.5±8.8	15.0±9.1

Values are mean±SD. ¹⁾(): % of Korean DRI's.

Table 4. Nutrient intakes of the female subjects by bone status¹⁾

	Normal	Osteopenia
Energy (kcal)	1869.6±866.4 (89.0±41.2)	1701.3±474.6 (81.0±22.6)
Protein (g)	70.5±37.1 (201.4±106.2)	58.2±19.1 (166.5±54.8)
Plant protein	33.6±20.4	29.7±12.6
Animal protein	37.0±26.4*	28.6±17.0
Fat (g)	55.5±32.9	50.9±18.9
Plant fat	27.0±17.3	26.8±14.3
Animal fat	28.6±26.0	24.2±14.0
Carbohydrate (g)	252.6±117.2	235.4±70.1
Fiber (g)	15.9±8.0	3.3±5.0
Calcium (mg)	447.2±274.3 (77.1±47.3)	396.1±235.4 (68.2±40.5)
Plant calcium	250.3±147.7	209.8±128.4
Animal calcium	196.9±206.5	186.3±186.0
Phosphorus (mg)	936.9±464.2	797.1±326.9
Iron (mg)	13.0±8.9 (118.9±81.4)	12.2±8.6 (111.3±78.3)
Plant iron	9.6±8.1	9.7±8.4
Animal iron	3.5±2.5*	2.6±1.8
Sodium (g)	3881.4±1938.9	3263.3±1237.7
Potassium (g)	2187.8±1103.4	1652.6±610.4
Zinc (mg)	8.2±4.3 (118.0±62.2)	6.3±2.1 (91.2±31.4)
Vit A (µgRE)	711.4±498.4 (154.6±108.3)	622.2±322.8 (135.2±70.1)
Vit B ₁ (mg)	1.1±0.7 (132.9±84.3)	1.0±0.3 (118.3±40.0)
Vit B ₂ (mg)	1.0±0.6 (107.2±63.8)	0.9±0.3 (92.2±38.6)
Vit B ₆ (mg)	1.8±1.0 (151.4±84.8)	1.4±0.7 (124.4±61.4)
Niacin (mg)	15.4±9.4 (140.3±86.0)	12.1±0.7 (110.3±52.1)
Vit C (mg)	64.3±45.2 (85.7±60.3)	42.1±21.1 (56.1±28.2)
Folic acid (µg)	208.8±119.4 (65.2±37.3)	175.5±85.6 (54.8±26.7)
Vit E (mg α-TE)	14.1±9.2	11.3±6.1

Values are mean±SD. *p<0.05. ¹⁾(): % of Korean DRI's.

Table 5. Association of nutrition factors with prevalence of osteopenia after adjustment for age, sex and BMI¹⁾

	Coefficients (Std. error)	Odds ratio	95% CI ²⁾
Model 1			
Age	0.057 (0.075)	1.059	0.914~1.227
Sex	-0.596 (0.323)	0.551	0.293~1.037
BMI	-0.078 (0.043)	0.925	0.850~1.006
Dietary animal protein	-0.013 (0.006)	0.988	0.976~0.999
Model 2			
Age	0.056 (0.076)	1.058	0.912~1.227
Sex	-0.608 (0.323)	0.544	0.289~1.026
BMI	-0.078 (0.043)	0.925	0.850~1.006
Dietary animal iron	-0.126 (0.056)	0.882	0.790~0.985
Model 3			
Age	0.056 (0.075)	1.057	0.913~1.227
Sex	-0.595 (0.322)	0.552	0.293~1.037
BMI	-0.080 (0.043)	0.923	0.849~1.005
Dietary zinc	-0.074 (0.035)	0.928	0.867~0.994

¹⁾Dependent variables for Models 1, 2, and 3 are the prevalence of osteopenia (coded as 1, while normal group was coded as 0) and each nutritional factor was added in the different models separately.

²⁾CI: Confidence interval.

한 섭취양상을 보였다.

골 건강상태에 영향을 미치는 영양인자의 로지스틱 회귀 분석

골 건강상태를 골감소증의 유병여부로 표시하여(골감소군=1, 정상군=0), 로지스틱회귀분석에서 종속변수로 포함하고, 생화학적 영양상태 및 영양소 섭취상태를 각각 독립변수로 포함시켜 여러 모델을 분석해 본 결과, 생화학적 영양상태를 나타내는 지표 중 유의한 결과를 나타낸 경우는 없었고, 영양소 섭취량을 분석한 결과에서는 동물성 단백질, 동물성 철분 및 아연섭취가 골감소를 예방하는 보호 작용이 있는 것으로 나타났다(Table 5). 각 영양소의 교차비(Odds ratio)는 동물성 단백질의 경우 0.988[95% CI(confidential interval): 0.976~0.999], 동물성 철분의 경우 0.882(95% CI: 0.790~0.985), 그리고 아연의 경우 0.928(95% CI: 0.867~0.994)로 분석되었다. 로지스틱회귀분석 시 모든 모델에서 연령, 성별 및 BMI는 교란변수로 통제하였다.

