

청소년의 골밀도에 영향을 주는 요인에 관한 연구: 신체계측치, 생활습관 및 기타 환경요인

안혜선* · 김선희** · 이상선*[§]

한양대학교 식품영양학과,* 국민대학교 식품영양학과**

A Study of Factors Affecting Bone Mineral Density in Korean Adolescents: Anthropometric Measurements, Life Style, and Other Environmental Factors

Ahn, Hae-Sun* · Kim, Sun-Hee** · Lee, Sang-Sun*[§]

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

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

ABSTRACT

This study was conducted to assess the bone mineral density (BMD) and the anthropometric measurements, life style, and other environmental factors affecting BMD in Korean adolescents. Subjects were 167 high school students (83 male students, 84 female students) in Seoul. BMD was measured in the lumbar spine (LS), femoral neck (FN), femoral trochanter (FT), and Ward's triangle (WT) by dual energy x-ray absorptiometry (DEXA). The questionnaire was used to assess the anthropometric measurements, life style, and other environmental factors. Bone mineral density of LS, FN, FT and WT were 0.967, 0.960, 0.795, 0.761 g/cm². The BMD of LS was not different by sex but the male students's BMD of FN, FT and WT were higher significantly than the female students (LS: 0.976 vs. 0.958, FN: 1.040 vs. 0.880, FT: 0.842 vs. 0.749, WT: 0.827 vs. 0.695 g/cm²) Female students's BMD of LS, FN, WT, and FT was positively correlated with weight but male students's BMD of WT was not correlated with weight. The factors such as the life style, activity and exercise have significant influence on BMD. This study confirms that the major factor affecting BMD was body weight and the factors such as the life style, activity and exercise is related to accumulation of BMD. The classification of sexual characteristics is needed for further studies on BMD of adolescents. (*Korean J Nutrition* 38(3): 242~250, 2005)

KEY WORDS : bone mineral density (BMD), adolescent, anthropometric measurements, life-style, environmental factors.

서론

편의성을 강조하는 생활양식으로 인한 신체활동량의 감소와 부적절한 식생활은 골격건강에 좋지 않은 영향을 미쳐 골다공증 발생률이 증가하고 있다. 이에 골다공증이 중요한 임상적 문제로 인식되면서 그 예방과 치료에 대한 관심이 높아지고 있다.¹⁾ 골다공증은 예방적인 차원에서 관리가 이루어지는 것이 효율적인데 이를 위해서는 골질량의 최대축적과 골질량 손실의 최소화가 중요하다. 성장기는 골질량이 축적되는 시기으로써 골밀도는 성장판이 융합된 이후부터 증가하여 사춘기 말 골질량의 축적과 함께 골질량이 크

게 증가한다.²⁾ 특히 사춘기 동안에는 골질량이 최대골질량의 85%까지 도달하는데³⁾ 여자의 경우는 골질량 증가속도가 약 13세에 최고치를 이루며 그 후로는 계속 감소하여 16~17세 경에는 골밀도 증가속도가 매우 미약하고 18세까지는 최대골질량의 약 90%에 도달할 수 있다고 한다.⁴⁻⁶⁾ 골격은 성장 발달하는 과정에서 여러 요인에 의해 영향을 받게 되는데 영향을 미치는 주 요인에는 신체계측치, 연령, 성별, 유전, 활동량, 식습관 등을 들 수 있다.⁷⁻¹⁰⁾ Bernardot 등¹¹⁾에 의하면 성장하는 어린이들의 골상태는 나이, 신장, 체중, 사춘기 발달상태 등과 양의 상관관계가 있다고 하였으며 성장발달상태에 따라 특히 신장이 클수록, 체중이 무거울수록 골밀도가 증가했다고 하였다. 신장과 체중, 지방량과 같은 신체조성 수준은 골격에 부하되는 힘의 크기에 영향을 미쳐 골밀도를 예측하는 중요한 변수가 되는데¹²⁻¹⁴⁾ 체중은 골격에 부하를 주어 골밀도에 영향을 주며

접수일 : 2005년 3월 2일

채택일 : 2005년 4월 15일

[§]To whom correspondence should be addressed.

성장기의 요추부의 골밀도는 키, 체중, 및 체표면적 등으로 알 수 있는 체형과 깊은 관련이 있으며 신체특성 중 신장보다 체중이 골밀도와 상관성이 높다고 보고하였다.¹⁵⁾ 유전적 요인은 골밀도 형성에 중요한 역할을 하지만 함께 생활하는 가족은 생활습관, 식이 등이 비슷하여 칼슘섭취, 신체활동, 음주, 흡연 등 골형성 및 골소실에 영향을 미치는 환경인자들을 공유하게 된다.¹⁶⁾ 신체활동은 골밀도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데 노년의 경우는 골밀도의 증가에 있어 운동의 효과는 매우 미약한 것으로 보고되며¹⁷⁾ 성장기에 있어서도 골밀도에 대한 운동의 효과에 대해서는 다소 의견의 차이가 있으며 운동형태에 따라서는 다소 차이가 있다. 그러나 신체활동량을 증가시키는 것은 일반적으로 연령에 관계없이 최대골질량을 늘이고 골소실을 늦추는 것으로 알려져 있으며 성장기에 충분한 영양섭취와 운동은 각 개인의 유전적 소인에 의해 도달되는 최대골질량에 영향을 미칠 수 있다고 알려져 있다.¹⁸⁻²¹⁾ 골밀도 증가에 효과적인 운동은 저항운동이나 체중부하운동으로 보고²²⁾ 되고 있는데 지속적인 높은 강도의 운동은 혈액순환, 골의 압전기적 성질 (골의 자극에 따른 골생성 유발), 칼슘 및 hydroxyproline 농도 증가 등에 의해 골밀도를 증가시켜 성장기의 저항운동은 골밀도 증가에 효과가 크다고 하였다.^{23,24)} 골질량은 칼슘섭취와 에너지 문제 등 식이요인에 의해서도 크게 영향을 받는데 12세 여학생을 대상으로 한 연구²⁵⁾에서 칼슘보충은 골밀도를 유의적으로 증가시키는 것으로 나타났다. 그러나 청년기는 입시중심의 교육체제로 학교의 체육시간을 통한 체력향상 및 신체활동량의 증가는 기대하기 어려운 실정이며 사춘기가 되면서 외모에 대한 관심과 함께 마른 체형에 대한 선호는 절식과 과도한 체중감량으로 연결되어 영양섭취의 불균형을 가져와 골격성장에 영향을 미치게 된다.^{1,4,17)}

