

한국 남자의 연령별 골밀도에 영향을 미치는 영양요인 분석*

유춘희¹⁾ · 이정숙^{2)§} · 이일하³⁾ · 김선희⁴⁾ · 이상선⁵⁾ · 강순아⁶⁾

상명대학교 외식영양학과,¹⁾ 한국식품영양재단,²⁾ 중앙대학교 가정교육학과,³⁾ 국민대학교 식품영양학과,⁴⁾ 한양대학교 식품영양학과,⁵⁾ 경희대학교 동서의학대학원⁶⁾

Nutritional Factors Related to Bone Mineral Density in the Different Age Groups of Korean Men*

Yu, Choon Hie¹⁾ · Lee, Jung Sug^{2)§} · Lee, Lilha³⁾
Kim, Sun Hee⁴⁾ · Lee, Sang Sun⁵⁾ · Kang, Soon-Ah⁶⁾

Department of Food Service Management & Nutrition,¹⁾ Sangmyung University, Seoul 110-743, Korea
Korea Food Nutrition Foundation,²⁾ Seoul 121-020, Korea

Department of Home Economics Education,³⁾ Chungang University, Seoul 156-756, Korea

Department of Food & Nutrition,⁴⁾ Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

Department of Food & Nutrition,⁵⁾ Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

Department of Medical Nutrition,⁶⁾ Graduate School of East-West Medical Science, Kyunghee University, Seoul 130-701, Korea

ABSTRACT

Nutritional factors affecting bone mineral density (BMD) in the different age groups of Korean men were investigated to obtain baseline data for maintaining bone health. Information on diet and anthropometry was collected in 80 elementary school children, 83 high school students, 87 adults aged 25 to 35 years and 98 elderly people over 60 years of age. Data for food and nutrient intake were obtained by 24-hour recall method. BMDs of lumbar spine (L₂-L₄) and femoral neck were measured by dual energy x-ray absorptiometry. The relationship between BMD and nutritional factors were analyzed. In the femoral neck, 5.7% of adults was classified as osteopenia and 47.9% and 37.8% of the elderly were classified as osteopenia and osteoporosis. It was shown that plant protein, Ca, P, Fe, thiamin, riboflavin and vitamin C intakes were related with BMD in all age groups. As for the mean adequacy ratio (MAR) of nutrients, the lowest quartile group of BMD showed significantly lower MAR among children. The RDA percent of nutrients was a strong influential factor on BMD. Subjects who consumed below 75% of Korean RDA in energy, vitamin A, thiamin, and vitamin C showed lower BMD. Stepwise multiple regression analysis revealed that MAR in children, vegetable Ca in adolescents, and vitamin C in adults and elderly people were the highest influential factor on BMD. Therefore, the above results demonstrated that not only calcium but also other nutrients such as protein, iron, vitamin A, riboflavin, and vitamin C were necessary in order to keep the healthy bone status. In addition, although there were various dietary factors that influenced bone density, MAR was identified as the major factor that affected bone density. Thus, a balanced diet that includes all nutrients is necessary for a healthy bone density. (*Korean J Nutrition* 37(2) : 132~142, 2004)

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

서론

골격은 신체를 지탱하여 주고 형태를 유지시켜 주는 중

접수일 : 2002년 8월 27일

채택일 : 2004년 3월 5일

*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.

요한 역할을 한다. 이러한 골격은 골 용출과 골 형성이 반복되면서 재형성이 활발하게 일어나는 대사성 기관이다.^{1,2)} 골격의 대사는 연령에 따라 달라져 성장기에는 골형성이 골용출보다 우세하고 나이가 들어 노년기에 들어서면 골용출이 골형성을 능가하게 된다.³⁾ 즉, 사람의 골격량은 대략 30대까지 증가하여 최대 골질량에 도달하였다가 30대 중반부터 점차 골격 손실이 시작된다.⁴⁾

골격대사의 변화로 인한 대표적인 대사성 골질환인 골다공증 (osteoporosis)은 골격의 화학적 조성에는 변화가 없

고 단위 용적당 질량이 감소되어 척추, 요골 및 대퇴부의 골절을 쉽게 초래하는 질병이다.^{5,6)} 골다공증에 의한 골절은 주로 척추의 압박골절, 대퇴부 근위부 골절 및 요골 원위부 골절이 대부분이며 그 외에도 늑골, 골반골, 상완골 경부 등에서 발생한다.⁷⁾ 골다공증에 의한 골절 중에서도 사망 및 유병율의 주된 원인이 되는 고관절골절은 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.⁸⁾ 이처럼 골다공증은 그 자체가 문제가 되는 것은 아니나 골절이 되면 일상생활이 불편해지고 생명이 위태로워질 수도 있기 때문에 관심을 가져야 한다.

골격 건강상태는 흔히 세계보건기구에서 정한 임상적 기준⁹⁾을 적용하여 평가한다. 즉, 골밀도가 최대 골질량의 -1 SD (standard deviation)보다 높을 때를 정상으로 간주하고, 골밀도가 -2.5 S.D. 이상 -1 S.D. 미만일 때 골감소증 (osteopenia), 골밀도가 -2.5 SD 이하이며 골절이 수반되었을 때 골다공증 (osteoporosis)으로 구분한다. 이러한 임상적 기준에 의해 평가된 골다공증의 이환율을 보면 미국에서는 45세 이상 인구 중 1,500~2,000만명이 골다공증 환자라고 하며 일본에서는 골다공증 환자가 2000년대에 540만 명에 달할 것으로 추정 발표했다.¹⁰⁾ 우리나라의 경우에 정확한 통계는 없으나, 1998년 약 200만명 정도의 골다공증 환자가 있고, 이중 5~10만 명 정도는 골절을 일으키는 것으로 추정되었으며,¹¹⁾ 최근 연구에서도¹²⁻¹⁴⁾ 병원을 찾는 환자 중 많은 수가 골다공증으로 진단된다고 보고하였다.

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 알려져 있다.¹⁵⁻²¹⁾ 또한 비타민 D와 비타민 K의 섭취부족,²²⁻²⁴⁾ 동물성 단백질, 염분 또는 섬유질의 과다섭취²⁵⁻³⁰⁾ 등이 골밀도를 감소시키는 인자인 것으로 보고된다.

