서울지역 20~30대 성인여성의 직업유무에 따른 골밀도와 영향요인: 제5기 국민건강영양조사자료 분석, 2010~2011

조광현¹ · 최순남 · 정남용[†]
삼육대학교 식품영양학과 · ¹삼육대학교 경영학과

Various Factors Affecting the Bone Mineral Density in Korean Young Adult Women: Data from the Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V), 2010~2011

Kwang - Hyun Jho¹, Soon - Nam Choi, Nam - Yong Chung[†]

Dept. of Food & Nutrition, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea

¹*Dept. of Business Administration, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea*

ABSTRACT

This study investigated factors affecting the bone mineral density (BMD) of Korean young adult women (20~30 yrs) living in Seoul, according to the state of employment. Data on BMD and anthropometric and biochemical measurements were obtained from the Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V) (2010~2011). BMD of the working group (WG) was generally higher than that of the non- working group (NWG). The prevalence of osteopenia, and osteoporosis between the groups was 29.0/31.5%, and 12.9/18.5% from 20~29 yrs as well as 25.5/24.1%, and 20.2/20.5% from 30~39 yrs, respectively. From 20~29 yrs, prevalence of osteopenia and osteoporosis in the WG was lower than that of the NWG. Alkaline phosphatase activity of the WG was lower than that of the NWG. In the WG, from 20~29 yrs, total femur BMD showed significant positive correlations with waist circumference and BMI. In the NWG, from 20~29 yrs, total femur, femoral neck, and lumbar spine BMDs showed significant positive correlations with weight and fat mass, whereas they showed significant negative correlations with vitamin D. In the WG, from 30~39 yrs, total femur and femoral neck BMDs showed significant positive correlations with weight and free fat mass. The results of this study show that BMD of young adult women is insufficient regardless of their employment status. Therefore, practical and systematic programs are required to improve the BMD of young adult women as well as to maintain healthy bone levels.

Key words : KNHANES V, bone mineral density, young adult women, osteopenia, osteoporosis

This work was supported by Sahmyook University Research Grant in 2014.

접수일 : 2014년 2월 20일, 수정일 : (1차) 2014년 4월 3일, (2차) 2014년 4월 14일, 채택일 : 2014년 4월 21일

[†] Corresponding author : Nam-Yong Chung, Department of Food & Nutrition, Sahmyook University, Hwarangro-815, Nowon-gu, Seoul 139-742, Korea

Tel : 82-2-3399-1653, Fax : 82-2-3399-1655, E-mail : ywon4420@hanmail.net

서론

골격은 신체를 지탱해주고 형태를 유지시켜 주는 중요한 역할을 하는 부분이다. 이러한 골격은 연령이 증가하면서 매일 조금씩 소실되고 소실된 만큼 새로 만들어지는 골 흡수(bone resorption)와 골 형성(bone formation)이 반복되어 골 재형성(bone remodeling)이 활발하게 일어나는 대사 기관이다(Heaney 등 1982; Raisz 1988). 골격은 성장기에 꾸준히 형성되어 성장이 끝난 후 최대치를 보이다가 연령이 증가할수록 골 소실이 일어나는데(Moon & Kim 1998), 35세를 전후로 최대 골 질량에 이르게 되고, 이후에 골 흡수와 골 형성 간에 균형을 유지하다가 35세~45세부터 소실이 일어나는 것으로 알려져 있다(Koo 등 2008). 골다공증은 그 자체가 문제가 되는 것은 아니나 골절이 되면 일상생활이 불편해지고 생명이 위태로워질 수 있으므로 지속적으로 관심을 가져야 한다. 골다공증의 유발요인은 다요인적이고 복합적인 것으로 환경요인 중 영양적 요인, 특히 칼슘 결핍이 골격 손실에 크게 관여한다고 보고되어 있다(Yano 등 1985; Heaney 등 1997).

골밀도와 관련된 선행연구에 의하면 비타민 D와 비타민 K의 섭취부족(Hong & Yu 1994; Holick 1996), 동물성 단백질, 염분 또는 섬유질의 과다섭취(Chang 등 1997; Yu 등 1998), 음주(Holbrook & Barrett-Connor 1993) 등이 골밀도를 감소시키는 인자인 것으로 보고되고 있다. 신체적 및 생리적인 요인으로는 난소절제, 낮은 체질량지수(Lee & Kim 1998) 및 운동부족(Lee 1996; Satsuda 등 2003; Miyake 등 2005), 신체구성과 체력(Chung 등 2008) 등도 골밀도를 낮출 수 있는 것으로 보고되었고, 호르몬과 폐경에 의한 영향(Choi & Lee 1996)도 알려져 있다.

골다공증에 미치는 여러 영향요인에 관한 연구는 다수 수행되었는데 20~50대 연령계층의 골밀도와 관련요인에 관한 연구(Choi 등 2007; Kim & Koo 2007; Koo 등 2008)에서 20대, 30대 연령계층의 골밀도 위험이 큰 것으로 나타났다. 20대와 30대 여성

을 포함한 Ahn 등의 연구(2005)에서 골감소증이 38.4%인 결과는 폐경 여성들에서 나타난 30~40%와 유사한 것으로(Ahn 등 2009) 우리나라 젊은 성인 여성들의 골 건강의 심각성을 보여준다. 따라서 최대 골 질량 형성시기에 있는 20대, 30대 연령계층의 여성에 대한 다각적인 연구의 필요성이 대두되며 그 일환으로 젊은 여성의 직업유무에 따른 골밀도의 상황을 파악하는 것은 중요한 의의가 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 연구는 보건복지부의 질병관리본부에서 제5기 2012년의 ‘국민건강영양조사(KNHANES)’를 실시해온 자료 중에서 2010년, 2011년 2개 연도를 대상으로 하였다. 또한 연령계층은 서울시에 거주하는 20~29세, 30~39세 두 연령계층의 여성만을 선정하였고, 직업군과 무직군으로 분류하였다. 골밀도에 미치는 신체적 특성, 생화학적 요인을 규명하여 성인여성의 골 건강증진 및 유지를 위한 기초자료를 제공하는데 주안점을 두고 있다.

연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자 수는 2010년 1월부터 2011년 12월까지 실시된 ‘제5차 국민건강영양조사’를 바탕으로 서울지역에 거주하는 20대, 30대 성인여성 중에서 기본 검진자와 골밀도 자료가 일치하는 322명을 선정하였다. 성인여성의 대상자는 직업유무에 따라 직업군(working group, WG)과 무직군(non-working group, NWG) 등으로 각각 분류하였다.

2. 연구방법

연구대상자의 정보는 이동검진센터에서 검진 당일 실시된 검진조사를 바탕으로 하였다. 검진조사는 신장, 체중, 체지방량과 체지방률 및 체지방량을 측

정하였고, 신장과 체중의 실측치를 이용하여 신체질량지수(body mass index, BMI)를 산출하였다. BMI는 국민건강영양조사를 바탕으로 하여 아시아 태평양 지역 비만분류 기준에 따라 저체중군(18.5 kg/m^2 미만), 정상군($18.5 \sim 25 \text{ kg/m}^2$), 비만군(25 kg/m^2 이상) 등 3가지로 분류하였다.

