

대학생의 신체계측치와 영양섭취실태가 종골초음파상태에 미치는 영향

제은주 · 변광의 · 윤정은 · 이병국¹⁾ · 김희선[†]

순천향대학교 식품영양학과, ¹⁾순천향대학교 환경산업의학연구소

Effects of Body Composition and Nutrients Intake on the Calcaneal Broadband Ultrasound Attenuation in College Students

Eun-Joo Jea, Kwang-Eui Byoun, Jung Eun Youn, Byung-Kook Lee¹⁾, Hee-Seon Kim[†]

Department of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University, Asan, Korea

¹⁾Institute of Environmental and Occupational Medicine, Soonchunhyang University, Asan, Korea

Abstract

The purpose of this study was to analyze the relationship of nutritional status measured by the body composition and dietary nutrients intakes with calcaneal broadband ultrasound attenuation in college students. Total of 886 (462 male and 424 female) students who received health examination in May 2007 participated in this research. Participants bone status was measured by a quantitative ultrasound method and t-score was calculated via WHO guideline. For body composition measurements, body fat, height and weight were measured and BMI was calculated. Dietary data were collected by a 24-hour recall method. Based on Asia-Pacific standard of WHO, BMI was divided into 3 groups; UW (BMI < 18.5), NW + OW (18.5 ≤ BMI < 25) and Obese group (25 ≤ BMI). Among male students, 2.4% belong to the UW group, 45.0% to the NW+OW group and 52.6% belong to the obese group, while 10.4% of female students belong to the UW group, 71.9% to the NW + OW group and 17.7% of female students belong to the Obese group. Differences among male and female students were statistically significant ($p < 0.001$). Students with higher BMI showed significantly higher bone health status. Male students did not show any significant differences in nutrients intakes by BMI groups while female students showed the higher intakes of energy, protein, pyridoxin, phosphorus, iron and zinc among NW + OW group than other groups ($p < 0.05$). The qualitative and quantitative evaluation of diet by BMI groups did not show any significant differences in both male and female students. The result of the multiple regression analyses showed that the body fat and bone status was negatively related while energy intake was positively related with the bone status. These results revealed that bone health status was positively affected by BMI but not by body fat. In conclusion, among those who are at their twenties, the period when the bone density becomes maximized, body fat may negatively affect bone health unlike during other life cycle stages. (*Korean J Community Nutrition* 14(5) : 590~599, 2009)

KEY WORDS : bone health status · BMI · body fat · nutrients intake

서론

골격은 신체를 지탱하여 주고 형태를 유지시켜 주는 중요한 역할을 하는 기관이다. 이러한 골격은 연령이 증가하면서 매일 조금씩 소실되고 소실된 만큼 새로 만들어지는 골 흡수

(Bone Resorption)와 골 형성(Bone Formation)이 반복되어 골 재형성(Bone Remodeling)이 활발하게 일어나는 대사기관이다(Heanc 등 1982; Raisz 1988). 골은 피질골과 해면골의 두 가지 형태로 대별되는데 피질골은 매우 치밀한 골 조직으로 전체 골격계의 80%를 차지한다. 해면골은 장골의 골강단, 골수강 내에서 주로 발견되며 표면적 대용적 비가 높고 단위 용적 당 골세포의 숫자가 많다. 따라서 골 대사의 변화는 주로 해면골에서 기인 한다(Na 2006). 골 조직은 골 흡수와 골 형성으로 이루어지는 지속적인 골 재형성을 통하여 유지된다. 골 흡수는 파골세포에 의하여 일어나며, 골 형성은 조골세포가 담당한다. 골 흡수와 골 형성은 긴밀하게 연결되어 조절되므로 정상 상태에서는 골의 항상

접수일: 2009년 7월 31일 접수
채택일: 2009년 9월 30일 채택

[†]Corresponding author: Hee-Seon Kim, Deptment of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University, 646 Eupnae-ri, Shinchang-myun, Asan, Choongnam 336-745, Korea
Tel: (041) 530-1263, Fax: (041) 530-1264
E-mail: hskim1@sch.ac.kr

성이 유지되나, 이들의 균형이 깨져 골 흡수가 증가하거나 골 형성이 감소하면 골다공증이 일어난다(Na 2000).

최근 우리나라는 급격한 산업화에 따른 경제성장과 의료 기술의 발달로 인한 평균수명의 연장으로 노인인구가 증가하고 있다. 이에 따라 만성퇴행성 질환인 골다공증의 발생빈도가 급속히 증가하는 경향을 나타내고 있는데 2003년도 한국보건사회연구원의 한국여성의 건강통계에 따르면 45세~64세의 골다공증 유병률은 여자 55.2% 남자 2.3%이고 65세~74세의 골다공증 유병률은 여자 97% 남자 8.6%이다(Korea Institute for Health and Social Affairs 2003). 골다공증은 동반되는 심각한 신체장애 및 이에 따른 사망률의 증가로 사회적으로도 막대한 경제적 손실을 초래하고 있다. 골다공증은 임상적으로 골량의 감소와 골의 미세구조의 변화로 인해 골의 강도가 감소되어 외상에 의한 골절의 위험성이 증가하는 특징을 지닌 전신성 골 이상으로 정의된다(WHO Study Group 1994; Lee 등 2003). 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 위험 인자를 피하는 것이다(Kim & Koo 2007). 골 질량은 성장기 전반에 걸쳐 형성되며 사춘기의 급 성장기를 걸쳐 성장이 끝날 때까지 지속되어서 2~30대까지 5~10%정도 증가하여 최대 골 질량에 도달하였다가 35세 전,후부터는 노화에 의해 골격 손실이 폐경 후에 급속도로 촉진 된다(Song & Paik 2007). 최근에는 한국인에서 최대 골 질량에 도달하는 시기가 30대 보다 더 빠른 것으로 추정되고 있다(Barnard 등 2000). 최대 골 질량의 결정에는 인종, 유전인자, 성별, 성선호르몬, 사춘기와 초경발생 시기, 당질코르티코이드, 성장호르몬, 갑상선 호르몬, 칼슘섭취량, 운동량, 골격의 구조 및 체중 등이 관련되는 것으로 알려져 있다. 따라서 골다공증의 예방을 위해서는 최대 골 질량의 결정에 영향을 미치는 여러 인자들에 대한 조절이 중요하다. 골다공증의 유발요인은 다요인적이고 복합적인 것으로 알려져 있다. 즉, 골밀도에 영향을 미치는 요인으로는 영양소의 섭취상태(John 1996), 육체적 운동(Metz 등 1993), 성별(Riggs & Melton 1992), 호르몬(Bess 1996) 등의 유전적, 환경적 요인이 알려져 있는데, 특히 환경적 요인 중 영양소 섭취 상태는 중요한 인자로 인식되고 있다(Heany 등 1977; Mackovic 등 1979; Yano 등 1985). 이 중 특히 식이인자와의 관련성에 대한 연구 중 스웨덴 여성을 대상으로 한 연구에서는 식이 지방이 골밀도와 음의 상관성을 보인다는 결과(Michaelsson 등 1995)와 비타민C의 섭취와 골밀도 간에 양의 관련성이 있다

(Gunnes & Lehmann 1995)는 연구결과가 보고된바 있다. 그러나 지나친 비타민 A의 섭취와 나이아신은 골량을 감소(Melhus 등 1998)시킨다고 발표된 바도 있다. 그 이외에도 비타민 B₁, 비타민 B₂의 섭취와 골밀도 간에는 유의한 관련성이 없다(Jeong 등 2000)는 보고도 있고, 양의 상관성이 있다(Yukawa 등 1998)는 보고도 있는 등 영양소와 골밀도와의 관련성 연구에서 일관된 결과를 보이지 않는다(Choi 2006).