우리나라 사람들의 칼슘 섭취상태는 양호하지 못하다. 2001년도 국민건강·영양조사보고서³¹⁾에 의하면 1일 1인당 평균 칼슘 섭취량이 496.9 mg으로 한국인 영양권장량의 72.8% 수준이며, 칼슘 권장량의 125% 이상 섭취하는 가구가 전체조사대상자의 10.8%에 불과했고, 권장량의 75% 미만을 섭취하는 가구가 전체 조사대상자의 64.5%로 조사되고 있다. 또한 우리 국민들의 1일 1인당 남자들의 연령별 평균 칼슘 섭취량은 7~12세 481.6 mg, 13~19세 465.6 mg, 20~

29세 491.2 mg, 30~49세 532.9 mg, 65세이상의 노인 연령층에서 428.5 mg이었고, 이들 연령층 중 13~19세와 65세 이상의 노인 연령층에서 한국인 영양권장량의 54.8%, 61.3%를 섭취하여 칼슘 섭취가 가장 낮은 것으로 보고되고 있다.³¹⁾

따라서 노인 연령층을 대상으로 여러 요인이 골밀도에 어떠한 영향을 미치는가에 관한 다양한 연구가 국·내외에서 이루어지고, 칼슘 섭취량과 골밀도 사이의 관계에 대한 연구 역시 주로 폐경기 전·후의 여성을 대상으로 수행되어왔다.^{22,32-35)} 그러나 폐경 증상을 겪지 않고 에스트로겐의 영향을 받지 않는 남성을 대상으로 한 연구는 거의 없다. 또한 아동 및 청소년의 골 상태를 판정할 수 있는 정확한 기준이 설정되어있지 않고, 이들 연령층의 골밀도에 영향을 미치는 영양소에 관한 연구 역시 거의 전무한 실정이며 특히 남자를 대상으로 조사된 연구가 드물다. 노인 뿐 아니라 골격의 성장과 성숙이 이루어지는 연령층에서 식품을 통한 칼슘 섭취량이 부족한 우리의 입장을 고려할 때 연령별 골밀도 상 태와 식이 내용과의 관계를 밝혀내는 일은 점차 그 발생률이 증가하고 있는 골다공증 예방을 위해 시급히 이루어져야 할 과제이다.

그러므로 본 연구에서는 우리나라 성장기 어린이, 청소년, 성인 및 60세 이상 노인층의 남자들을 대상으로 골밀도에 영향을 미치는 여러 요인 중 영양소 섭취와 관련된 요인들을 종합적으로 고찰하여 봄으로서 남성의 골격 건강을 유지하기 위한 적절한 식생활 지침을 제공하고자 한다.

연구방법

1. 조사대상 및 기간

본 조사는 1998년 7월부터 1999년 1월 사이에 실시되었으며, 서울 시내에 거주하는 초등학교 2학년 남학생 80명, 고등학교 1학년과 2학년 남학생 83명, 25~35세 사이의 성인 남자 87명 및 서울과 목포에 거주하는 60세 이상의 노인 남자 98명을 대상으로 하였다.

본 연구에서는 먼저 모든 대상자들의 골밀도를 측정하였고, 측정된 골밀도를 기준으로 하여 각 연령층별로 세군으로 분류하였다. 즉 노인과 성인의 경우 WHO에서 제시한 기준에 따라 정상군 (normal), 골감소증 (osteopenia), 골다공증 (osteoporosis)군 으로 분류하였다. 정상군은 측정된 뼈의 T-score가 -1.0 이상일 때, 골감소증군은 T-score가 -1.0~-2.5 사이일 때, 골다공증군은 T-score가 -2.5 이하일 때로 분류하였다.³⁶⁾ 성장기 어린이와 청소년의 경우 WHO에서 제시한 기준에 의해 골 건강 상태를 평가할 수

없기 때문에 대퇴경부 골밀도 수준에 따라 4분위로 분류하였다. 즉, 골밀도가 상위 25 percentile인 경우 Q_1 (Quartile 1) 군으로 분류하였고, 25~75 percentile인 경우 Q_{2-3} 군으로 분류하였으며, 하위 25 percentile에 속하는 경우에 Q_4 군으로 분류하였다.

2. 조사내용 및 방법

1) 식이섭취실태

조사대상자의 식품 및 영양소 섭취실태는 아동의 경우 어머니를 대상으로, 청소년, 성인 및 노인의 경우 설문지를 통한 개인 면담으로 조사되었다. 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 대답을 유도하였으며, 음식 및 식품의 눈 대중량³⁶⁾을 이용하여 무게로 환산하였다. 식이섭취 조사자료는 한국영양학회 부설 영양정보센터에서 개발한 영양평가 프로그램인 CAN-PRO를 이용하여 분석되었으며 개인별 1일 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 우리 나라 초등학생의 성별, 신장별 표준 체중³⁷⁾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, L_2-L_4)와 대퇴경부 (Femoral neck)를 측정하였다.

3. 자료 처리 및 분석

1) 영양소 섭취 상태 분석

CAN PRO를 이용하여 개인의 1일 영양소 섭취량을 한국인 영양권장량³⁸⁾과 비교하여 이에 대한 백분율을 계산하였다.

또한 개인의 영양소 적정 섭취비 (nutrient adequacy ratio : NAR)를 산출한 후 각 조사대상자의 전체적인 식이 섭

취의 질을 평가하기 위해 각 영양소의 NAR을 평균한 평균 적정 섭취비 (mean adequacy ratio : MAR)를 계산하였다.³⁹⁾ MAR 계산에 포함시킨 영양소는 한국인 영양권장량에 설정되어 있는 15가지 영양소 중 9가지 영양소 (단백질, 칼슘, 철분, 인, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 C)였다.

2) 자료의 통계처리

본 조사의 모든 자료를 SAS program을 이용하여 분석하였다. 각 측정치의 평균과 표준편차를 구하였고 각 그룹간의 유의성 검증은 GLM (Generalized Linear Model)을 이용하였고, 유의성이 확인되면 Tukey's studentized range test와 Student's t-test를 실시하였다. 골밀도에 영향을 미치는 요인 중 영양적인 요인만을 찾아내기 위해 편회귀법을 이용하여 골밀도를 키와 체중에 대해 보정한 후 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.

연구결과 및 고찰

1. 조사대상자의 일반사항

조사대상자의 일반적인 사항은 Table 1에 제시되어 있다. 조사대상자의 평균 연령은 아동 7.7세, 청소년 16.8세, 성인 29.5세, 노인 72.1세였으며, 신장과 체중은 아동 128.4 cm, 29.5 kg, 청소년 172.2 cm, 64.7 kg, 성인 172.5 cm, 71.2 kg, 노인 163.6 cm, 63.0 kg이었다.

조사대상자의 비만도를 평가할 수 있는 지표인 RBW (relative body weight)와 BMI를 보면 아동기의 평균 RBW는 111.8% 이었고, BMI는 청소년 21.7 kg/m², 성인 23.9 kg/m², 노인 23.5 kg/m² 이었다. 성인과 노인의 허리둘레와 엉덩이둘레를 보면 성인은 83.2 cm, 96.8 cm 였고, 노인은 88.5 cm, 96.5 cm로 조사되었으며 허리/엉덩이둘레 비는 성인 0.86, 노인 0.92로 성인에 비해 노인이 높았다.

2. 연령군별 골밀도 상태

조사대상자의 골밀도를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 대퇴경부 (Femoral neck) 골밀도를 보면 청소년과 성인이 모두 1.04 g/cm²로 아동 0.66 g/cm²나 노인 0.74 g/cm²에 비하여 유의적으로 높았다. 요추 골밀도는 성인이 1.19 g/cm²로 가장 높았고, 노인 1.02 g/cm², 청소년 0.98 g/cm²로서 성인에 비해 유의적으로 낮았으며, 아동은 0.69 g/cm²

로 가장 낮았다.

