

한국 여성의 신체계측치 및 생화학 인자와 골밀도 관련성: 제4기(2008~2009)와 제5기(2010~2011) 국민건강영양조사 자료 분석

최순남 · 조광현¹ · 정남용[†]
삼육대학교 식품영양학과 · 삼육대학교 경영학과¹

Association of Anthropometric and Biochemical Factors with Bone Mineral Density in Korean Adult Women Data from the Fourth (2008~2009) and Fifth (2010~2011) Korea National Health and Nutrition Examination Surveys (KNHANES IV & V)

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

Dept. of Food & Nutrition, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea
¹Dept. of Business Administration, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea

ABSTRACT

The main purpose of this study was to investigate factors that affect bone mineral density (BMD) in Korean adult women (20~80≤ yr). Data on BMD, anthropometric (height, weight, body mass index, waist circumference, and body fat), and biochemical (total cholesterol, vitamin D, and alkaline phosphatase) measurements were obtained from the Fourth and Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Surveys (KNHANES, 2008~2011). Overall, the BMD of subjects had decreased from year to year: the T-scores decreased from 0.657 (2008~2009) to 0.295 (2010~2011) in 40~49 yr group and from 0.076 to -0.081 in 50~59 yr group. Age was negatively associated with BMD (T-scores of 0.388 in 20~29 yr group and -1.952 in ≥80 yr group for total femoral). BMD continuously increased with increased weight and body mass index (BMI). High values of total cholesterol (T-scores of -0.005 in 201~229 mg/dL group and -0.094 in ≥230 mg/dL group for total femoral) and alkaline phosphatase (T-scores of 0.481 in ≥102 IU/L group and -0.674 in ≥336 IU/L group for total femoral) were associated with lower BMD. Overall height, weight, and BMI were positively associated with BMD, whereas total cholesterol and alkaline phosphatase (ALP) were negatively associated with BMD. Findings of the present study show that bone loss may be associated with various factors such as age, weight, BMI, total cholesterol, and ALP et al., and that much attention should be paid to bone health of adult women. Therefore, practical and systematic programs are required to improve the BMD of adult women as well as to maintain healthy bone levels.

Key words : KNHANES, bone mineral density, adult women

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

접수일 : 2014년 5월 13일, 수정일 : (1차) 2014년 6월 10일, (2차) 2014년 6월 17일, 채택일 : 2014년 6월 23일

[†] 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

골밀도는 골격 단위면적당 골량이 차지하는 비율이며(Kim 2003), 20대~30대 초반 시기에 최대 골량이 형성되고 그 후 골소실이 진행된다고 한다(Kim & Kim 2003). 골다공증은 골량의 감소와 미세구조 이상으로 뼈가 약해져 부러지기 쉬운 상태가 되는 질환으로 인구의 노령화와 함께 유병률이 계속 증가하고 있다(Chung 2008; Wang 등 2012).

2010년도 보건복지부 자료에 따르면 2005년부터 최근 4년간 골다공증 진료 환자가 연평균 13%씩 증가하고 있고, 여성이 남성보다 유병률이 13배 정도이며(Choi 등 2012), 최근 조사에 따르면 50세 이상 인구의 19.3%(약 251만명)가 골다공증 환자일 것으로 추정하고 있는데, 향후 그 수는 상당히 증가할 것으로 예상되고 있다고 한다(Chung 2010). 또한 여성의 평균수명이 84.5세(Korean National Statistical Office 2013b)로 늘어나 여성의 삶과 건강에 대한 관심이 증가하고 있고 그에 따라 골 건강에 대한 관심도 높아지고 있는 추세이며 골다공증이 건강상 중요한 문제가 되고 있다(Kim & Koo 2008). 국민 대상 조사 결과(Korean National Statistical Office 2013a) 골다공증은 전체 17.4%로 남성은 3.9%, 여성의 경우는 27.7%의 비율로 높게 나타났다.

골다공증에 이환되면 이로 인해 활동적 삶이 제약되며 골절 위험이 증가하고 사망위험이 증가하게 된다(Wang 등 2012). 최대 골량의 형성은 유전적 인자와 생활습관, 영양 등을 포함한 환경적 인자에 의해 결정된다(Kang 2009). 유전적 요인은 성, 인종, 신체크기 등으로 예방이 불가능하며 또한 골다공증 위험인자 중 유전적 성향은 46~80%로 강한 편이라고 한다(Chung 2008). 환경적 인자 중 생활습관 요인에는 신체활동, 체중관리, 음주, 흡연, 영양섭취 등이 포함되고(Wosje 등 2000; Kim & Kim 2001; Han & Cho 2002; Chae 등 2003; Kim 등 2004) 이러한 생활습관의 개선을 통해 골다공증 예방 및 조절이 가능하다(Kang 2009). 골다공증이 발생한 후에는

골형성을 촉진시키고 골질량을 증가시키는 효과적인 방법이 없고 대부분의 골다공증 환자에서 1/3 이상이 골절손실이 있고 골절이 발생할 때까지 뚜렷한 증상없이 서서히 진행되며 완전히 치유하기 어렵기 때문에 예방이 최선의 치료 방법이다(Kim & Kim 2003; Kim 등 2009).