대퇴부 전체 골밀도(total femur BMD, g/cm^2), 대퇴 경부 골밀도(femoral neck BMD, g/cm^2), 요추골밀도(lumbar spine BMD, g/cm^2)는 이중에너지 X-선 흡수방법(dual-energy X-ray absorptiometry, DEXA)으로 측정하였다. 혈액검사 항목은 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방, 비타민 D, alkaline phosphatase(ALP)로 채혈 전 공복여부, 당뇨병 과거력, 채혈부적응증 등을 확인한 후 15 ml 정도 채혈하고, 적절한 검체처리를 하여 (재)씨젠의료재단(<https://www.seegenemedical.com>)에 분석을 의뢰하였다(Korea Centers for Disease Control and Prevention 2010).

3. 통계분석

본 연구의 자료는 질병관리본부(Korea Centers for Disease Control and Prevention 2014)에서 공개한 원시자료를 활용하였으며 조사대상자 중에서 ‘기본데이터베이스의 건강설문, 검진 및 영양’과 ‘검진의 골밀도 및 체지방검사’가 일치하는 것만을 추출하였다. 신체 계측치, 생화학 요인은 평균과 표준오차로 나타냈고, 직업유무에 따른 신체 계측치 및 골밀도 측정치의 두 집단 간 유의성 검증은 SAS의 proc surveymeans와 proc surveylogistic을 사용하였다. 통계적으로 유의성 검증은 $\alpha=0.05$ 수준에서 수행하였다.

결 과

1. 연구 대상자의 일반특성

Table 1은 연구대상자의 일반적인 특성을 나타내고 있다. 연구대상자 수는 20대의 직업군 62명(25.2

Table 1. General characteristics of the subjects.

Variables	20~29 yr		T-test	30~39 yr		T-test
	WG ¹⁾ (n=62)	NWG ²⁾ (n=54)		WG (n=94)	NWG (n=112)	
Age (yr)	25.2±0.63 ³⁾	25.7±0.87	0.5762	35.2±0.53	34.5±0.67	0.3105
Height (cm)	160.2±0.98	161.0±1.24	0.5819	160.4±1.11	160.4±1.02	0.9987
Weight (kg)	55.4±2.89	53.5±1.87	0.5504	52.9±1.12	56.3±1.25	0.0238*
BMI ⁴⁾ (kg/m^2)	21.6±0.97	20.6±0.73	0.4361	20.6±0.48	22.0±0.56	0.0357*
Waist circumference (cm)	69.9±2.53	68.3±1.51	0.5655	69.9±1.16	73.4±1.34	0.0237*
Body fat (%)	30.5±1.38	28.5±1.63	0.2778	29.2±1.40	30.4±1.04	0.4157
Fat mass (kg)	17.3±1.79	15.3±1.39	0.3364	15.5±0.92	17.3±0.94	0.1023
Free fat mass (kg)	38.0±1.17	37.8±0.88	0.8821	37.1±0.76	39.1±0.58	0.0299*
BMI						
Underweight (BMI<18.5)	13 (20.97) ⁵⁾	12 (22.22)		5 (5.32)	11 (9.82)	
Normal ($18.5 \leq \text{BMI} < 25$)	44 (70.97)	35 (64.81)	$\chi^2=0.1742$	72 (76.60)	88 (78.57)	$\chi^2=0.0348$
Obesity ($25 \leq \text{BMI}$)	5 (8.06)	7 (12.97)		17 (18.08)	13 (11.61)	

¹⁾ WG: Working group

²⁾ NWG: Non-working group

³⁾ Values are expressed as Mean±S.E.

⁴⁾ BMI: Body mass index (kg/m^2)

⁵⁾ N (%)

*P<0.05

세), 무직군 54명(25.7세), 30대의 직업군 94명(35.2세), 무직군 112명(34.5세) 등 총 322명이었다. 신장은 20대 각각 160.2 cm와 161.0 cm, 체중은 55.4 kg, 53.5 kg이었다. 30대에서는 체중이 각각 52.9 kg, 56.3 kg으로 직업군이 무직군에 비하여 유의적으로 낮았다($P<0.05$). BMI는 20대에서 직업군, 무직군 각각 21.6 kg/m^2 , 20.6 kg/m^2 으로 유의적 차이가 없었으나 30대는 각각 20.6 kg/m^2 , 22.0 kg/m^2 으로 직업군이 유의적으로 낮았다($P<0.05$). 허리둘레는 20대는 직업군 69.9 cm, 무직군 68.3 cm로 유의적 차이는 없었으나, 30대에서는 각각 69.9 cm, 73.4 cm으로 유의적 차이를 보였다($P<0.05$). 체지방률은 20대 각각 30.5%, 28.5%, 30대는 29.2%, 30.4%, 체지방량은 20대 각각 17.3 kg, 15.3 kg, 30대는 15.5 kg, 17.3 kg으로 유의적 차이를 보이지 않았다. 체지방량은 20대에서 직업군 38.0 kg, 무직군 37.8 kg으로 유의적 차이는 없었으나, 30대에서는 직업군 37.1 kg, 무직군 39.1 kg로 유의적 차이를 보였다($P<0.05$).

BMI를 저체중군, 정상군, 비만군으로 분류한 결과 20대의 저체중군은 직업군, 무직군이 각각 20.97%, 22.22%, 30대에서는 5.32%, 9.82%였다. 20대의 정상군은 각각 70.97%, 64.81%, 30대는 각각 76.60%, 78.57%였다. 비만군은 20대가 각각 8.06%,

12.97%, 30대는 18.08%, 11.61%였다.

2. 골밀도

대상자의 골밀도를 측정 결과는 Table 2와 같다. 20대는 대퇴부 전체 골밀도(total femur BMD)는 직업군, 무직군 각각 0.8835 g/cm^2 , 0.8499 g/cm^2 이고, 대퇴 경부 골밀도(femoral neck BMD)는 0.7740 g/cm^2 , 0.7597 g/cm^2 , 요추 골밀도(lumbar spine BMD)는 0.9961 g/cm^2 , 0.9625 g/cm^2 로 두 군간에 유의적 차이가 없었다. 30대는 대퇴부 전체 골밀도에서 각각 0.8416 g/cm^2 , 0.8633 g/cm^2 이었고, 대퇴 경부 골밀도는 0.7372 g/cm^2 , 0.7465 g/cm^2 , 요추 골밀도는 0.9757 g/cm^2 , 0.9706 g/cm^2 이었다.

T-score는 골절에 대한 절대적 위험도를 나타내는 것으로 골 질량이 가장 높은 젊은 연령층의 골밀도와 비교한 값이다(Koo 등 2008). T-score는 20대에서 대퇴부 전체 골밀도는 직업군, 무직군 각각 0.2839, -0.0077 , 대퇴 경부 골밀도는 -0.0746 , -0.3795 , 요추 골밀도는 -0.2573 , -0.4149 였다. 30대의 경우 대퇴 경부의 T-score는 직업군, 무직군 각각 -0.2643 , -0.3072 였고, 다른 부위에서도 유의적인 차이를 보이지 않았다. 20대의 수축기혈압은 직업군 102.8

Table 2. Bone mineral density, T-score, and blood pressure of the subjects.