아동의 경우 연령의 기준치와 비교한 Z-score를 보았을 때 대퇴경부는 -0.02, 요추는 -0.04 였다. 청소년 이후 연령층을 대상으로 최대골질량을 기준으로 한 T-score를 비교해 보면 대퇴경부의 경우 성인이 0.65로 가장 높았으나

청소년과 비교시 유의적인 차이는 없었으며, 노인이 -2.16으로 청소년과 성인에 비해 유의적으로 낮았다. 요추의 경우 성인이 0.03으로 청소년 -0.56과 노인 -0.71보다 유의적으로 높았으며, 청소년이 노인보다 높은 수치를 보였으나 유의적인 차이는 아니었다.

Table 1. Physical characteristics of the subjects

	Children	Adolescents	Adults	Elderly
Age (year)	7.7 ± 0.5 ¹⁾	16.8 ± 0.5	29.5 ± 2.9	72.1 ± 6.5
Height (cm)	128.4 ± 5.8	172.2 ± 5.0	172.5 ± 5.4	163.6 ± 6.2
Weight (kg)	29.5 ± 6.7	64.7 ± 11.0	71.2 ± 9.7	63.0 ± 9.9
RBW (%) ²⁾	111.8 ± 18.9	-	-	-
BMI (kg/m ²) ³⁾	-	21.7 ± 3.4	23.9 ± 3.0	23.5 ± 3.4
Waist (cm)	-	-	83.2 ± 7.7	88.5 ± 9.3
Hip (cm)	-	-	96.8 ± 5.5	96.5 ± 6.3
Waist/Hip ratio	-	-	0.86 ± 0.05	0.92 ± 0.06

1) Mean ± SD

2) Relative body weight (%) = (body weight/ideal body weight) × 100⁴⁾

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

Table 2. Bone mineral density (BMD) of the subjects classified by age groups

		Children	Adolescents	Adults	Elderly
Femoral neck	BMD (g/cm ²)	0.66 ± 0.15 ^{3)c}	1.04 ± 0.14 ^a	1.04 ± 0.17 ^a	0.74 ± 0.15 ^b
	Z-score ^{1)/T-score²⁾}	-0.02 ± 0.98	0.60 ± 1.13	0.65 ± 1.14	-2.16 ± 1.30
Lumbar spine (L2 - L4)	BMD (g/cm ²)	0.69 ± 0.07 ^c	0.98 ± 0.13 ^b	1.19 ± 0.13 ^a	1.02 ± 0.20 ^a
	Z-score / T-score	-0.04 ± 0.99	-0.56 ± 1.00	0.03 ± 1.04	-0.71 ± 1.81

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

abc: Values with different superscripts in the same row are significantly different at α = 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

	Group	n (%)	BMD (g/cm ²)	Z-score ^{3)/T-score⁴⁾}
Children ¹⁾	Q ₁	20 (25.0)	0.81 ± 0.06 ⁵⁾	0.94 ± 0.44
	Q _{2,3}	39 (48.7)	0.69 ± 0.04	0.19 ± 0.27
	Q ₄	21 (26.3)	0.46 ± 0.12	-1.32 ± 0.82
Adolescents ¹⁾	Q ₁	21 (25.3)	1.22 ± 0.06	2.07 ± 0.49
	Q _{2,3}	41 (49.4)	1.03 ± 0.05	0.55 ± 0.41
	Q ₄	21 (25.3)	0.87 ± 0.08	-0.77 ± 0.63
Adults ²⁾	Normal	82 (94.3)	1.05 ± 0.17	0.76 ± 1.09
	Osteopenia	5 (5.7)	0.82 ± 0.01	-1.10 ± 0.26
Elderly ²⁾	Normal	14 (14.3)	0.98 ± 0.15	0.06 ± 1.23
	Osteopenia	47 (47.9)	0.77 ± 0.05	-1.89 ± 0.39
	Osteoporosis	37 (37.8)	0.60 ± 0.07	-3.33 ± 0.64

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

Q₁: BMD ≥ 75 percentile

Q_{2,3}: 25 < BMD < 75 percentile

Q₄: BMD ≤ 25 percentile

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

대퇴경부와 요추 골밀도를 성인 골밀도에 대한 비율로 보면 대퇴경부 골밀도의 경우 아동은 성인의 62.5%, 청소년 100%, 노인 71.2%였으며, 요추 골밀도에서는 아동 58%, 청소년 82.3%, 노인 85.7%로 나타났다. 대퇴경부 골밀도는 성인과 청소년 두 연령군 사이에서 유의한 차이가 없었으며, T-score 역시 청소년과 성인사이에서 유의한 차이를 보이지 않았으나, 요추 골밀도와 T-score는 두 연령군 간에 차이가 있었다. 이로 보아 대퇴경부 골밀도는 남자의 경우 청소년기에 최대 골질량에 근접하고, 요추 골밀도는 청소년기 이후에도 계속 증가되어 성인기에 최대 골질량에 도달하는 것으로 보인다. 이는 Lee⁴⁰⁾의 최대 골질량 형성시기가 골격의 부위에 따라 차이를 보였다는 연구결과와 일치하였다. 본 연구에서 청소년의 대퇴경부 골밀도는 성인군과 유사한 수준을 유지하여 대퇴경부의 최대골질량 형성시기가 25~29세였다는 Lee⁴⁰⁾의 연구결과보다는 이른 것으로 나타났다. 청소년기에 최대골질량에 도달한다는 다른 여러 연구결과들⁴¹⁻⁴³⁾과는 일치하였다.

많은 선행 연구결과에서 보면 요추 골밀도가 성장기에 최대 골질량에 도달하며 그 이후 감소한다는 보고들^{44,45)}이 있으며, 또는 이와 반대로 요추 골밀도가 성인기 (25~35세)

까지 계속적으로 증가하여 35세 전후에 최대 골질량에 이른다고 주장하는 보고들도 있다.^{40,46,47)} 본 연구대상자들의 요추 골밀도는 청소년기 이후에도 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구에서 요추가 최대 골질량에 도달하는 시기는 확인되지 않았으나 본 성인 남자 대상자들의 평균 나이가 29.5세인 것을 감안할 때 대략 30세까지 요추 골밀도가 증가되는 것으로 사료된다.

3. 골격 건강 상태에 따른 조사대상자 분포 및 골밀도

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

아동의 골밀도를 4분위로 하여 분류할 때 상위 25 percentile에 속하는 Q₁군은 경우 0.746 g/cm² 이상이었으며, 25~75 percentile에 속하는 Q₂₋₃군은 0.619~0.746 g/cm², 75 percentile 이상의 Q₄군은 0.619 g/cm² 이하였다. 청소년의 경우에는 Q₁군이 1.149 g/cm² 이상이었으며, Q₂₋₃군은 0.959~1.149 g/cm² 사이였으며, Q₄군은 0.959 g/cm² 이하였다. 평균 골밀도를 보면 Q₁군이 1.22 g/cm², Q₄군은 0.87 g/cm²였다.

