

## 한국인 남자 대학생에서 초음파로 측정된 골량에 영향을 미치는 요인

아주대학교 의과대학 내분비대사내과학교실, 삼척대학교 식품영양학과<sup>1</sup>, 숙명여자대학교 식품영양학과<sup>2</sup>

안상미 · 김연경 · 이미현 · 김대중 · 정윤석 · 이관우 · 김미현<sup>1</sup> · 승정자<sup>2</sup>

### Factors Influencing Bone Mass Measured by Ultrasonography in Korean Male College Students

Sang Mi Ahn, M.D., Yeon Kyeong Kim, M.D., Mi Hyun Lee, R.N., Dae Jung Kim, M.D.,  
Yoon-Sok Chung, M.D., Kwan Woo Lee, M.D., Mi-Hyun Kim<sup>1</sup>, Ph.D., Chung-Ja Sung<sup>2</sup>, Ph.D.

*Department of Endocrinology and Metabolism, Ajou University School of Medicine, Suwon;*

*Department of Food and Nutrition, Samcheok National University, Samcheok<sup>1</sup>;*

*Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul<sup>2</sup>, Korea*

**Objectives:** Acquisition of high peak bone mass is one of the important factors for prevention of osteoporosis. Factors influencing bone mass including anthropometry, biochemical bone markers, life style, and nutritional status were analyzed in college students.

**Methods:** Subjects were 469 male college students without diseases associated with bone metabolism. Life style and nutritional status were assessed by questionnaire. Broadband ultrasound attenuation (BUA) and speed of sound (SOS) at calcaneus were measured by ultrasonography (Sahara, Hologic, USA), and estimated bone mineral density (BMD) was calculated. Serum total alkaline phosphatase (TALP), N-mid osteocalcin and type 1 collagen C-terminal telopeptide (ICTP) were measured.

**Results:** Mean age of the subjects was  $22.82 \pm 2.37$  years, mean height was  $174.78 \pm 5.00$  cm, mean weight was  $68.99 \pm 8.84$  kg, mean body mass index (BMI) was  $22.56 \pm 2.55$  kg/m<sup>2</sup>. Mean BUA was  $75.45 \pm 16.73$  dB/MHz, SOS was  $15.59 \pm 25.21$  m/s, and estimated BMD was  $0.55 \pm 0.10$  g/cm<sup>2</sup>. Mean TALP was  $80.21 \pm 19.10$  U/L, N-mid osteocalcin  $24.14 \pm 7.31$  ng/mL, and ICTP was  $4.54 \pm 1.24$  ng/mL. BMI had significant positive correlation with BUA and estimated BMD. N-mid osteocalcin had significant negative correlation with BUA, SOS, and estimated BMD. TALP had significant negative correlation with SOS and estimated BMD. ICTP had tendency to correlate negatively with BUA, SOS and estimated BMD. There was no significant correlation between bone mass and nutritional status such as calcium, protein, coffee, and alcohol intake. There was no significant correlation between bone mass and life style including smoking and exercise.

**Conclusion:** Ultrasonic bone mass had significant positive correlation with BMI and negative correlation with bone turnover rate.

**Key Words:** Young men, Bone mass, Body mass index, Bone turnover rate

책임저자: 정윤석, 아주대학교 의과대학 내분비대사내과학교실

Tel: 031)219-5127, Fax: 031)219-4497, E-mail: yschung@ajou.ac.kr

골다공증은 동일한 성별을 가진 정상군에 비교하여 골량의 감소와 경미한 충격에도 쉽게 골절이 일어날 수 있는 질환으로 비외상성 골절의 주요 원인이다. 폐경기의 여성에서 골다공증으로 인한 골절의 빈도가 증가됨에 따라 위험요인에 대한 연구가 이루어져 왔으며, 최근 남성에서도 골다공증의 중요성이 강조되면서 이에 대한 연구들이 이루어지고 있다<sup>1-7</sup>.

골량은 20~30대에 최대 골량에 도달하였다가 점차 소실되기 시작된다<sup>8</sup>. 최대 골량은 골다공증의 발생에 있어서 중요한 인자로 골다공증의 예방을 위해 성장기에 골량을 증가시킬 수 있도록 하는 것은 중요하다. 남성의 골량과 관련된 요인으로 남성 호르몬, 성장호르몬 등의 호르몬<sup>1,7</sup>과 음주, 흡연, 신체 활동 및 칼슘 등의 영양성분을 대상으로 한 연구들이 진행되어 연관성을 증명한 바 있다<sup>1-3,5</sup>. 그러나 이들은 대부분 최대 골량이 이미 형성되고 난 이후 골흡수가 골형성보다 우세하여 골소실이 진행되고 있는 중년 남성 및 노년층을 대상으로 보고한 연구들이었다.

