

## 한국 여자의 연령별 골밀도에 영향을 미치는 영양요인 분석\*

유춘희 · 이정숙<sup>1)§</sup> · 이일하<sup>2)</sup> · 김선희<sup>3)</sup> · 이상선<sup>4)</sup> · 정인경<sup>5)</sup>

상명대학교 외식영양학과, 한국식품영양재단,<sup>1)</sup> 중앙대학교 가정교육학과,<sup>2)</sup>  
국민대학교 식품영양학과,<sup>3)</sup> 한양대학교 식품영양학과,<sup>4)</sup> 농촌생활연구소<sup>5)</sup>

### Nutritional Factors Related to Bone Mineral Density in the Different Age Groups of Korean Women

Yu, Choon Hie · Lee, Jung Sug<sup>1)§</sup> · Lee, Lilha<sup>2)</sup>  
Kim, Sun Hee<sup>3)</sup> · Lee, Sang Sun<sup>4)</sup> · Jung, In-Kyung<sup>5)</sup>

Department of Food Service Management & Nutrition, Sangmyung University, Seoul 110-743, Korea  
Korea Food and Nutrition Foundation,<sup>1)</sup> Seoul 121-718, Korea

Department of Home Economics Education,<sup>2)</sup> Chungang University, Seoul 156-756, Korea

Department of Food & Nutrition,<sup>3)</sup> Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

Department of Food & Nutrition,<sup>4)</sup> Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

National Rural Living Science Institute,<sup>5)</sup> R.D.A., Suwon 441-853, Korea

#### ABSTRACT

Nutritional factors affecting bone mineral density (BMD) in the different age groups of Korean women were investigated to obtain baseline data for maintaining bone health. Information on diet and anthropometry were collected in 80 elementary school children (height 127.2 cm, weight 27.3 kg), 84 high school students (height 161.6 cm, weight 52.4 kg), 100 adults aged 25 to 35 years (height 159.4 cm, weight 52.7 kg) and 120 elderly people over 60 years of age (height 150.9 cm, weight 55.6 kg). Data for nutrient intake were obtained by 24-hour recall method. BMDs of lumbar spine (L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub>) and femoral neck were measured by dual energy x-ray absorptiometry. The relationship between BMD of femoral neck and nutritional factors were analyzed. The average BMD of femoral neck for females was 0.61 g/cm<sup>2</sup> in children, 0.88 g/cm<sup>2</sup> in adolescents, 0.90 g/cm<sup>2</sup> in adults, 0.64 g/cm<sup>2</sup> in elderly people. Among the adult subjects, 11.0% was classified as osteopenia in the femoral neck. For the elderly, the prevalence of osteopenia and osteoporosis were 34.2% and 47.5% of the subjects. It was shown the intake of energy, protein, plant protein, animal protein, fat, carbohydrate, Ca, P, Fe, vitamin A, thiamin, riboflavin, niacin, vitamin C, carbohydrate energy percent and fat energy percent influenced bone health status in all age groups. In the MAR on bone health status, children, adult and elderly subjects were significantly different among groups classified by bone health status and the MAR of the groups with good in bone health was higher. The RDA percent of each nutrient was influence factor on BMD. Nutrient intake of energy, protein, P, Fe, thiamin, niacin were lower BMD on below 75% of Korean RDA. Stepwise multiple regression analysis revealed that several dietary factors were influence on BMD. MAR on femoral neck BMD of children and elderly subjects was the highest influence factor. Beyond this, the most influential dietary factors on BMD were the vitamin A, total Ca and vegetable Ca. The above results have confirmed that dietary factors influence BMD in various age groups. Energy, protein, Ca, P, Fe, thiamin, riboflavin, niacin, vitamin C as well as MAR were important dietary factors influencing BMD. The results of this study revealed that people who received sufficient nutrients intake showed healthy bone status. The MAR mainly influenced the bone health status. (*Korean J Nutrition* 35(7) : 779~790, 2002)

KEY WORDS: bone mineral density (BMD), nutritional factors, femoral neck, Ca, MAR.

## 서 론

골은 연골근육과 연합하여 특수한 기능을 행하는 결체조

접수일: 2002년 7월 20일

채택일: 2002년 8월 26일

\*This research was supported by grants for Health and Medical Technology Project from the Ministry of Health and Welfare (Project No : HMP-98-F-4-0011).

§To whom correspondence should be addressed.

직으로 우선 근육의 지주로 이용되며, 신체내의 중요한 장기를 보호하고, 칼슘, 인, 마그네슘과 같은 이온의 저장 및 혈액내 이들 이온의 항상성을 유지하는데 도움을 준다.<sup>1)</sup> 골은 신체의 다른 조직과 달리 부피의 2~5%만이 생성되는 세포이고, 나머지 95~98%는 비생존물질 (nonliving material)이다. 비생존물질은 강도, 단단함, 탄력성 등의 기계적 특성을 제공하며, 유골 (osteoid)이라 불리는 무기질을

포함한 단백질형으로 구성되어 있다.<sup>2)</sup>

골은 조직학적으로 표면부위와 내면부위가 서로 달라, 표면부위는 두껍고 단단한 석회화 조직인 피질골 (cortical bone) 또는 치밀골 (compact bone)이라 하고 내면부위는 영성하게 연결된 골수조직으로 소주골 (trabecular bone), 해면골 (sponge bone)이라 한다.<sup>3,4)</sup> 치밀골의 손실은 여자의 경우는 30대 중반부터 골격 손실이 시작되어 폐경 후 급속도로 촉진된다. 즉, 폐경전에는 10년에 3%씩 감소하다가 폐경후에는 9%씩 감소하고 70대 이후에는 그 감소율이 3%로 줄어든다.<sup>4)</sup> 해면골의 손실은 30~35세에 시작되며 10년에 6~8%의 속도로 감소한다<sup>5)</sup>고 하며 여성의 경우 일생 동안 손실된 골격의 양은 해면골이 50%, 치밀골이 35%라고 한다.<sup>4)</sup>

이와 같이 골격대사의 변화로 인한 대표적인 대사성 골질 환인 골다공증 (osteoporosis)은 골격의 화학적 조성에는 변화가 없고 단위 용적당 질량이 감소되어 척추, 요골 및 대퇴부의 골절을 쉽게 초래하는 질병이다.<sup>6,7)</sup> 골다공증에 의한 골절 중에서도 사망 및 유병율의 주된 원인이 되는 고관절 골절은 미국에서 1989년 한해동안 약 25만명이 발생하였는데 그 중 20%만이 치유되었을 뿐이고 12~20%는 사망, 15~25%는 누워있는 상태로 장기간 치료를 받아야 했고 나머지 50% 정도는 일상생활 중 다른 사람의 도움을 필요로 하게 되었다고 한다.<sup>8)</sup> 이처럼 골다공증은 그 자체가 문제가 되는 것은 아니나 골절이 되면 일상생활이 불편해지고 생명이 위태로워질 수도 있기 때문에 관심을 가져야 한다.

골격 건강상태는 흔히 세계보건기구 (World Health Organization)에서 정한 임상적 기준<sup>9)</sup>을 적용하여 평가한다. 즉, 골밀도가 최대 골질량 (peak bone mass)의 -1 S.D.보다 높을 때를 정상 (normal)으로 간주하고, 골밀도가 -2.5 S.D. 이상 -1 S.D. 미만일 때 골감소증 (osteopenia), 골밀도가 -2.5 S.D. 이하이며 골절이 수반되었을 때 골다공증 (severe or established osteoporosis)으로 구분한다. 이러한 임상적 기준에 의해 평가된 골다공증의 이환율을 보면 미국에서는 45세 이상 인구 중 1,500~2,000만명이 골다공증환자라고 하며 일본에서는 골다공증 환자가 2000년대에 540만명에 달할 것으로 추정 발표했다.<sup>10)</sup> 우리나라의 경우에 정확한 통계는 없으나, 1998년 약 200만명 정도의 골다공증 환자가 있고, 이 중 5~10만명 정도는 골절을 일으키는 것으로 추정되었으며,<sup>11)</sup> 최근의 몇몇 연구에서도<sup>12-14)</sup> 병원을 찾는 환자 중 많은 수가 골다공증임이 발견되고 있다고 보고되었다. 또한 평균 수명의 증가를 감안할 때 골다공증의 발생 빈도가 앞으로 더욱 높아질 것으로 예상된다.