성인 남자의 대퇴경부 골밀도는 WHO 기준에 따라 정상으로 분류된 대상자가 94.3%로 대부분이었고, 나머지 5.7%

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

	Children (n = 80)			Adolescent (n = 83)		
	Q ₁ (n = 20)	Q _{2,3} (n = 39)	Q ₄ (n = 21)	Q ₁ (n = 21)	Q _{2,3} (n = 41)	Q ₄ (n = 21)
Energy (kcal)	1901.7 ± 262.1 ¹⁾	1894.6 ± 264.4	1742.0 ± 335.1	2141.8 ± 399.4 ¹⁾	2108.1 ± 436.4	1936.3 ± 528.3
Protein (g)	72.0 ± 13.4	77.8 ± 16.7	70.8 ± 12.5	89.6 ± 23.3	87.6 ± 22.2	81.6 ± 29.2
Animal protein (g)	37.7 ± 11.7	45.4 ± 16.5	42.6 ± 12.0	48.8 ± 17.5	50.7 ± 17.3	47.0 ± 21.9
Vegetable protein (g)	34.3 ± 6.6 ^{a)}	32.4 ± 7.8 ^{ab)}	28.2 ± 7.7 ^{b)}	40.8 ± 8.7	36.9 ± 10.0	34.6 ± 11.3
Fat (g)	55.2 ± 14.3	54.4 ± 16.8	51.1 ± 17.9	58.6 ± 15.7	59.0 ± 16.3	51.3 ± 22.7
Carbohydrate (g)	280.7 ± 46.2	273.8 ± 50.0	249.0 ± 56.0	313.9 ± 51.3	306.3 ± 64.4	286.3 ± 60.9
Ca (mg)	666.8 ± 238.7	647.4 ± 226.7	583.4 ± 160.9	597.7 ± 289.0	593.8 ± 217.0	591.0 ± 295.7
Animal Ca (mg)	439.5 ± 212.0	442.0 ± 211.4	391.7 ± 141.8	308.3 ± 239.7	352.6 ± 204.3	364.5 ± 255.8
Vegetable Ca (mg)	227.3 ± 63.3	205.5 ± 72.2	191.7 ± 94.9	289.4 ± 100.5 ^{A)}	241.2 ± 81.8 ^{AB)}	226.5 ± 74.9 ^{B)}
P (mg)	1160.4 ± 285.1	1194.0 ± 245.4	1108.1 ± 221.7	1362.3 ± 423.8	1344.0 ± 330.6	1259.4 ± 478.7
Ca/P ratio	0.56 ± 0.11	0.54 ± 0.13	0.52 ± 0.09	0.42 ± 0.11	0.44 ± 0.11	0.46 ± 0.11
Fe (mg)	10.7 ± 2.4	10.8 ± 2.6	9.9 ± 3.6	13.7 ± 4.4 ^{A)}	11.8 ± 4.0 ^{AB)}	10.8 ± 3.3 ^{B)}
Vitamin A (RE)	894.5 ± 335.2	820.7 ± 372.3	644.8 ± 579.2	849.4 ± 385.5	684.1 ± 312.3	662.0 ± 334.1
Thiamin (mg)	1.5 ± 0.6	1.5 ± 0.6	1.4 ± 0.6	1.5 ± 0.4 ^{A)}	1.5 ± 0.4 ^{A)}	1.2 ± 0.4 ^{B)}
Riboflavin (mg)	1.6 ± 0.5	1.5 ± 0.4	1.3 ± 0.4	1.4 ± 0.5	1.3 ± 0.4	1.1 ± 0.4
Niacin (mg)	15.8 ± 7.0	15.9 ± 7.5	13.8 ± 4.0	19.9 ± 5.2	18.7 ± 5.2	16.5 ± 6.7
Vitamin C (mg)	88.0 ± 46.0 ^{a)}	73.9 ± 45.7 ^{ab)}	58.0 ± 29.6 ^{b)}	108.7 ± 45.2 ^{A)}	81.0 ± 40.5 ^{B)}	79.0 ± 34.0 ^{B)}
Carbohydrate energy percent	58.8 ± 6.1	57.9 ± 7.5	57.3 ± 8.0	59.0 ± 3.6	58.4 ± 5.0	60.4 ± 7.1
Protein energy percent	15.2 ± 2.3	16.5 ± 2.8	16.4 ± 2.2	16.7 ± 2.7	16.6 ± 2.1	16.6 ± 1.9
Fat energy percent	26.0 ± 5.3	25.7 ± 6.1	26.3 ± 7.3	24.3 ± 2.7	25.0 ± 4.0	23.0 ± 5.8

1) Mean ± SD, ab: Values with different superscripts in the same row of children are significantly different at $\alpha = 0.05$ level by Tukey's studentized range test, AB: Values with different superscripts in the same row of adolescent 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

	Adults (n = 87)		Elderly (n = 98)		
	Normal (n = 82)	Osteopenia (n = 5)	Normal (n = 14)	Osteopenia (n = 47)	Osteoporosis (n = 37)
Energy (kcal)	2245.2 ± 674.0 ¹¹	1953.1 ± 318.6	1653.8 ± 434.0	1501.3 ± 404.2	1483.1 ± 446.2
Protein (g)	80.9 ± 28.3	80.1 ± 29.5	77.5 ± 34.4	60.3 ± 27.0	62.9 ± 31.3
Animal protein (g)	42.9 ± 25.9	51.5 ± 33.0	41.2 ± 33.3	30.9 ± 24.6	34.0 ± 28.6
Vegetable protein (g)	38.0 ± 14.9*	28.6 ± 4.9	36.3 ± 11.8 ^a	29.3 ± 7.9 ^b	28.9 ± 9.6 ^b
Fat (g)	60.4 ± 28.2	57.3 ± 20.5	32.5 ± 15.6	25.8 ± 16.5	28.7 ± 17.4
Carbohydrate (g)	315.4 ± 90.0	284.0 ± 32.1	231.8 ± 63.7	229.4 ± 62.0	224.0 ± 61.7
Ca (mg)	560.4 ± 267.1	451.8 ± 102.6	621.1 ± 315.4 ^a	408.6 ± 169.2 ^b	455.0 ± 250.1 ^b
Animal Ca (mg)	275.8 ± 231.1	220.9 ± 117.6	350.9 ± 280.6 ^a	191.4 ± 149.8 ^b	220.3 ± 207.1 ^b
Vegetable Ca (mg)	284.7 ± 136.4*	230.9 ± 34.4	270.2 ± 98.2	217.2 ± 93.5	234.7 ± 150.1
P (mg)	1228.2 ± 433.4	1097.6 ± 201.1	1188.4 ± 446.8 ^a	916.4 ± 317.6 ^b	945.2 ± 386.5 ^b
Ca/P ratio	0.46 ± 0.14	0.42 ± 0.10	0.51 ± 0.17	0.47 ± 0.16	0.48 ± 0.18
Fe (mg)	15.1 ± 17.3	10.7 ± 3.3	10.4 ± 3.4	8.5 ± 3.4	8.2 ± 3.6
Vitamin A (RE)	776.4 ± 424.1	767.5 ± 309.2	602.4 ± 367.9	508.3 ± 345.2	458.9 ± 356.7
Thiamin (mg)	1.5 ± 0.7	1.3 ± 0.6	1.0 ± 0.3	0.9 ± 0.4	0.9 ± 0.3
Riboflavin (mg)	1.3 ± 0.6	1.0 ± 0.5	1.0 ± 0.5 ^a	0.7 ± 0.4 ^b	0.8 ± 0.5 ^{ab}
Niacin (mg)	16.9 ± 8.2	17.0 ± 6.8	14.7 ± 8.7	13.2 ± 6.6	12.7 ± 6.6
Vitamin C (mg)	77.7 ± 39.5	64.7 ± 25.3	104.1 ± 67.9 ^a	70.3 ± 55.9 ^{ab}	60.3 ± 42.8 ^b
Carbohydrate energy percent	61.5 ± 8.9	57.9 ± 9.6	64.1 ± 10.5	69.9 ± 9.6	67.0 ± 11.2
Protein energy percent	14.5 ± 3.1	16.1 ± 3.2	18.7 ± 8.5	15.6 ± 4.0	16.3 ± 4.8
Fat energy percent	24.0 ± 7.5	26.0 ± 7.0	17.2 ± 5.2	14.6 ± 6.4	16.7 ± 7.8