이제까지 행해진 대부분의 연구들은 골다공증과 관련하여 그 대상이 폐경전후의 여성 및 노인이 주류를 이루고 있다. 골다공증은 예방적인 차원에서 관리가 이루어져야 하며 따라서 골밀도가 감소되는 시기보다는 골질량이 형성되는 성장기에 골밀도에 대한 관리가 이루어져야 한다. 최근 성장기를 대상으로 한 골밀도 연구와 골질량의 축적에 영향을 줄 수 있는 관련인자들에 대한 연구들이 시행되고 있으나 이는 미미한 실정이며 그나마 고등학생, 대학생을 대상으로 운동 및 무용을 하는 특정집단에 대한 연구들이 주류를 이루고 있다.^{5,11)} 그러므로 일반적인 청소년기의 골밀도와 이와 관련된 요인들에 대해 제반적인 연구가 필요하다.

성장기의 골질량 형성에 영향을 미치는 요인들의 관계를 알아보는 것은 미래의 골다공증 발생과 치료를 예측할 수

있으므로 골질량과 생활습관 및 환경적인 요인들과의 관계를 밝히는 것은 중요하다. 골질량에 긍정적인 영향을 미치는 요인들을 조사하여 청년기의 골질량을 최대로 증가시키고 중노년기의 골질량의 손실을 최소화시켜 골다공증을 예방할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 그러므로 급성장기에 있는 청소년의 골건강 증진을 도모하기 위한 기초 자료로써 남녀학생을 대상으로 신체계측과 요추부와 대퇴부의 골밀도를 측정하고 운동, 음주, 흡연 등의 생활습관과 가정경제, 부모학력 등의 환경적인 요인들에 대해 조사함으로써 이들 요인이 골밀도와 어떤 영향을 미치는지 조사하였다.

연구방법

1. 조사대상

본 연구의 조사는 서울시내에 있는 고등학교 두 곳을 선정하여 1~2학년 재학 중인 남학생 83명, 여학생 84명을 대상으로 2003년 6월 1일부터 30일까지 실시되었다. 이들 대상자는 병력조사와 임상적 관찰에서 특기할만한 이상 없이 건강한 것으로 판정되었다.

2. 설문조사

조사대상자의 일반적 환경요인으로 연령, 가구당 월수입, 가족형태, 한달용돈, 부모의 최종학력 등을 조사하였다. 그리고 남녀의 성별특징과 관련하여 남학생에게는 변성이 시작된 연령을, 여학생에게는 초경연령을 질문하였다. 조사대상자의 운동 및 활동정도에서는 하루 중 수면시간, 등하교 시 이용하는 교통수단, 걷는 시간, 운동여부와 운동시간 등을 조사하였다.

3. 신체계측

신체계측은 골밀도 측정 시 실시하였다. 체중은 가벼운 옷차림으로 신발을 벗고 측정하였으며 측정된 신장과 체중으로 체질량지수 (body mass index; BMI)를 산출하였다.

4. 골밀도 측정

골밀도는 이중에너지 방사선 골밀도 측정기 (dual energy x-ray absorptiometry, DEXA: DPX ProTM, GE, USA)를 이용하여 체중이 실리는 부위인 요추 (lumbar spine, LS)와 대퇴골의 3부위 즉 대퇴경부 (femoral neck, FN), 와드삼각부 (Ward's triangle, WT), 대퇴전자부 (femoral trochanter, FT)를 측정하였다. 요추 골밀도는 전후면 투영 (anteroposterior projection, AP)으로 측정하였다. 요추 골밀도 (LS)는 제 2 요추 (L2)에서 제 4 요추 (L4)까지의 골밀도 평균치를 사용하였으며 대퇴부 골밀도

는 대퇴경부의 골밀도 (FN)를 사용하였다.

5. 자료처리 및 통계분석

본 연구의 자료는 SPSS package (version 11.0)을 이용하여 분석하였다. 성별에 따른 유의성 검증은 chi-square test와 t-test로 분석하였고 조사항목에 따른 골밀도 비교는 일원분산분석과 Tukey's test를 이용하였으며 유의수준은 P<0.05으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 신체계측치 및 일반적 환경요인

조사대상자의 신체계측치는 Table 1과 같다. 신장과 체중을 보면 남학생은 평균 172.2 cm와 64.7 kg이고, 여학생은 161.6 cm와 52.4 kg이었다. 신장과 체중으로 환산한 체질량지수는 남학생이 21.7이고, 여학생이 21.0로 정상범위로 나타났다.

조사대상자의 일반적 사항은 Table 2와 같다. 가구당 월소득은 150~250만원 미만인 남학생은 39.7%, 여학생은 45.9%로 많았고 250만원 이상은 남학생의 35.6%, 여학생이 33.8%로 나타났다. 부모의 학력을 보면 아버지의 경우 남학생의 50.0%, 여학생의 43.4%가 고등학교 졸업이었고 대학졸업은 남학생의 41.5%, 여학생의 43.4%였다. 어머니의 경우 고등학교 졸업은 남학생의 73.2%, 여학생의 70.7%로 가장 많았고 대학졸업은 남학생의 23.2%, 여학생의 26.8%로 아버지의 학력보다는 다소 낮았다. 가족의 형태는 남학생의 73.5%와 여학생의 66.7%가 핵가족이었고 대가족은 남학생과 여학생 각각 26.5%, 33.3%였다. 조사대상자의 한달 용돈은 남학생의 74.7%, 여학생의 74.4%가 5만원 미만으로 대부분을 차지하였고 5~10만원 미만은 남학생의 15.7%, 여학생의 23.2%였고 10만원 이상도 남학생, 여학생 각각 9.6%, 2.4%였다. 또한 남학생은 69.4%가 14~16세, 27.8%가 12~13세, 2.8%가 17세에 변성이 시작되었고 여학생의 경우는 67.5%가 12~13세, 20.5%가 14~15세, 12%가 10~11세에 초경이 시작된 것으로 조사되었다. 한국 여대생을 대상으로 초경연령을 조사한 바에 의하면 평균 13.9세로 나타났다.²⁶⁾ 조사대상