골다공증은 효과적인 치료 방법이 없기 때문에 성장기 동안 최대 골질량을 극대화하고, 골손실 위험인자를 피하는 것이 최선의 예방책으로 알려져 있다. 골다공증의 유발요인은 다요인적이고 복합적인 것으로 환경 요인 중 영양적 요인, 특히 칼슘 결핍이 골격 손실에 크게 관계한다고 보고되어 있다.<sup>15-18)</sup> 또한 비타민 D와 비타민 K의 섭취부족,<sup>19-21)</sup> 동물성 단백질, 염분 또는 섬유질의 과다섭취<sup>22-25)</sup> 등이 골밀도를 감소시키는 인자인 것으로 보고되어 있다.

이러한 연구는 노인 연령층을 대상으로 여러 요인이 골밀도에 어떠한 영향을 미치는가에 관한 다양한 연구가 국·내외에서 수행되어 왔으며, 칼슘 섭취량과 골밀도 사이의 관계에 대한 연구 역시 주로 폐경기 전·후의 여성을 대상으로 수행되어왔다.<sup>19,26-29)</sup> 그러나 골 형성 및 골밀도 축적이 이루어지는 성장기 아동, 청소년 및 성인을 대상으로 한 연구는 별로 이루어지지 않았다.

그러므로 본 연구에서는 성장기 어린이, 청소년, 성인 및 60세 이상의 노인 여자를 대상으로 골밀도에 영향을 미치는 여러 요인 중 식이 요인을 종합적으로 고찰하여 봄으로써 골격 건강을 유지하기 위한 적절한 식생활 지침을 제공하고자 한다.

## 연구방법

### 1. 조사대상 및 기간

본 조사는 1998년 7월부터 1999년 1월사이에 실시되었으며, 서울 시내에 거주하는 초등학교 2학년 여학생 80명, 고등학교 1학년과 2학년 여학생 84명, 25~35세 사이의 성인 여자 100명 및 서울과 목포에 거주하는 60세 이상의 노인 여자 120명을 대상으로 하였다.

본 연구에서는 먼저 모든 대상자들의 골밀도를 측정하였고, 측정된 골밀도를 기준으로 하여 각 연령층별로 세계의 group으로 분류하였다. 즉 노인과 성인의 경우 WHO에서 제시한 기준에 따라 normal, osteopenia, osteoporosis group으로 분류하였다. Normal group은 측정된 뼈의 T-score가 -1.0 이상일 때 osteopenia group은 T-score가 -1.0~-2.5 사이일 때, osteoporosis group은 T-score가 -2.5 이하일 때 각각의 group으로 분류하였다.<sup>9)</sup> 성장기 어린이와 청소년의 경우 WHO에서 제시한 기준에 의해 골 건강 상태를 평가할 수 없기 때문에 대퇴경부 골밀도 수준에 따라 high, middle, low group으로 분류하였다. 즉, 골밀도가 상위 25%인 경우 high group으로 분류하였고, 하위 25%인 경우 low group으로 분류하였으며, 상위 25%와 하

위 25%를 제외한 나머지 50%를 middle group으로 분류하였다.

**2. 조사내용 및 방법**

**1) 식이섭취실태**

조사대상자의 식품 및 영양소 섭취실태는 아동의 경우 어머니를 대상으로, 청소년, 성인 및 노인의 경우 설문지를 통한 개인 면담에 의해 식이섭취 상태를 조사하였다. 즉 24시간 회상법을 이용하여 조사 전날 24시간 동안 섭취한 모든 음식의 종류, 분량, 재료명을 아침, 점심, 저녁, 간식으로 나누어 조사하였다. 섭취량에 대한 조사대상자들의 기억을 돕기 위해 1회 섭취량의 음식 사진, 보통 사용하는 밥그릇, 국그릇, 반찬그릇 및 계량스푼 등을 제시하여 정확한 답을 유도하였으며, 음식 및 식품의 눈대중량<sup>30)</sup>을 이용하여 무게로 환산하였다. 식이섭취 조사자료는 한국영양학회 부설 영양정보센터에서 개발한 영양평가 프로그램인 CAN-PRO를 이용하여 분석되었으며 개인별 1일 식품 및 영양소 섭취량이 산출되었다.

**2) 체위계측**

조사대상자의 신장, 허리둘레, 엉덩이 둘레는 cm 단위로 체중은 kg 단위로 측정하였고, 고등학생, 성인 및 노인의 경우 측정된 신장과 체중으로부터 체질량지수 (Body mass index: BMI)를 산출하였다. 초등학생의 비만도 (relative body weight: RBW)는 우리나라 초등학생의 성별, 신장별 표준 체중<sup>31)</sup>을 이용하여 구하였다. 성인과 노인의 허리둘레와 엉덩이 둘레는 줄자를 이용하여 측정하였고, 두 측정치로부터 허리둘레와 엉덩이둘레 비 (Waist to Hip Ratio: WHR)를 구하였다.

**3) 골밀도 (Bone Mineral Density, BMD) 측정**

골밀도는 이중에너지 방사선 골밀도 측정기 (dual energy X-ray absorptiometry, DEXA)를 이용하여 측정되었으며 체중이 실리는 부위인 요추 (Lumbar spine, L2-

L4)와 대퇴경부 (Femoral neck)를 측정하였다.

**3. 자료 처리 및 분석**

**1) 영양소 섭취 상태 분석**

CAN PRO를 이용하여 개인의 1일 영양소 섭취량을 한국인 영양권장량<sup>32)</sup>과 비교하여 이에 대한 백분율을 계산하였다.

개인별 영양소 적정 섭취비 (nutrient adequacy ratio: NAR)를 산출한 후 각 조사대상자의 전체적인 식이 섭취의 질을 평가하기 위해 각 영양소의 NAR을 평균한 평균적정 섭취비 (mean adequacy ratio: MAR)를 계산하였다.<sup>33)</sup> MAR 계산에 포함시킨 영양소는 한국인 영양권장량에 설정되어 있는 15가지 영양소 중 9가지 영양소 (단백질, 칼슘, 철, 인, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 C)였다.

**2) 자료분석 및 통계처리**

본 조사의 모든 자료를 SAS program을 이용하여 분석하였다. 각 측정치의 평균과 표준편차를 구하였고 각 그룹 간의 유의성 검증은 GLM (Generalized Linear Model)을 이용하였고, 유의성이 확인되면 Tukey's studentized range test와 Student's t-test를 실시하였다. 골밀도에 영향을 미치는 영양 요인을 찾아내고 그 영향을 파악하기 위해 Pearson's correlation coefficient (r)를 구하였다. 그 결과 유의성이 나타난 요소들은 단계적 다중 회귀분석 (Stepwise Multiple Regression Analysis)을 이용하여 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 조사대상자의 일반사항**

조사대상자의 일반적인 사항은 Table 1에 제시되어 있다. 조사대상자의 평균 연령은 아동 7.7세, 청소년 15.8세, 성인 28.7세 그리고 노인 68.7세였다. 신장과 체중은 아동

**Table 1.** Physical characteristics of the subjects

	Children (n = 80)	Adolescents (n = 84)	Adults (n = 100)	Elderly (n = 120)
Age (year)	7.7 ± 0.5 <sup>1)</sup>	15.8 ± 0.5	28.7 ± 3.3	68.7 ± 5.6
Height (cm)	127.2 ± 5.8	161.6 ± 4.5	159.4 ± 4.8	150.9 ± 5.4
Weight (kg)	27.3 ± 5.4	52.4 ± 7.3	52.7 ± 6.4	55.6 ± 7.9
RBW (%) <sup>2)</sup>	109.7 ± 14.9	-	-	-
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>3)</sup>	-	21.0 ± 5.1	20.7 ± 2.2	24.3 ± 2.9
Waist (cm)	-	-	68.9 ± 5.4	85.6 ± 8.0
Hip (cm)	-	-	91.9 ± 4.6	96.7 ± 11.1
Waist/Hip ratio	-	-	0.75 ± 0.04	0.88 ± 0.06

1) Mean ± SD

2) Relative body weight (%) = (Body weight/ideal body weight) × 100

3) Body mass index = weight (kg)/height (m)<sup>2</sup>

여자 127.2 cm, 27.3 kg, 청소년 여자 161.6 cm, 52.4 kg, 성인 여자 159.4 cm, 52.7 kg, 노인 여자 150.9 cm, 55.6 kg이었다. 조사대상자의 신장과 체중을 국민건강·영양조사 결과<sup>34)</sup>와 비교해 보면 성인과 노인의 신장과 체중은 비슷한 수치로 차이가 없는 것으로 나타났으나 청소년은 국민건강·영양조사 결과보다 높은 것으로 나타났다.