Variables	20~29 yr		T-test	30~39 yr		T-test
	WG ¹⁾ (n=62)	NWG ²⁾ (n=54)		WG (n=94)	NWG (n=112)	
BMD ³⁾ (g/cm^2)	Total femur	$0.8835 \pm 0.03^4)$	0.4381	0.8416 ± 0.02	0.8633 ± 0.02	0.3796
	Femoral neck	0.7740 ± 0.03	0.7473	0.7372 ± 0.02	0.7465 ± 0.02	0.6705
	Lumbar spine	0.9961 ± 0.02	0.4758	0.9757 ± 0.03	0.9706 ± 0.03	0.8628
T-score ⁵⁾	Total femur	0.2839 ± 0.24	0.4392	-0.0772 ± 0.17	0.1100 ± 0.18	0.3858
	Femoral neck	-0.0746 ± 0.21	0.4561	-0.2643 ± 0.22	-0.3072 ± 0.23	0.8678
	Lumbar spine	-0.2573 ± 0.25	0.7033	-0.6175 ± 0.17	-0.5204 ± 0.15	0.6370
Blood pressure (mmHg)	Systolic	102.8 ± 1.73	0.7547	108.0 ± 1.62	103.2 ± 1.77	0.4661
	Diastolic	69.2 ± 0.92	0.5544	71.0 ± 1.17	69.8 ± 1.54	0.0434*

¹⁾ WG: Working group

²⁾ NWG: Non-working group

³⁾ BMD: Bone mineral density

⁴⁾ Values are expressed as Mean $\pm$ S.E.

⁵⁾ T-score=Subject's BMD-Young adult BMD/Standard deviation of young adult value (20~49 years)

* $P<0.05$

mmHg, 무직군 104.2 mmHg, 이완기혈압은 각각 69.2 mmHg, 68.6 mmHg였다. 30대의 수축기혈압은 각각 108.0 mmHg, 103.2 mmHg으로 유의적 차이가 없었으나, 이완기혈압은 71.0 mmHg, 69.8 mmHg으로 유의적 차이가 있었다($P < 0.05$).

WHO(World Health Organization 2004)에서 제시한 기준에 근거하여 T-score를 정상(Normal), 골감소증(Osteopenia), 골다공증(Osteoporosis) 등 3군으로 분류하였으며 Table 3과 같다.

20대의 정상군은 직업군 58.1%, 무직군 50.0%, 골감소증군은 각각 29.0%, 31.5%, 골다공증군은 12.9%, 18.5%였다. 30대의 정상군은 직업군 54.3%, 무직군 55.4%였으며, 골감소증은 각각 25.5%, 24.1%, 골다공증은 20.2%, 20.5%였다. 이러한 결과는 34세까지 골 질량 형성이 계속되는 것을 고려했을 때 젊은 나이임에도 불구하고 골 건강이 취약함을 보여주고 있다.

3. 생화학적 조사

혈액조성을 파악한 생화학적 조사 결과는 Table 4와 같다. 20대에서 총콜레스테롤은 직업군 176.0 mg/dl, 무직군 171.3 mg/dl, HDL-콜레스테롤은 각각 60.0 mg/dl, 68.6 mg/dl($P < 0.05$), LDL-콜레스테롤은 106.1 mg/dl, 86.7 mg/dl이었다. 중성지방은 각각 81.0 mg/dl, 82.5 mg/dl, 비타민 D는 직업군이 12.6 ng/ml, 무직군의 14.1 ng/ml, alkaline phosphatase(ALP)는 직업군 163.5 IU/L, 무직군 185.5 IU/L이었다. 20대에서는 전반적으로 직업군이 혈액조성에서 무직군에 비해 바람직한 결과를 보였다.

30대의 총콜레스테롤은 직업군 176.2 mg/dl, 무직군 183.1 mg/dl, HDL-콜레스테롤은 각각 60.9 mg/dl, 59.8 mg/dl, LDL-콜레스테롤은 103.0 mg/dl, 110.5 mg/dl이었다. 중성지방은 각각 81.5 mg/dl, 84.1

Table 3. Classification of the subjects according to bone status.

Variables	20~29 yr		χ^2 -test	30~39 yr		χ^2 -test
	WG ¹⁾ (n=62)	NWG ²⁾ (n=54)		WG (n=94)	NWG (n=112)	
Normal ³⁾	36 (58.1) ⁶⁾	27 (50.0)	0.5287	51 (54.3)	62 (55.4)	0.6131
Osteopenia ⁴⁾	18 (29.0)	17 (31.5)		24 (25.5)	27 (24.1)	
Osteoporosis ⁵⁾	8 (12.9)	10 (18.5)		19 (20.2)	23 (20.5)	

¹⁾ WG: Working group

²⁾ NWG: Non-working group

^{3~5)} The subjects were classified into normal, osteopenia or osteoporosis based on the individual T-score; Normal: $T \geq -1.0$, Osteopenia: $-1.0 < T \leq -2.5$, Osteoporosis: $T < -2.5$

⁶⁾ N (%)

Table 4. Biochemical measurement of the subjects.

Variables	20~29 yr		T-test	30~39 yr		T-test
	WG ¹⁾ (n=62)	NGW ²⁾ (n=54)		WG (n=94)	NWG (n=112)	
Total-cholesterol (mg/dl)	176.0±5.5 ³⁾	171.3±5.4	0.5502	176.2±4.4	183.1±5.8	0.3166
HDL-cholesterol (mg/dl)	60.0±2.1	68.6±3.1	0.0451*	60.9±2.2	59.8±2.4	0.7113
LDL-cholesterol (mg/dl)	106.1±7.9	86.7±7.4	0.0729	103.0±4.8	110.5±3.6	0.2910
Triglyceride (mg/dl)	81.0±10.1	82.5±11.4	0.9185	81.5±6.6	84.1±8.7	0.8021
Vitamine D (ng/ml)	12.6±1.0	14.1±0.9	0.2476	12.8±0.8	13.8±1.0	0.4367
Alkaline phosphatase (IU/L)	163.5±10.2	185.5±21.9	0.2438	176.8±9.0	204.5±9.4	0.0488*

¹⁾ WG: Working group

²⁾ NGW: Non-working group

³⁾ Values are expressed as Mean±S.E.

* $P < 0.05$

mg/dl, 비타민 D는 직업군이 12.8 ng/ml, 무직군은 13.8 ng/ml이었다. ALP는 직업군 176.8 IU/L, 무직군 204.5 IU/L로 유의적 차이를 보였다($P<0.05$). 30대에 서도 혈액조성이 직업군이 무직군에 비하여 바람직한 결과를 나타냈다.

4. 골밀도와 제요인과의 상관성

골밀도와 제요인과의 상관관계를 20대는 Table 5에, 30대는 Table 6에 각각 나타냈다. 20대에서는 직업군에서 대퇴부 전체 골밀도는 허리둘레, BMI와 유의적 양의 상관관계를 보였고, 요추 골밀도는 허리둘레, BMI, 체지방량과 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다. 직업군에서는 혈액성분과는 유의적 상관성을 보이지 않았다. 무직군은 모든 부위의 골밀도가 체중, 체지방량과 유의적 상관관계를 보였고, 부위는 달랐지만 골밀도가 허리둘레, BMI, 체지방량에서도 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다. 모든

부위의 골밀도가 비타민 D와 유의적인 음의 상관관계를 보였으며, 다른 혈액성분과는 유의적인 관련성이 나타나지 않았다.