1) Mean ± SD, *: Significantly different between normal and osteopenia groups of adults at $\alpha = 0.05$ level by the student's t-test, ab: Values with different superscripts in the same row of elderly are significantly different at $\alpha = 0.05$ level by Tukey's studentized range test

는 골감소증으로 판정되었고 골다공증으로 판정된 경우는 없었다. 노인의 경우 조사대상자의 14.3%만이 정상으로 판정되었고, 47.9%는 골감소증, 37.8%는 골다공증으로 판정되어 노인 조사대상자의 대부분이 골감소 증상을 보이고 있는 것으로 조사되었다.

성인에서 정상군의 골밀도와 T-score는 평균 1.05 g/cm², 0.76이었고, 골감소증군에서는 0.82 g/cm², -1.10이었다. 노인의 골밀도와 T-score는 정상군에서 평균 0.98 g/cm², 0.06, 골감소증군에서 0.77g/cm², -1.89, 골다공증군에서 0.60 g/cm², -3.33 로 나타났다.

골다공증 발생률은 인종이나 민족에 따라 차이가 있는 것으로 알려져 있으며 백인에게서 높고 흑인에게서 낮은 것으로 보고되어 있다.¹⁶⁾ Looker 등¹⁶⁾이 NHANES III 자료를 분석하여 미국에 거주하고 있는 50세 이상 백인, 흑인 및 멕시코인의 대퇴경부에서 골다공증 발병률을 조사한 결과 백인이 19%로 가장 높았고, 다음으로 멕시코인이었으며, 흑인이 가장 낮았다고 한다. 또한 전체 조사대상자 중 34~50%가 골감소증이었으며, 17~20%가 골다공증인 것으로 나타나 본 연구의 노인 대상자 보다는 낮았고, 성인의 높았다.

본 연구에서 노인의 골다공증 발생률이 높은 것은 조사 대상자의 연령이 높기 때문인 것으로 보이며, 성인의 경우에 골다공증으로 판정된 대상자가 없는 것은 본 연구에서 성인 대상자의 연령이 25~35세로서 골격의 퇴화보다는 골질량의 축적이 이루어지는 시기이기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 성인 중 골감소증으로 판정된 조사대상자는 골다공증으로의 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, 2와 같다.

아동과 청소년의 골격 건강 상태에 따른 1일 1인당 영양소 섭취량은 Table 4-1과 같으며, 아동의 경우 식물성 단백질과 비타민 C 섭취량은 Q₁군이 Q₂군보다 높았으며, 칼슘 섭취량은 Q₁군 666.8 mg, Q₂₋₃군 647.4 mg, Q₃군 583.4 mg이었고, 세 군 모두 식물성 칼슘보다는 동물성 칼슘의 섭취량이 많았으나 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 에너지 섭취량에 대한 탄수화물 : 단백질 : 지방은 각 군 간에 차이가 없었으며, 탄수화물에 대한 섭취비가 세 군 모두 60% 이하였고, 지방에 대한 섭취비는 세 군 모두 25% 이상이

었다. 청소년의 경우 Q₁군이 대부분의 영양소 섭취량이 높았으며, 식물성칼슘, 철분, 티아민, 비타민 C의 섭취량이 세 군 간에 유의적인 차이를 보였다. 칼슘 섭취량은 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그러나 식물성 칼슘 섭취량은 Q₁군이 289.4 mg로, Q₂군의 226.5 mg보다 유의적으로 높았다. 철 섭취량은 Q₁군이 Q₂군보다 유의적으로 높았으며, 티아민 섭취량은 Q₁군과 Q₂₋₃군이 Q₄군보다 높았고, 비타민 C 섭취량은 Q₁군이 Q₂₋₃군과 Q₄군에 비해 높았다.

성인과 노인의 골격 건강 상태에 따른 1일 1인당 영양소 섭취상태는 Table 4-2와 같다. 성인의 경우 식물성 단백질과 식물성 칼슘 섭취량이 정상군에서 골감소증군보다 유의적으로 많았다. 그러나 그 외 다른 영양소 섭취량은 유의적 차이가 나타나지 않았다. 노인의 경우 식물성 단백질, 칼슘, 동물성 칼슘, 인, 리보플라빈 섭취량은 정상군이 골감소증군이나 골다공증군보다 유의적으로 많았으며 비타민 C의 섭취량은 정상군이 골다공증군보다 유의적으로 많았다. 비타민 C의 섭취는 정상군이 골다공증군보다 유의적으로 많

이 섭취하였다.

이상의 결과를 종합해 보면 골격 건강 상태에 따라 섭취량이 유의하게 달라진 영양소들은 식물성단백질, 칼슘, 동물

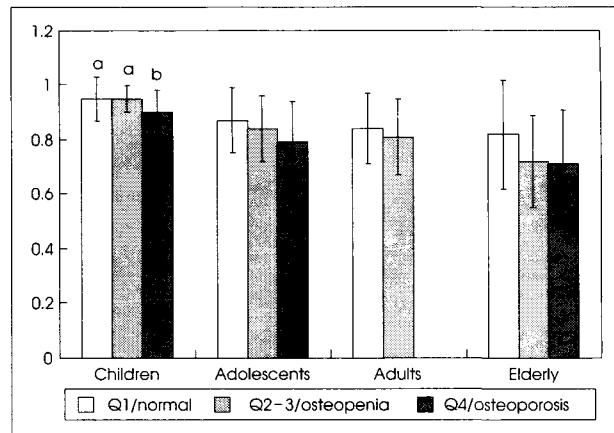


Fig. 1. Comparison of MAR of the groups classified by bone health status by age groups. ab: Values with different superscripts are significantly different at $\alpha = 0.05$ level by Tukey's studentized range test.