자의 음주실태는 남학생의 25.9%, 여학생의 16.7%가 전혀 안 마시는 것으로 나타났으나 남학생, 여학생 각각 55.6%, 66.7%는 월 1~2회 정도 마시는 것으로 나타났다. 흡연실태를 보면 남학생의 70%와 여학생의 94.9%가 담배를 전혀 안 피운다고 답하였고 남학생의 23.8%, 여학생의 5.1%

Table 2. General characteristics of subjects (Unit: number (%))

Characteristics	Total	Boys	Girls	p-value
Income (10,000won/month)				
< 150	33 (22.4)	18 (24.7)	15 (20.3)	0.711
150 - <250	63 (42.9)	29 (39.7)	34 (45.9)	
≥ 250	51 (34.7)	26 (35.6)	25 (33.8)	
Father's education level				
High school	77 (46.7)	41 (50.0)	36 (43.4)	0.531
University	70 (42.4)	34 (41.5)	36 (43.4)	
Graduate school	18 (10.9)	7 (8.5)	11 (13.3)	
Mother's education level				
High school	118 (72.0)	60 (73.2)	58 (70.7)	0.797
University	41 (25.0)	19 (23.2)	22 (26.8)	
Graduate school	5 (3.0)	3 (3.7)	2 (2.4)	
Family pattern				
Nuclear family	117 (70.1)	61 (73.5)	56 (66.7)	0.335
Extended family	50 (29.9)	22 (26.5)	28 (33.3)	
Pocket money (10,000won/month)				
< 5	123 (74.5)	62 (74.7)	61 (74.4)	0.094
5 - <10	32 (19.4)	13 (15.7)	19 (23.2)	
≥ 10	10 (6.1)	8 (9.6)	2 (2.4)	
Age of voice change (years)				
12 - 13	20 (27.8)	20 (27.8)		
14 - 16	50 (69.4)	50 (69.4)		
17	2 (2.8)	2 (2.8)		
Age of menarche (years)				
10 - 11	10 (12.0)		10 (12.0)	
12 - 13	56 (67.5)		56 (67.5)	
14 - 15	17 (20.5)		17 (20.5)	
Alcohol drinking				
Not at all	9 (23.1)	7 (25.9)	2 (16.7)	0.907
1 - 2 times/month	23 (59.0)	15 (55.6)	8 (66.7)	
≥ 3 - 4 times/week	3 (7.7)	2 (7.4)	1 (8.3)	
Everyday	4 (10.3)	3 (11.1)	1 (8.3)	
Smoking				
Not at all	131 (82.4)	56 (70.0)	75 (94.9)	0.001
Before	3 (1.9)	3 (3.8)		
< 1 box/day	23 (14.5)	19 (23.8)	4 (5.1)	
≥ 1 box/day	2 (1.3)	2 (2.5)		
Caffeine				
1 cup/day	132 (90.4)	59 (86.8)	73 (93.6)	0.300
2 - 3 cups/day	10 (6.8)	7 (10.3)	3 (3.8)	
≥ 4 cups/day	4 (2.7)	2 (2.9)	2 (2.6)	

Table 1. Anthropometric measurements of subjects

Subject	Total	Boys	Girls	p-value
Age (year)	16.28 ± 0.06 ¹⁾	16.77 ± 0.06	15.79 ± 0.06	0.000
Height (cm)	166.87 ± 0.55	172.19 ± 0.55	161.62 ± 0.49	0.000
Weight (kg)	58.50 ± 0.86	64.67 ± 1.21	52.39 ± 0.80	0.000
BMI (kg/m ²)	21.35 ± 0.34	21.72 ± 0.37	20.99 ± 0.56	0.277

1) Mean ± S.E

는 하루에 1갑 미만을 피운다고 하였다. 하루에 1갑 이상의 담배를 피우는 남학생은 2.5%였다. 카페인음료의 섭취 여부에서는 남학생의 86.8%, 여학생의 93.6%가 하루에 1잔정도 마시는 것으로 나타났다. Cho 등²⁷⁾의 청소년들의 음료섭취실태에 대한 연구에 있어서 기호도가 높은 음료로는 오렌지주스, 유산음료, 식혜, 콜라, 커피로 카페인음료의 섭취도 적지 않은 비율을 차지하는 것으로 나타났다.

2. 생활양식 및 활동상태

조사대상자의 생활양식 및 활동상태는 Table 3과 같다. 생활패턴이 균형을 이루고 있다고 답한 사람은 남학생, 여학생 각각 7.4%, 4.8%에 불과했으며 남학생의 38.3%, 여학생의 38.1%는 생활패턴이 불균형을 이루고 있다고 답

Table 3. Activity of subjects (Unit: number (%))

	Total	Boys	Girls	p-value
Life style				
Balance	10 (6.1)	6 (7.4)	4 (4.8)	0.765
Moderate	92 (55.8)	44 (54.3)	48 (57.1)	
Unbalance	63 (38.2)	31 (38.3)	32 (38.1)	
Sleeping hours				
4 - 5 hours/day	17 (10.2)	11 (13.3)	6 (7.1)	0.005
6 - 7 hours/day	123 (73.7)	66 (79.5)	57 (67.9)	
≥ 8 hours/day	27 (16.2)	6 (7.2)	21 (25.0)	
Transportation				
By bus	70 (41.9)	38 (45.8)	32 (38.1)	0.713
By subway	9 (5.4)	5 (6.0)	4 (4.8)	
Walking	81 (48.5)	37 (44.6)	44 (52.4)	
Others	7 (4.2)	3 (3.6)	4 (4.8)	
Walking hours				
<30 min/day	15 (9.0)	8 (8.4)	7 (9.5)	0.100
30 - 60 min/day	72 (43.1)	29 (34.9)	43 (51.2)	
60 - 90 min/day	48 (28.7)	26 (31.3)	22 (26.2)	
≥ 90 min/day	32 (19.2)	21 (25.3)	11 (13.1)	
Activity in rest				
Sleeping	14 (8.4)	11 (13.3)	3 (3.6)	0.000
Playing	5 (3.0)	5 (6.0)		
Chatting	134 (80.2)	56 (67.5)	78 (92.9)	
Etc.	14 (8.4)	11 (13.3)	3 (3.6)	
Frequency of exercise				
1 time/week	57 (34.1)	36 (43.4)	21 (25.0)	0.000
3 - 4 times/week	23 (13.8)	15 (18.1)	8 (9.5)	
Almost everyday	17 (10.2)	11 (13.3)	6 (7.1)	
Not at all	70 (41.9)	21 (25.3)	49 (58.3)	
Exercise hours				
<20 min/day	76 (47.8)	31 (39.2)	45 (56.3)	0.015
20 - 40 min/day	57 (35.8)	32 (40.5)	25 (31.3)	
40 - 60 min/day	19 (11.9)	9 (11.4)	10 (12.5)	
≥ 60 min/day	7 (4.4)	7 (8.9)		