저자 등은 최대 골량에 근접한 한국 청년기 남성만을 대상으로 하였을 때 골량과 관련된 요인들에 어떤 것들이 있는지 알아보고자 신체특성과 영양상태, 생활습관 및 골대사지표들에 대해 조사하여 분석해보았다.

## 대상 및 방법

2004년 4월 아주대학교에 재학중인 남학생 483명을 대상으로 하여 생활습관과 영양상태 및 골량, 혈중 골대사지표를 측정하였다. 이들 중 골대사에 영향을 미칠 만한 질환이나 과거력 및 약물 복용력이 있는 경우는 제외되었고, 설문지를 작성하지 않았거나 항목을 빠뜨리고 작성한 경우도 제외되어, 총 469명이 분석 대상이 되었다.

생활습관 및 영양상태는 저자들이 제작한 설문지에 학생들이 서면상으로 답하게 하여 조사하였다. 훈련된 조사원에 의해 식품모형을 제시하면서 24시간 회상법을 이용하여 식품섭취량을 조사하였고, CAN-pro2.0 software를 이용하여 영양소 섭취량

을 분석하였다.

골량은 초음파기기 (Sahara, Hologic Co., USA)를 이용하여 종골 (calcaneus)에서 broadband ultrasound attenuation (BUA) 및 speed of sound (SOS)를 측정하였다. BUA는 골격을 통과하는 광대역 주파수의 초음파를 전송하고 얼마나 많은 주파수가 골격에 흡수 감소되는지 측정하여 골격의 상태나 구조를 파악하는 수치로 골량이 낮은 부분에서는 저주파수 투과율이 높고 골량이 높은 부분은 고주파수 투과율이 높은 점을 이용하였다. SOS는 초음파가 투과되는 속도로, 골량이 높을수록 투과 속도는 증가하는 점을 이용하였다. Estimated bone mineral density (BMD)는 초음파기기로 측정된 값을 다음의 공식 Estimated BMD = (Sahara quantitative ultrasound index - 12.07)/158.15으로 산출하였다. 본 연구에 사용된 초음파 골량 측정기의 변이계수 (coefficient of variation)는 BUA 3.7%, SOS 0.22%, estimated BMD 3.0%이었다.

골대사지표로서 혈중 total alkaline phosphatase (TALP, Autoanalyzer, Toshiba, Japan), N-mid osteocalcin (Osteocalcin, Osteo-RIACT, CIS bio international, France), type I collagen C-terminal telopeptide (ICTP, UniQ ICTP RIA, Orion Diagnostica, Finland)를 측정하였다. Osteocalcin의 변이계수는 5.2%, ICTP의 변이계수는 8.5%이었다.

## 결 과

대상자 483명 중 14명이 제외된 469명을 분석하였다. 이들 14명 중 9명은 동반 질환이 있어 제외되었으며, 나머지 5명은 설문지를 작성하지 않아 제외되었다.

연구대상의 평균 연령은  $22.82 \pm 2.37$  (18~29)세였으며, 평균 신장은  $174.78 \pm 5.00$  (158~188) cm, 평균 체중은  $68.99 \pm 8.84$  (47~104) kg였으며, 평균 체질량 지수는  $22.56 \pm 2.55$  (16~34) kg/m<sup>2</sup>였다. 종골에서 측정된 BUA는  $75.45 \pm 16.73$  (41.9~142.4) dB/MHz를 보였고, SOS는  $1559.17 \pm 25.21$  (1508.10~1669.80) m/s였으며, estimated BMD는  $0.55 \pm 0.10$  (0.35~1.01) g/cm<sup>2</sup>이었다. 혈중 TALP는  $80.21 \pm 19.10$

(36~171) U/L, osteocalcin은 24.14±7.31 (9.93~61.80) ng/mL, ICTP는 4.54±1.24 (2.14~9.67) ng/mL로 측정되었다 (Table 1).