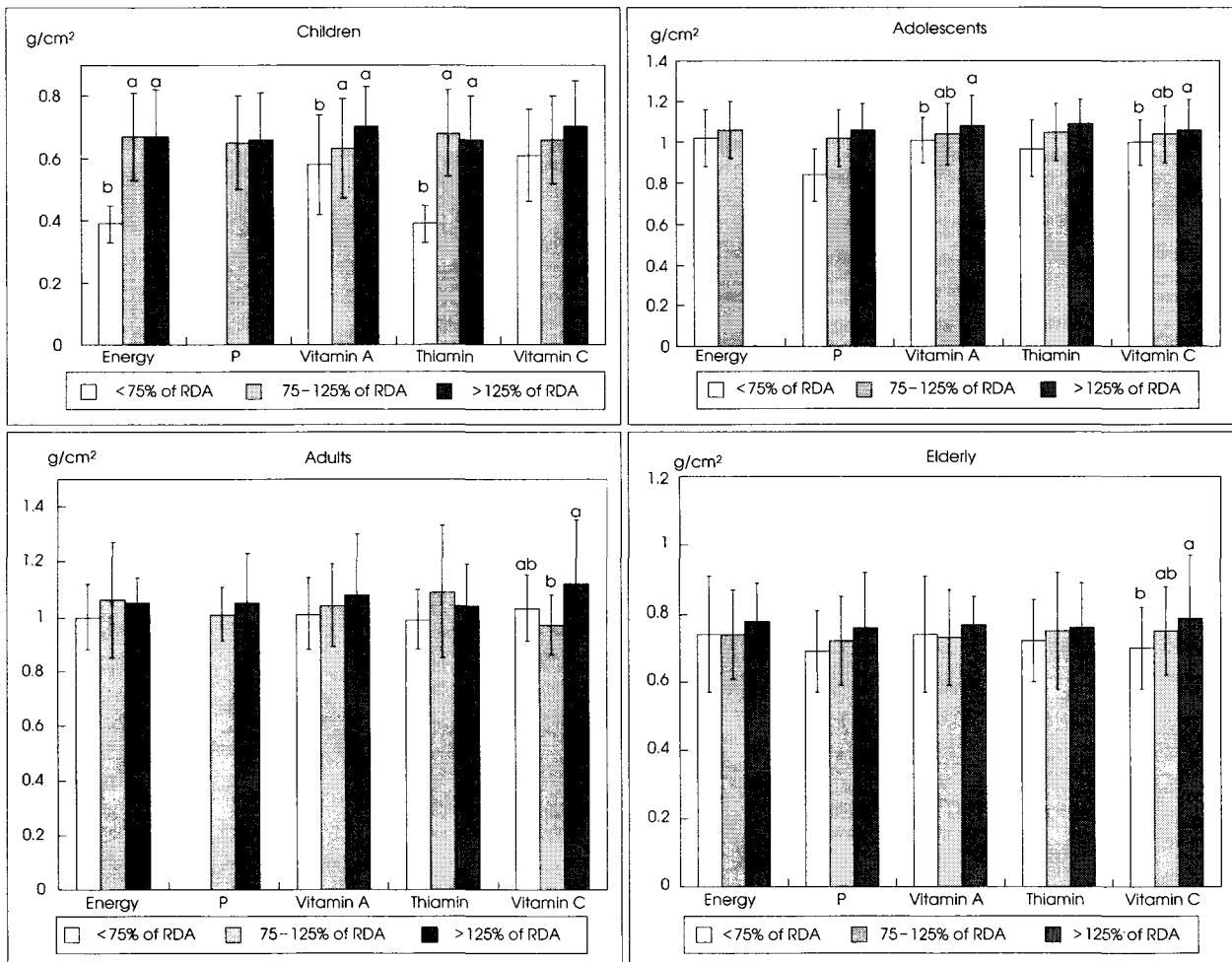


Fig. 2. BMD of femoral neck of the groups classified by percent of RDA for nutrients. ab: Values with different superscripts are significantly different at $\alpha = 0.05$ level by Tukey's studentized range test.

성칼슘, 식물성칼슘, 인, 철, 티아민, 리보플라빈, 비타민 C 등이었으며, 식물성 단백질은 아동, 성인 및 노인 골격 건강 상태에 영향을 미쳤고, 칼슘 섭취량은 노인의 골격 건강 상태가 나쁠 때 유의하게 낮아졌다. 동물성 칼슘은 노인의 골격 건강 상태에, 식물성 칼슘은 청소년과 성인의 골격 건강 상태에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 칼슘 섭취량은 아동을 제외한 연령층의 남자 골격 건강 상태에 영향을 미치는 식이 인자인 것으로 확인되었다. 단백질과 칼슘 이외에 남자의 골격 건강 상태에 큰 영향을 미친 영양소는 비타민 C로 아동, 청소년 및 노인의 골격 건강 상태가 나쁜 군에서 정상군에 비하여 유의하게 낮아졌다.

이상에서 개별적으로 몇 가지 영양소의 섭취량이 골격 건강 상태에 따라 분류된 군 간에 유의차가 있는 것으로 조사되었다. 그러나 골격 건강 상태에는 여러 영양소의 섭취량이 복합적으로 영향을 미칠 수 있기 때문에 영양섭취적정도인 MAR과 골격 건강 상태와의 관계를 분석하였다. 그 결과는 Fig. 1과 같다. MAR은 아동의 골격 건강 상태에 따라 골밀도가 높은 Q₁군과 Q₂₋₃군이 Q₄군에 비해 유의적으로 높았다. 청소년과 성인의 경우 유의적인 차이를 보이지 않았으나 골격 건강 상태가 좋은 군에서 MAR이 높았으며, 골격 건강 상태가 나쁜 군의 MAR은 낮았다. 전반적으로 아동의 MAR이 0.90 이상으로 양호하였고, 청소년, 성인 및 노인의 MAR 역시 골격 건강 상태가 좋은 군에서 0.8 이상으로 양호하게 섭취한 것으로 조사되었다. 이로 보아 전반적인 식이의 질이 골 건강 상태에 영향을 미쳤으며 영양섭취 적정도가 양호한 사람일수록 골 건강상태도 좋다는 사실이 확인되었다.