대학생은 최대 골 질량에 도달하는 중요한 시기이므로 청년기의 영양섭취는 골다공증 예방에 중요하다. 그러나 이 시기에 대한 연구는 골다공증의 발병이 이미 진행되고 있는 시기인 중년여성을 대상으로 한 연구에 비해 매우 부족하다. 골다공증이 발생되는 시기에 대한 꾸준한 연구결과 골다공증의 예방의 중요성이 부각되고 있으나 아직까지 예방을 위한 연구가 활발하게 진행되지 못하고 있기 때문에 사료된다. 따라서 본 연구는 최대골밀도에 도달하는 시기인 대학생들을 대상으로 골초음파상태를 조사하여 영양상태와의 관련성을 조사하고자 실시하였다.

조사대상 및 방법

1. 조사대상자 선정

본 연구는 순천향대학교에서 재학생을 대상으로 실시한 건강검진을 받은 재학생 중에서 본 연구의 취지에 동의하고 자발적으로 참여하고자 동의서에 서명한 학생 중 골초음파 검사를 완료한 남학생 462명, 여학생 424명, 총886명을 대상으로 선정하였다. 대상자들의 신체계측과 골초음파상태 측정 및 식이 섭취조사는 2007년 5월중에 실시되었다.

2. 조사방법

1) 신체계측 및 BMI산출

대상자들의 신체적 특성을 알아보기 위해 얇은 옷을 입은 상태에서 신장과 체중을 신장·체중계(지테크, GL-150KT, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 이 측정치를 이용하여 체질량지수(body mass index: BMI=체중(kg)/[신장(m)]²)를 산출하였다. BMI는 아시아-태평양 비만기준에 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, UW, NW + OW, Obese 세 그룹으로 나누어 비교하였다. 체지방량은 Inbody 4.0(Biospace Co. Ltd, Seoul, Korea)을 이용하여 신발을 벗고 직립한 자세로 측정하였다.

2) 종골초음파상태의 측정

본 연구에서의 골밀도 측정은 측정이 비교적 간편하고 방사선 피해가 없으며, 반복 정밀도가 비교적 높은 초음파를 이용한 골밀도 측정기인 QUS-2 (Metra Biosystems Inc., USA)로 체중의 부하를 가장 크게 받고 있는 대상자의 우측 종골에서 BUA (Broadband Ultrasound Attenuation)를 측정하였다. 대상자는 편히 의자에 앉은 자세에서 무릎을 직각으로 하고, 젤을 통한 초음파의 전달을 위해 종골 부분의 피부에 젤을 바른 후 측정하였다. QUS-2로 측정한 BUA 값은 dB/MHz로 표시하였다. 골밀도 값은 나이, 성별, 종족 간의 정상 평균치와 비교하여 해석되는 것이 일반적이는데, 보통 T-score로 그 값을 나타낸다. 골격의 상태는 WHO에서 제시한 기준에 따라 20~30대 인구의 평균 골밀도를 기준으로 T-score [$T\text{-score}_{\text{subject}} = (BUA_{\text{subject}} - BUA_{\text{Mean}_{\text{young normal}}}) / BUA_{\text{SD}_{\text{young normal}}}$]를 산출하였다.

3) 영양소 섭취상태 조사 및 영양상태의 양적, 질적평가

에너지 및 영양소섭취량을 정확하게 측정하기 위하여 훈련된 조사원이 면담을 통해 24시간 회상법 (24-hour recall method)을 이용하여 식품 섭취량을 조사하였다. 식품 섭취량의 정확한 측정을 위해서 Food Model, 사진으로 보는 음식의 목록량을 사용하였다. 식이섭취조사 내용은 영양평가 프로그램 (CAN Pro 3.0: Computer Aided Nutritional Analysis Program for Professionals, 한국영양학회 부설 영양정보센터)을 이용하여 1일 영양소 섭취량을 분석하였다. 섭취한 식품의 영양가를 산출한 후 영양소 섭취량의 권장량에 대한 백분율 (%DRI), 영양소 적정섭취비율 (Nutrient Adequacy Ratio: $NAR = 1\text{일 평균 영양소섭취량} / 1\text{일 영양소권장량}$) 및 평균 영양소 적정섭취비율 (Mean Adequacy Ratio: $MAR = \text{각 영양소 } NAR \text{ 합계} / \text{영양소 개수}$)을 이용하여 영양소의 양적 평가를 실시하였다. 또한 영양상태의 질적평가를 위하여 섭취한 식품의 영양가를 산출한 후 영양밀도지수 (Index of Nutritional Quality: $INQ = \text{식사 } 1000 \text{ kcal당 특정영양소} / 1000 \text{ kcal당 측정영양소권장량}$)를 계산하여 분석하였다.

4) 통계 처리

본 연구를 통해 얻어진 모든 설문지와 모든 실험 분석 자료는 SPSS 14.0 (Statistical Package for Social Science, ver14.0)을 이용하여 통계분석을 시행하였다. 측정치는 평균과 표준편차를 구하였으며, BMI에 따른 세군간의 유의성은 one-way ANOVA와 Bonferroni post-hoc test로 검증하였다. 골초음파상태와 BMI군의 남녀별

비교는 교차분석을 통하여 분석하였다. 영양상태가 골초음파상태에 미치는 영향을 분석하기 위하여 성별, 연령, BMI를 교란변수로 통제된 후 신체계측치와 각 영양소 섭취량을 독립변수로, 골초음파상태를 종속변수로 한 다중회귀분석을 실시하였다.