따라서 본 연구에서는 2008~2011년의 국민건강영양조사 원시자료를 바탕으로 20세 이상 성인여성의 골밀도와 연령, 신장, 체중, BMI, 허리둘레, 체지방률 등 신체적 특성과 총콜레스테롤, 비타민 D, alkaline phosphatase(ALP) 등 생화학적 특성과의 관련성을 조사하였으며 또한 한국 성인여성의 연도별 골밀도 상태 변화를 살펴보고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상

본 연구를 위해 2008년 1월부터 2011년 12월까지 실시된 ‘제4차(2008~2009년) 및 제5차(2010~2011년) 국민건강영양조사(KNHANES)’를 바탕으로 20세 이상의 한국 성인여성 중에서 기본 검진자와 골밀도 자료가 일치하는 대상자를 선정하였다.

2. 신체계측치 및 생화학 변수

연구대상자의 정보는 이동검진센터에서 검진 당일 실시된 검진조사를 바탕으로 하였다. 골밀도에 미치는 영향요인으로 검진조사를 통하여 얻어진 신장, 체중, 허리둘레, 체지방률 및 신장과 체중의 실측치를 이용한 신체질량지수(body mass index, BMI)를 이용하였으며, 혈액검사 항목 중에서는 혈중 총콜레스테롤 농도, 혈중 비타민 D 농도 및 혈중 alkaline phosphatase(ALP) 농도 등의 항목을 연구에 사용하였다.

3. 골밀도 관련 변수

골밀도는 이중에너지 X-선 흡수방법(dual-energy X-ray absorptiometry, DEXA)에 의한 X선 골밀도 측정기(DISCOVERY-W fan-beam densitometer, Hologic, Inc., USA)를 사용하여 측정된 대퇴부 전체 골밀도(total femur), 대퇴 경부 골밀도(femoral neck), 요추 골밀도(lumbar spine)의 T-score를 이용하였다. T-score는 골절에 대한 절대적 위험도를 나타내는 것으로 골질량이 가장 높은 젊은 연령층의 골밀도와 비교한 값이다(Koo 등 2008). 세 부위의 T-score와 신장, 체중, BMI, 허리둘레, 체지방률 등 신체계측치와 혈중 총콜레스테롤, 혈중 비타민 D 농도 및 혈중 alkaline phosphatase(ALP) 등의 생화학적 요인을 골밀도와 관련한 영향요인으로 분석하였다.

4. 통계분석

본 연구의 자료는 한국의 질병관리본부(Korea Centers for Disease Control and Prevention 2014)에서 공

개한 원시자료를 활용하였으며 조사대상자 중에서 ‘기본데이터베이스의 건강설문, 검진 및 영양’과 ‘검진의 골밀도 및 체지방검사’가 일치하는 것만을 추출하였다. 신체 계측치와 생화학 요인은 평균과 표준오차로 나타내었으며 연도에 따른 골밀도 변화 및 신체계측치와 생화학적 수치와의 유의성 및 상관성 검증은 SAS의 proc surveymeans와 proc surveylogistic을 사용하였다. 통계적으로 유의성 검증은 $\alpha = 0.05$ 수준에서 수행하였다.

결 과

1. 신체계측치 및 생화학 인자

대상자(2008~2009년)의 평균 신체계측치 및 생화학 수치를 살펴본 결과는 Table 1과 같다. 대상자의 신장은 나이가 증가할수록 감소하였으며($P < 0.001$), 체중은 50대까지 계속 증가하다가 이후부터는 다시 감소하였다($P < 0.001$). BMI, 허리둘레 및 체지방률은

Table 1. Average anthropometric and biochemical values of the subjects (2008~2009).