앞에서 논의한 것처럼 국내·외 많은 연구결과^(3,5,21)들은 영양소 섭취상태가 골밀도에 영향을 미치는 주요인자임을 밝히고 있다. 본 연구에서도 연령군에 따라 다르기는 하나 골밀도 수준이 낮은 군에서 몇 가지 영양소의 섭취량이 유의하게 낮은 것을 확인하였다.

5. 영양 권장량 섭취비율에 따른 골밀도 비교

영양소별 섭취수준이 골밀도에 미치는 영향을 알아보기 위해 각 영양소별로 권장량에 대한 섭취비율을 75% 미만, 75% 이상 125% 미만, 125% 이상의 세 군으로 나누어 대퇴경부 골밀도를 비교하였다.

그 결과 전반적으로 영양소 섭취량이 높을수록 골밀도가 높아지는 것으로 조사되었다. 아동의 대퇴경부 골밀도는 에너지, 비타민 A 및 티아민의 RDA %가 75% 이하인 군보다 75% 이상인 군에서 유의하게 높았다. 청소년 남자의 골밀도는 비타민 A와 비타민 C의 RDA %가 125%이상인 군

에서 높았으며, 성인 남자의 경우에도 비타민 C의 RDA %에 따라 골밀도가 영향을 받았다. 노인 남자의 골밀도 역시 비타민 C의 RDA %가 75% 이하에서보다 125% 이상인 군에서 유의적으로 높았다 (Fig. 2).

즉, 골격 건강 상태와 영양소 섭취 상태는 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났으며, 어떤 연령층을 막론하고 모든 영양소들을 권장량 이상 섭취하면 골밀도가 충분히 성장, 성숙 및 유지될 수 있는 것으로 확인되었다. 반면 권장량의 75% 미만 섭취하는 영양소의 종류가 증가하면 골밀도 유지에 부정적인 영향이 나타날 수 있는 것으로 사료된다.

6. 골밀도와 관련 요인들간의 상관관계

키, 체중, BMI 등 체위는 개인의 골밀도와 밀접한 관계가 있다고 한다.^(23,25,26) 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 식물성 단백질, 총 칼슘, 식물성 칼슘, 인, 비타민 A, 리보플라빈, 비타민 C 및 MAR이 골밀도와 양의 상관관계를 보였으며,

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

		Pearson's coefficient (r)
Children	Vegetable protein	0.29***
	Total Ca	0.23**
	Vegetable Ca	0.28**
	P	0.19*
	Vitamin A	0.22**
	Riboflavin	0.24**
	Vitamin C	0.23**
	MAR ¹⁾	0.29***
Adolescents	Vegetable Ca	0.23**
	Fe	0.23**
	Vitamin A	0.20*
	Riboflavin	0.19*
Adults	MAR	0.25*
	Vegetable protein	0.22**
	Total Ca	0.21*
	Vegetable Ca	0.22**
	P	0.21*
Elderly	Vitamin A	0.20*
	Vitamin C	0.24**
	Vegetable protein	0.19*
	Vitamin C	0.22**
	MAR	0.20*

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 several variables on BMD of femoral neck by age groups

	Step	Variables	β	Cumulative R ²	P>F
Children	1	MAR ¹⁾	0.5988	0.084	0.009
Adolescents	1	Vegetable Ca	0.0005	0.086	0.007
Adults	1	Vitamin C	0.0011	0.058	0.024
Elderly	1	Vitamin C	0.0001	0.066	0.011

Adjusted for height and weight

1) MAR: Mean adequacy ratio

청소년의 경우 식물성 칼슘, 철, 비타민 A, 리보플라빈 및 MAR이 골밀도와 양의 상관관계를 보였다. 성인의 경우 식물성 단백질, 총 칼슘, 식물성 칼슘, 인, 비타민 A 및 비타민 C의 섭취량과 골밀도 사이에서 유의적인 양의 상관관계가 있었다. 노인의 골밀도는 식물성 단백질, 비타민 C 섭취량 및 MAR 사이에서 양의 상관관계를 보였다 (Table 5). 본 연구결과 연령에 따라 차이는 있지만 다양한 영양소 섭취상태가 골밀도와 상관관계를 보여 골밀도에 여러 영양소들이 영향을 미친다는 선행연구^{50,53,54)}들과 일치된 결과를 보였다.

영양 및 식품 섭취 상태와 골밀도 사이에 상관성이 있는 것으로 분석된 요인들을 독립변인으로 하여 다중회귀분석한 결과는 Table 6과 같다. 아동의 골밀도에 가장 큰 영향을 미친 인자는 MAR로 8.4%의 설명력을 보였고, 청소년의 골밀도는 식물성 칼슘에 의한 영향이 가장 큰 것으로 나타났고, 성인과 노인의 골밀도에 가장 큰 영향을 미친 요인은 비타민 C로 각각 5.8%와 6.6%의 설명력을 보였다.

Teegarden 등⁵⁵⁾은 체중 이외에 사춘기 동안의 우유 섭취량과 현재의 칼슘 섭취량이 골밀도에 영향을 미치는 주요인자라고 보고하였다. 본 연구에서도 노인을 제외한 연령층에서 칼슘 섭취가 골밀도에 영향을 미치는 것으로 조사되었고, 특히 청소년의 경우 식물성 칼슘 섭취량이 골밀도에 가장 큰 영향을 미치는 인자로 나타났다.

국내의 선행연구에서도 여러 영양소들이 골밀도에 영향을 미치는 것으로 조사되었는데^{25,33,52,56,57)} 주로 칼슘, 인, 단백질, 비타민 B₁ 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 도시지역에 거주하는 아동 (남자 80명, 연령 7~8세), 청소년 (남자 83명, 연령 15~18세), 성인 (남자 87명, 연령 25~35세) 및 노인 (남자 97명, 연령 60세 이

상)을 대상으로 식이 요인이 연령별 골밀도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 실시되었다.

본 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 조사대상자의 평균 연령은 아동 7.7세, 청소년 16.8세, 성인 29.5세였고, 노인 72.1세였으며, 신장과 체중은 아동 128.4 cm, 29.5 kg, 청소년 172.2 cm, 64.7 kg, 성인 172.5 cm, 71.2 kg, 노인 163.6 cm, 63.0 kg이었으며, RBW (relative body weight)와 BMI 모두 정상범위에 속하였다.

2) 조사대상자들의 평균 골밀도는 대퇴경부의 경우 아동 0.66 g/cm², 청소년 1.04 g/cm², 성인 1.04 g/cm², 노인 0.74 g/cm²였으며, 요추의 경우 아동 0.69 g/cm², 청소년 0.98 g/cm², 성인 1.19 g/cm², 노인 1.02 g/cm²으로 대퇴경부와 요추 골밀도 모두 성인이 높았고 아동이 가장 낮았다.

3) 대퇴경부의 골격 건강 상태를 보면 성인의 경우 94.3%가 정상범위에 속하였으며, 5.7%는 골감소증으로 분류되었다. 노인의 경우는 골감소증 47.9%, 골다공증 37.8%로 골격건강상태가 좋지 않았다.