고 찰

골밀도는 환경적 요인, 영양상태, 유전적 요인 등 다양한 요인에 의하여 결정된다. 특히 최대골질량에 도달하는 시기인 20대 연령층의 골격건강 관리는 중년기 이후 급증하는 골절이나 골다공증에 최우선의 예방책이다. 본 연구에서는 조사 대상자들을 골초음과상태에 의한 t-score \geq -1인 정상골밀도군과 t-score<-1 골감소군으로 분류하였고, 그 결과 남, 여학생 모두에서 90%이상 정상골밀도군에 속하여(남학생 90.4%, 여학생 94.1%) Cho와 Lee(17)의 선행 연구에서 골감소군 15.28%의 결과보다는 높은 결과가 나왔으며, 20대

대학생은 최대골질량에 도달하는 시기로 아직까지는 골감소군에 해당하는 경우가 극히 드문 것으로 분석되었다.

정상골밀도군과 골감소군의 생화학적 지표를 통한 영양상태는 남학생과 여학생 모두에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 생화학적인 영양상태가 잘 유지되고 있음을 나타내며, 최대골질량에 도달하는 시기이기 때문에 아직까지는 생화학적인 요소가 골밀도 지표에 큰 영향을 줄만큼은 아니라고 판단된다. 그러나 24시간 회상법을 통한 식이섭취 분석을 통해 영양소 섭취량을 비교한 결과 남학생의 경우 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 여학생의 경우는 동물성 단백질과 동물성 철분의 섭취상태가 정상골밀도군에서 유의하게 높음을 알 수 있었다. 평균 에너지 섭취량은 남학생의 정상골밀도군 1927.29 \pm 783.05 kcal, 골감소군 1734.19 \pm 680.74 kcal, 여학생의 경우 정상골밀도군 1869.61 \pm 866.49 kcal, 골감소군 1701.30 \pm 474.62 kcal로 한국 여대생의 골밀도를 측정 한 Yu 등(18)의 연구결과(1746.3 kcal)보다는 여학생 정상 골밀도군의 본 연구 결과가 높게 나타났다. 평균 단백질섭취량은 남녀 두 군 모두 100%를 상회하는 섭취 양상을 나타냈으며, 이는 Yu 등(18)과 Choi 등(19)의 선행연구 결과와 유사한 결과였다. 골격건강에 가장 큰 영향을 미치는 칼슘의 경우, 남학생 정상 골밀도군 448.021 \pm 266.10 mg, 골감소군 454.73 \pm 225.95 mg, 여학생 정상 골밀도군 447.21 \pm 274.3 mg, 골감소군 396.10 \pm 235.42 mg으로 평균섭취량은 남학생 정상 골밀도군과 여학생 모두 KDRIs 중 권장섭취량(RI: 700 mg)과 비교했을 때, 권장섭취기준의 64%, 65%, 64%, 57%로 섭취하는 것으로 나타났다(data not shown). 본 연구대상자의 섭취량을 KDRIs 중 평균필요량(EAR: 580 mg)과 비교하였을 때는 77%, 78%, 77%, 68%로 권장섭취량과 비교하였을 경우와 평균필요량과 비교하였을 경우 모두 부족하게 섭취하고 있는 것으로 나타났다. 대학생을 대상으로 이루어진 선행 연구 중, 조사방법이 동일한 Lee(20)의 연구에서는 칼슘의 섭취량이 324.1 mg, Choi 등(21)의 연구에서는 450.7 mg, Yu 등(18)의 연구에서는 539.8 mg으로 나타나 다양한 결과를 보였고, 2005년도 국민건강·영양조사보고서에 의하면 1일 1인당 칼슘섭취량이 553.1 mg으로 한국인 권장섭취기준(RI)의 76.3% 수준이며, 이는 조사 결과 대부분의 영양소에 대해 모든 연령층에서 권장량에 근접한 양을 섭취하는 것으로 나타난 것에 반해, 모든 연구에서 칼슘섭취량 수준은 권장섭취 수준에 부족한 것으로 나타났다. 본 연구대상자의 경우 2005년도 국민건강 영양조사 결과보다 더 부족한 섭취량을 나타냈다. 따라서 칼슘섭취량이 전반적으로 매우 낮은 것으로 분석되는 우리나라 생활 중에서도 본 연구대상자들의 칼슘섭취량이 매우 낮았기 때문에 로지스틱회귀분석에서는 골감소증과 유의한 상관성을 나타내지 않은 것으로 보인다. 즉 다른 영양소 섭취량과 달리 칼슘섭취량은 유의한 통계적 결과를 나타내기에는 전반적으로 모든 대상자에서 너무 낮았던 것으로