결 과

1. BMI별 연구대상자의 일반적 특성

신장과 체중을 이용하여 체질량을 추정된 BMI에 따라 분류한 세군의 분포는 Table 1과 같다. UW 군은 전체 대상자에서 6.2%, 남학생 2.4%, 여학생 10.4%였고, NW + OW 군은 전체 대상자 57.9%, 남학생 45.0%, 여학생 71.9%였으며, Obese군은 전체 대상자 35.9%, 남학생 52.6%, 여학생 17.7%였다. UW군과 NW + OW군은 여학생이 남학생보다 더 많았고 Obese군은 남학생이 여학생보다 더 많았다 ($p < 0.001$). BMI수치에 따라 분류한 조사대상자의 일반적인 특성은 Table 2와 같다. 조사대상자는 모두 886명으로 남학생 462명, 여학생 424명이었다. 전체 대상자들의 평균연령은 UW군은 21.1세, NW + OW군은 22.1세, Obese군은 23.3세로 세군 모두 유의한 차이를 나타내었다 ($p < 0.001$). 평균키와 평균 몸무게는 UW군은 1.63 m, 46.9 kg, NW + OW군은 1.67 m, 63.8 kg, Obese군은 1.72 m, 82.2 kg으로 세군 모두 유의한 차이를 나타내었다 ($p < 0.001$). 체지방률은 UW군은 22.2%, NW + OW군은 21.6%, Obese군은 28.8%로 NW + OW군 이 가장 낮았다. 각 군별 체지방률은 UW군과 NW + OW군 사이에서는 유의한 차이를 나타내지 않았고, UW군과 Obese군 사이, NW + OW군과 Obese군 사이에서 유의한 차이를 나타내었다 ($p < 0.001$).

BUA는 UW군이 91.8, NW+OW군은 102.9, Obese군은 95.6으로 NW + OW군이 가장 높았다. UW군과

Table 1. Distribution of the subjects by BMI groups¹⁾ and bone density groups²⁾

	Male (N = 462)	Female (N = 424)	Total (N = 886)	χ^2
UW	11 (2.4%)	44 (10.4%)	55 (6.2%)	131.726***
NW + OW	208 (46.0%)	305 (71.9%)	513 (57.9%)	
Obese	243 (52.6%)	75 (17.7%)	318 (35.9%)	
Normal	413 (89.4%)	407 (96.0%)	820 (92.6%)	13.955***
Osteopenia	49 (10.6%)	17 (4.0%)	66 (7.4%)	

***: $p < 0.001$

1) BMI < 18.5 Under weight (UW), $18.5 \leq \text{BMI} < 23$ Normal weight (NW), $23 \leq \text{BMI} < 25$ Over weight (OW), BMI ≥ 25 Obese
2) Normal: T-score > -1.0, Osteopenia: $-2.5 < \text{T-score} \leq -1.0$

Table 2. General characteristics of the subjects by BMI group¹⁾

		UW	NW+OW (Mean ± SD)	Obese
Male (n = 462)	N	11	208	243
	Age (y)	23.3 ± 1.6 ^{abc3)}	23.3 ± 1.5 ^a	23.6 ± 1.7 ^b
	Weight (kg)	54.5 ± 4.0 ^a	68.5 ± 6.5 ^b	76.0 ± 10.5 ^c
	Height (m)	1.75 ± 5.3	1.75 ± 5.6	1.75 ± 5.6
	Body fat (%)	9.6 ± 2.5 ^a	18.6 ± 4.1 ^b	22.3 ± 17.7 ^c
	BUA (dB/MHz) ²⁾	94.4 ± 18.2 ^{ab}	96.6 ± 16.6 ^a	96.1 ± 15.1 ^b
	T-score	0.5 ± 1.4 ^{ab}	0.7 ± 1.3 ^a	0.7 ± 1.2 ^b
Female (n = 424)	N	44	305	75
	Age (y)	20.7 ± 1.0	20.9 ± 1.3	21.0 ± 1.8
	Weight (kg)	45.4 ± 3.3 ^a	54.8 ± 5.3 ^b	72.7 ± 11.7 ^c
	Height (m)	1.61 ± 5.5	1.61 ± 5.1	1.62 ± 6.6
	Body fat (%)	24.7 ± 3.5 ^a	24.5 ± 4.7 ^a	33.0 ± 4.3 ^b
	BUA (dB/MHz)	91.3 ± 13.7 ^a	109.1 ± 18.4 ^b	115.3 ± 21.2 ^b
	T-score	0.3 ± 1.1 ^a	1.7 ± 1.4 ^b	2.1 ± 1.6 ^b
Total (n = 886)	N	55	513	318
	Age (y)	21.1 ± 1.5 ^a	22.1 ± 1.8 ^b	23.3 ± 2.0 ^c
	Weight (kg)	46.9 ± 4.9 ^a	63.8 ± 13.3 ^b	82.2 ± 11.4 ^c
	Height (m)	1.63 ± 7.7 ^a	1.68 ± 8.8 ^b	1.73 ± 7.9 ^c
	Body fat (%)	22.2 ± 6.6 ^a	21.6 ± 5.3 ^a	28.8 ± 24.3 ^b
	BUA (dB/MHz)	91.8 ± 14.5 ^a	102.9 ± 18.6 ^b	95.6 ± 17.8 ^a
	T-score	0.3 ± 1.1 ^a	1.2 ± 1.4 ^b	0.6 ± 1.4 ^a

1) BMI < 18.5 Under weight (UW), 18.5 ≤ BMI < 23 Normal weight (NW), 23 ≤ BMI < 25 Over weight (OW), BMI ≥ 25 Obese

2) BUA: broadband ultrasound attenuation

3) Mean ± SD

NW + OW군 사이에서 유의한 차이를 나타내었고 (p < 0.001), NW+OW군과 Obese군 사이에서도 유의한 차이를 나타내었다 (p < 0.001). 그러나 결과를 여학생과 남학생으로 나누어 비교하였을 경우 전체 대상자의 경우와는 다른 분포를 보였다. T-score는 UW군이 0.3, NW + OW군은 1.2, Obese군은 0.6으로 NW + OW군이 가장 높았다.

2. 조사 대상자의 영양소 섭취량과 양적 · 질적 평가

조사 대상자의 24시간 동안 영양소 섭취량 및 한국인 영양섭취기준 (2005)에 대한 섭취비율은 Table 3, 4와 같다. 남학생의 경우 영양소 섭취량은 각 군별로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 에너지, 단백질, 비타민 C, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 인, 아연의 섭취량은 NW+OW군이 UW이나 Obese 군보다 많이 섭취하였다. 여학생의 경우 에너지, 단백질, 피리독신, 인, 철, 아연에서 유의한 차이를 나타내었다 (p < 0.05).

조사 대상자들의 영양소 적정 섭취비율 (Nutrient Adequacy Ratio, NAR), 평균 영양소 적정 섭취비율 (Mean Adequacy Ratio, MAR), 영양밀도지수 (Index of Nutritional Quality, INQ)는 Table 5 와 같다. 남학생의

NAR 평가 결과 유의한 차이는 보이지 않았다. 대부분의 영양소가 1이상으로 영양소 양적 수준은 양호하였으나, 비타민 C, 리보플라빈, 엽산, 칼슘은 정상골밀도군과 골감소군에서 0.8미만의 낮은 양적 섭취수준을 보였다. MAR 값은 UW, NW+OW, Obese 세군 모두 1 이상과 1과 근접한 값으로 전반적인 식사의 질이 좋았다.