초음파로 측정된 골량과의 상관관계를 조사한 결과 체질량지수는 BUA (r=0.194, P<0.01) 및 estimated BMD (r=0.100, P<0.05)와 유의한 양의 상관관계를 보였다. Osteocalcin은 BUA (r=-0.127, P<0.01), SOS (r=-0.122, P<0.01), 그리고 estimated BMD (r=-0.132, P<0.01)와 유의한 음의 상관관계를 보였다. TALP는 SOS (r=-0.101, P<0.05) 및 estimated BMD (r=-0.097, P<0.05)와 유의한 음의 상관관계를 보였다. ICTP는 통계적으로 유의하지는 않았으나 BUA (r=-0.065), SOS (r=-0.075), 그리고 estimated BMD (r=-0.076)와 음의 상관관계 경

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

Variables	mean±SD
Age (years)	22.82±2.37
Height (cm)	174.78±5.00
Weight (kg)	68.99±8.84
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.56±2.55
BUA (dB/MHz)	75.45±16.73
SOS (m/s)	1559.17±25.21
estimated BMD (g/cm <sup>2</sup> )	0.55±0.10
TALP (U/L)	80.21±19.10
N-mid osteocalcin (ng/mL)	24.14±7.31
ICTP (ng/mL)	4.54±1.24

Abbreviations: BMI, body mass index; BMD, bone mineral density; BUA, broadband ultrasound attenuation; ICTP, type I collagen C-terminal telopeptide; SOS, speed of sound; TALP, total alkaline phosphatase

**Table 2.** Correlations with bone mass measured by ultrasonography

Variables	BUA	SOS	estimated BMD
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.194*	0.028	0.100 <sup>†</sup>
TALP (U/L)	-0.077	-0.101 <sup>†</sup>	-0.097 <sup>†</sup>
N-mid osteocalcin (ng/mL)	-0.127*	-0.122*	-0.132*
ICTP (ng/mL)	-0.065	-0.075	-0.076

Abbreviations: BMI, body mass index; BMD, bone mineral density; BUA, broadband ultrasound attenuation; ICTP, type I collagen C-terminal telopeptide; SOS, speed of sound; TALP, total alkaline phosphatase

\* P<0.01, <sup>†</sup> P<0.05

향을 보였다 (Table 2). 다중선형회귀분석 (multiple linear regression analysis)상 BUA, SOS, 그리고 estimated BMD를 결정하는 요인으로 체질량지수만이 통계적으로 유의한 독립변수였다.

설문지를 바탕으로 학생들의 영양상태를 총 열량, 식물성 및 동물성 칼슘, 식물성 및 동물성 단백질, 식물성 및 동물성 지질, 당질, 섬유질, 식물성 및 동물성 철분, 인, 나트륨, 칼륨, 아연, 비타민, 레티놀, 카로틴, 콜레스테롤 등으로 세분하여 조사하였으나 초음파로 측정된 골량과 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

우유 및 커피, 탄산음료, 알코올 섭취량은 섭취 기간 (년) 및 주당 섭취량 (mL)으로 나누어 조사하고, 흡연량은 흡연기간 (년) 및 일일 흡연량을 조사하여 역시 골량과 각각의 상관관계를 분석하였다. 운동량은 수면시간을 포함하여 하루 평균 누워 있는 시간과 걷거나 뛰는 시간을 나누어 조사하여 분석하였다. 우유 섭취량, 커피 섭취량, 탄산음료 섭취량, 알코올 섭취량, 흡연량, 운동량은 모두 초음파로 측정된 골량과 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

## 고 찰

본 연구에서는 최대 골량에 근접하였을 것으로 기대되는 남자 대학생들을 대상으로 하여 대상자들의 골량을 포함한 신체계측 및 생활습관, 영양상태, 혈중 골대사지표들을 조사하여 골량에 영향을 미치는 요인을 조사하고자 하였다.

폐경기 여성을 대상으로 한 과거의 연구에서 정

상군과 골다공증군 사이에서 폐경 후 골소실률의 증가로 인해 발생하는 골다공증의 예측 및 치료 관점에 TALP를 이용하기도 하였으며<sup>9</sup> 남성에서 골량과 TALP phosphatase가 음의 상관관계를 보인다는 연구도 있었다.<sup>6,10</sup> 본 연구에서도 osteocalcin 및 TALP와 골량이 음의 상관관계를 보였으며, 통계적으로 유의하지는 않았지만 골대사지표로서 측정된 혈중 ICTP 역시 음의 상관관계를 보여 골전환율의 증가가 골량의 저하와 연관되어 있음을 알 수 있었다. 백인 청소년이 흑인 청소년에 비하여 골전환율은 높으면서 골량은 낮음을 보여<sup>11</sup>, 인종적 또는 유전적으로 골전환율의 증가가 골량의 감소를 초래하는 것으로 생각된다.