보여, 본 연구대상자들의 칼슘섭취 개선을 위한 조치가 시급한 것으로 나타났다. Song과 Paik(22)에 따르면 20대 대학생의 시기는 골질량 형성이 가능한 시기로, 성인기의 골밀도 관리를 위해 적절한 칼슘섭취 및 식이관리가 강조되고 있다. 현재의 칼슘섭취 수준을 감안할 때 향후 모든 조사군에서 칼슘 결핍에 따른 영양문제 발생 가능성이 제기되고 있어 올바른 식태도 형성을 위한 노력이 요구되는 바이다.

골 건강 상태에 영향을 미치는 영양인자의 로지스틱 회귀 분석 결과 연령, 성별 및 BMI를 교란변수로 통제하였을 경우 동물성 단백질, 동물성 철분 및 아연섭취는 골감소를 예방하는 보호 작용이 있는 것으로 나타났다. 선행연구에 의하면 단백질의 섭취량 중 특히 동물성 단백질이 골밀도와 양의 상관성을 보고한바 있으나, Kim과 Koo(23), Choi와 Kim(4)의 연구 결과 동물성 단백질이 약한 음의 상관관계를 보였다. 본 연구대상자들의 단백질 섭취는 권장섭취량대비 100% 이상으로 고단백 식사를 하는 것으로 보이는데 선행 연구 결과 고단백 식사가 요 중 칼슘 배설을 증가시키고 이에 따라 혈액 내 칼슘 수준을 일정하게 유지하기 위해 골격으로 칼슘 방출을 증가시킴으로 골격약화를 초래할 수 있다는 점을 감안할 때 적절한 단백질 섭취를 강조할 필요가 있다(24,25). 철분섭취량은 남학생의 경우 권장 섭취량 대비 85.1%, 여학생의 경우 62.8%로(data not shown) Lim 등(26)의 연구결과 92.14%에 비해서 낮은 편으로 나타났다. 이는 우리나라의 식이패턴을 고려하였을 때 철분의 급원식품이 곡류식품에 제한되었기 때문으로 사료된다. 아연은 체내 약 2 g 정도 존재하며, 이 중 90%는 근육과 뼈에 존재한다(27). Strause 등(28)은 폐경 후 여성을 대상으로 칼슘보충군(calcium citrate malate로서 1000 mg), 미량 무기질(Cu: 2.5 mg/d, Zn: 15.0 mg/d, Mn: 5.0 mg/d) 보충군, 칼슘+미량 무기질 보충군에서 요추 골밀도와 미량 무기질과의 관계에 대해 연구한 결과 칼슘 보충군보다 칼슘+미량무기질(Cu, Zn, Mn) 보충군에서 유의적인 양의 상관관계($p < 0.01$)가 나타났다고 보고하여 칼슘뿐만 아니라 미량 무기질이 골밀도에 상당히 효과적임을 강조하였다. 성인 및 노인여성을 대상으로 한 연구에서 칼슘의 섭취량은 골무기질 함량과 유의적인 관련성을 나타내지 않은 반면 아연의 섭취량은 전완의 골 무기질 함량과 유의적인 양의 상관성이 있는 것으로 나타났다(29). 이렇듯 아연을 비롯한 미량 영양소의 섭취가 골밀도와 유의한 양의 상관성을 나타낸 것은 전반적으로 미량영양소의 섭취정도는 식사의 질을 반영하는 지표가 될 수 있으며(30), 질적으로 우수한 식생활이 최대골질량에 도달하는 시기인 20대의 골격형성과 건강을 위해 필수적이므로 골감소증에 대한 보호인자로 식사의 질을 반영할 수 있는 동물성 단백질, 동물성 철, 아연 섭취량 등이 유의하게 분석된 것으로 사료된다. 실제로 본 연구 대상자들의 경우 여학생에서는 정상골밀도군의 동물성 단백질과 동물성 철의 섭취량이 골감소군보다 유의하게 높았으며, 아연섭취량의 경우 골 건강