영양질적지수인 INQ 값은 남학생들이 대체적으로 1이상으로 식사의 질이 양호한 수준을 보였으나 엽산의 질적 수준이 1미만으로 낮은 수준을 나타냈다. 여학생의 NAR 평가 결과 대부분의 영양소가 1이상으로 영양소 양적 수준은 양호하였으나, 비타민 C, 엽산, 칼슘은 0.8 미만으로 낮은 양적 섭취수준을 보였다. MAR 값은 UW, NW+OW, Obese 세군 모두 1이상과 1과 근접한 값으로 전반적인 식사의 질이 좋았다. INQ값은 여학생들이 대체적으로 1이상으로 식사의 질이 양호한 수준을 보였으나 엽산, 칼슘은 질적 수준이 0.8미만으로 낮은 수준을 나타냈다.

3. 다중회귀분석에 의한 골조음파상태에 영향을 미치는 요인

골조음파상태에 대하여 연령, 성별, BMI 등을 통제 한 후 다중회귀분석을 한 결과는 Table 6 과 같다. 많은 연구들에

Table 3. Dietary intakes of the male subjects by BMI group¹⁾

	UW (N = 11)	NW+OW (N = 208)	Obese (N = 243)
		Mean ± SD	
Energy (kcal)	1720.71 ± 466.7	1948.79 ± 827.4	1781.55 ± 688.8
Protein (g)	70.89 ± 31.2	72.79 ± 43.5	67.28 ± 29.4
Vitamin A (µg RE/d)	747.5 ± 376.9	695.9 ± 700.7	714.5 ± 497.7
Vitamin C (mg)	64.16 ± 30.3	65.0 ± 46.3	61.30 ± 39.5
Thiamin (mg)	1.19 ± 0.6	1.22 ± 0.7	1.14 ± 0.6
Ribofalvin (mg)	1.03 ± 0.6	1.13 ± 1.0	1.03 ± 0.5
Niacin (mg)	15.42 ± 8.1	15.88 ± 8.9	14.63 ± 7.4
Pyridoxin (mg)	1.89 ± 0.8	1.82 ± 0.9	1.79 ± 1.0
Folic acid (µg)	189.82 ± 73.8	204.63 ± 120.2	209.1 ± 140.4
Calcium (mg)	463.30 ± 267.2	456.84 ± 269.3	431.39 ± 232.5
Phosphorus (mg)	915.28 ± 411.8	938.26 ± 405.2	894.91 ± 363.2
Iron (mg)	13.16 ± 8.2	13.31 ± 8.4	12.50 ± 10.0
Zinc (mg)	8.15 ± 3.4	8.35 ± 4.2	7.77 ± 3.7
%DRI		Mean ± SD	
Energy	66.18 ± 18.0	74.95 ± 31.8	68.52 ± 26.5
Protein	128.89 ± 56.6	132.35 ± 79.6	122.33 ± 53.4
Vitamin A	99.67 ± 50.3	92.79 ± 93.4	95.27 ± 66.4
Vitamin C	64.16 ± 30.3	65.0 ± 46.3	61.30 ± 39.5
Thiamin	99.45 ± 49.0	101.55 ± 3.2	95.25 ± 46.6
Ribofalvin	85.29 ± 58.6	83.88 ± 47.9	80.03 ± 57.2
Niacin	96.36 ± 50.3	99.26 ± 55.6	91.40 ± 46.0
Pyridoxin	125.74 ± 54.8	121.03 ± 62.6	119.62 ± 69.3
Folic acid	47.45 ± 18.5	51.16 ± 30.1	52.3 ± 35.1
Calcium	66.19 ± 38.2	65.26 ± 38.5	61.63 ± 33.2
Phosphorus	130.75 ± 58.8	134.04 ± 57.9	127.84 ± 51.9
Iron	131.57 ± 82.1	133.14 ± 83.7	124.99 ± 100.4
Zinc	81.51 ± 34.1	83.55 ± 42.2	77.69 ± 36.7

1) BMI < 18.5 Under weight (UW), 18.5 ≤ BMI < 23 Normal weight (NW), 23 ≤ BMI < 25 Over weight (OW), BMI ≥ 25 Obese

Table 4. Dietary intakes of the female subjects by BMI group¹⁾

	UW (N=44)	NW+OW (N=305)	Obese (N=75)
		Mean ± SD	
Energy (kcal)	1633.23 ± 635.0 ^a	2015.41 ± 919.7 ^b	1903.30 ± 730.7 ^{ab}
Protein (g)	59.73 ± 24.9 ^a	76.12 ± 37.7 ^b	69.91 ± 29.4 ^{ab}
Vitamin A (µg RE/d)	702.46 ± 613.9	759.80 ± 27.2	722.01 ± 441.1
Vitamin C (mg)	66.60 ± 53.9	67.77 ± 45.5	61.5 ± 34.2
Thiamin (mg)	1.14 ± 0.9	1.3 ± 0.8	1.24 ± 0.7
Ribofalvin (mg)	1.04 ± 0.7	1.13 ± 0.6	1.05 ± 0.5
Niacin (mg)	13.68 ± 11.5	16.69 ± 9.4	14.42 ± 7.3
Pyridoxin (mg)	1.58 ± 1.1 ^a	1.97 ± 1.0 ^b	1.76 ± 1.0 ^{ab}
Folic acid (µg)	212.6 ± 128.7	218.81 ± 118.7	233.17 ± 114.3
Calcium (mg)	420.35 ± 237.9	462.71 ± 290.1	474.48 ± 251.8
Phosphorus (mg)	829.59 ± 357.4 ^a	1001.9 ± 494.4 ^b	942.84 ± 391.5 ^{ab}
Iron (mg)	10.54 ± 5.0 ^a	14.35 ± 10.1 ^b	11.82 ± 5.3 ^{ab}
Zinc (mg)	7.32 ± 3.3 ^a	8.92 ± 4.7 ^b	8.03 ± 3.2 ^{ab}
%DRI		Mean ± SD	
Energy	77.77 ± 30.2 ^a	95.97 ± 43.8 ^b	90.63 ± 34.8 ^{ab}
Protein	132.74 ± 55.4 ^a	169.16 ± 83.7 ^b	155.35 ± 65.4 ^{ab}
Vitamin A	108.07 ± 94.4	116.89 ± 75.0	111.08 ± 67.9
Vitamin C	66.60 ± 53.9	67.77 ± 45.5	61.5 ± 34.2
Thiamin	103.17 ± 78.3	116.03 ± 69.2	112.36 ± 65.2
Ribofalvin	86.46 ± 58.3	94.18 ± 53.7	87.29 ± 38.6
Niacin	97.74 ± 81.9	119.18 ± 67.0	102.97 ± 52.3
Pyridoxin	112.97 ± 78.0 ^a	140.98 ± 71.8 ^b	125.58 ± 72.6 ^{ab}
Folic acid	53.14 ± 32.2	54.70 ± 29.7	58.29 ± 28.6
Calcium	60.05 ± 34.0	66.10 ± 41.5	67.78 ± 36.0
Phosphorus	118.51 ± 51.1 ^a	143.13 ± 70.6 ^b	134.69 ± 55.9 ^{ab}
Iron	75.3 ± 35.9 ^a	102.5 ± 71.8 ^b	84.43 ± 37.6 ^{ab}
Zinc	91.45 ± 41.2 ^a	111.55 ± 58.7 ^b	100.32 ± 40.3 ^{ab}