30대의 직업군은 대퇴골 전체 골밀도, 대퇴 경부 골밀도가 체중 및 체지방량과 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 무직군은 대퇴골 전체 골밀도는 체중과 BMI, 대퇴 경부 골밀도는 체중, 허리둘레, BMI, 체지방량과 유의적 상관관계를 나타냈고, 요추 골밀도는 체중과 유의적 음의 상관관계를 보였다. 직업군에서 요추 골밀도가 총콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤과 음의 유의적 상관관계를 나타냈고, 무직군은 혈액성분과 유의적 상관성을 보이지 않았다.

고 찰

본 연구에서 서울지역 20~30대 성인여성의 직업유무에 따른 골밀도 상태와 그에 따른 영향요인을

Table 5. Correlation coefficients between factors and bone mineral density of the subjects.

Variables	20~29 yr					
	WG ¹⁾			NWG ²⁾		
	Total femur	Femoral neck	Lumbar spine	Total femur	Femoral neck	Lumbar spine
Height	-0.21757	-0.15877	-0.08228	-0.01840	0.17657	0.03510
Weight	0.46758	0.30649	0.46838	0.62276*	0.65400**	0.65189*
Waist circumference	0.59453*	0.38038	0.55682*	0.56200*	0.51461	0.48723
BMI	0.57139*	0.37446	0.52794*	0.65735**	0.57848	0.61920*
Body fat	0.30781	0.23873	0.45374	0.60313*	0.48972	0.63232*
Fat mass	0.41126	0.29143	0.48885*	0.67184**	0.60997*	0.69846**
Free fat mass	0.49419	0.29439	0.41337	0.22630	0.35368	0.32277
Systolic blood pressure	0.02898	-0.12118	0.10640	-0.32921	-0.29461	-0.10643
Diastolic blood pressure	0.08868	-0.13489	0.23453	-0.06630	0.00599	-0.22658
Total cholesterol	-0.20187	-0.10742	-0.13343	0.39127	0.31875	0.44459
HDL-cholesterol	-0.44829	-0.27977	-0.17615	0.25166	0.26164	0.11535
LDL-cholesterol	0.05378	-0.02595	0.00518	0.28550	0.22866	0.55016
Triglyceride	0.31663	0.30641	0.33672	-0.47439	-0.40712	-0.31884
Vitamin D	-0.14800	-0.14502	-0.18347	-0.65234**	-0.64213**	-0.58986*
Alkaline phosphatase	0.06187	-0.07880	-0.16348	0.33873	0.45434	0.42708

¹⁾ WG: Working group

²⁾ NWG: Non-working group

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, Significant determined by Pearson's correlation coefficient

Table 6. Correlation coefficients between factors and bone mineral density of the subjects.

Variables	30~39 yr					
	WG ¹⁾			NWG ²⁾		
	Total femur	Femoral neck	Lumbar spine	Total femur	Femoral neck	Lumbar spine
Height	0.10116	0.36413	0.12979	-0.32171	-0.17955	-0.43299*
Weight	0.47021*	0.39441*	0.36035	0.44431*	0.49272**	0.18481
Waist circumference	0.32611	0.18900	0.18473	0.33146	0.38627*	0.02245
BMI	0.36395	0.13874	0.25811	0.51930**	0.49719**	0.34307
Body fat	0.07021	-0.01702	0.18652	0.14991	0.07681	-0.00767
Fat mass	0.20740	0.11414	0.25336	0.27005	0.25470	0.03865
Free fat mass	0.41243*	0.41178*	0.22518	0.36460	0.49692**	0.13958
Systolic blood pressure	0.03783	0.03583	-0.11687	0.08825	0.16595	-0.08030
Diastolic blood pressure	0.08322	-0.07266	-0.15533	0.01087	0.12644	-0.14526
Total cholesterol	-0.12766	-0.21157	-0.41522*	-0.01091	0.08286	-0.01350
HDL-cholesterol	-0.32904	-0.33694	-0.42579*	-0.24605	-0.15953	-0.13582
LDL-cholesterol	0.08957	-0.07408	-0.73806	0.06123	0.16652	-0.01400
Triglyceride	0.06427	0.19563	0.04584	0.24713	0.27186	-0.05877
Vitamin D	0.20931	0.16279	0.03386	0.07454	0.11638	0.00121
Alkaline phosphatase	-0.04837	-0.12923	0.00600	-0.05128	-0.07556	-0.16008

¹⁾ WG: Working group

²⁾ NWG: Non-working group

*P<0.05, **P<0.01, Significant determined by Pearson's correlation coefficient

규명하고자 하였다. 일반적으로 골 질량은 연령의 증가와 함께 성장, 강화, 소실 등 3단계로 분류한다. 골 질량은 사춘기부터 증가가 가속화되어 30대에 최대가 되고 그 이후 매년 점진적으로 감소한다 (Kim & Kim 2003). 대부분의 골다공증 환자는 대퇴부, 목, 척추 등에 골절이 발생할 때까지 뚜렷한 증상이 없이 서서히 진행되며, 완전한 치유방법이 없으므로 최대 골질량을 갖도록 하는 것과 골 손실 위험요인을 피하는 것이 골다공증을 예방하는 가장 좋은 방법이다(Kim 등 2009).

골밀도와 신체 계측치의 상관성 분석에서 전반적으로 골밀도가 체중과 유의적인 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 이것은 체중이 증가할수록 골밀도가 증가한다는 연구(Youk 2004; Kim & Koo 2008)와 동일한 결과를 보였다. 체중과 골밀도의 관련성에 대하여 Reid 등(1992)은 체중이 골조직에 기계적 자극을 주어 골형성을 촉진시키며, 체지방은 부신안드로젠에서 에스트로젠으로 전환하는 장소로

가능하므로 골 대사에 대한 에스트로젠 작용을 강화시켜 골밀도에 영향을 줄 것이라 가정하여 발표한 바 있다. 따라서 적절한 체중유지는 골밀도를 건강하게 유지시키는데 중요한 요인일 것으로 생각되었으며, 질병관리본부의 국민건강영양조사 자료를 분석한 결과에서도 20대, 30대 모두에서 전반적으로 유의적 양의 관련성이 나타나 동일한 결과를 보였다.

30대는 골밀도가 BMI와 유의적인 양의 상관관계를 보였는데, 선행연구(Choi & Kim 2008)에서도 BMI가 높을수록 골밀도가 증가한다고 한 결과와 동일하였다. 즉 체중과 BMI는 신체에 하중을 주어 뼈의 밀도를 높이고, 골밀도와 유의적으로 상관관계가 있는 것으로 알려져 있어 골다공증 위험률을 낮추는 주요인자로 제시되고 있다(Ahn 등 2005). 본 조사대상자의 BMI는 모두 정상범위에 있었고 전반적으로 골밀도와 BMI가 유의적 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 적절한 BMI를 유지하는 것 또한 골

밀도 증진에 중요한 요소이므로 적정 체중 및 BMI 유지와 이의 중요성에 대한 교육도 필요할 것으로 보인다.