하였다. 하루 중 수면시간은 남학생의 79.5%와 여학생의 67.9%가 하루에 6~7시간을 잔다고 하였으나 여학생의 경우는 25%가 8시간 이상을 자는 것으로 나타났다. 이들이 등하교 시에 이용하는 교통수단은 버스가 남학생의 45.8%, 여학생의 38.1%였고, 도보로 걷는 경우도 남학생의 44.6%, 여학생의 52.4%였다. 하루에 걷는 시간은 30분 미만인 남학생의 8.4%, 여학생의 9.5%였고 30~60분 미만은 남녀 각각 34.9%, 51.2%였으며 90분 이상이 25.3%와 13.1%였다. 쉬는 시간이나 점심시간에 주로 하는 행동은 '친구와 이야기하기'가 남학생은 67.5%, 여학생은 92.9%로 여학생은 대부분이 친구와 이야기로 시간을 보내는 것으로 나타났으며 '수면'은 남학생이 13.3%, 여학생이 3.6%로 나타났다. 평소에 운동을 규칙적으로 하는지 물었더니 '거의 안 한다'가 남학생의 25.3%, 여학생의 58.3%로 특히 여학생이 운동을 하지 않는 것으로 나타났다. 그러나 남학생은 43.4%가 주 1회 정도, 18.1%가 주 3~4회, 13.3%가 매일 운동을 하여 여학생보다 운동을 많이 하는 것으로 나타났다. 운동시간은 남학생의 40.5%가 20~40분정도, 여학생의 56.3%가 20분 미만 하는 것으로 나타났다. Hong 등²⁸⁾의 남녀 고등학생을 대상으로 한 연구에서 운동에 대한 사항을 보면 남학생의 33.64%와 여학생의 18.70%가 매일 운동을 한다고 하였으며 운동시간은 남학생은 30~60분 사이가 가장 많고 여학생은 15~30분 정도가 가장 많아 본 연구에서와 마찬가지로 남학생이 여학생보다 운동을 더 많이 하는 것으로 나타났다. 여학생은 운동뿐만 아니라 체형에 대한 잘못된 인식으로 인한 다이어트 등 영양섭취의 문제를 고려해볼 때 남학생보다 골질량의 축적에 있어서 부정적인 측면들을 더 많이 갖는 것으로 여겨진다.

3. 신체부위별 골밀도

조사대상자의 각 신체부위별 골밀도는 Table 4와 같다. 요추의 경우 남학생이 여학생보다 약간 골밀도가 높은 경향을 나타내었다. 요추의 평균골밀도인 L24를 보면 남학생이

Table 4. Bone mineral density of subjects (Unit: g/cm²)

	Total	Boys	Girls	p-value
Lumbar spine				
L2	0.977 ± 0.01	0.981 ± 0.01	0.972 ± 0.01	0.659
L3	0.983 ± 0.01	0.998 ± 0.02	0.969 ± 0.01	0.148
L4	0.942 ± 0.01	0.950 ± 0.01	0.935 ± 0.01	0.448
L24	0.967 ± 0.01	0.976 ± 0.01	0.958 ± 0.01	0.353
Femoral neck				
Ward's triangle	0.960 ± 0.01	1.040 ± 0.02	0.880 ± 0.01	0.000
Femoral trochanter	0.795 ± 0.01	0.842 ± 0.02	0.749 ± 0.01	0.000
	0.761 ± 0.01	0.827 ± 0.01	0.695 ± 0.01	0.000

0.976 g/cm², 여학생은 0.958 g/cm²이었다 그러나 대퇴부의 골밀도에서는 남학생은 대퇴경부가 1.040 g/cm², 와드삼각부가 0.842 g/cm², 대퇴전자부가 0.827 g/cm²이었으나 여학생은 대퇴경부가 0.880 g/cm², 와드삼각부가 0.749 g/cm², 대퇴전자부가 0.695 g/cm²로 남학생보다 유의하게 낮은 것으로 나타났다. Jin 등³⁰⁾의 15세 여고생을 대상으로 골밀도를 측정된 결과를 살펴보면 요추부 1.115 g/cm², 대퇴경부 0.935 g/cm², 와드삼각부 1.049 g/cm², 대퇴전자부 1.010 g/cm²으로 본 연구보다 다소 높은 수준을 보였다. 또한 여대생을 대상으로 한 신체부위별 골밀도 연구²⁹⁾에서 전완부골밀도와 전신골밀도의 대부분은 정상이었으나 대퇴골경부와 요추골에서 골감소증이 각각 43.9%, 40.3%, 대퇴골경부와 와드삼각부에서 골다공증이 각각 7.2%, 3.6%로 나타났다. 이는 골격계의 여러 부위가 동시에 발달되는 것이 아니며 최대골질량의 축적도 골격부위에 따라 차이가 있다는 것을 말해준다. 또한 최대골질량에 도달하는데 있어서 여성은 남성보다 25~30% 정도 더 낮고 50세 이후 골절 발생의 위험률도 남성이 13%, 여성이 40%로 여성의 위험이 더 크다.³⁰⁻³²⁾ 그러므로 급성장기 여성의 최대골질량의 증가를 위해 골밀도에 관련하여 칼슘섭취와 뼈대사에 대한 연구의 필요가 더욱 높다.