조사대상자의 비만도를 평가할 수 있는 지표인 RBW (relative body weight)와 BMI를 보면 아동기의 평균 RBW는 109.7%로 정상범위에 속하였고, 청소년기 이후 집단의 BMI는 청소년 21.0 kg/m<sup>2</sup>, 성인 20.7 kg/m<sup>2</sup>, 노인 24.3 kg/m<sup>2</sup>로 정상범위에 속하였다. 국민건강·영양조사 결과<sup>34)</sup>의 BMI와 비교해 보면 청소년은 국민건강·영양조사 결과<sup>34)</sup>보다 높았고, 성인은 낮은 것으로 나타났으며, 노인은 차이가 없는 것으로 나타났다.

성인과 노인집단의 허리둘레와 엉덩이둘레를 보면 성인 여자는 68.9 cm, 91.9 cm였으며, 노인 여자는 85.6 cm, 96.6 cm이었다. 허리둘레/엉덩이둘레비는 성인 0.75, 노인 0.88로 성인에 비해 노인 집단의 허리둘레/엉덩이둘레비가 높았다.

## 2. 연령군별 골밀도 상태

조사대상자의 골밀도를 측정된 결과는 Table 2와 같다.

대퇴경부 골밀도를 보면 청소년과 성인이 각각 0.88 g/cm<sup>2</sup>, 0.90 g/cm<sup>2</sup>로 아동 0.61 g/cm<sup>2</sup>, 노인 0.64 g/cm<sup>2</sup>에 비해 높았다. 요추 골밀도는 성인이 1.15 g/cm<sup>2</sup>로 가장 높았고, 아동이 0.67 g/cm<sup>2</sup>로 가장 낮았으며 성인과 청소년 사이에서 유의적인 차이를 보였다.

아동의 경우 연령의 기준치와 비교한 Z-score를 보았을 때 대퇴경부는 -0.01, 요추는 -0.04 였다. 청소년 이후 연령층을 대상으로 최대골질량을 기준으로 한 T-score를 비교해 보면 대퇴경부의 경우 성인이 -0.10으로 청소년 -0.63, 노인 -2.46보다 높았으며, 요추의 경우도 성인 여자가 0.28로 청소년과 노인보다 높았다.

연령군별 대퇴경부와 요추 골밀도를 성인 골밀도에 대한 비율로 보면 대퇴경부의 경우 아동은 성인의 68.5%, 청소년

98.9%, 노인 71.9% 인 것으로 나타났으며, 요추의 경우 아동 58.3%, 청소년 86.4%, 노인 69.6%로 나타났다. 대퇴경부 골밀도는 성인과 청소년 두 연령군 사이에서 유의한 차이가 없었으나, 대퇴경부 T-score는 두 연령군 사이에서 차이를 보였으며, 요추 골밀도와 T-score는 두 연령군간에 차이가 있었다. 이로 보아 대퇴경부 보다 요추에서 더 늦은 시기까지 골질량의 축적이 이루어 지는 것으로 보인다. 즉, 요추 골밀도는 청소년기 이후에도 계속 증가되어 성인기에 최대골질량에 도달하는 것으로 사료된다. 본 연구에서 청소년 (15~17세)의 대퇴경부 골밀도는 성인군과 유사한 수준을 유지하여 대퇴경부의 최대골질량 형성시기가 25~29세였다는 Lee<sup>35)</sup>의 연구결과보다는 이른 것으로 나타났으나 청소년기에 최대골질량에 도달한다는 다른 여러 연구결과들<sup>36-38)</sup>과는 일치하였다.

많은 선행 연구결과에서 보면 요추 골밀도가 성장기에 최대골질량에 도달하며 그 이후 감소한다는 보고들<sup>37-40)</sup>이 있으며, 또는 이와 반대로 요추 골밀도가 성인기 (25~35세)까지 계속적으로 증가하여 35세 전후에 최대골질량에 이른다고 주장하는 보고들도 있다.<sup>35,41,42)</sup> 본 연구대상자들의 요추 골밀도는 남·녀 모두 청소년기 이후에도 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구에서 요추가 최대골질량에 도달하는 시기는 확인되지 않았으나 본 성인 대상자들의 평균 나이가 28.7세인 것을 감안할 때 남자와 마찬가지로<sup>14)</sup> 대략 30세까지 요추 골밀도가 증가되는 것 같다.

## 3. 골격 건강 상태에 따른 조사대상자 분포 및 골밀도

대퇴경부 골밀도 수준에 따라 분류된 연령군별 조사대상자들의 분포 및 골밀도는 Table 3과 같다.

본 연구에서는 골격부위 중에서 대사활성이 높은 것으로 알려진<sup>43)</sup> 대퇴경부 골격 건강 상태에 따라 조사대상자를 분류하였다. 즉, 조사대상자의 대퇴경부 골밀도를 기준으로 하여 아동과 청소년의 경우 골밀도가 상위 25%인 경우 high group으로 분류하였고, 하위 25%인 경우 low group으로 분류하였으며, 상위 25%와 하위 25%를 제외한 나머지 50%를 middle group으로 분류하였다.

Table 2. Bone mineral density of the subjects

		Children (n = 80)	Adolescents (n = 84)	Adults (n = 100)	Elderly (n = 120)
Femoral Neck	BMD (g/cm <sup>2</sup> )	0.61 ± 0.13 <sup>3b</sup>	0.88 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.90 ± 0.14 <sup>a</sup>	0.64 ± 0.11 <sup>b</sup>
	Z-score <sup>1)</sup> /T-score <sup>2)</sup>	-0.01 ± 0.99	-0.63 ± 0.75	-0.10 ± 0.81	-2.46 ± 1.19
Lumbar Spine (L2-L4)	BMD (g/cm <sup>2</sup> )	0.67 ± 0.08 <sup>d</sup>	0.96 ± 0.11 <sup>b</sup>	1.15 ± 0.13 <sup>a</sup>	0.80 ± 0.14 <sup>c</sup>
	Z-score/T-score	-0.04 ± 0.99	-0.80 ± 0.78	0.28 ± 1.05	-2.32 ± 1.26

1) The values of children group are Z-score. Z-score = (subject's BMD - age matched BMD)/standard deviation of age matched BMD

2) T-score = (subject's BMD - young adult BMD)/standard deviation of young adult BMD

3) Mean ± SD

a,b,c : Values with different superscripts in the same row are significantly different at  $\alpha = 0.05$  level by Tukey's studentized range test.

**Table 3.** Distribution of BMD of the subjects classified by bone health status of femoral neck

		n (%)	BMD (g/cm <sup>2</sup> )	Z-score <sup>3)</sup> / T-score <sup>4)</sup>
Children <sup>1)</sup>	High	20 (25.0)	0.77 ± 0.06	1.09 ± 0.49 <sup>5)</sup>
	Middle	40 (50.0)	0.63 ± 0.04	0.11 ± 0.31
	Low	20 (25.0)	0.43 ± 0.08	-1.37 ± 0.62
Adolescents <sup>1)</sup>	High	21 (25.0)	1.02 ± 0.06	0.35 ± 0.44
	Middle	42 (50.0)	0.88 ± 0.03	-0.66 ± 0.25
	Low	21 (25.0)	0.75 ± 0.04	-1.56 ± 0.27
Adults <sup>2)</sup>	Normal	89 (89.0)	0.92 ± 0.13	-0.05 ± 0.72
	Osteopenia	11 (11.0)	0.75 ± 0.03	-1.29 ± 0.26
Elderly <sup>2)</sup>	Normal	10 ( 8.3)	0.85 ± 0.11	-0.03 ± 1.07
	Osteopenia	53 (44.2)	0.70 ± 0.05	-1.93 ± 0.43
	Osteoporosis	57 (47.5)	0.55 ± 0.06	-3.38 ± 0.67

1) The subjects were divided into quartile by bone mineral density of femoral neck as below:

High: BMD ≥ 75%, Middle: 25% < BMD < 75%, Low: BMD ≤ 25%

2) The subjects were classified by T-score of femoral neck as below:

Normal: T ≥ -1.0, Osteopenia: -1.0 < T ≤ -2.5, Osteoporosis: T < -2.5

3) The values of children group are Z-score.

4) The values of adolescents, adults and elderly are T-score.