제지방량의 경우는 30대에서 골밀도와 유의적인 양의 상관성을 보였다. 이것은 다른 연구결과(Kim & Kim 2003; Kim & Koo 2008)에서도 골밀도와 제지방량과 양의 상관성을 나타낸다고 하였으며, 골격 건강을 유지하는데 체단백질의 관리가 매우 중요한 요소라고 한(Choi & Kim 2008) 결과와 동일하였다. 조사 결과 20대에서는 골밀도가 제지방량과 유의적 관련성이 없었으나 30대의 직업군은 대퇴골 전체 및 대퇴 경부 골밀도가 제지방량과 유의적인 양의 상관관계를 보였고, 무직군은 대퇴 경부 골밀도에서 제지방량과 유의적으로 양의 상관관계 나타났다. 일부 연구에 의하면 골밀도와 체지방과의 상관성은 음의 상관성(Hus 등 2006; Zhao 등 2007)을 나타내거나 또는 양의 상관성(Reid 등 1992; Chen 등 1997)을 나타낸다는 연구가 있는 반면, 근육량, 제지방량과 골밀도의 관련성을 나타내는 연구들(Wang 등 2005; Jang 등 2006; Kim 등 2008; Park 등 2009)에서는 양의 상관성에서 일관성이 나타나고 있고, 최근에는 근육량보다 근력의 중요함을 강조하는 연구(Sirola 등 2006a; Sirola 등 2006b)도 발표된 바 있다. 20대에서는 골밀도와 제지방량과 유의적 상관성을 나타내지 않았으며 30대의 직업군은 대퇴골 전체 및 대퇴 경부 골밀도에서, 무직군은 대퇴 경부 골밀도에서 유의적 상관성을 보여 직업보다는 활동성에 더 관심을 두고 상관성을 분석해 볼 필요성이 보인다. 위의 여러 연구를 통해 근육량이나 제지방량이 골밀도와 유의한 상관성을 보이므로 적정 제지방량을 유지할 수 있는 바람직한 방안이 요구되며(Kang 2009) 특히 젊었을 때부터 생활습관을 포함하여 제지방량을 증대할 수 있는 중재가 필요할 것으로 생각된다.

총콜레스테롤에 관한 연구(Kim 등 2009)에서 총콜레스테롤이 높으면 골밀도가 낮아진다고 하였는데 30대의 직업군에서 유의적이지 않았지만 무직군

에 비하여 총콜레스테롤 수치가 다소 낮았고, 직업군에서 요추 골밀도가 총콜레스테롤과 음의 유의적 상관관계를 보인 결과와 동일하였다. 이러한 결과는 Koo (2013)의 연구에서 골감소증이나 골다공증 등 골위험군에서 혈중 콜레스테롤 상태가 정상군에 비해 좋지 않은 것으로 나타난 결과와 동일하였다. 따라서 식품을 통한 콜레스테롤 섭취도 골밀도에 영향을 미치는 것을 인지하고 그에 따른 식생활개선도 필요할 것으로 생각된다.

비타민 D의 결핍을 3단계로 보았을 때 경증은 10~20 ng/ml, 중등증은 5~10 ng/ml, 중증은 5 ng/ml 이하(Lips 등 2001)로 보면 본 대상자는 모두 12.6~14.1 ng/ml의 범위에 있어 경증에 속하는 것으로 나타났다. 적절한 비타민 D 농도를 30 ng/ml 이상으로 하였을 때 조사대상자의 평균 비타민 D의 수준에 문제를 나타냈으며 생활습관 및 환경 등 복잡한 영향의 결과로 생각된다(Chung 등 2009). 나이가 노화가 진행되면서 피부에서 합성되는 비타민 D가 감소하므로 노인에게서 비타민 D 영양상태가 불량할 것으로 인식되고 있으나 우리나라의 경우 20대 젊은 층의 비타민 영양상태가 매우 취약한 것으로 나타난 결과(Kim & Kang 2012)와 같았다. 분석 결과 20대의 무직군에서 모든 부위의 골밀도가 비타민 D와 유의적인 음의 상관관계를 나타냈고 30대에서는 상관성이 나타나지 않았다. Lim 등(2012)의 연구에서 골밀도와 혈중 비타민 D 농도와의 관계를 살펴본 결과 10~40세 여성은 유의한 상관성이 나타나지 않았다고 하였다. 혈중 비타민 D는 칼슘을 조절하는 중요한 작용을 하는 호르몬으로(Mun 등 2013) 골건강과 관련하여 필수적 요소이므로 비타민 D를 충분히 섭취하고 실외활동을 통해 햇빛을 충분히 쬔 등 생활습관을 통해 정상수치를 유지할 필요성이 크다고 생각된다.

골형성지표인 ALP는 조골세포(osteoblast)에서 생성되어 세포막에 존재하는데, 골에 대한 특이성이 있다고 하며, 골다공증이나 골감소증의 경우 유의하게 상승한다고 한다(Yeo 등 2008). 이러한 경향은

20대에서 유의적이지는 않았으나 직업군이 무직군에 비하여 낮았고, 30대에서는 직업군이 무직군에 비하여 ALP가 유의적으로 낮은 값을 보였다.

T-score 측정 결과 20대 직업군의 대퇴골 전체 골밀도와 30대 무직군의 대퇴골 전체 골밀도 외에 전반적으로 음(-)의 값을 보였다. 본 연구에서 음(-)의 값을 보인 결과는 20~30대의 젊은 여성의 골밀도에 관한 연구(Koo 등 2008)에서 조사대상자 모두 T-score가 -1.0 이하로 골감소증에 속한다는 결과와 유사하였다. 또한 Choi(2010)의 연구에서도 평균 20.04세인 대상자의 T-score가 -0.83라 하여 본 연구의 대상자 경우 나이를 고려하였을 때 다소 높은 골밀도를 보였다.

T-score를 근거로 정상군, 골감소증, 골다공증으로 분류한 결과 20대에서 골감소증 29.0~31.5%, 골다공증 12.9~18.5%의 범위인 것과 30대군에서 골감소증 24.1~25.5%, 골다공증 20.2~20.5%인 점을 고려할 때 골 건강의 적신호를 대변하는 것으로 보인다. 특히 20대에서 직업군이 무직군에 비해 골건강이 양호한 것은 활동량의 차이에 의한 것으로 본다. 해도 본 연구대상자의 연령에 비해 골감소증과 골다공증의 비율이 높아 우려되는 바이다. 따라서 활동성이 많은 젊은 나이에 속하는 사람을 대상으로 정부차원에서 다각적 원인분석과 함께 구체적이고 실질적인 교육프로그램 마련이 절실하며, 이의 실행과 보편화가 필요할 것으로 보인다. 한편으로는 직장 또는 지역주민을 위한 주민자치센터 등에서도 골밀도의 증가와 골 건강 유지에 더 큰 관심을 가져야 할 것으로 생각된다. 실제로 우리나라 20대 여성의 골다공증 발생률이 2006년을 기준으로 5년 사이에 2배 이상 늘어났다고 한다. 그리고 20~30대는 최대 골 질량 형성기이고 임신, 출산을 겪게 되는 연령층이기 때문에(Koo 등 2008) 이들의 골 건강 등에 관한 연구는 의미 있는 일로 골다공증 발생률의 증가에 대한 원인을 밝혀내야 할 것으로 보인다. 선행 연구(Choi & Chung 2013)에서 직업여성의 정상군은 78.2%, 골다공증 비율은 여자 35세 이상에서만