4) 골격 건강 상태에 따른 영양소 섭취량을 보면 식물성 단백질, 총 칼슘, 동물성 칼슘, 식물성 칼슘, 인, 철, 티아민, 리보플라빈 및 비타민 C의 섭취량이 연령군별 골격 건강 상태에 영향을 미치는 것으로 나타났다. MAR의 경우 아동에게서만 골격 건강 상태가 좋은 군의 MAR 값이 유의적으로 높았다. 영양소별 RDA 섭취비율은 연령군에 따라 관련성이 차이가 있으나 에너지, 비타민 A, 티아민, 비타민 C 등의 섭취가 권장량의 75% 미만인 사람들의 골밀도가 낮게 나타났다. 그리고 연령군별 골밀도와 영양 요인의 관련성을 볼 때 아동과 노인이 성인과 청소년에 비해 다양한 영양소의 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

5) 골밀도에 영향을 미치는 영양요인들을 다중 회귀분석한 결과를 보면 연령군에 따라 차이는 있지만 아동의 경우 MAR이, 청소년은 식물성 Ca, 성인과 노인은 비타민 C가 대퇴경부 골밀도에 가장 큰 영향을 미치는 인자였다.

이와 같이 본 연구에서는 칼슘 섭취량이 골밀도에 영향을 미치는 주요 인자인 것으로 확인되었으나 칼슘 뿐 아니라 단백질, 철, 비타민 A, 리보플라빈, 비타민 C 등 다른 영양소들도 골밀도 유지를 위해서 필요한 영양소인 것으로 나타났다. 권장량의 75% 미만 섭취하는 영양소들의 종류가 늘어날 때 골밀도가 낮아질 수 있음을 유념해야 한다고 본다. 또한 각 연령군별 골밀도에 영향을 미치는 식이 요인이 다양하였지만 전반적인 영양소 섭취를 판정하는 기준인 MAR이 골격 건강 상태에 영향을 미치는 주요 요인이었으므로 골격 건강을 위해서는 모든 영양소를 적절하게 포함하는 균형

식사를 해야 할 것이다.

Literature cited

- 1) Heaney RP, Gallagher JC, Johnston CC, Neer R, Rariff AM, Bchir MB, Whedon GD. Calcium nutrition and bone health in the elderly. *Am J Clin Nutr* 36: 986-1013, 1982
- 2) Raisz LG. Local and systemic factors in the pathogenesis of osteoporosis. *N Engl J Med* 318: 818-828, 1988
- 3) Shils ME, Olson JA, Shike H, Ross AC. Modern nutrition in health and disease 9th. Williams & Wilkins, Pennsylvania, 1999
- 4) Wasnich RD. Bone mass measurements in diagnosis and assessment of therapy. *Am J Med* 91 (suppl) : 54s-58s, 1991
- 5) Spencer H, Kramer L. NIH Consensus Conference: Osteoporosis, factors contributing to osteoporosis. *J Nutr* 116: 316-322, 1986
- 6) Consensus Conference. Osteoporosis. *JAMA* 252: 799-803, 1984
- 7) Anderson JJB, Garner SC. Calcium and phosphorus in health and disease. CRC, 1996
- 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 keret Aps, Aslborg Denmark, 1990
- 9) Kanis JK, Melton III LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltær 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 Int 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 Living Sci Res* 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) Jahng JS. Bone metabolism and its hormonal regulation. *The New Med J* 30(1) : 11-16, 1987
- 20) Aloia JF, Cohn SH, Vaswani A, Yeh JK, Yuen K, Ellis K. Risk factors for postmenopausal osteoporosis. *Am J Med* 78: 95-102, 1985
- 21) Smith DM, Khairi MRA, Norton J, Johnston JRCC. Age and activity effects on rate of bone mineral loss. *J Clin Invest* 58: 716-721, 1976
- 22) 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
- 23) Sower MFR. Epidemiology of calcium and vitamin D in bone loss. *J Nutr* 123: 413-417, 1993
- 24) Holick MF. Vitamin D and bone health. *J Nutr* 126: 1159S-1164S, 1996
- 25) Yu CH, Lee YS, Lee JS. Some factors affecting bone density of Korean college women. *Korean J Nutr* 31(1) : 36-45, 1998
- 26) 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
- 27) 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
- 28) Jeong JK, Kim JY, Lee HS, Kim JY. The effect of dietary calcium and phosphate levels on calcium and bone metabolism. *Korean J Nutr* 30(7) : 813-824, 1997
- 29) Lee JW, Hwang YS, Hong SN, Kim HS. Effects of dietary calcium levels on blood pressure and calcium metabolism in normotensive female young adults with the hypertension family history. *Korean J Nutr* 26(6) : 728-742, 1993
- 30) 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
- 31) Report on 2001 National Health and Nutrition Survey. Ministry of Health and Welfare, 2002
- 32) Choi EJ, Lee HO. Influencing factors on the bone status of rural menopausal women. *Korean J Nutr* 29(9) : 1013-1020, 1996
- 33) Lee JS, Yu CH. Some factors affecting bone mineral density of Korean rural women. *Korean J Nutr* 32(8) : 934-944, 1999
- 34) 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
- 35) 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
- 36) Korea Food Industry Association. Household measures of commonly used food items, 1998
- 37) 2000년 학교보건관리기준. 서울특별시 교육청, 2000
- 38) 7th Recommended dietary allowances for Koreans, The Korean Nutrition Society, 2000
- 39) Lee RD, Nieman DC. Nutritional assessment 2nd. Mosby, 1998
- 40) 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

- 41) 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
- 42) 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
- 43) Riggs BL, Wahner HW, Dunn WL, Mazess RB, Offord KP, Melton LJ. Differential changes in bone mineral density of the appendicular and axial skeleton with aging. *J Clin Invest* 67: 328-335, 1981
- 44) 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
- 45) 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
- 46) 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
- 47) 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
- 48) Christiansen C. Osteoporosis: diagnosis and management today and tomorrow. *Bone* 17: 513s-516s, 1995
- 49) Look AC, Johnston JR, Wahner HW, Dunn WL, Calvo MS, Harris TB, Heyse ST, Lindsay RL. Prevalence of low femoral bone density in older U.S. women from NHANES III. *J Bone Miner Res* 10: 796-802, 1995
- 50) 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
- 51) 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
- 52) Kim KR, Kim KH, Lee EK, Lee SS. A study on the factors affecting bone mineal density in adult women-Based on the mothers of elementary school students. *Korean J Nutr* 33(3): 241-249, 2000
- 53) 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
- 54) Lacey JM, Anderson JJB, Fujita T, Yoshimoto Y, Fukase M, Tsuchie S, Koch GG. Correlates of cortical bone mass among premenopausal and postmenopausal Japanese women. *J Bone Miner Res* 6: 651-659, 1991
- 55) 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
- 56) 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
- 57) Park YJ. Influence of dietary and environmental factors on bone health in elderly Koreans. Chungang Univ. Ph.D dissertation, 1999