1) BMI < 18.5 Under weight (UW), 18.5 ≤ BMI < 23 Normal weight (NW), 23 ≤ BMI < 25 Over weight (OW), BMI ≥ 25 Obese

Table 5. Evaluation of diet quality of subjects by BMI group¹⁾

	Male			Female		
	UW (N = 11)	NW + OW (N = 208)	Obese (N = 243)	UW (N = 44)	NW + OW (N = 305)	Obese (N = 75)
NAR ²⁾	Mean ± SD			Mean ± SD		
Protein	1.40 ± 0.59	1.31 ± 0.59	1.28 ± 0.83	1.32 ± 0.58	1.66 ± 0.82	1.66 ± 0.79
Vitamin A	1.07 ± 0.55	0.90 ± 0.58	0.96 ± 1.05	1.1 ± 1.04	1.14 ± 0.74	1.17 ± 0.76
Vitamin C	0.68 ± 0.33	0.67 ± 0.41	0.62 ± 0.47	0.65 ± 0.55	0.68 ± 0.45	0.66 ± 0.46
Thiamin	1.09 ± 0.50	1.01 ± 0.55	0.99 ± 0.54	1.09 ± 0.97	1.13 ± 0.61	1.25 ± 0.95
Riboflavin	0.76 ± 0.45	0.70 ± 0.36	0.76 ± 0.73	0.86 ± 0.69	0.93 ± 0.52	0.94 ± 0.53
Niacin	1.01 ± 0.56	1.01 ± 0.53	0.93 ± 0.53	1.04 ± 1.01	1.17 ± 0.66	1.14 ± 0.63
Pyridoxin	1.33 ± 0.61	1.24 ± 0.60	1.17 ± 0.68	1.15 ± 0.84	1.37 ± 0.72	1.38 ± 0.73
Folic acid	0.49 ± 0.20	0.53 ± 0.32	0.50 ± 0.31	0.52 ± 0.35	0.55 ± 0.30	0.56 ± 0.28
Calcium	0.72 ± 0.41	0.65 ± 0.37	0.63 ± 0.37	0.55 ± 0.36	0.65 ± 0.40	0.68 ± 0.40
Phosphorus	1.40 ± 0.63	1.34 ± 0.56	1.3 ± 0.57	1.15 ± 0.53	1.4 ± 0.69	1.39 ± 0.64
Iron	1.43 ± 0.90	1.28 ± 0.61	1.32 ± 1.07	0.73 ± 0.38	0.98 ± 0.67	0.99 ± 0.72
Zinc	0.86 ± 0.36	0.84 ± 0.41	0.8 ± 0.40	0.9 ± 0.46	1.08 ± 0.59	1.10 ± 0.63
MAR ³⁾	1.01 ± 0.51	0.96 ± 0.49	0.94 ± 0.63	0.92 ± 0.65	1.06 ± 0.59	1.08 ± 0.63
INQ ⁴⁾	Mean ± SD			Mean ± SD		
Protein	2.02 ± 0.75	2.11 ± 2.49	1.93 ± 1.07	1.73 ± 0.38	1.78 ± 0.41	1.75 ± 0.38
Vitamin A	1.55 ± 0.77	1.42 ± 1.55	1.43 ± 1.16	1.39 ± 0.94	1.29 ± 0.85	1.25 ± 0.68
Vitamin C	1.01 ± 0.51	1.10 ± 1.44	0.95 ± 0.79	0.92 ± 0.89	0.78 ± 0.53	0.70 ± 0.35
Thiamin	1.48 ± 0.67	1.53 ± 2.47	1.43 ± 1.03	1.41 ± 0.68	1.28 ± 0.42	1.29 ± 0.40
Riboflavin	1.05 ± 0.57	1.06 ± 1.13	1.14 ± 1.24	1.05 ± 0.48	0.97 ± 0.44	0.95 ± 0.39
Niacin	1.42 ± 0.64	1.61 ± 1.97	1.43 ± 0.90	1.35 ± 0.85	1.26 ± 0.44	1.18 ± 0.41
Pyridoxin	1.96 ± 1.14	1.90 ± 1.98	1.73 ± 1.07	1.43 ± 0.61	1.43 ± 0.50	1.37 ± 0.43
Folic acid	0.72 ± 0.30	0.85 ± 0.86	0.76 ± 0.47	0.67 ± 0.38	0.58 ± 0.27	0.59 ± 0.25
Calcium	1.05 ± 0.62	1.04 ± 1.27	0.98 ± 0.63	0.54 ± 0.27	0.54 ± 0.25	0.59 ± 0.41
Phosphorus	2.01 ± 0.78	2.15 ± 2.30	1.99 ± 0.98	1.52 ± 0.40	1.51 ± 0.40	1.52 ± 0.49
Iron	1.99 ± 1.01	2.06 ± 2.50	2.03 ± 1.97	1.00 ± 0.59	1.07 ± 0.68	1.06 ± 0.60
Zinc	1.30 ± 0.64	1.27 ± 0.93	1.39 ± 2.08	1.19 ± 0.36	1.17 ± 0.32	1.16 ± 0.37

1) BMI < 18.5 Under weight (UW), 18.5 ≤ BMI < 23 Normal weight (NW), 23 ≤ BMI < 25 Over weight (OW), BMI ≥ 25 Obese

2) Nutrient adequacy ratio (NAR)

3) Mean adequacy ratio (MAR)

4) Index of Nutrition Quality (INQ)

Table 6. Results multiple regression analyses with BUA¹⁾ as a dependent variable and different anthropometric and nutritional factors as independent variables after adjusted with age, sex and BMI

	R ²	β	F/t value	p value
Model 1	0.110			
Age		0.410	1.042	0.298
Sex		14.889	8.764	0.000
BMI		0.674	3.228	0.001
Body fat		-0.139	-2.606	0.009
Model 2	0.120			
Age		13.684	8.392	0.000
Sex		0.406	0.990	0.322
BMI		0.514	2.606	0.009
Energy (Kcal)		0.003	4.100	0.000

1) BUA: broadband ultrasound attenuation

서 체중의 증가가 골다공증의 위험성을 감소시킨다고 알려져 있으며 (Wardlaw 1996; Guney 등 2003; Radak 2004), 체중, 체지방량과 체지방률이 골밀도와 연관이 있다고 보고되고 있다 (Oh 등 2000). 본 연구에서는 체지방과의 연관성을 알아보기 위해 BMI를 통제변수로 넣었다. 그 결과, 체지방과 에너지 섭취량이 유의한 요인으로 나타나, 체지방비율이 낮을수록 그리고 에너지 섭취량이 많을수록 골 초음파 상태가 높아지는 것으로 분석되었다. 영양소 섭취량에 대한 분석결과 모델에서는 에너지 섭취량만이 유의하게 나타났다. 에너지를 제외한 각 영양소 섭취량은 에너지 섭취량을 교란변수로 추가하여 분석한 결과 유의한 결과를 나타내지 않았다.