3.8%이라고 하여 본 연구의 정상 비율이 더 낮았고, 골다공증 비율은 더 높았다. 서울지역의 성인여성을 대상으로 한 연구(Kim & Koo 2008)에 비해서도 본 연구의 정상비율은 낮았고, 골감소증 비율은 높았다. 동일한 연령의 젊은 여성(20~39세)을 대상으로 한 연구(Chung & Lee 2013)에서 골감소증과 골다공증 비율은 각각 32.8%와 2.0%라 하여 본 조사에서 골감소증 비율은 낮았으나 골다공증 비율이 더 높아 골건강의 적신호를 나타냈으며 이에 대한 방안 마련이 절실한 것으로 나타났다.

최적의 골밀도를 유지하기 위한 방법으로 신체활동과 운동을 들 수 있는데, 활발한 신체활동은 성인의 골 손실을 방지하고(Heinonen 등 1996), 젊은 시절에 골 질량을 증가시키는 것이 골절의 위험을 줄일 수 있다고 한다(Bailey 등 1999). 또한 규칙적인 신체활동은 골 건강을 유지시킬 수 있는 방안으로 활용될 수 있다고 하였고(Choi 2010), Hus 등(2006)의 연구에서도 활발한 신체활동이 골감소증과 골다공증을 감소시킨다고 보고하고 있다. 신체적 활동의 강도가 클수록 골 조직에 가해지는 기계적 힘의 크기도 커지며 이러한 기계적 힘이 골의 강도를 증가시키므로 규칙적 신체활동은 골 건강을 유지할 수 있는 방안으로 활용될 수 있다고 하였다(Choi 2010). 또한 신체활동이 골감소를 예방하는 효과가 있고 신체의 유연성, 균형감각, 반응시간을 향상시킴으로써 골절을 낮추는데 기여한다고 하였다(Kim & Koo 2008). 본 조사에서 신체활동이 더 많을 것으로 예상되는 직업군의 정상에 속하는 비율이 20대에서는 높았으나, 30대에서는 차이가 없어 신체활동 외에 다른 복합적 요인이 골밀도에 영향을 미치는 것으로 보이며, 이에 대한 더 자세한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 본 조사 결과 직업군이 무직군에 비하여 활동량이 많을 것으로 예상되었고 그에 따라 골밀도가 더 높을 것으로 생각되었으나 골밀도 분석 결과 20대와 30대 모두 두 군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

그러나 다양한 활동을 통해 신체활동량을 늘리는

것은 비만을 예방할 뿐 아니라 골다공증 예방과 골 건강 증진에 좋은 영향을 줄 수 있으므로 직업군, 무직군 모두 적극적이고 능동적으로 활동량을 높이는 것이 바람직한 방법이라고 생각한다. 본 연구의 골다공증 비율은 젊은 연령에 비해 높았고 대상자의 나이가 증가함에 따라 골다공증 비율이 높았는데, 이러한 결과는 Hwang(2009)의 조사대상자의 연령에 따라 골밀도와 유의한 음의 상관관계를 보였으며, 골다공증이 유의하게 증가한 결과와 동일하였다. 본 연구의 제한점은 골밀도에 미치는 영향요인에 대하여 실측치를 분석하였으며 설문지 조사를 통한 결과 분석이 이용되지 않은 점으로 이에 대한 연구가 추후 더 자세히 이루어져야 할 것으로 보인다.

위의 결과로 볼 때 대상자가 20대와 30대의 젊은 나이임에도 불구하고 비교적 골감소증과 골다공증 비율이 높은 것으로 나타나 향후 젊은 나이에서 나타나는 낮은 골밀도에 대한 원인을 찾고 관리방안을 모색해야 할 것으로 생각된다. 골다공증은 특별한 치료방법이 부재하기 때문에 사전예방이 중요하며, 골감소증은 골다공증으로의 이환이 진행되므로, 골밀도가 감소되는 중년기 이후보다 골 질량이 형성되고 최고 발달시기인 20대와 30대에 적극적인 관리와 예방이 필요할 것으로 보인다.

요약 및 결론

서울시에 거주하는 20~29세, 30~39세의 두 연령 계층의 여성을 선정하여 직업군과 무직군으로 분류하여 골밀도, 신체적 특성 및 생화학적 요인을 분석하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 대상자는 20대 직업군 62명, 무직군 54명, 30대 직업군 94명, 무직군 112명으로 총 322명이었다. 신장과 체중은 20대 각각 160.2 cm, 55.4 kg와 161.0 cm, 53.5 kg이었고, 30대는 신장이 두 군 모두 160.4 cm으로 유의적 차이가 없었으나, 체

중은 각각 52.9 kg, 56.3 kg으로 유의적 차이가 났다($P<0.05$). 직업군이 무직군에 비하여 유의적으로 낮았다($P<0.05$). 20대의 BMI는 각각 21.6 kg/m², 20.6 kg/m²으로 유의적 차이가 없었으나, 30대는 20.6 kg/m², 22.0 kg/m²으로 직업군이 유의적으로 낮았다($P<0.05$). 허리둘레는 20대는 직업군 69.9 cm, 무직군 68.3 cm이었고, 30대에서만 각각 69.9 cm, 73.4 cm로 유의적 차이를 보였다($P<0.05$). 체지방량은 20대에서 직업군 38.0 kg, 무직군 37.8 kg이었고, 30대에서만 직업군 37.1 kg, 무직군 39.1kg로 유의적 차이를 보였다($P<0.05$). BMI 분류에서 20대의 정상군은 각각 70.97%, 64.81%, 30대는 76.60%, 78.57%이었다. 비만군은 20대가 각각 8.06%, 12.97%, 30대는 18.08%, 11.61%이었다.

2. 20대는 대퇴부 전체 골밀도는 각각 0.8835 g/cm², 0.8499 g/cm², 대퇴 경부 골밀도 0.7740 g/cm², 0.7597 g/cm², 요추 골밀도는 0.9961 g/cm², 0.9625 g/cm²로 직업군, 무직군 군간에 유의적 차이가 없었으며, 30대에서는 요추 골밀도가 각각 0.9757 g/cm², 0.9706 g/cm²이었고, 다른 부위에서도 직업군, 무직군 군간에 유의적 차이를 보이지 않았다.
3. T-score는 20대에서 대퇴부 전체 골밀도는 직업군, 무직군 각각 0.2839, -0.0077, 대퇴 경부 골밀도는 각각 -0.0746, -0.3795, 요추 골밀도는 각각 -0.2573, -0.4149였다. 30대의 경우 대퇴 경부의 T-score는 직업군, 무직군 각각 -0.2643, -0.4149였고, 다른 부위에서도 유의적인 차이를 보이지 않았다. 20대의 혈압은 두 군간에 유의적 차이가 없었으며, 30대의 수축기혈압은 각각 108.0 mmHg, 103.2 mmHg으로 유의적 차이가 없었으나 이완기혈압은 71.0 mmHg, 69.8 mmHg으로 유의적 차이가 있었다($P<0.05$). 골격상태는 20대의 정상군은 직업군 58.1%, 무직군 50.0%, 골감소증군과 골다공증군은 각각 29.0%, 31.5%와 12.9%, 18.5%였다. 30대의 정상군은 직업군 54.3%, 무직군 55.4%, 골감소증은 각각 25.5%, 24.1%, 골다공증은

20.2%, 20.5%였다.