5) Mean ± SD

이 분류기준에 따른 아동의 각 group별 골밀도 범위를 보면 high group은 0.6985 g/cm<sup>2</sup> 이상, middle group은 0.555~0.6985 g/cm<sup>2</sup>, low group은 0.555 g/cm<sup>2</sup> 이하였다. 이들 범위내 평균 골밀도를 보면 high group이 0.77 g/cm<sup>2</sup>로 middle group과 low group보다 높았다. 아동의 Z-score 역시 high group이 middle group과 low group보다 높았다. 청소년의 경우 high group은 0.9435 g/cm<sup>2</sup> 이상, middle group은 0.8155~0.9435 g/cm<sup>2</sup>, low group은 0.8155 g/cm<sup>2</sup> 이하였다. 이들 범위내 각 group의 평균 골밀도를 보면 high group의 경우 1.02 g/cm<sup>2</sup>였으나, middle group은 0.88 g/cm<sup>2</sup>, low group은 0.75 g/cm<sup>2</sup>였고, T-score 역시 high group이 middle group이나 low group보다 높았다.

노인과 성인은 WHO에서 제시한 기준에 근거하여 normal, osteopenia, osteoporosis group으로 분류되었다. 성인 여성의 대퇴경부 골밀도는 normal group으로 분류된 조사대상자가 89%로 대부분 정상에 속하였으며, osteoporosis로 판정된 경우는 없었고, osteopenia로 판정된 경우는 11.0%였다. 노인의 경우 조사대상자의 8.3%만이 정상으로 판정되었고, 44.2%는 osteopenia였으며, 47.5%는 osteoporosis로서 노인 조사대상자의 대부분이 골격 건강 상태가 나쁜 것으로 조사되었다.

WHO기준에 따라 분류된 각 group의 골밀도를 보면 성인의 경우 normal group의 골밀도와 T-score는 0.92 g/cm<sup>2</sup>, -0.05이었으며, osteopenia group에서는 0.75 g/cm<sup>2</sup>, -1.29로 조사되었다. 노인의 경우도 성인과 마찬가지로

normal group의 골밀도와 T-score가 0.85 g/cm<sup>2</sup>, -0.03으로 가장 높았고, osteoporosis group이 0.55 g/cm<sup>2</sup>, -3.38로 가장 낮았다.

최근 이루어진 농촌지역 성인 여자들의 골질환 조사결과<sup>20)</sup>에 의하면 성인의 경우 osteopenia 40.9%, 노인의 경우 osteopenia 28.8%, osteoporosis 57.6%로 나타나 우리나라 도시와 농촌지역 주민들 모두에게서 골감소증 및 골다공증은 그 발생빈도가 매우 높은 주요 질환인 것으로 확인되었다. 본 연구에서 노인의 골밀도가 정상인 경우가 적은 것은 조사대상자의 연령이 높기 때문인 것으로 보이며, 성인의 경우에 osteoporosis로 판정된 대상자가 없는 것은 본 연구에서 성인 대상자의 연령이 25~35세로서 골격의 퇴화보다는 골질량의 축적이 이루어지는 시기이기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 성인 중 osteopenia로 판정된 조사대상자는 osteoporosis로의 이환에 주의해야 할 것으로 사료된다.

**4. 골격 건강 상태에 따른 영양소 섭취량**

각 연령군별 대퇴경부 골격 건강 상태에 따른 1일 1인당 영양소 섭취량은 Table 4-1~4-2와 같다.

아동과 청소년의 골격 건강 상태에 따른 영양소 섭취량을 보면 아동의 경우 high group과 middle group이 low group보다 대부분의 영양소 섭취량이 높았다. 탄수화물과 티아민 섭취량은 high group이 low group보다 높았고, 에너지, 단백질, 동물성 단백질, 칼슘, 철, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 C 섭취량은 high group과 middle group이 low group보다 유의적으로 높았으며, 지방과 인은 middle group이 low group보다 많이 섭취하였다. 칼슘 역시

Table 4-1. Comparison of nutrient intake of the groups classified by bone health status of femoral neck in children and adolescent subjects

	Children (n = 80)			Adolescent (n = 84)		
	High (n = 20)	Middle (n = 40)	Low (n = 20)	High (n = 21)	Middle (n = 42)	Low (n = 21)
Energy (kcal)	1720.2 ± 335.9 <sup>a</sup>	1727.0 ± 323.1 <sup>a</sup>	1393.2 ± 553.9 <sup>b</sup>	1878.8 ± 509.4	1924.1 ± 394.8	1804.5 ± 409.5
Protein (g)	64.2 ± 15.2 <sup>a</sup>	67.5 ± 14.2 <sup>a</sup>	49.9 ± 23.1 <sup>b</sup>	74.1 ± 24.1	77.7 ± 20.1	77.2 ± 19.8
Animal protein (g)	38.1 ± 14.6 <sup>a</sup>	40.0 ± 12.6 <sup>a</sup>	26.2 ± 15.2 <sup>b</sup>	42.9 ± 17.6	41.8 ± 14.8	40.9 ± 14.9
Vegetable protein (g)	26.1 ± 7.0	27.5 ± 7.7	23.7 ± 8.9	31.2 ± 10.9	35.9 ± 10.5	36.4 ± 10.9
Fat (g)	46.5 ± 20.0 <sup>ab</sup>	51.9 ± 16.4 <sup>a</sup>	35.6 ± 18.9 <sup>b</sup>	56.0 ± 19.7	54.3 ± 15.4	54.4 ± 16.1
Carbohydrate (g)	261.9 ± 50.6 <sup>a</sup>	248.1 ± 55.8 <sup>ab</sup>	218.5 ± 76.5 <sup>b</sup>	270.5 ± 75.5	282.0 ± 60.5	254.0 ± 64.1
Ca (mg)	549.5 ± 246.5 <sup>a</sup>	583.9 ± 185.2 <sup>a</sup>	429.4 ± 195.3 <sup>b</sup>	501.8 ± 250.0	512.2 ± 198.9	519.7 ± 225.1
Animal Ca (mg)	378.0 ± 230.5	387.4 ± 176.6	277.9 ± 146.4	306.8 ± 206.1	263.1 ± 170.3	253.3 ± 200.3
Vegetable Ca (mg)	171.5 ± 70.9	196.5 ± 73.0	151.5 ± 75.6	194.9 ± 98.0	249.1 ± 106.2	266.4 ± 129.2
P (mg)	966.1 ± 275.5 <sup>ab</sup>	1054.7 ± 224.9 <sup>a</sup>	829.3 ± 374.8 <sup>b</sup>	1088.1 ± 413.0	1145.5 ± 303.2	1122.1 ± 293.3
Ca/P ratio	0.57 ± 0.22	0.55 ± 0.15	0.52 ± 0.15	0.45 ± 0.13	0.44 ± 0.12	0.45 ± 0.10
Fe (mg)	9.1 ± 2.2 <sup>a</sup>	9.7 ± 2.6 <sup>a</sup>	7.0 ± 2.8 <sup>b</sup>	10.1 ± 2.9	11.2 ± 3.2	10.5 ± 3.8
Vitamin A (RE)	663.8 ± 387.2	617.6 ± 339.1	449.9 ± 226.4	822.4 ± 411.2	729.1 ± 413.8	651.6 ± 266.3
Thiamin (mg)	1.4 ± 0.8 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.6 <sup>ab</sup>	1.0 ± 0.5 <sup>b</sup>	1.2 ± 0.5	1.3 ± 0.4	1.3 ± 0.4
Riboflavin (mg)	1.3 ± 0.6 <sup>ab</sup>	1.4 ± 0.5 <sup>a</sup>	1.0 ± 0.5 <sup>b</sup>	1.2 ± 0.4	1.1 ± 0.4	1.0 ± 0.4
Niacin (mg)	12.8 ± 4.3 <sup>ab</sup>	15.1 ± 6.1 <sup>a</sup>	10.3 ± 6.2 <sup>b</sup>	15.8 ± 5.9	15.8 ± 5.2	14.9 ± 4.7
Vitamin C (mg)	63.9 ± 33.2 <sup>ab</sup>	73.4 ± 39.6 <sup>a</sup>	47.0 ± 22.7 <sup>b</sup>	93.7 ± 57.1	105.5 ± 53.4	93.9 ± 48.3
Carbohydrate energy percent	61.4 ± 7.9 <sup>ab</sup>	57.2 ± 8.7 <sup>b</sup>	63.7 ± 5.9 <sup>a</sup>	57.7 ± 6.3	58.6 ± 5.6	55.7 ± 5.4
Protein energy percent	15.0 ± 2.2	15.8 ± 2.6	14.1 ± 1.6	15.7 ± 2.4	16.1 ± 2.5	17.1 ± 2.1
Fat energy percent	23.6 ± 7.1 <sup>ab</sup>	27.0 ± 7.6 <sup>a</sup>	22.2 ± 5.1 <sup>b</sup>	26.5 ± 5.6	25.3 ± 4.7	27.2 ± 4.4

1) Mean ± SD

a,b: Values with different superscripts in the same row of children are significantly different at  $\alpha = 0.05$  level by Tukey's studentized range test.