상태에 따른 그룹별 섭취량의 차이는 유의하지 않았으나 골정상군의 경우는 KDRI 대비 평균섭취량 이상을 섭취하였으나 골감소군은 남녀 모두 평균섭취량 이하를 섭취하는 양상을 나타내어 골정상군에서 더 양호한 섭취상태를 보였다. 그러나 개개의 영양소와 골 건강상태와의 관련성에 대한 연구는 대상 인구집단, 인종, 연구가 진행된 국가, 섭취량의 범위에 따라 매우 다양한 결과를 나타내고 있고 이들 결과 중 서로 상반되는 결과를 보고하고 있기도 하다(31,32). 따라서 이들 각각의 영양소에 대한 골감소증과의 관계에 대한 기전에 대해서는 보다 심도 깊은 연구가 추후 수행되어야 할 것으로 보인다.

요 약

본 연구는 최대 골질량에 도달하는 20대의 대학생 1039명(남학생 532명, 여학생 507명)을 대상으로 골초음과 상태와 영양소 섭취 및 생화학적 영양 상태를 나타내는 지표들과의 관계를 분석하였다. 대상자의 골밀도 수치에 따라 $t\text{-score} \geq -1$ 인 정상 골밀도군과 $t\text{-score} < -1$ 골감소군으로 분류하여 비교한 결과 남학생의 경우 정상 골밀도군이 90.4%, 골감소군이 9.6%이며 여학생의 경우 정상 골밀도군이 94.1%, 골감소군이 5.9%의 분포를 보였다. 체적지표인 BMI를 아시아태평양 비만기준에 의거하여 분리하였을 때는 남학생은 저체중 3.4%, 정상+과체중 70.7%, 비만 25.9%, 여학생은 저체중 16.2%, 정상+과체중 76.5%, 비만 7.3%의 분포를 보였다. 정상 골밀도군과 골감소군의 골밀도와 생화학적 영양 상태는 남학생 여학생 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 전체대상자들의 영양소 섭취상태를 살펴 본 결과, 남학생의 경우 정상 골밀도군과 골감소군 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 여학생의 경우 동물성 단백질과 동물성 철분 섭취량이 정상 골밀도군에서 골감소군보다 유의하게 높았다. 평균 에너지 섭취량은 동일한 연령대의 한국인영양섭취기준(KDRIs)과 비교하였을 때, 각 남학생 정상골밀도군 약 74%, 골감소군 67%, 여학생 정상골밀도군 약 89%, 골감소군 81%의 섭취수준을 나타내었다. 평균 단백질섭취량은 남녀 두 군 모두 100%를 상회하는 섭취 양상을 나타냈으며, 강한 뼈를 유지하거나 각종 신진대사에 필수적인 영양소이기 때문에 골격건강에 가장 큰 영향을 미치는 칼슘의 경우 남학생과 여학생 모두 KDRIs와 비교하여 권장섭취기준의 약 63%정도로 부족한 것으로 나타났다. 골 건강 상태에 영향을 미치는 영양인자의 로지스틱 회귀분석 결과 연령, 성별 및 BMI를 교란변수로 통제하였을 경우 동물성 단백질, 동물성 철분 및 아연섭취는 골감을 예방하는 보호 작용이 있는 것으로 나타났다. 동물성 단백질과 이들 미량 영양소의 섭취 정도는 높은 식사의 질을 반영하므로 질적으로 우수한 식생활이 최대 골질량에 도달하는 시기인 20대의 골격형성과 건강을 위해 필수적인 것으로 사료된다.