고 찰

본 연구는 20대 남녀 대학생을 대상으로 하여 BMI, 체지방량, 영양소섭취실태와 골초음파상태를 조사하였다. 20대는 일생의 골 건강에 영향을 미치는 최대 골 질량에 도달하는 중요한 시기이다. 이 시기의 20대 대학생의 골밀도에 영향을 주는 요인을 파악하는 것은 건강증진과 골 건강발생을 도모하여 노후의 골다공증 예방을 위해 필수적이다. 기존의 골밀도에 관한 연구들은 여성을 대상으로 한 연구가 주를 이루고, 남성을 대상으로 한 연구는 상대적으로 적었다. 젊은 나이의 남성은 신체활동이 왕성하여 여성에 비해 상대적으로 심한 손상을 받을 확률이 높아 골절의 발생빈도는 여성에 비하여 높다(Arneson 등 1988; Donaldson 등 1990). 또, 최근의 역학 연구에서 50세 이상의 남성에서 골다공증의 유병률이 20%에 달한다고 보고하였다(Melton 2001). 따라서 골다공증은 남성에서도 중요한 질환으로 이에 대한 연구가 필수적이다.

골밀도에 영향을 미치는 많은 요인 중 체중이 미치는 효과는 잘 알려져 있다. 본 연구에서 남학생과 여학생을 BMI로 분류한 결과 남학생에서 여학생 보다 Obese인 대상자가 많았고 여학생은 남학생 보다 UW군에 속하는 대상자가 더 많았다. 정희정 등(Chung & Chang 2006)의 연구에서도 남녀 대학생의 BMI가 남학생은 여학생 보다 과체중인 경우가 많았고 여학생은 남학생 보다 저체중이 많다고 나타나 본 연구의 결과와 유사하였다. 체중은 골다공증과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다. 비만한 사람은 마른 사람보다 골다공증이 감소한다고 알려져 있으며 체중의 증가는 골에 기계적 부하를 주어 골의 재형성을 자극하여 골다공증의 위험도를 낮춘다는 것이 하나의 기전으로 설명되고 있다(Edelstein & Barrett-Conner 1993; Booth 등 1994; Oh 등 2000). 그러나 체구성 성분을 체지방량(Fat Mas)과 체지방량(Lean Body Mass)으로 나누었을 때 어느 것이 골밀도의 주된 결정 인자인지는 아직도 논란이 많다(Im 2004). Ijuin 등(1999)의 연구에서는 폐경기 주변의 여성에서 체질량지수만이 골밀도의 주요한 결정인자로 나타나고 체지방지수나 체지방지수는 큰 상관관계가 없었다고 보고하고 있다. 체내 지방 조직은 골밀도의 감소를 예방하는 역할을 하는 에스트로겐의 중요한 근원이다(Reid 등 1992). Han & Cho (2002)의 연구에 의하면 젊은 여성에서 척추골밀도는 체질량지수, 체지방량, 체지방량과 유의한 관계가 있고 특히 다중 회귀 분석 결과 체지방량의 의의가 있다고 보고하고 있다. 김 등(Kim & Kim 2003)의 평균 20.1세의

139명의 여자 대학생의 대상으로 한 연구에서는 체지방량과 체지방량이 증가할수록 전완부, 대퇴골 및 전신골밀도가 유의하게 증가하였으며 체질량지수에서도 측정된 각 신체부위의 모든 골밀도와 유의한 순 상관관계를 나타내어 체중과 골밀도간의 순 상관관계를 일관되게 반영해주고 있다고 하였지만 힘의 절대크기에 대한 내용적 측면에서 체지방량과 체지방량의 신체조성비율을 고려해볼 때 체지방량의 증가는 골밀도의 증가에 상대적으로 관련이 적다고 하였다. Drinkwater 등(1990)의 젊은 여자 육상선수 97명을 대상으로 한 연구와 Sowers 등(1991)의 20~40세의 여성 282명을 대상으로 한 연구에서는 체성분이 골밀도에 영향을 주지 않는다고 보고했다. Reid 등(1992)의 평균 58.1세의 215명의 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구와 Khosila 등(1996)의 평균 35.0세의 138명의 폐경 전 여성과 평균 67.8세의 213명의 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구에서는 골밀도가 체지방보다 체지방과 관련 있다고 보고했다. 75~89세의 여성 노인을 대상으로 한 Gillette Guyonnet 등(1996)은 골다공증이 있는 노인에서 골다공증이 없는 노인에 비하여 체지방량과 사지의 골격근량이 모두 유의하게 적었고, 체지방량보다 체지방량이 총 골밀도 치와 대퇴골의 골밀도 치의 변이를 보다 더 많이 예측한다고 하였다. 이러한 결과들은 BMI와는 양의 상관관계를 보였으나 체지방량과 골초음파상태와의 음의 상관관계를 보인 본 연구의 결과와는 상이한 결과를 나타내었다. 그러나 Lee 등(2000)의 평균 20.07세의 남자 체조선수 15명과 평균 19.26세의 남자 대학생 7명을 대상으로 한 연구에서는 골밀도와 체지방 체중은 골 부착점에 있는 직접적인 단순한 관계를 초월하여 많은 복잡성을 나타내었고, 체지방 체중은 골밀도의 중요한 결정인자로 가정할 수 있다고 하여 본연구와 비슷한 결과를 나타내었다. 체지방이 골밀도에 영향을 미치는 기전은 체중이 증가할수록 뼈에 미치는 하중이 증가하기 때문에 골밀도와 양의 상관관계가 있다는 것과 말초 지방에서의 에스트로겐 전환에 의한 것으로 젊은 여성에서는 난소에서 에스트로겐에 의해 이러한 영향이 상쇄되어 나타나지 않는 것으로 보인다(Donaldson 등 1990). 본 연구에서 체지방량이 증가할수록 골초음파상태가 낮아지는 것으로 나타났는데 이것은 대상자의 연령이 체지방량의 축적이 많지 않은 20대의 젊은 층이기 때문인 것으로 보인다. 체지방량이 골밀도와 상관관계가 있다는 연구들은 주로 체지방량의 축적이 증가되기 시작하는 40세 이상의 여성을 대상으로 한 연구가 대부분이었다. 또한 본 연구에서는 여성만을 대상으로 한 기존의 연구들과 달리 남녀 모두를 대상으로 한 점도 다른 연구들과 상이한 결과를 나타낸 이유 중의 하나로 추정된다. 본 연구에