4. 20대의 총콜레스테롤은 직업군 176.0 mg/dl, 무직군 171.3 mg/dl, HDL-콜레스테롤은 60.0 mg/dl, 68.6 mg/dl($P < 0.05$), LDL-콜레스테롤은 106.1 mg/dl, 86.7 mg/dl이었다. 중성지방은 81.0 mg/dl, 82.5 mg/dl, 비타민 D는 직업군이 12.6 ng/ml, 무직군 14.1 ng/ml, ALP는 각각 163.5 IU/L, 185.5 IU/L이었다. 30대의 총콜레스테롤은 각각 176.2 mg/dl, 183.1 mg/dl, HDL-콜레스테롤은 60.9 mg/dl, 59.8 mg/dl, LDL-콜레스테롤은 103.0 mg/dl, 110.5 mg/dl이었다. 중성지방은 81.5 mg/dl, 84.1 mg/dl, 비타민 D는 직업군이 12.8 ng/ml, 무직군은 13.8 ng/ml이었다. ALP는 직업군 176.8 IU/L, 무직군 204.5 IU/L로 유의적 차이를 보였다($P < 0.05$).
5. 골밀도와 체요인과의 상관관계에서 20대에서는 직업군에서 대퇴부 전체 골밀도는 허리둘레, BMI와 유의적 양의 상관관계를 보였고, 요추 골밀도는 허리둘레, BMI, 체지방량과 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다. 무직군은 모든 부위의 골밀도가 체중, 체지방량과 유의적 상관관계를 보였고, 비타민 D와 유의적인 음의 상관관계를 보였다. 30대의 직업군은 대퇴골 전체 골밀도, 대퇴경부 골밀도가 체중 및 체지방량과 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 무직군은 대퇴골 전체 골밀도는 체중과 BMI, 대퇴 경부 골밀도는 체중, 허리둘레, BMI, 체지방량과 유의적 상관관계를 나타냈고, 요추 골밀도는 체중과 유의적 음의 상관관계를 보였다. 직업군에서 요추 골밀도가 총콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤과 음의 유의적 상관관계를 나타냈다.

결과적으로 직업유무에 따른 골밀도에서 직업군이 무직군에 비하여 골밀도가 높을 것으로 생각되었으나 유의적 차이가 없었으며, 대상자의 정상군 비율이 20대 50.0~58.1%, 30대 54.3~55.4%로 높지 않았고, 골다공증 비율은 20대 12.9~18.5%, 30대 20.2~20.5%였다. 따라서 20대, 30대의 젊은층의 낮

은 골밀도에 대한 원인분석 및 그에 따른 체계적인 관리가 필요할 것으로 생각된다. 또한 20~30대에서 직업유무에 상관없이 골격 상태가 전반적으로 양호하지 않은 것을 볼 때 성인을 대상으로 골밀도를 높이고, 골 건강을 유지하기 위한 대책마련이 사회적으로 시급하게 필요하다고 생각한다. 특히 본인 스스로도 골 건강을 증진 및 유지하기 위한 중요성을 인지하고 지속적인 노력이 수반되어야 할 것이다.

참고문헌

- Ahn HS, Kim SH, Lee SS (2005): A study of factors affecting bone mineral density in Korean adolescents: anthropometric measurements, life style, and other environmental factors. *Korean J Nutr* 38(3):242-250
- Ahn S, Kim H, So H, Song R (2009): Factors influencing fear of falling in postmenopausal women. *Korean J Women Health Nurs* 15(4):344-352
- Bailey DA, McKay HA, Mirwald RL, Crocker PR, Faulkner RA (1999): A six-year longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual in growing children: the university of Saskatchewan bone mineral accrual study. *J Bone Miner Res* 14(10):1672-1679
- Chang YE, Chung HK, Chang NS, Lee HS (1997): The effects of dietary protein and calcium levels on calcium and bone metabolism in growing rats. *Korean J Nutr* 30(3):266-276
- Chen Z, Lohman TG, Stini WA, Ritenbaugh C, Aickin M (1997): Fat or lean tissue mass: which one is the major determinant of bone mineral mass in healthy postmenopausal women? *J Bone Miner Res* 12(1):144-151
- Choi EJ, Lee HO (1996): Influencing factors on the bone status of rural menopausal women. *Korean J Nutr* 29(9):1013-1020
- Choi HG (2010): Association of cardiorespiratory fitness with insulin resistance, blood lipids and bone mineral density in young female adults. *Korean J Sports Med* 28(1):25-30
- Choi JH, Kim SK (2008): Comparison of the dietary factors between normal and osteopenia groups by bone mineral density in Korean female college students. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(7):869-878