문헌

1. Chung HY. 2008. Choice of geriatric osteoporosis treatment. *Korean J Clin Geriatrics* 9: 309-314.
2. Heaney RP, Gallagher JC, Johnston CC, Neer R, Parfitt AM, Bchir MB, Whedon GD. 1982. Calcium nutrition and bone health in the elderly. *Am J Clin Nutr* 36: 986-1013.
3. Raisz LG. 1988. Local and systemic factors in the pathogenesis of osteoporosis. *N Engl J Med* 318: 818-818.
4. Choi JH, Kim SK. 2008. Comparison of the dietary factors between normal and osteopenia groups by bone mineral density in Korean female college students. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 869-878.
5. Barnard ND, Scialli AR, Jurlock D, Bertron P. 2000. Diet and sex-hormone binding globulin, dysmenorrhea, and premenopausal symptoms. *Obstet Gynecol* 95: 245-250.
6. Heaney RP. 1987. The role of nutrition in prevention and management of osteoporosis. *Clin Obstet Gynecol* 30: 833-850.
7. Son SM, Lee YN. 1998. Bone densities of the middle aged women residing in the city and related factors 2. Study on the factors affecting bone densities of middle aged women. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 1279-1284.
8. Arnold JS. 1973. Amount and quality of trabecular bone in osteoporotic vertebral fractures. *Clin Endo Metab* 2: 221-238.
9. Heaney RP, Recker RR, Saville PD. 1977. Calcium balance and calcium requirements in middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 30: 1603-1611.
10. Korea National Health & Nutrition Examination Survey. 2006. Ministry for Health, Welfare and Family Affairs.
11. Korea Nutrition Society. 2005. Dietary reference intakes for Koreans.
12. Garnero P, Delmas PD. 1996. New developments in biochemical markers of osteoporosis. *Calcif Tissue Int* 59: 2-9.
13. Podenphant J, Johansen JS, Thomsen K. 1987. Bone turnover in spinal osteoporosis. *J Bone Min Res* 2: 497-503.
14. 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 Commu Nutr* 7: 111-120.
15. Lee HJ, Lee HO. 1999. A study on the bone mineral density and related factors in Korean menopausal women. *Korean J Nutr* 32: 197-203.
16. Geusens P, Dequeker T, Verstraten A. 1986. Age-sex and menopause related changes of vertebral and peripheral bone. a population study using DEXA. *J Nuclear Med* 27: 1540-1549.
17. Cho DS, Lee JY. 2008. Bone mineral density and factors affecting in female college student. *Korean J Women Health Nurs* 14: 297-305.
18. Yu CH, Lee YS, Lee JS. 1998. Some factors affection bone density of Korean college women. *Korean J Nutr* 31: 36-45.
19. Choi YJ, Lim R, La SH, Choi MK. 2006. Correlation between nutrient intakes and bone mineral density in carpus of female university students. *J Korean Diet Assoc* 12: 10-17.
20. Lee YS. 2005. Effects of nutrient intake of college women in the Daegu area on body content and bone mineral density. *J East Asian Soc Dietary Life* 15: 655-662.
21. Choi MK, Sung CJ, Kim MH. 2000. Relation among calcium intake, bone metabolism parameters, serum protein and lipids of female college students in Chungnam. *J Korean Diet Assoc* 6: 108-116.
22. Song YJ, Paik HY. 2003. Effects of dietary, biochemical and other factors on bone mineral density change for 2 years in Korean college women. *Korean J Nutr* 36: 175-182.
23. Kim MS, Koo JO. 2008. Comparative analysis of food habits and bone density risk factors between normal and risk women living in the Seoul area. *J Community Nutr* 13: 125-133.
24. Oh JJ, Hong ES, Baik IK, Lee HS, Lim HS. 1996. Effects of dietary calcium, protein, and phosphorus intakes on bone mineral density in Korean premenopausal women. *Korean J Nutr* 29: 59-69.
25. Kim HJ. 2003. Research on relation of nutrients intake, health status, and bone mineral density in middle-aged women. *J Korean Diet Assoc* 9: 307-315.
26. Lim JH, Bae HS, Lee SM, Ahn HS. 2008. Dietary and non-dietary factors related to bone mineral density in female college students. *J Community Nutr* 13: 418-425.
27. Sung CJ, Baek SK, Lee HS, Kim MH, Choi SH, Lee SY, Lee DH. 2001. A study of body anthropometry and dietary factors affecting bone mineral density in Korean pre- and post-menopausal women. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 159-167.
28. Strause L, Saltman P, Smith KT, Bracker M, Andon MB. 1994. Spinal bone loss in postmenopausal women supplemented with calcium and trace minerals. *J Nutr* 124: 1060-1064.
29. Angus RM, Sambrook PN, Pocock NA, Eisman JA. 1988. Dietary intake and bone mineral density. *Bon Miner* 4: 265-277.
30. Bae YJ, Sung CJ. 2005. A comparison between postmenopausal osteoporotic women and normal women of their nutrient intakes and the evaluation of diet quality. *J Comm Nutr* 10: 205-215.
31. Abelow BJ, Holford TR, Insogna KL. 1992. Cross-cultural association between dietary animal protein and hip fracture: a hypothesis. *Calcif Tissue Int* 50: 14-18.
32. Metz JA, Anderson JJ, Gallagher PN. 1993. 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.

(2009년 7월 24일 접수; 2009년 10월 14일 채택)