4. 성숙발달상태와 신체계측치, 그리고 골밀도와의 상관관계

조사대상자의 신체계측치, 성숙발달상태와 골밀도와의 상관관계는 Table 5와 같다. 남학생의 경우 변성이 시작된 연령은 골밀도와 상관관계가 없었으나 신장은 요추와 유의한 양의 상관관계를 보였고 체중과 BMI는 요추와 대퇴경부, 대퇴전자부에서 유의한 양의 상관관계를 보였다. 여학생의 경우 초경나이는 요추와 대퇴경부, 와드삼각부, 대퇴전자부 모두에서 유의한 양의 상관관계를 보였다. 그러나 신장은 골밀도와 상관관계를 보이지 않았으며 체중은 요추부를 비롯한 모든 골밀도와 양의 상관관계를 보였고 BMI에서는 와드삼각부를 제외한 모든 골밀도와 양의 상관관계를 보였다. Lee 등³¹⁾의 연구에 의하면 11~14세의 남녀학생을 대상으로 한 요추부와 대퇴경부 각각의 골밀도는 연령이 증가함에 따라 증가하였는데 특히 남학생의 경우 골밀도는 변성이 시작된 나이보다 연령과의 관계가 높았으나 여학생의 경우는 연령보다 초경이 시작된 나이와 관계가 더 높은 것으로 나타났다. 본 연구결과에서도 여학생의 초경이 빠를수록 골밀도가 낮았던 것은 사춘기에 일어나는 골성장의 정도의 차이로 여자는 초경이 시작되고 2~4년 후부터는 골량형성이 급격히 감소하기 때문이다. 만 12~18세의 여자 중고생들을 대상으로 한 연구²⁴⁾에서 신체계측치

Table 5. Correlation coefficients between bone mineral density and anthropometric values and sexual development

	Height	Weight	BMI	Age of voice change	Age of menarche
Lumbar spine					
Total	0.094	0.434**	0.337**		
Boys	0.289*	0.395**	0.289*	0.061	
Girls	0.094	0.434**	0.320**		-0.273*
Femoral neck					
Total	-0.052	0.342**	0.309**		
Boys	0.212	0.405**	0.366**	-0.220	
Girls	-0.052	0.342**	0.273*		-0.230*
Ward's triangle					
Total	0.002	0.307**	0.249*		
Boys	0.136	0.226	0.195	-0.091	
Girls	0.002	0.307**	0.182		-0.262*
Femoral trochanter					
Total	-0.013	0.452**	0.356**		
Boys	0.049	0.425**	0.448**	0.001	
Girls	-0.013	0.452**	0.339**		-0.346**

*: p<0.05, **: p<0.01

와 골밀도와의 상관관계를 보면 요추는 체중, BMI와 대퇴전자부는 신장, 체중 및 BMI와 유의적인 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 연령별 여성을 대상으로 한 Lee 등³¹⁾의 연구에서는 체중과 BMI가 모든 연령군에서 거의 대부분의 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 이는 본 연구결과에서와 같이 체중과 골밀도와의 상관성을 나타내는 것으로 신체특성중 신장보다 체중이 골밀도와 상관성이 높는데 이는 골격에 대한 체중의 물리적인 힘에 의한 것으로 볼 수 있다. 골밀도가 증가되는 시기에는 체중과 체지방량이 골밀도 유지에 중요한 역할을 하는데 체중이 높은 경우 골밀도가 더 높으며 체중은 골밀도에 주요한 결정요인이 된다.³³⁾

5. 일반적 환경요인과 골밀도

일반사항과 골밀도와의 관계는 Table 6과 같다. 조사대상자들의 개인 용돈을 포함한 가정경제, 부모의 학력, 흡연과 음주 및 카페인 음료섭취는 골밀도와 관련성이 없는 것으로 나타났다. Barquero 등³⁴⁾의 연구에서는 교외 거주자보다 사회경제적수준이 높은 도시지역사람들의 골밀도가 높은 것으로 나타났는데 도시청소년을 대상으로 한 Choi 등³⁵⁾의 연구에서도 가정의 경제상태가 보통이하인 군에 비해 잘사는 편이라고 응답한 군에서 골밀도가 유의하게 높은 것으로 나타나 부모의 경제수준이 높은 학생들의 골밀도 발달수준이 높다고 하였다. 그러나 부모의 교육수준에 따른 골밀도의 수준 및 조사대상자의 흡연과 음주에서는 본 연구에서와 같이 골밀도와 관련성이 없다고 보고하였다.

Table 6. Bone mineral density of subjects by general characteristics (Unit: g/cm²)

Characteristics	Lumbar spine	Femoral neck
Income (10,000won/month)		
< 150	0.959 ± 0.02 ¹⁾	0.978 ± 0.03
150 - <250	0.959 ± 0.01	0.935 ± 0.02
≥ 250	0.988 ± 0.02	0.993 ± 0.02
p-value	0.422	0.104
Father's education level		
High school	0.970 ± 0.01	0.969 ± 0.02
University	0.976 ± 0.01	0.965 ± 0.02
Graduate school	0.927 ± 0.02	0.914 ± 0.03
p-value	0.302	0.336
Mother's education level		
High school	0.971 ± 0.01	0.965 ± 0.01
University	0.955 ± 0.02	0.958 ± 0.02
Graduate school	0.982 ± 0.07	0.886 ± 0.07
p-value	0.749	0.492
Pocket money (10,000won/month)		
< 5	0.962 ± 0.01	0.963 ± 0.01
5 - <10	0.979 ± 0.02	0.928 ± 0.03
≥ 10	0.970 ± 0.06	0.998 ± 0.05
p-value	0.783	0.323
Alcohol drinking		
Not at all	1.021 ± 0.06	1.114 ± 0.05
1 - 2 times/month	0.955 ± 0.02	0.963 ± 0.03
> 3 - 4 times/week	1.042 ± 0.10	1.000 ± 0.06
Everyday	0.925 ± 0.04	0.933 ± 0.02
p-value	0.370	0.077
Smoking		
Not at all	0.967 ± 0.01	0.952 ± 0.01
Before	1.033 ± 0.02	1.046 ± 0.05
< 1 box/day	0.943 ± 0.02	0.979 ± 0.03
≥ 1 box/day	0.900 ± 0.16	0.984 ± 0.18
p-value	0.515	0.606
Caffeine		
1 cup/day	0.963 ± 0.01	0.950 ± 0.01
2 - 3 cups/day	1.019 ± 0.05	1.020 ± 0.04
≥ 4 cups/day	0.896 ± 0.03	0.959 ± 0.05
p-value	0.201	0.314

1) Mean ± SE

또한 다량의 음주는 골생성을 억제시키는데³⁶⁾ 적당량의 알콜 섭취는 뼈손실을 오히려 감소시킨다는 보고³⁷⁾도 있다. 흡연 역시 골다공증의 독립적인 위험인자라고 알려져 있으나^{38,39)} 본 연구에서는 음주와 흡연의 빈도가 미미하여 골밀도에 영향을 주지 않은 것으로 추측된다.