Table 4-2. Comparison of nutrient intake of the groups classified by bone health status of femoral neck in adults and elderly subjects

	Adults (n = 100)		Elderly (n = 120)	
	Normal (n = 89)	Osteopenia (n = 11)	Normal (n = 10)	Osteoporosis (n = 57)
Energy (kcal)	1818.1 ± 569.3*	1425.1 ± 346.8	1404.5 ± 242.4 <sup>ab</sup>	1219.6 ± 468.3 <sup>b</sup>
Protein (g)	70.1 ± 28.1*	52.7 ± 12.7	57.1 ± 19.2	48.2 ± 36.0
Animal protein (g)	37.6 ± 24.6*	24.8 ± 11.6	25.1 ± 18.9	21.6 ± 30.5
Vegetable protein (g)	32.5 ± 13.2*	27.9 ± 5.5	31.9 ± 7.9 <sup>ab</sup>	26.6 ± 10.2 <sup>b</sup>
Fat (g)	52.9 ± 27.0*	35.9 ± 15.6	26.4 ± 6.9	18.8 ± 16.2
Carbohydrate (g)	266.5 ± 83.4*	223.4 ± 49.9	230.4 ± 48.6	211.1 ± 65.9
Ca (mg)	553.9 ± 263.9	451.3 ± 244.8	358.8 ± 139.2	376.1 ± 260.4
Animal Ca (mg)	334.8 ± 254.7	249.2 ± 234.0	154.4 ± 152.0	184.6 ± 192.7
Vegetable Ca (mg)	219.1 ± 96.4	202.1 ± 55.1	204.4 ± 63.4	191.5 ± 114.0
P (mg)	1085.1 ± 384.5*	831.6 ± 248.6	898.6 ± 256.9	783.1 ± 493.4
Ca/P ratio	0.51 ± 0.14	0.52 ± 0.16	0.40 ± 0.11	0.48 ± 0.18
Fe (mg)	10.5 ± 4.9*	8.0 ± 1.8	9.3 ± 1.8	7.0 ± 4.2
Vitamin A (RE)	704.4 ± 572.7*	475.7 ± 206.0	520.9 ± 299.6	359.3 ± 277.2
Thiamin (mg)	1.3 ± 0.8*	0.9 ± 0.3	1.0 ± 0.4	0.8 ± 0.5
Riboflavin (mg)	1.1 ± 0.5*	0.7 ± 0.4	0.7 ± 0.6	0.6 ± 0.5
Niacin (mg)	14.3 ± 7.0	10.4 ± 4.9	12.6 ± 4.5	10.4 ± 7.6
Vitamin C (mg)	78.2 ± 51.3	57.6 ± 32.5	59.0 ± 27.4	59.6 ± 43.3
Carbohydrate energy percent	59.3 ± 9.1	62.8 ± 6.9	66.6 ± 6.0	72.8 ± 11.1
Protein energy percent	15.3 ± 3.3	14.9 ± 2.5	15.9 ± 3.5	14.8 ± 5.3
Fat energy percent	25.4 ± 7.8	22.3 ± 6.3	17.5 ± 6.4 <sup>a</sup>	12.5 ± 6.9 <sup>b</sup>

1) Mean ± SD

\* : Significantly different between normal and osteopenia group of adults at  $\alpha = 0.05$  level by student's t-test.

A,B : Values with different superscripts in the same row of female are significantly different at  $\alpha = 0.05$  level by Tukey's studentized range test.

middle group이 583.9 mg으로 low group 429.4 mg보다 높게 섭취하였으며 동물성 칼슘 섭취량이 식물성 칼슘 섭취량의 2배정도 되었다. High group의 티아민 섭취량은 1.4 mg로서 1.0 mg을 섭취한 low group보다 높았다. 에너지 섭취량에 대한 탄수화물 섭취비는 low group이 63.7%로서 middle group 57.2%보다 높았으며, 지방 섭취비는 middle group이 27.6%로서 low group 22.2%보다 높았다. 청소년의 경우 high group과 middle group이 low group보다 대부분의 영양소 섭취량이 높았으나 group간에 유의적인 차이는 없었다.

성인과 노인의 골격 건강 상태에 따른 1일 1인당 영양소 섭취상태는 Table 4-2와 같다. 성인의 경우 에너지, 단백질, 동물성 단백질, 식물성 단백질, 지방, 탄수화물, 인, 철, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈의 섭취량이 normal group 보다 osteopenia group에서 낮았다. 칼슘 섭취량은 normal group 553.9 mg, osteopenia group 451.3 mg으로서 osteopenia group이 가장 낮았으나 유의적인 차이는 아니었고, 두 group 모두 식물성 칼슘보다는 동물성 칼슘의 섭취량이 많았다. 노인의 경우에는 osteopenia group이 normal이나 osteoporosis group보다 영양소의 섭취량이 높은 경향이였다. 에너지와 식물성 단백질 섭취량은 osteopenia group이 osteoporosis group보다 유의적으로 높았으며, 지방의 에너지 섭취비는 normal group 17.5%로 osteopenia group 12.5%보다 유의적으로 높았다. 칼슘 섭취량은 osteopenia group 405.3 mg, osteoporosis group 376.1 mg, normal group 358.8 mg으로서 각 group간에 유의적인 차이는 없었으며, 세 group 모두 동물성 칼슘보다 식물성 칼슘의 섭취량이 많았다.

골격 건강 상태에 따른 각 연령군별 영양소 섭취량을 종합해 보면 아동의 골격 건강 상태가 영양소 섭취량의 영향을 비교적 많이 받는 것으로 나타났고, 다음이 성인이었으며, 청소년의 골격 건강 상태는 영양소 섭취량과 유의한 관계를 보이지 않았다. 영양소 중 에너지, 단백질, 동물성 단백질, 식물성 단백질, 지방, 탄수화물, 칼슘, 철, 티아민, 비타민 A, 나이아신, 비타민 C 등의 섭취량이 골격 건강 상태에 따라 달라졌다. 에너지와 단백질 섭취량은 아동과 성인의 골격 건강 상태에 영향을 미쳤으며, 식물성 단백질은 성인의 골격 건강 상태에, 동물성 단백질은 아동과 성인의 골격 건강 상태에 영향을 미치는 것으로 나타나 아동과 성인의 단백질 섭취량이 골격 건강 유지에 중요한 요인인 것으로 확인되었다. 이외에 칼슘, 철, 티아민 섭취량도 아동의 골격 건강 상태가 나쁜 군에서 유의하게 낮았다.

대퇴경부 골격 건강 상태에 따른 1인 1일당 영양소 섭취

량을 보았을 때 골격 건강 상태가 좋은 군에서 영양소 섭취량이 높은 경향을 보였으며, 여러 영양소가 골격 건강 상태와 관련이 있는 것으로 나타났으므로 영양소 섭취상태를 전체적으로 평가할 수 있는 MAR과 골격 건강 상태 사이의 관련성을 분석해 보았다 (Fig. 1). MAR 값은 아동, 성인 및 노인에게서 골격 건강 상태에 따른 group간에 유의적인 차이를 보였다. 즉 골격 건강 상태가 좋은 group에서 MAR값이 높았으며, 골격 건강 상태가 나쁜 group의 MAR값은 낮았다. 아동의 경우 high group 0.89, middle group 0.91, low group 0.78로서 low group이 낮았고, 청소년의 경우 middle group이 0.85로 high group과 low group보다 높았으나 유의적이지 않았다. 성인 역시 normal group이 0.81로서 osteopenia group 0.71보다 높았고, MAR 값이 0.8이상으로 비교적 양호하였으나, osteopenia group의 경우 MAR 값이 0.8이하로서 영양소 섭취상태가 양호하지 않은 것으로 조사되었다. 노인의 경우도 MAR값이 골격 건강 상태에 따른 group간에 유의적인 차이를 보여 osteoporosis group의 MAR이 0.62로서 낮았고, normal이나 osteopenia group에서도 0.8 이하로 조사되어 영양섭취 상태가 양호하지 않은 것으로 나타났다. 이상의 결과 골격 건강 상태가 좋은 사람들의 MAR값이 대체로 높았고, 노인 여자의 MAR값이 가장 낮아 영양 섭취 상태가 불량한 취약집단인 것으로 확인되었다.