운동 방식에 따라서 골량 감소에 미치는 영향이 서로 다르다는 연구도 있었으나<sup>6</sup> 대체적으로 골량의 감소와 연관된 인자들에 대한 연구에서는 규칙적인 운동이 골흡수를 예방한다<sup>2,4</sup>는 결과를 보였다. 그러나 본 연구에서는 운동 시간과 골량 사이의 연관성이 관찰되지 않았다. 단순히 하루 중 운동 시간만으로 분석하지 않고 운동 종류와 과거 규칙적으로 운동을 지속해 온 기간 등을 같이 조사하여 분석하였다면 연관성을 확인할 수도 있었을 것으로 보인다.

음주 및 흡연은 골량의 감소와 연관되어 있을 것으로 보여지며<sup>1,2,5</sup> 음주의 경우 적당량을 섭취하였을 때 오히려 골량을 증가시킨다는 결과를 보고한 연구들도 있다. 흡연의 경우 현재 비흡연자라 하더라도 과거 흡연자가 이전부터 흡연력이 없는 사람보다 골량의 감소를 보인다는 연구 결과도 있다. 그러나 본 저자들의 연구 결과에서는 음주와 흡연이 모두 골량과의 상관관계를 보이지 않았다.

식습관에 대한 연구들은 공통적으로 칼슘 및 유제품의 섭취와 골량이 양의 상관관계를 보인다고 보고하였으나<sup>12,13</sup>, 본 연구에서는 영양성분들의 섭취와 골량이 유의한 연관성을 보이지 않아 이전의 연구들과 다른 결과를 보였다. 다만 각각의 영양성분 뿐 아니라 전반적인 영양소 섭취를 평가하기 위해 평균 적정 섭취비 (mean adequacy ratio: MAR)가 골격 건강 상태에 영향을 미치는 주요 요인으로 나타나며 골격 건강을 위해 모든 영양소를 적절하게

포함하는 균형적인 식단을 유지하는 것이 중요하고 권장량의 75% 미만 섭취하는 영양소들의 종류가 늘어날 때 골량이 낮아질 수 있다는 결과를 보인 연구도 있었다.<sup>3</sup>

본 연구의 제한점으로는 첫째, 대학생만을 대상으로 하여서, 생활습관이나 영양상태 등에 있어서 한국인 전체 젊은 남성을 대변한다고 보기 어려울 수도 있다. 둘째, 469명으로 상당한 수의 대상자를 분석하였으나 조금 더 많은 대상자를 포함하였다면 유의한 결과를 보이는 변수들이 있을 것으로 보인다. 셋째, 골량을 초음파 방식으로 측정하여 dual energy X-ray absorptiometry (DXA) 등의 일반적인 방사선 골밀도 측정과는 다른 결과를 보였을 가능성이 있다는 점이다. 대부분의 연구가 방사선 골밀도와의 상관성을 연구하였으므로 차이를 보일 수 있었을 것이다. 일반적으로 초음파 방식의 골량 측정이 DXA법에 비하여 재현성 (reproducibility, precision)이 낮은 것으로 알려져 있다. 넷째, 본 연구에서는 남성호르몬 농도를 측정하지 않았다. 최대 골량의 형성에 있어서 남성호르몬의 역할이 있을 것으로 사료되므로, 남성호르몬의 상태를 파악하는 것이 중요할 수 있을 것이다.

결론적으로 한국인 남자 대학생에서 초음파로 측정된 골량에 영향을 미치는 요소로 체질량지수가 유의한 주요변수임을 알 수 있었으며, 골전환율이 높을수록 골량이 낮은 경향을 보였다.

## 요 약

**목적:** 최대 골량의 증가는 골다공증의 발생을 예방하기 위해서 중요한 인자이다. 최대 골량을 이룰 것으로 생각되는 한국 청년기 남성만을 대상으로 하였을 때 골량과 관련된 요인들에는 어떤 것들이 있는지 알아보고자 신체특성과 영양상태, 생활습관 및 골대사지표들에 대해 조사하여 분석해보았다.