6. 활동상태와 골밀도

활동상태와 골밀도와의 관계는 Table 7과 같다. 요추의

Table 7. Bone mineral density of subjects by life style and activity (Unit: g/cm²)

	Lumbar spine	Femoral neck
Life style		
Balance	0.988 ± 0.03 ^a	1.009 ± 0.06 ¹⁾
Moderate	0.984 ± 0.01 ^o	0.966 ± 0.01
Unbalance	0.936 ± 0.01 ^b	0.938 ± 0.02
p-value	0.047	0.264
Sleeping hours		
4 - 5 hours/day	0.974 ± 0.03	0.970 ± 0.04 ^a
6 - 7 hours/day	0.968 ± 0.01	0.976 ± 0.01 ^a
≥ 8 hours/day	0.956 ± 0.03	0.879 ± 0.02 ^b
p-value	0.869	0.007
Transportation		
By bus	0.955 ± 0.01	0.964 ± 0.02
By subway	1.016 ± 0.04	0.949 ± 0.04
Walking	0.977 ± 0.01	0.958 ± 0.02
Others	0.897 ± 0.03	0.944 ± 0.07
p-value	0.167	0.977
Walking hours		
< 30 min/day	0.929 ± 0.02	0.924 ± 0.04
30 - < 60 min/day	0.966 ± 0.01	0.957 ± 0.02
60 - < 90 min/day	0.989 ± 0.02	0.962 ± 0.02
≥ 90 min/day	0.953 ± 0.02	0.978 ± 0.03
p-value	0.330	0.704
Activity in rest		
Sleeping	0.997 ± 0.04 ^{ab}	1.039 ± 0.03 ^c
Playing	1.102 ± 0.06 ^o	1.059 ± 0.04 ^c
Chatting	0.954 ± 0.01 ^b	0.942 ± 0.01 ^b
Others	1.007 ± 0.03 ^{ab}	1.012 ± 0.04 ^{ab}
p-value	0.018	0.017
Frequency of exercise		
1 time/week	0.987 ± 0.02	0.994 ± 0.02 ^{ab}
3 - 4 times/week	0.992 ± 0.03	0.999 ± 0.03 ^{ab}
Almost everyday	0.984 ± 0.02	1.013 ± 0.03 ^o
Not at all	0.938 ± 0.01	0.906 ± 0.02 ^b
p-value	0.076	0.001
Exercise hours		
< 20 min/day	0.958 ± 0.01	0.941 ± 0.02 ^b
20 - 40 min/day	0.969 ± 0.01	0.971 ± 0.02 ^{ab}
40 - 60 min/day	0.990 ± 0.03	0.975 ± 0.03 ^{ab}
≥ 60 min/day	1.071 ± 0.05	1.096 ± 0.04 ^d
p-value	0.112	0.050

1) Mean ± SE

ab: Value with different letters in a column are significantly different among groups by Tukey's test

골밀도는 라이프스타일과 휴식 시 활동사항에서 유의적인 차이를 보였는데 라이프스타일이 불규칙적인 대상이 규칙적이거나 보통인 대상보다 골밀도가 더 낮은 것으로 나타났다. 휴식 시 활동사항에서는 친구와 이야기하는 대상자

보다 뛰어노는 대상자들이 요추의 골밀도가 더 높은 것으로 나타났다. 대퇴경부에서는 하루수면시간, 휴식 시 활동사항, 운동정도, 운동시간에서 유의적인 차이를 보였는데 라이프스타일은 요추와 마찬가지로 규칙적인 대상이 불규칙적인 대상보다 골밀도가 더 높은 것으로 나타났고 하루수면시간에서는 수면시간이 8시간 이상 되는 대상자들이 4~5시간 또는 6~7시간 되는 사람들보다 골밀도가 유의적으로 낮았다. 그러나 Choi 등³⁵⁾의 연구에서는 수면시간과 TV시청시간은 골밀도와 관련성이 없는 것으로 나타났으며 하루 중 걷는 시간이 많을수록 골밀도가 높다고 하였는데 본 조사에서는 하루 중 걷는 시간과 골밀도 사이에 유의적인 차이는 없었으나 대퇴경부의 경우 걷는 시간이 많을수록 골밀도가 약간 높아지는 경향을 보였다. 휴식 시 활동사항은 친구와 이야기하는 대상보다 뛰어노는 대상이 대퇴경부의 골밀도가 높은 것으로 나타났으며 운동여부 및 운동시간에서도 대퇴경부의 골밀도가 유의적으로 높았는데 운동은 안하는 대상보다 많이 할수록 대퇴경부의 골밀도가 유의적으로 높았으며 운동시간 역시 시간이 많을수록 골밀도가 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 본 연구결과에서도 운동과 관련하여 대퇴경부의 골밀도가 유의적으로 높았는데 대퇴경부의 골밀도는 신체적인 부하와 같은 요소에 더 예민하기 때문이며 성장기의 신체활동은 요추보다 대퇴부에서 골격량이 증가한다. 그러나 여고생을 대상으로 한 연구³⁾에서 1년 동안 역도와 같은 저항운동을 실시하고 골밀도의 변화를 관찰했을 때 대퇴골의 골밀도에는 유의한 변화가 없었으나 전체 요추부위의 골밀도는 약 4.6% 유의한 증가를 보였다. 이는 성장기의 운동과 골밀도와의 관련성에 있어서 체중부하를 주는 골부위에 따라 골밀도가 다르며 다양한 양상을 나타내기 때문이다.