- Choi SN, Chung NY (2013): Working conditions and bone health. *J Asian Reg Assoc Home Econ* 20(3):126-134
- Choi SN, Chung NY, Song CH, Kim SR (2007): Bone density and nutrient intake of University students. *Korean Soc Food Cult* 22(6):841-847
- Chung CW, Lee SJ (2013): Effects of body weight control behaviors on bone mineral density in Korean young adult women. *Korean J Women Health Nurs* 19(1):57-65
- Chung JW, Lee HY, Lee EK, Jin YS (2008): Relationships of bone mineral density, body composition, and fitness in older persons. *J Korean Phys Educ Assoc Girls Women* 22(1):123-136
- Chung SH, Kim TH, Lee HH (2009): Relationship between vitamin D level and bone mineral density in postmenopausal women from Bucheon area. *J Korean Soc Osteoporos* 7(3):198-202
- Heaney RP, Gallagher JC, Johnston CC, Neer R, Parfitt AM, Whedon GD (1982): Calcium nutrition and bone health in the elderly. *Am J Clin Nutr* 36(5 Suppl):986-1013
- Heaney RP, Recker RR, Saville PD (1997): Calcium balance and calcium requirements in middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 30(10):1603-1611
- Heinonen A, Kannus P, Sievänen H, Oja P, Pasanen M, Rinne M, Uusi-Rasi K, Vuori I (1996): Randomised controlled trial of effect of high-impact exercise on selected risk factors for osteoporotic fractures. *Lancet* 348(9038):1343-1347
- Holbrook TL, Barrett-Connor E (1993): A prospective study of alcohol consumption and bone mineral density. *BMJ* 306(6891):1506-1509
- Holick MF (1996): Vitamin D and bone health. *J Nutr* 126(4 Suppl):1159S-1164S
- Hong HO, Yu CH (1994): The effect of Ca and vitamin D supplementation on bone metabolism in postmenopausal women. *Korean J Nutr* 27(10):1025-1036
- Hus YH, Venners SA, Terwedow HA, Feng Y, Niu TT, Li Z, Brain JD, Cummings SR, Bouxsein ML, Rosen CJ, Xu X (2006): Relation of body composition, fat mass, and serum lipids to osteoporotic fractures and bone mineral density in Chinese men and women. *Am J Clin Nutr* 83(1):146-154
- Hwang SW (2009): Bone mineral density of lumbar spine and femur in healthy Korean men. *Korean J Health Promot Dis Prev* 9(3):199-206
- Jang SN, Choi YH, Choi MG, Kang SH, Jeong JY, Choi YJ, Kim DH (2006): Prevalence and associated factors of osteoporosis among postmenopausal women in Chuncheon: Hallym Aging Study (HAS). *J Prev Med Public Health* 39(5):389-396
- Kang HY (2009): Relationship among life style, body composition, and bone mineral density (BMD) in female college students. *J Korean Acad Fundam Nurs* 16(3):325-332
- Kim CJ, Rhee EJ, Kim HM, Kim HS, Lee EA, Kim YS, Choi JH, Jo SK, Jung CH, Won JC, Park CY, Lee WY, Oh KW, Park SW, Kim SW (2008): Relationship between body composition and metabolic bone disease in Korean male adults. *Korean J Bone Metab* 15(1):25-32
- Kim JI, Kang MJ (2012): Recent consumption and physiological status of vitamin D in Korean population. *Food Ind Nutr* 17(2):7-10
- Kim MH, Kim JS (2003): The relationship between body composition and bone mineral density in college women. *J Korean Soc Nurs Sci* 33(3):312-320
- Kim MS, Koo JO (2007): Analysis factors affecting bone mineral density with different age among adult women in Seoul area. *Korean J Community Nutr* 12(5):559-568
- Kim MS, Koo JO (2008): Comparative analysis of food habits and bone density risk factors between normal and risk women living in the Seoul area. *Korean J Community Nutr* 13(1):125-133
- Kim SG, Kweon DC, Song WH (2009): Analysis of bone mineral density according to the biochemical variable markers in adults. *Korean Soc Radiol Sci* 32(4):411-418
- Koo JO (2013): Association of bone mineral density and blood pressure, calcium intake among adult women in Seoul-Kyunggi Area -Based on 2011 KNHANES-. *Korean J Community Nutr* 18(3):269-282
- Koo JO, Ahn HS, Yoo SY (2008): Study of bone mineral density, body composition and dietary habits of 20~30 years women. *Korean J Community Nutr* 13(4):489-498
- Korea Centers for Disease Control and Prevention (2010). A guidebook of the fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-1). Korea Centers for Disease Control and Prevention. Seoul. pp.9-168
- Korea Centers for Disease Control and Prevention. Report of the Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V). Examination - Bone density and body fat. Available from: <http://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>. Accessed February 4, 2014
- Lee HJ (1996): The relationship of exercise to bone mineral

- density of Korean women in Taegu. *Korean J Nutr* 29(7): 806-820
- Lee YS, Kim EM (1998): Effect of ovariectomy and dietary calcium levels on bone in rats fed low calcium diet during growing period. *Korean J Nutr* 31(3):279-288
- Lim JS, Kim KM, Rhee Y, Lim SK (2012): Gender-dependent skeletal effects of vitamin D deficiency in a younger generation. *J Clin Endocrinol Metab* 97(6):1995-2004
- Lips P, Duong T, Oleksik A, Black D, Cummings S, Cox D, Nickelsen T (2001): A global study of vitamin D status and parathyroid function in postmenopausal women with osteoporosis: baseline data from the multiple outcomes of raloxifene evaluation clinical trial. *J Clin Endocrinol Metab* 86(3):1212-1221
- Miyake M, Yamakawa M, Sudo S (2005): Relation between bone mineral density and exercise and prevention knowledge of osteoporosis among female students. *Japan Soc Nurs Res* 28(1):53-62
- Moon SH, Kim JH (1998): The effects of vitamin D status on bone mineral density of Korean adults. *Korean J Nutr* 31(1): 46-61
- Mun SO, Kim JH, Yang YJ (2013): Factors associated with bone mineral density in Korean postmenopausal women aged 50 years and above: using 2008-2010 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean J Community Nutr* 18(2):177-186
- Park HA, Kim HJ, Kim TJ, Park JJ, Park JK (2009): Weight and bone mineral density - The summary of epidemiological evidence. *Korean J Fam Med* 30(3):167-174
- Raisz LG (1988): Local and systemic factors in the pathogenesis of osteoporosis. *N Engl J Med* 318(13):818-828
- Reid IR, Plank LD, Evans MC (1992): Fat mass is an important determinant of whole body bone density in premenopausal women but not in men. *J Clin Endocrinol Metab* 75(3):779-782
- Satsuda K, Takahashi M, Fukazawa Y, Ueda M, Sakura K, Oichi Y, Okazaki M, Minoda K, Nakajima Y, Okada A, Shibuya N, Suzuki Y, Odagawa A, Kanda A (2003): Study on the bone density in residents of Hayakawa town Yamaguchi Prefecture. *J Tokyo Kasei Gakuin University* 43: 27-36
- Sirola J, Rikkonen T, Tuppurainen M, Honkanen R, Jurvelin JS, Kröger H (2006a): Maintenance of muscle strength may counteract weight-loss-related postmenopausal bone loss--a population-based approach. *Osteoporos Int* 17(5):775-782
- Sirola J, Rikkonen T, Tuppurainen M, Jurvelin JS, Kröger H (2006b): Association of grip strength change with menopausal bone loss and related fractures: a population-based follow-up study. *Calcif Tissue Int* 78(4):218-226
- Wang MC, Bachrach LK, Van Loan M, Hudes M, Flegal KM, Crawford PB (2005): The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. *Bone* 37(4):474-481
- World Health Organization (2004): Appropriate body-mass index for Asian population and its implication for policy and intervention strategies. *Lancet* 363:157-163
- Yano K, Heilbrun LK, Wasnich RD, Hankin JH, Vogel JM (1985): The relationship between diet and bone mineral content of multiple skeletal sites in elderly Japanese-American men and women living in Hawaii. *Am J Clin Nutr* 42(5): 877-888
- Yeo JK, Lee SJ, Joo IW, Kim JA, Oh HJ (2008): Age-related changes of serum bone turnover marker (osteocalcin, bone specific alkaline phosphatase and cross-linked C telopeptides of type I collagen) and the relationship with bone mineral density in Korean women. *Osteoporosis* 6(1):43-50
- Youk JI (2004): Female bone mineral density in an urban area and its relation with contributing factors. Masters degree thesis. Graduate School of Public Health, Chungnam National University. pp.1-40
- Yu CH, Lee YS, Lee JS (1998): Some factors affecting bone density of Korean college women. *Korean J Nutr* 31(1): 36-45
- Zhao LJ, Liu YJ, Liu PY, Hamilton J, Recker RR, Deng HW (2007): Relationship of obesity with osteoporosis. *J Clin Endocrinol Metab* 92(5):1640-1646