앞에서 논의한 것처럼 국내·외 많은 연구결과<sup>27,44-47)</sup>들에서도 영양소 섭취상태가 골밀도에 영향을 미치는 주요인자임을 밝히고 있다. 본 연구에서도 연령군에 따라 다르기는 하나 골밀도 수준이 낮은 군에서 여러 영양소 섭취량이 유의하게 낮은 것을 확인하였다.

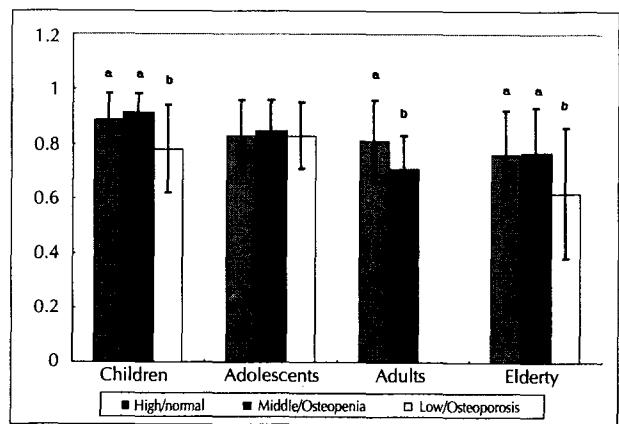


Fig. 1. Comparison of MAR of the groups classified by bone health status by age groups. a,b : Values with different superscripts are significantly different at  $\alpha = 0.05$  level by Tukey's studentized range test.



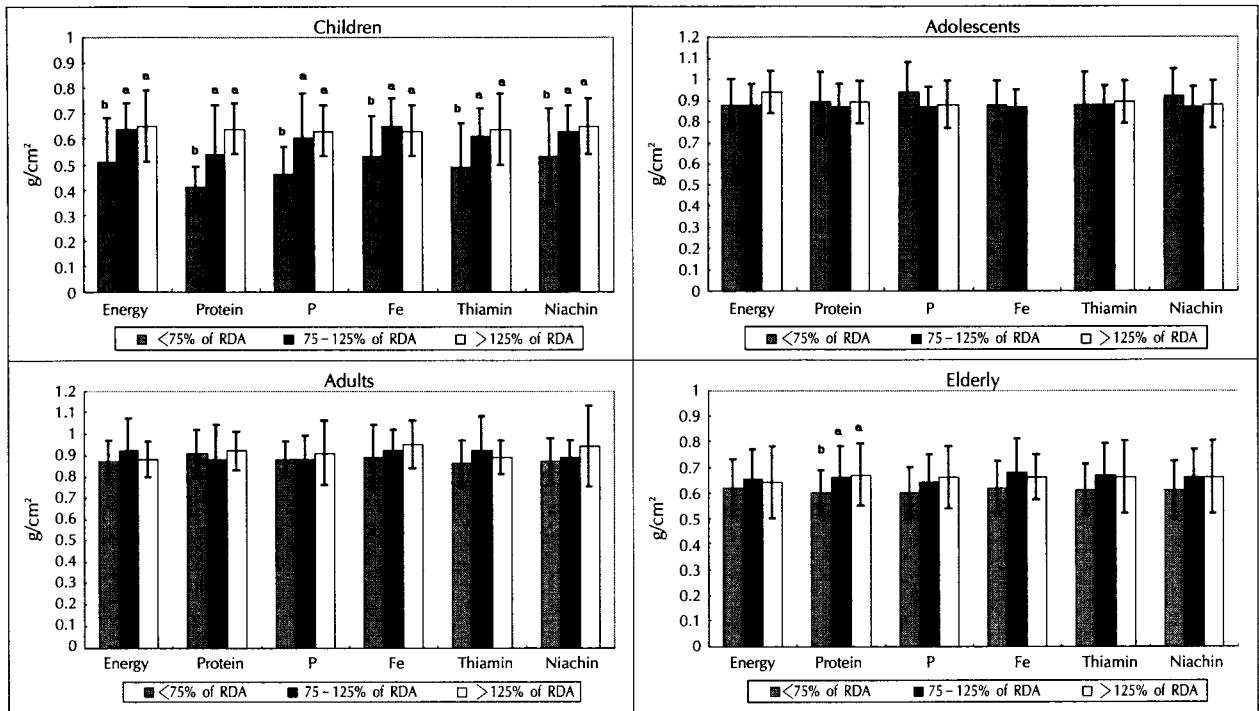


Fig. 2. BMD of femoral neck of the groups classified by percent of RDA for nutrients.  
a,b : Values with different superscripts are significantly different at  $\alpha = 0.05$  level by Tukey's studentized range test.

### 5. 영양 권장량 섭취비율에 따른 골밀도 비교

영양소별 섭취수준이 골밀도에 미치는 영향을 알아보기 위해 각 영양소별로 권장량에 대한 섭취비율을 기준으로 하여 세 group으로 나누고, 각 group별 골밀도를 비교하였다. 즉 권장량에 대한 섭취비율 75% 미만, 75% 이상 125% 미만, 125% 이상 등 세 group으로 나누어 대퇴경부 골밀도를 비교하였다.

그 결과 전반적으로 영양소 섭취량이 높을수록 골밀도가 높아지는 것으로 조사되었으나 모든 연령층에서 유의적인 차이를 보인 것은 아니었다. 대퇴경부 골밀도가 아동의 경우 에너지, 단백질, 인, 철, 티아민, 나이아신의 RDA 섭취비율에 따라, 노인의 경우 단백질의 RDA 섭취비율에 따라 유의적인 차이를 보였으며, 청소년과 성인에서는 RDA 섭취비율이 높은 군에서 골밀도가 높아지는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 아동의 경우 대퇴경부 골밀도는 에너지, 단백질, 인, 철, 티아민, 나이아신의 RDA 섭취비율이 75% 이상 또는 125% 이상인 group에서 75% 이하인 group보다 유의적으로 높았으며, 노인의 경우는 단백질의 RDA 섭취비율이 75% 이하인 group에서 낮았다 (Fig. 2).

전체적으로 권장량의 75% 이하 수준으로 섭취하는 영양소가 많으면 골밀도 감소를 초래할 수 있는 것으로 보이며, 대부분 영양소의 섭취량이 권장량의 75% 이상일 때 골밀도가 적절히 유지될 수 있는 것으로 보인다. 그러나 이러한 영

향은 영양소 종류에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다. 인의 경우 청소년에서 섭취량이 증가할 경우 골밀도가 감소하는 것으로 나타났으나 유의적이지 않았고, 그 외의 연령층에서는 오히려 섭취량이 증가할 때 골밀도도 높아지는 것으로 나타났다. 영양소의 종류에 따라 약간의 차이를 보였으나 전반적으로 권장량의 75% 미만 섭취하는 영양소의 종류가 증가하면 골밀도 유지에 부정적인 영향을 미칠 수 있다고 본다.

### 6. 골밀도와 관련 요인들간의 상관관계

키, 체중, BMI 등 체위는 개인의 골밀도와 밀접한 관계가 있다고 한다.<sup>44,46)</sup> 그러므로 본 연구에서는 체위에 의한 영향을 배제하고 영양소와 골밀도 사이의 상관성을 보기 위하여 영양소와 골밀도를 키와 체중으로 보정한 후 이들 사이의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 아동의 경우 비타민 A 섭취량과 MAR이 골밀도와 양의 상관관계를 나타내었고, 청소년의 경우 식물성 단백질, 식물성 칼슘 섭취량이 골밀도와 음의 상관관계를, 티아민은 양의 상관관계를 보였다. 노인의 경우 에너지, 단백질, 식물성 단백질, 철, 비타민 A 섭취량 및 MAR이 골밀도와 양의 상관관계를, Ca/P ratio는 음의 상관관계를 보였다 (Table 5). 그러나 성인은 영양소 섭취량과 골밀도 사이에서 상관관계를 보이지 않았다.