서 남학생 BMI군의 체지방량이 UW, NW + OW, Obese 군이 각각 9.6, 18.6, 22.3으로 Obese군의 체지방량이 가장 높다. 그러나 BUA는 UW, NW + OW, Oberse군이 각각 94.4, 96.6, 96.1로 NW + OW군의 BUA가 가장 높았다. 성별, 연령, BMI를 통제한 다중 회귀 분석의 결과도 체지방이 감소할수록 BUA는 증가한다는 결과가 나왔다. 이것은 체지방이 많을수록 골밀도가 증가한다는 기존의 일부 연구와 상이한 결과로서 체지방량과 골초음파상태간의 음의 상관성을 보인 본 실험의 다른 회귀분석결과를 뒷받침하는 결과이다. 이는 체중 중에서 체지방량의 증가는 골밀도에 좋지 않은 영향을 주는 것으로 이에 대한 보다 심층적인 연구가 더 필요할 것이라 생각된다.

환경적 요인인 영양소섭취상태는 골밀도에 중요한 인자로 인식되고 있다. 골대사에 영향을 미치는 식이요인으로는 칼슘 섭취량(Valimaki 등 1994), 비타민 D 섭취량(Avila & Stampfer 1993; Cooper 등 2003), 비타민 K(Hong & Choue 1997), 인 섭취량(National Research Council 1989), 단백질 섭취량(Kim 등 1986; Moon 1993; Munger 등 1999), 비타민 C 섭취량(Gunnes & Lehmann 1995), 비타민 A 섭취량과 나이아신 섭취량(Melhus 등 1998), 티아민과 리보플라빈 섭취량이 있다(Yukawa 등 1998). 나이와 성별, BMI를 통제한 후 시행한 다중회귀분석에서 에너지 섭취량이 높을수록 BUA가 증가한다는 결과가 나왔는데 보통 에너지 섭취량은 식사를 통해 섭취하는 다른 영양소의 섭취와 유의한 양의 관계가 있으므로 에너지 섭취량의 증가는 전반적인 영양섭취상태의 증가라고 추정할 때 양질의 영양섭취가 골상태를 증진시킨다고 해석할 수도 있을 듯하다. 따라서 영양섭취상태의 양적 질적 평가를 실시한 결과 BMI군으로 나눈 남학생의 영양소 섭취량도 유의성을 나타내지 않았다. 여학생의 경우는 NW + OW군이 UW나 Obese군보다 에너지섭취량과 단백질 섭취량, 피리독신 섭취량, 철 섭취량, 아연섭취량이 가장 많았다. 이는 UW는 체중을 조절하기 위해 식사를 적게하고 Obese는 자신이 체중이 많이 나가는 것을 알기 때문에 식사량을 줄인 때문인 것이라 생각되나 이에 대한 심층연구가 이루어져야 할 것으로 보여진다.

요약 및 결론

본 연구는 대학교에 재학중인 20대의 대학생 886명 (남학생 462명, 여학생 424명)을 대상으로 BMI에 따른 영양섭취상태를 살펴보고, 골초음파상태에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위하여 실시하였다. 본 연구 결과, 조사 대상자

들의 BMI를 WHO의 아시아-태평양 기준에 따라 세군으로 분류한 결과 남학생의 경우 UW군 2.4%, NW + OW군 45.0%, Obese군 52.6%였고 여학생의 경우 UW군 10.4%, NW + OW군 71.9%, Obese군 17.7%로 남학생이 여학생보다 Obese군이 높고 UW군은 낮았다. 또한 이들의 골초음파상태는 정상 혹은 과체중군에서 저체중이나 비만군에 비해 높았으나 성별에 따라 다른 결과를 나타냈다. 조사 대상자들의 영양소 섭취상태는 남학생의 경우 BMI군에 따라 유의적 차이를 보이지 않았으나 여학생의 경우 BMI가 정상 혹은 과체중인 대상자가 저체중이나 비만인 대상자에 비해 영양섭취 상태가 가장 양호하였다. 골초음파상태에 영향을 끼치는 요인을 연령, 성별, BMI를 통제한 후 다중회귀 분석을 통하여 분석한 결과 BMI가 높을수록 그러나 체지방의 비율이 낮을수록 골초음파 상태가 높아지는 것으로 분석되었다. 이상의 결과를 종합해보면, 그동안 체지방은 골밀도를 높이는데 기여한다고 발표되었던 기존의 연구결과와 본 연구가 상반된 결과를 나타내어 신체체측치 중 특히 체지방과 골밀도에 관해서 그리고 최대골질량에 도달하는 2-30대 젊은층에 대해서 좀 더 자세한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

Arneson TJ, Melton LJ 3d, Lewallen DG, O'Fallon WM (1988): Epidemiology of diaphyseal and distal femoral fractures in Rochester, Minnesota, 1965-1984. *Clin Ortho* 234(23): 188-194

Avila MH, Stampfer MJ (1993): Caffeine and other predictor of bone density among per-menopausal women. *Epidemiology* 4(2): 128-134

Barnard MD, Scialli AR, Hurlock D, Bertron P (2000): Diet and sex-hormone binding globulin, dysmenorrhea, and premenopausal symptoms. *Obst Gynecol* 95(2): 245-250

Bess DH (1996): Calcium and vitamin D nutritional needs of elderly women. *J Nutr* 126: 1165-1167

Booth FW, Weeden SH, Tseng BS (1994): Effect of aging on human skeletal muscle and motor function. *J medicin and Science Ine Sports and Exercise* 26(5): 556-560

Choi HJ (2006): The Effects of Dietary Intakes on the Bone Density of Korean Adolescents. MS thesis, Seoul National University

Chung HC, Chang KJ (2006): A study on correlations between dietary nutrients and body composition of college students. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 35(10): 1378-1384

Cooper L, Clifton-Bligh PB, Nery ML, Figtree G, Twigg S, Hibbert E, Robinson BG (2003): Vitamin D supplementation and bone mineral density in early postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 77(5): 1324-1329

Donaldson LJ, Cook A, Thomson RG (1990): Incidence of fractures in a geographically defined population. *J Epidemiol Com Health* 44(3): 241-245