요약 및 결론

본 연구는 청소년의 골밀도에 영향을 주는 요인으로 신체계측치, 생활습관, 그리고 기타 환경요인에 대해 알아보고자 서울시내 고등학교 1~2학년에 재학 중인 남학생 83명, 여학생 84명을 대상으로 골밀도를 측정하고 조사연구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 조사대상자의 신장과 체중을 보면 남학생은 평균 172.2 cm와 64.7 kg이고, 여학생은 161.6 cm와 52.4 kg이었다. 그리고 BMI는 남학생이 21.7이고, 여학생이 21.0로 정상범위로 나타났다.

2) 조사대상자의 가구당 월소득은 150~250만원 미만인 전체의 42.9%로 가장 많았고 부모의 학력을 보면 고등학

교 졸업이 가장 많았는데 아버지의 경우 전체의 46.7%, 어머니의 경우 전체의 72.0%였다. 남학생은 69.4%가 14~16세에 변성이 시작되었고 여학생의 경우는 67.5%가 12~13세에 초경이 시작된 것으로 조사되었다. 조사대상자의 음주실태는 전체의 59.0%가 월 1~2회 정도 마시는 것으로 나타났으며 흡연실태를 보면 전체의 82.4%가 담배를 전혀 안 피운다고 답하였다. 카페인음료의 섭취여부에서는 전체의 90.5%가 하루에 1잔 정도 마시는 것으로 나타났다.

3) 조사대상자의 라이프스타일이 규칙적인 대상자는 전체의 6.1%에 불과했으며 하루 중 수면시간은 전체의 73.7%가 6~7시간 이라고 답하였다. 등학교 시에 이용하는 교통수단은 도보로 걷는 경우가 전체의 48.5%로 가장 많았고 하루에 걷는 시간은 전체의 43.1%가 30~60분 미만이었다. 쉬는 시간이나 점심시간에는 전체의 80.2%가 친구와 이야기로 시간을 보내는 것으로 나타났으며 운동여부는 전체의 34.1%만이 주 1회 정도 운동을 하고 운동시간은 전체의 47.8%가 20분 미만인 것으로 나타났다.

4) 조사대상자의 신체부위별 골밀도는 요추 (L24)의 경우 남학생이 0.976 g/cm², 여학생은 0.958 g/cm²으로 남학생이 여학생보다 약간 골밀도가 높은 경향을 나타내었다. 그러나 대퇴부의 골밀도에서는 남학생은 대퇴경부가 1.040 g/cm², 와드삼각부가 0.842 g/cm², 대퇴전자부가 0.827 g/cm²이었으나 여학생은 대퇴경부가 0.880 g/cm², 와드삼각부가 0.749 g/cm², 대퇴전자부가 0.695 g/cm²로 남학생보다 유의하게 낮은 것으로 나타났다.

5) 성숙발달상태와 신체계측치와의 상관관계는 남학생의 경우 변성이 시작된 연령은 골밀도와 상관관계를 보이지 않았으며 신장은 요추와 유의한 양의 상관관계를 보였고 체중과 BMI는 요추와 대퇴경부, 대퇴전자부에서 유의한 양의 상관관계를 보였다. 여학생의 경우 초경나이는 요추와 대퇴부 모두에서 유의한 음의 상관관계를 보였고 체중은 요추부를 비롯한 모든 골밀도와 양의 상관관계를 보였으며 BMI에서는 와드삼각부를 제외한 모든 골밀도와 양의 상관관계를 보였다.

6) 조사대상자들의 개인 용돈을 포함한 가정경제, 부모의 학력, 흡연과 음주 및 카페인 음료섭취는 골밀도와 관련성이 없는 것으로 나타났다.

7) 조사대상자의 요추의 골밀도는 (라이프스타일)이 규칙적인 대상이 불규칙적인 대상보다 골밀도가 더 높았으며 휴식 시 활동사항에서는 친구와 이야기하는 대상자보다 뛰어노는 대상자들이 요추의 골밀도가 더 높은 것으로 나타났다. 대퇴경부에서는 수면시간이 8시간 이상 되는 대상자들이 다른 대상자들보다 골밀도가 유의적으로 낮았다. 휴

식 시 활동사항에서는 뛰어나는 대상이, 그리고 운동여부 및 운동시간에서는 운동을 많이 하는 대상자들의 대퇴경부 골밀도가 유의적으로 높은 것으로 나타났다.

앞의 연구결과 청소년기의 골밀도는 신체계측치, 성숙발달상태, 그리고 활동상태에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다. 이시기는 연령의 특성상 과중한 학습에 의해 신체활동이 결여되기 쉬운 시기이므로 적절한 영양섭취와 함께 여가시간을 통한 신체활동을 늘려 골밀도의 축적 및 유지가 이루어 질 수 있도록 해야 한다. 이를 위해서는 고등학교에서도 적절한 급식을 통해 균형있는 영양섭취 및 영양교육이 이루어질 수 있도록 해야 하며 교과과정을 통한 활동량의 증가가 더욱 고려되어야 한다고 본다.

향후 청소년기를 단계별로 나누어 성성숙도에 따른 골밀도에 관한 연구가 더 이루어져야 하며 이시기에 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요인과 관련하여서도 연구조사 되어야 할 것이라 사료된다.