영양소 중 골밀도 사이에서 상관관계가 있는 것으로 분석

**Table 5.** Relationship between nutrient intake and BMD of femoral neck by age groups

		Pearson's coefficient (r)
Children	Vitamin A	0.22**
	MAR <sup>1)</sup>	0.37***
Adolescent	Vegetable protein	-0.30***
	Vegetable Ca	-0.28**
	Thiamin	0.20*
	Energy	0.16*
Elderly	Protein	0.17*
	Vegetable protein	0.19**
	Ca/P ratio	-0.23**
	Fe	0.22**
	Vitamin A	0.18**
	MAR	0.28**

Adjusted for height and weight

1) MAR: Mean adequacy ratio

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.001$ **Table 6.** Stepwise multiple regression analysis of the influence of several variables on BMD of femoral neck by age groups

Step	Variables	$\beta$	Cumulative R <sup>2</sup>	P>F
Children	1 MAR	0.4235	0.134	0.001
Adolescents	1 Vegetable Ca	-0.0003	0.046	0.049
	2 Vitamin A	0.0001	0.099	0.032
Elderly	1 MAR	0.1527	0.080	0.002
	2 Total Ca	-0.0002	0.139	0.005

Adjusted for height and weight

된 요인 중 어떠한 요인이 골밀도에 가장 큰 영향을 미치는지를 확인하기 위하여 상관관계가 있는 것으로 나타난 영양소를 독립변인으로 하여 다중회귀분석한 결과는 Table 6과 같다.

아동의 골밀도에 가장 큰 영향을 미친 인자는 MAR로 13.4%의 설명력을 보였고 청소년은 식물성 칼슘이 4.6%의 설명력으로 골밀도에 부정적인 영향을 미치는 인자로 조사되었으며, 그 다음이 비타민 A로 조사되었다. 이들 두 요인에 의한 설명력은 9.9%였다. 성인의 경우는 골밀도에 가장 큰 영향을 미치는 영양소가 없는 것으로 조사되었고, 노인은 아동과 마찬가지로 MAR이 가장 큰 영향을 미치는 인자로 조사되었으며, 칼슘의 섭취는 골밀도에 부정적인 영향을 미치는 인자였다.

Kardinaal 등<sup>49)</sup>이 사춘기 (11~15세)와 성인 여자 (20~23세)를 대상으로 행한 연구에 의하면 사춘기 여자의 경우 체위 이외에 초경연령이 골밀도에 영향을 미치는 주요인자였으나, 성인여자의 경우 체위 이외에 칼슘 섭취량이 가장 많은 영향을 미치는 인자이었다고 한다. 또 Teegarden 등<sup>50)</sup>도 체중 이외에 사춘기 동안의 우유 섭취량과 현재의 칼슘 섭

취량이 골밀도에 영향을 미치는 주요인자라고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 칼슘에 의한 영향은 여러 선행연구들과는 달리 청소년과 노인의 골밀도를 감소시키는 인자였다. 이들 두 연령층의 골격 건강 상태에 따른 칼슘 섭취량을 보면 청소년의 경우 group간에 차이는 없었으며, 식물성 칼슘의 경우 low group에서 유의적인 차이는 아니지만 high group보다 높게 섭취하였다. 식물성 식품내 칼슘은 수산이나 피틴산 뿐만 아니라 식이섬유소의 섭취량 증가에 의해 체내 칼슘의 흡수율에 영향을 미치기 때문에 나타난 현상으로 사료된다. 노인의 경우 normal group의 칼슘의 섭취량이 osteopenia group과 osteoporosis group보다 낮은 것은 골건강상태가 좋지 않은 이들 group에서 칼슘 섭취에 대한 관심이 높기 때문에 나타난 현상으로 생각된다.

국내의 선행연구에서도 여러 영양소들이 골밀도에 영향을 미치는 것을 조사되었는데<sup>22,26,51,52)</sup> 주로 영향을 미치는 영양소로 칼슘, 인, 단백질, 비타민 B<sub>1</sub> 및 에너지 소모량 등이 보고되어 왔다. 그러나 본 연구결과에서는 개별적인 영양소 이외에 MAR이 골밀도에 영향을 미치는 가장 중요한 요인 중의 하나인 것으로 확인되었다.

## 요약 및 결론

본 연구는 아동 (80명, 연령 7~8세), 청소년 (84명, 연령 15~18세), 성인 (100명, 연령 25~35세) 및 노인 (120명, 연령 60세 이상) 여자를 대상으로 영양 요인이 연령별 골밀도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 실시되었다.

본 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 조사대상자의 평균 연령은 아동 7.7세, 청소년 15.8세, 성인 28.7세였고, 노인 68.7세였으며, 신장과 체중은 아동 127.2 cm, 27.3 kg, 청소년 161.6 cm, 52.4 kg, 성인 159.4 cm, 52.7 kg, 노인 150.9 cm, 55.6 kg이었으며, RBW (relative body weight)와 BMI 모두 정상범위에 속하였다.

2) 조사대상자들의 평균 골밀도는 대퇴경부의 경우 아동 0.61 g/cm<sup>2</sup>, 청소년 0.88 g/cm<sup>2</sup>, 성인 0.90 g/cm<sup>2</sup>, 노인 0.64 g/cm<sup>2</sup>였으며, 요추의 경우 아동 0.67 g/cm<sup>2</sup>, 청소년 0.96 g/cm<sup>2</sup>, 성인 1.15 g/cm<sup>2</sup>, 노인 0.80 g/cm<sup>2</sup>으로 남녀 모두 성인이 높았고 아동이 가장 낮았다.

3) 대퇴경부의 골격 건강 상태에 따른 분포를 보면 성인의 경우 normal에 속하는 비율이 89%이었으며, osteopenia에 속하는 비율은 11.0%로 조사대상자의 대부분이 정상에 속하였다. 노인의 경우는 normal 보다 osteopenia나 osteoporosis에 속하는 비율이 높아 osteopenia 44.2%, osteoporosis 47.5%이었다.

4) 골격 건강 상태에 따른 영양소 섭취량을 보면 에너지, 단백질, 식물성 단백질, 동물성 단백질, 지방, 탄수화물, 칼슘, 인, 철, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 C, 에너지에 대한 탄수화물 및 지방섭취비가 연령군별 골격 건강 상태에 영향을 미치는 것으로 나타났고, 골격 건강 상태에 따른 MAR을 보면 아동, 성인 및 노인에서 골격 건강 상태에 따른 group간에 유의적인 차이를 보였으며 골격 건강 상태가 좋은군의 MAR 값이 높았다.

5) 영양소별 RDA 섭취비율은 골밀도에 영향을 미친 것으로 나타났으며 연령군에 따라 그 영향이 다르기는 하나 에너지, 단백질, 인, 철, 티아민, 나이아신 등의 영양소 섭취량이 권장량의 75% 미만일 때 골밀도를 낮출 수 있는 것으로 나타났다.

6) 골밀도에 영향을 미치는 요인들을 다중회귀분석한 결과를 보면 연령군에 따라 차이는 있지만 여러 식이 요인이 골밀도에 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 아동과 노인의 대퇴경부 골밀도에 MAR이 가장 큰 영향을 미치는 인자였다. 이외에 골밀도에 영향을 미치는 주요 요인은 칼슘, 비타민 A 등이었다.

이상의 연구결과를 종합하면 각 연령군별 골밀도에 여러 영양소들이 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 그 영향은 연령군간에 차이를 보여 청소년보다는 아동과 노인이 영양소 섭취상태에 더 영향을 받는 것으로 나타났다. 영양소 중 에너지, 단백질, 칼슘, 인, 철, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 C 및 MAR 등이 골밀도에 영향을 미치는 주요한 식이 인자였다.

또한 본 연구 결과 각 연령군별 골밀도에 영향을 미치는 영양소의 종류가 다양하였지만 영양소 섭취량이 높은 사람들에게서 골격 건강 상태가 좋은 것으로 조사되었고, MAR이 골격 건강 상태에 영향을 미치는 주요 요인이었으므로 성장기 아동 및 골성숙이 이루어지는 청소년, 골감소가 이루어지는 노인의 골격 건강 상태 유지를 위해서는 식품의 섭취량이나 영양소 섭취량이 부족되지 않아야 할 뿐만 아니라 균형된 식사를 통하여 영양적정섭취도를 높이기 위한 노력이 있어야 할 것으로 본다.