Drinkwater BL, Bruemner BS, Chestnut CH III (1990): Menstrual

- history as a determinant of current bone density in young athletes. *J Am Med Assoc* 263(4): 545-548
- Edelstein SL, Barrett-Conner E (1993): Relation between body size and bone mineral density in elderly men and women. *J Clin Endocrinol Metab* 138(3): 683-686
- Gillette-Guyonnet RN, Stauber PM, Koehler KM (1996): Associations of fat and muscle masses with bone mineral with bone mineral in elderly men and women. *Am J Clin Nutr* 63(3): 365-372
- Gunnes M, Lehmann EH (1995): Dietary calcium, saturated fat, fiber and vitamin C as predictors of forearm cortical and trabecular bone mineral density in healthy children and adolescents. *Acta Paediatr* 84(4): 388-392
- Guney E, Kisakol G, Ozgen G, Yilmaz C, Yilmaz R, Kabalak T (2003): Effect of weight loss on bone metabolism: Comparison of vertical banded gastroplasty and medical intervention. *Obes Surg* 13(3): 383-388
- Han JH, Cho KH (2002): Correlation between body composition and spinal bone density in young women. *J Korean Acad Fam Med* 23(2): 215-223
- Heanc RP, Callagher 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(5): 986-013
- Heany RP, Recker RR, Saville PD (1977): Calcium balance and calcium requirements in middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 30(10): 1603-1613
- Hong JY, Choue R (1997): Correlation of dietary vitamin K intake and bone mineral density in postmenopausal woman, *Korean J Nutr* 30(3): 299-306
- Ijuin H, Douchi T, Oki T, Maruta K, Nagata Y (1999): The contribution of menopause to change in body-fat distribution. *J Obstet Gynaecol Res* 25(5): 367-372
- Im SU (2004): Body Composition Changes with Age has Kifferent Impact on the Bone Mineral Density. MS thesis Seoul National University
- John JB (1996): Nutritional advances in human bone metabolism. *J Nutr* 126: 1150-1152
- Jeong SW (2000): The relationship between nutrient intake and bone mineral density by use of a semiquantitative food frequency questionnaire. *J Korean Acad Fam Med* 21(4): 523-532
- Khosila A, Atkinson EJ, Riggs BL, Melton LJ III (1996): Relationship between body composition and bone mass in women. *J Bone Miner Res* 11(6): 857-863
- Kim MS, Koo JO (2007): Analysis of factors affecting bone mineral density with different age among adult women in seoul area. *Korean J Community Nutr* 12(5): 559-568
- Kim MH, Kim JS (2003): The relationship between body composition and bone mineral density in college women. *J Korean Acad Nurs* 33(3): 312-320
- Kim HY, Cho MS, Kim WY, Kim SH (1986): The effects of dietary protein on bone metabolism in the rats of different ages. *Korean J Nutr* 19(1): 66-73
- Korea Institute for Health and Social Affairs (2003): <http://www.kihasa.re.kr>
- Lee GY, Kim EK, Chun BO (2000): Relationship between lean body mass and bone mineral density in athlete group and non-athlete group. *Kor J Sports Sci* 9: 675-682
- Lee WS, Park HM, Bae DH (2003): Prevalence osteoporosis in korean women. *Kor Soc Meno* 9(4): 339-346
- Mackovic V, Kostial K, Simonovic I, Buzina R, Brodarec A, Nordin BEC (1979): Bone status and fracture rates in two regions of Yugoslavia. *Am J Clin Nutr* 32(3): 540-549
- Melhus, H, Michaelsson K, Kindmark A, Bergstrom R, Holmberg L, Mallmin H, Wolk A, Ljunghall S (1998): Excessive dietary intake of vitamin A is associated with reduced bone mineral density and increased risk for hip fracture. *Ann Intern Med* 129(10): 770-778
- Melton LJ III (2001): The prevalence of osteoporosis: gender and racial comparison. *Calcif Tissue Int* 69(4): 179-181
- Metz JA, Anderson JB, Gallagher PN (1993): Intakes of calcium, phosphorus, and protein, and physical activity level are related to radical bone mass in young adult women. *Am J Clin Nutr* 58(4): 537-542
- Michaelsson K, Holmberg L, Mallmin H, Wolk A, Bergstrom R, Ljunghall S (1995): Diet, bone mass, and osteocalcin a cross-sectional study. *Calcif Tissue Int* 57(2): 86-93
- Moon HM (1993): Aone-year study of the effects of dietary protein level on the Ca and skeletal metabolism in male rats. MS thesis Ewha Womans University
- Na SG (2006): Osteoporosis. *Korean J Bone Meta* 27(3): 616-716
- National Research Council (1989): Recommended Dietary Allowances 10th ed. National Academy Press
- Oh HJ, Im CH, Chung HY, Han KO, Chan HC, Yoon HK, Han IK (2000): Effect of obesity on BMD in Postmenopausal women. *J Korean Obesity* 9(2): 122-127
- Oh HJ, Moon WN, Han IK (2000): Effects of obesity on bone mineral density in aged korean women. *J Korean Acad Fam Med* 21(12): 1560-1567
- Radak TL (2004): Caloric restriction and calcium's effect on bone metabolism and body composition in overweight and obese premenopausal women. *Nutr Rev* 62(12): 468-481
- Raisz LG (1988): Local and systemic factors in the pathogenesis of osteoporosis. *N Engl J Med* 318(13): 318-818
- Reid IR, Ames R, Evans MC, Sharpe S, Gamble G, France JT (1992): Determinants of total body and regional bone mineral density in normal postmenopausal women-a key role for rat mass. *J Clin Endocrinol Mctab* 75(1): 45-51
- Reid IR, Plank LD, Evans MC (1992): Fat mass is an important determinant of whole body bone density in premenopausal women but not in men. *J Clin Endocrinol Metab* 75(3): 779-782
- Riggs BL, Melton LJ (1992): The prevention and treatment and osteoporosis. *N Engl J Med* 327(9): 620-627
- Song YJ, Paik HY (2007): Effect of dietary factors on bone mineral density in korean college women. *Korean Nutr Soc* 35(4): 464-472
- Sowers MF, Kshirsagar A, Crutchfield MM, Updike S (1991): Body composition, age and femoral bone mass of young adult women. *Ann Epidemiol* 1(3): 245-254
- The Korean Nutrition Society (2005): Dietary reference intakes for Koreans. Seoul
- Valimaki M, Karkkainen M, Lamberg-Allardt C, Laitinen K, Alhava E, Heikkinen J, Impivaara O, Makela P, Palmgr en J, Seppanen

- R (1994): Exercise, smoking and calcium intake during adolescence and early adulthood as determinants of peak bone mass. *BMJ* 309(6949): 230-235
- Wardlaw GM (1996): Putting body weight and osteoporosis into perspective. *Am J Clin Nutr* 63(3): 433-481
- WHO Technical Report Serie (1994): Assessment of Fracture Risk and Its Application to Screening for Postmenopausal Osteoporosis. *WHO Study Group* : 843
- Yano K, Heilbrun 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(5): 877-888
- Yukawa H, Suzuki T, Shibata H, Amano H, Yasumura S (1998): Relationship between nutrient intake and bone mineral density in an urban community of healthy elderly women. *Nip Koshu Eisei Zasshi* 45(10): 968-978