Literature cited

- 1) Lee MS. Change in bone mineral density and fracture threshold. *The Korean Society of Endocrinology* 5(3) : 232-233, 1990
- 2) Cadogan J, Blumsohn A, Barker ME, Eastell R. A longitudinal study of bone gain in pubertal girls: anthropometric and biochemical correlates. *J Bone Miner Res* 13(10) : 1602-1612, 1998
- 3) Jin W, Oh DZ, Kim SH, Bang DB. Effect of resistance training on bone mineral density of female high-school students. *Korean J Physical Education* 40(4) : 853-861, 2001
- 4) Rizzoli R, Bonjour JP. Determinants of peak bone mass and mechanism of bone loss. *Osteoporosis Int Suppl* (2) : S17-S23, 1999
- 5) Bailey D, McCulloch R. Bone tissue and physical activity. *Can J Sport Sci* 15: 229-239, 1990
- 6) Snow-Harter C, Bouxsein, ML, Lewis, BT, Carter. DR. Effects of resistance and endurance exercise on bone mineral status of young women: A randomized exercise intervention trial. *J Bone Miner Res* 7: 761-769, 1992
- 7) 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 Nutrition* 33(3) : 241-249, 2000
- 8) 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 Nutrition* 29(7) : 778-787, 1996
- 9) Matkovic V. Calcium metabolism and calcium requirements during skeletal modeling and consolidation of bone mass. *Am J Clin Nutr* 54: 245S-260S, 1991
- 10) Park JN, Kim KH, Lee SS. A study of factor affecting bone mineral density in children: Anthropometric measurements, socioeconomic factors, family history, and other environmental factors. *Korean J Nutrition* 37(1) : 52-60, 2004
- 11) Benardot D, Schwarz M, Heller DW. Nutrient intake in young, highly competitive gymnasts. *J Am Diet Assoc* 89(3) : 2-9, 1995
- 12) Nagasaki K, Kikuchi T, Hiura M, Uchiyama M. Obese Japanese children have low bone mineral density after puberty. *J Bone Miner Metab* 22(4) : 376-381, 2004
- 13) Kim MH, Kim JS, Kim YM. The relationship between bone mineral density and physical obstetric characteristics in middle-aged women. *J Korean Acad Adult Nurs* 14(4) : 532-542, 2002
- 14) Kim JN, Seo JH. A study on the life style and bone mineral density of women college students by body mass index. *Food Industry and Nutrition* 9(2) : 41-45, 2004
- 15) Desimone DP, Stevens J, Edwards J. Influence of body and race on bone mineral density of the midradius, hip. *J Bone Miner Res* 4(6) : 827-830, 1989
- 16) Lee HJ, Lee IK. Bone mineral density of Korean mother-daughter pairs: Relations to anthropometric measurements, body composition, bone markers, nutrient intakes and energy expenditure. *Korean J Nutrition* 29(9) : 991-1002, 1996
- 17) Fries JF. Prevention of osteoporotic fractures: possibilities, the role of exercise, and limitations. *Scand. J Rheumatol* 5(103) : 6-10, 1996
- 18) Lee CW, Park KY, Lee YS, Yoo SD, An JH, Kong ON, Son SM, Kim IJ, Kim YK. Genetic and environmental determinants of bone mineral density in mother-daughter pairs. *The Korean Society of Menopause* 9(3) : 232-237, 2003
- 19) Matkovic V, Fonrana D, Tominac C, Goel P, Chesnut CH 3rd. Factors that influence peak bone mass formation: A study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. *Am J Clin Nutr* 52: 878-888, 1990
- 20) Lee HJ, Choi MJ. The effect of nutrient intake and energy expenditure on bone mineral density of Korean women in Taegu. *Korean J Nutrition* 29(6) : 622-633, 1996
- 21) Oh DJ. Adolescent girl's dance activity and the characteristics of femoral region bone mineral density. *J Kor Soc Stu Phy Edu* 7(4) : 204-218, 2003
- 22) Tsuzuku S, Ikegami Y, Yabe K. Effects of High-intensity resistance training on bone mineral density in young male powerlifters. *Calcif Tissue Int* 63(4) : 283-286, 1998
- 23) Nichols DL, Sanborn CF, Bonnick SL, Gench B, Dimarco N. Relationship of regional body composition to bone mineral density in college females. *Med Sci Sports Exerc* 27(2) : 178-182, 1995
- 24) Woo SI, Cho SS. The influence of diet, body fat menstrual function, and activity upon the bone density of female gymnasts. *Korean J Nutrition* 32(1) : 50-63, 1999
- 25) Lloyd T, Rolling N, Andon MB. Determinants of bone density in young women, relationships among pubertal development, total body bone mass, and total body bone density in premenarche females. *J Clin Endocrinol Metab* 75: 383-387, 1992
- 26) Yu CH, Lee YS, Lee JS. Some factors affecting bone density of Korean college women. *Korean J Nutrition* 31(1) : 36-45, 1998
- 27) Cho HS, Kim YO. The study on Korean youth's status of beverage consumption and preference of beverage in Chunnam area. *Korean J Food & Nutr* 12(5) : 536-542, 1999
- 28) Hong YJ. A study on the relation of eating behavior and food intake to obesity index of adolescents. *Korean J Dietary Culture* 14(5) : 535-554, 1999

- 29) Kim MH, Kim JS. The relationship between body composition and bone mineral density in college women. *J Korean Acad Nurs* 33(3): 312-320, 2003
- 30) Yang SY, Oh KY, Park MH, Hwang IT, Jeong JH, Park JS. A multiple regression analysis for changes of spinal bone mineral density in postmenopausal women. *J Korean Soci Menopause* 7(1): 64-75, 2001
- 31) Lee HJ, Lee IK. Relationships among pubertal development, anthropometric measurement, bone mineral density in males and females 7-23 years of age. *The Korean Society of Endocrinology* 11(4): 455-467, 1996
- 32) Holbrook TL, Barrett-Connor E. The association of lifetime weight and weight control patterns with mineral density in an adult community. *Bone & Mineral* 20: 141-149, 1993
- 33) Melton III LJ, Chrischilles EA, Cooper C. Perspective. How many women have osteoporosis? *J Bone Mineral Research* 7(9): 1005-1010, 1992
- 34) Barquero RL, Baures RM, Segura PJ, Quinquer SJ, Majem SL, Ruiz GP, Navarro LC, Torne DFM. Bone mineral density in two different socioeconomic population groups. *Bone Miner* 18(2): 159-168, 1992
- 35) Choi HJ, Kang SA, Woo HD, Cho SI, Joung HJ. The association between bone density at os calcis and body composition, life style and socioeconomic factors in city adolescent. *Journal of Community Nutrition Conf*, p161, 2004
- 36) Diamond T, Stiel D, Lunzer M, Wilkinson M, Posen S. Ethanol reduced bone formation and may cause osteoporosis. *Am J Med* 86: 282-288, 1989
- 37) Hansen MA, Overgaard K, Riis BJ, Christiansen C. Role of peak bone mass and bone loss in postmenopausal osteoporosis: A 12 year study. *Br Med J* 303: 961-964, 1991
- 38) Baron JA, La vecchia C, Levi F. The antiestrogenic effect of cigarette smoking in woman. *Am J Obstet-Gynecol* 162: 502-544, 1990
- 39) Pocock NA, Eisman JA. Effect of tobacco use on axial and appendicular bone mineral density. *Bone* 10: 329-331, 1989