Literature cited

- 1) Burger EH, Klein-Nulend J, Van Der Plas A, Nijweide PJ. Function of osteocytes in bone - Their role in Mechanotransduction. *J Nutr* 125: 2020s-2023s, 1995
- 2) Osteoporosis (Osteopenia). The Korean society of bone. 1991
- 3) Riggs BL, Melton LJ. Involutional osteoporosis. *N Engl J Med* 314: 1676-1686, 1986
- 4) Kim WY. Osteoporosis and dietary factors. *Korean J Nutr* 27(6):

- 636-645, 1994
- 5) Mazess RB. On aging bone loss. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 165: 239-252, 1982
- 6) Spencer H, Kramer L. NIH Consensus Conference: Osteoporosis, factors contributing to osteoporosis. *J Nutr* 116: 316-322, 1986
- 7) Consensus Conference: Osteoporosis. *JAMA* 252: 799-803, 1984
- 8) Christiansen C, Riis BJ. The silence epidemic: Postmenopausal osteoporosis. A hand book for the medical profession national osteoporosis society and the european foundation for osteoporosis and bone disease. Handelstry kereit Aps, Aslborg Denmark, 1990
- 9) Kanis JK, Melton III LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltaer N. The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res* 9: 1137-1141, 1994
- 10) Jo SH. Menopause and osteoporosis. *J Korean Med Assoc* 35(5): 587-598, 1992
- 11) 조진호. 칼슘이 인체에 미치는 영향: 중년기의 골다공증 예방 및 대책. 제 1 회 기능성식품 세미나 초록집, 식품음료신문사, 1997
- 12) Lim SK, Jung HC, Lee MK, Kim HM, Lee HC, Huh GB, Kim MH, Park BM. Risk factors for osteoporosis in Korean women. *Kor J Intern Med* 34(4): 444-452, 1988
- 13) Moon SJ, Choi EJ, Lee MH, Lim SK, Huh GB. A study on the correlation between nutrients intake, physical activity and bone mineral density in postmenopausal women. *Yonsei J of Living Science Research* 7: 27-37, 1993
- 14) Lee LH, Yu CH, Kim SH, Lee SS, Lee YS. Baseline study on establishing Calcium and Phosphorus recommended allowance for Korea - Ca & P balance study in human and bone metabolism. Health and Medical Technology Project Report, 1999
- 15) Heaney RP, Recker RR, Saville PD. Calcium balance and calcium requirements in middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 30: 1603-1609, 1977
- 16) Matkovic V, Kostial K, Simonovic I, Buzina R, Brodarec A, Nordin BEC. Bone status and fracture rates in two regions of Yugoslavia. *Am J Clin Nutr* 32: 540-549, 1979
- 17) Yano K, Heibrun LK, Wasnich RD, Hankin JH, Vogel JM. 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
- 18) Dawson-Hughes B. Calcium supplementation and bone loss: A review of controlled clinical trials. *Am J Clin Nutr* 54: 274-280, 1991
- 19) Hong HO, Yu CH. The effect of Ca and vitamin D supplementation on bone metabolism in postmenopausal women. *Korean J Nutr* 27(10): 1025-1036, 1994
- 20) Sower MFR. Epidemiology of calcium and vitamin D in bone loss. *J Nutr* 123: 413-417, 1993
- 21) Holick MF. Vitamin D and bone health. *J Nutr* 126: 1159S-1164S, 1996
- 22) Yu CH, Lee YS, Lee JS. Some factors affecting bone density of Korean college women. *Korean J Nutr* 31(1): 36-45, 1998
- 23) Jung SH, Choi MJ. Effect of dietary protein level in Ca efficiency in bone mineral density in growing rats. *Korean J Nutr* 28(9): 817-824, 1995
- 24) Chang YE, Chung HK, Chang NS, Lee HS. The effects of dietary protein and calcium levels on calcium and bone metabolism in growing rats. *Korean J Nutr* 30(3): 266-276, 1997
- 25) O'Brien KO, Allen LH, Quatromoni P, Siu-Caldera ML, Vieira NE, Perez A, Holick MF, Yergey AL. High fiber diets slow

- bone turnover in young men but have no effect on efficiency of intestinal calcium absorption. *J Nutr* 123(12): 2122-2128, 1993
- 26) Choi EJ, Lee HO. Influencing factors on the bone status of rural menopausal women. *Korean J Nutr* 29(9): 1013-1020, 1996
  - 27) Lee JS, Yu CH. Some factors affecting bone mineral density of Korean rural women. *Korean J Nutr* 32(8): 934-944, 1999
  - 28) Oh JJ, Hong ES, Baik IK, Lee HS, Lim HS. The effects of dietary calcium, protein, and phosphorus intakes on bone mineral density in Korean premenopausal women. *Korean J Nutr* 29(1): 59-69, 1996
  - 29) Dawson-Hughes B, Dallal GE, Krall EA, Sadowski L, Sahyoun N, Tannenbaum S. A controlled trial of the effect of calcium supplementation on bone density in postmenopausal women. *N Engl J Med* 323: 178-183, 1990
  - 30) Korea Food Industry Association. Household measures of commonly used food items, 1998
  - 31) 2000 School health management standard. Seoul metropolitan office of education, 2000
  - 32) The Korean Nutrition Society, Recommended dietary allowances for Koreans 7th, 2000
  - 33) Lee RD, Nieman DC. Nutritional assessment 2nd. Mosby, 1998
  - 34) Ministry of health & welfare, 98' National health · nutrition report, 1999
  - 35) Lee HJ, Choi MJ, Lee IK. 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
  - 36) Theintz G, Buchs B, Rizzoli R, Slosman D, Clavien H, Sizonenko PC, Bonjour JP. Longitudinal Monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents: Evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. *J Clin Endocrinol Metab* 75: 1060-1065, 1992
  - 37) Bonjour JP, Theintz G, Buchs B, Slosman D, Rizzoli R. Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. *J Clin Endocrinol Metab* 73: 555-563, 1991
  - 38) Geusens P, Dequeker J, Verstraeten A, Nijs J. Age, sex and menopause-related change of vertebral and peripheral bone: Population study using dual and single photon absorptiometry and radiogrammetry. *J Nucl Med* 27: 1540-1546, 1986
  - 39) Zanchetta JR, Plotkin H, Alvarez Filgueira ML. Bone mass in children: Normative values for the 2-20 year old population. *Bone* 16(Suppl 4): 393s-399s, 1995
  - 40) Young D, Hopper JL, Newson CA, Green RM, Sherwin AJ, Kaymakci B, Smid M, Guest CS, Larkins RG, Wark JD. Determinants of bone mass in 10- to 26-year-old females: A twin study. *J Bone Miner Res* 10(4): 558-567, 1995
  - 41) Teegarden D, Proulx WR, Martin BR, Zhao J, McCabe GP, Lyle RM, Peacock M, Slemenda C, Johnston CC, Weaver CM. Peak bone mass in young adult women. *J Bone Miner Res* 10(5): 711-715, 1995
  - 42) Yong SJ, Lim SK, Huh GB, Paik BM, Kim NS. Bone mineral density of normal Korean adults. *J Kor Med Assoc* 31(12): 1350-1357, 1988
  - 43) Shiels ME, Olson JA, Shike H, Ross AC. Modern nutrition in health and disease 9th. Williams & Wilkins, Pennsylvania, 1999
  - 44) Metz JA, Anderson JJB, Gallagher PN. Intake 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
  - 45) Freudenheim Jo L, Johnson NE, Smith EL. Relationships between usual nutrient intake and bone-mineral content of women 35-65 years of age: longitudinal and cross-sectional analysis. *Am J Clin Nutr* 44: 863-76, 1986
  - 46) Kim KR, Kim KH, Lee EK, Lee SS. A study on the factors affecting bone mineral density in adult women - Based on the mothers of elementary school students. *Korean J Nutr* 33(3): 241-249, 2000
  - 47) Munger RG, Cerhan JR, Chiu BC. Prospective study of dietary protein intake and risk of hip fracture in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 69: 147-152, 1999
  - 48) Nguyen TV, Center JR, Eisman JA. Osteoporosis in elderly men and women: Effects of dietary calcium, physical activity and body mass index. *J Bone Miner Res* 15: 322-331, 2000
  - 49) Kardinaal AFM, Hoorneman G, Vnne K, Charels P, Ando S, Maggolini M, Charzewska J, Rotily M, Deloraine A, Heikkinen J, Juvin R, Schaafsma G. Determinants of bone mass and bone geometry in adolescent and young adult women. *Calcif Tissue Int* 66: 81-89, 2000
  - 50) Teegarden D, Lyle RM, Proulx WR, Johnston CC, Weaver CM. Previous milk consumption is associated with greater bone density in young women. *Am J Clin Nutr* 69: 1014-1017, 1999
  - 51) 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
  - 52) Park YJ. Influence of dietary and environmental factors on bone health in elderly Koreans. Chungang Univ. Ph.D of Degree, 1999