**방법:** 대학에 재학중인 남학생 469명을 대상으로 하여 생활습관과 영양상태 및 골량, 혈중 골대사지표를 측정하였다. 생활습관 및 영양상태는 설문지에 학생들이 서면상으로 답하게 하였다. 골량은 초음파 기기를 이용하여 종골에서 broadband ultra-

sound attenuation (BUA) 및 speed of sound (SOS)를 측정하였다. 골대사지표로서 혈중 total alkaline phosphatase (TALP), N-mid osteocalcin, type 1 collagen C-terminal telopeptide (ICTP)를 측정하였다.

**결과:** 연구대상의 평균 연령은  $22.82 \pm 2.37$ 세였으며, 신장은  $174.78 \pm 4.99$  cm, 체중은  $68.99 \pm 8.84$  kg이었고, 체질량지수는  $22.56 \pm 2.55$  kg/m<sup>2</sup>였다. BUA는  $75.45 \pm 16.73$  dB/MHz, SOS는  $1559.17 \pm 5.21$  m/s, estimated BMD는  $0.55 \pm 0.10$  g/cm<sup>2</sup>였다. 골량과의 상관관계를 조사한 결과 체질량지수는 BUA 및 estimated BMD와 유의한 양의 상관관계를 보였다. Osteocalcin은 BUA, SOS, 그리고 estimated BMD와 유의한 음의 상관관계를 보였다. TALP는 SOS 및 estimated BMD와 유의한 음의 상관관계를 보였다. ICTP는 통계적으로 유의하지는 않았으나 BUA, SOS, 그리고 estimated BMD와 음의 상관관계 경향을 보였다. 학생들의 칼슘섭취량 및 단백질 섭취량 등의 영양상태와 우유섭취량, 커피섭취량, 알코올 섭취량, 흡연량, 운동시간은 골량과 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

**결론:** 체질량지수가 골량과 유의한 양의 상관관계를 보이는 주요변수임을 알 수 있었고, 골전환율이 높으면 골량이 낮은 경향임을 알 수 있었다.

**중심단어:** 남자 대학생, 골량, 체질량지수, 골대사지표

## 참 고 문 헌

1. 오기원, 윤은주, 오은숙, 임지애, 이원영, 백기현, 등. 한국인 중년남성에서 골밀도에 관련된 인자. 대한내과학회지 2003;65:315-22.
2. 이승환, 이성희, 권영록, 이한진. 성인 남성의 골밀도와 관련된 요인. 가정의학회지 2003;24:158-65.
3. 유춘희, 이경숙, 이일하, 김선희, 이상선, 강순아. 한국 남자의 연령별 골밀도에 영향을 미치는 영양요인 분석. 대한영양학회지 2004;37:132-42.
4. Huuskonen J, Vaisanen SB, Kroger H, Jurvelin C, Bouchard C, Alhava E, et al. Determinants of

- bone mineral density in middle aged men: a population-based study. Osteoporos Int 2000;11:702-8.
5. Orwoll ES, Bevan L, Phipps KR. Determinants of bone mineral density in older men. Osteoporos Int 2000;11:815-21.
6. Meier DE, Orwoll ES, Keenan EJ, Fagerstorm RM. Marked decline in trabecular bone mineral content in healthy man with age: Lack of association with sex steroid levels. J Am Geriatr Soc 1987;35:189-97.
7. Benito M, Gomberg B, Wehrli FW, Weening RH, Zemel B, Wright AC, et al. Deterioration of trabecular architecture in hypogonadal men. J Clin Endocrinol Metab 2003;89:1497-502.
8. Miller PD and Bonnick SL: Clinical application of bone densitometry. in Favus MJ: Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism 4th ed;1999:158.
9. Scariano JK, Garry PJ, Montoya GD, Duran-Valdez E. Diagnostic efficacy of serum cross-linked N-telopeptide and aminoterminal procollagen extension propeptide measurements for identifying elderly women with decreased bone mineral density. Scand J Clin Lab Invest 2002;62:237-43.
10. Vandershueren D, Van Herck E, Suiker AM, Visser WJ, Schot LP, Bouillon R. Bone and mineral metabolism in aged male rats: short and long term effects of androgen deficiency. Endocrinology 1992;130:2906-16.
11. Szulc P, Seeman E, Delmas PD. Biochemical measurements of bone turnover in children and adolescents. Osteoporos Int 2000;11:281-94.
12. Rizzoli R, Bonjour JP. Determinants of peak bone mass and mechanisms of bone loss. Osteoporos Int. suppl 1999;2:S17-S23.
13. Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R, Matkovic V, et al. Peak bone mass. Osteoporos Int 2000;11:985-1009.