Items	20~29 yrs	30~39 yrs	40~49 yrs	50~59 yrs	60~69 yrs	70~79 yrs	≥80 yrs	F-value
Height (cm)	161.5±5.51 ¹⁾ (140.6~179.0) ²⁾	159.6±5.27 (141.9~176.7)	157.7±5.40 (134.5~174.7)	155.6±5.19 (127.9~172.6)	153.3±5.34 (131.5~171.0)	149.6±5.57 (133.2~168.8)	147.0±5.69 (130.5~166.3)	534***
Weight (kg)	56.3±10.12 (39.0~112.9)	57.1±9.44 (38.4~101.9)	58.6±8.78 (35.9~113.6)	58.8±7.99 (34.7~96.7)	57.4±8.25 (36.0~96.8)	53.7±8.71 (33.0~82.3)	49.6±7.72 (31.1~72.3)	51***
BMI ³⁾ (kg/cm ²)	21.5±3.63 (15.6~46.2)	22.4±3.49 (15.2~39.3)	23.5±3.26 (16.8~40.5)	24.3±3.03 (14.0~41.9)	24.4±3.15 (16.3~40.8)	23.9±3.34 (14.7~37.6)	22.9±3.08 (16.1~30.6)	90***
Waist circumference (cm)	72.0±9.61 (55.3~127.0)	75.2±9.41 (55.5~110.7)	77.9±8.60 (57.3~113.0)	81.4±8.73 (54.5~121.9)	83.8±8.80 (58.0~124.0)	82.9±10.28 (36.2~113.5)	80.1±9.69 (61.3~104.2)	189***
Body fat (%)	30.8±5.53 (15.5~53.8)	31.0±5.41 (12.9~47.5)	32.0±4.94 (14.3~55.8)	33.4±4.89 (13.7~50.7)	33.7±5.08 (16.5~48.9)	33.3±6.09 (12.0~47.8)	32.0±5.63 (15.4~45.1)	46***
Total cholesterol (mg/dL)	167.3±27.36 (102.0~284.0)	174.0±30.53 (80.0~337.0)	185.4±32.11 (77.0~342.0)	201.3±36.30 (93.0~358.0)	199.9±36.93 (80.0~364.0)	201.0±34.76 (112.0~319.0)	195.8±35.29 (115.0~299.0)	149***
Vitamin D (ng/mL)	15.7±5.45 (4.8~37.3)	17.3±5.86 (5.1~41.5)	17.3±6.13 (3.7~42.0)	19.2±6.91 (3.1~57.0)	19.8±7.39 (4.8~50.8)	20.0±7.68 (2.0~67.0)	18.5±7.80 (4.7~37.0)	48***
Alkaline phosphatase (IU/L)	187.9±58.15 (62.0~582.0)	181.9±55.32 (44.0~521.0)	181.6±50.77 (68.0~528.0)	243.8±76.31 (89.0~1067.0)	255.2±78.52 (71.0~961.0)	256.9±77.39 (71.0~562.0)	261.8±76.66 (117.0~493.0)	268***

¹⁾ Means±SD

²⁾ Minimum ~maximum

³⁾ BMI: Body mass index

***P<0.001

20대에서 60대까지 계속 증가하다가 그 후로 다시 감소하였다($P<0.001$). 혈중 총콜레스테롤 농도는 20대 167.3 mg/dL로 가장 낮았고, 최대값은 50대, 60대에 358.0~364.0 mg/dL로 높았다($P<0.001$). 혈중 비타민 D 농도는 참고치(9~37.6 ng/mL)를 기준으로 보았을 때 본 대상자는 평균 15.7~20.0 ng/mL로 정상범위에 있었으나 최소 최대값의 범위가 넓었다(2.0~67.0 ng/mL). 혈중 ALP 농도는 20대 187.9 IU/L에서 80대 이상의 261.8 IU/L로 지속적으로 증가하였으며($P<0.001$), 조사대상자의 최대 범위 값은 50대 1,067.0 IU/L, 60대 961.0 IU/L로 매우 높았다. ALP 수치는 나이가 증가함에 따라 골밀도가 낮아지는 결과와 연관성이 있을 것으로 생각된다.

대상자(2010~2011년)의 평균 신체계측치 및 생화학 수치를 살펴본 결과(Table 2), 신장은 나이가 증가할수록 유의적으로 감소하였고($P<0.001$), 체중은 40대에서 58.7 kg으로 가장 높은 값을 보이다가 다시 감소하였다($P<0.001$). BMI와 허리둘레는 나이 증가에 따라 지속적으로 증가하다가 60대 이후로 감소 추세를 보였으며($P<0.001$), 체지방률은 60대가

35.6%로 가장 높았고 다음은 50대 순이었다($P<0.001$). 혈중 총콜레스테롤 농도는 20대 169.1 mg/dL에서 80대 이상의 202.3 mg/dL로 점차 증가하였다($P<0.001$). 혈중 비타민 D 농도는 참고치(9~37.6 ng/mL)를 기준으로 하였을 때 대상자의 비타민 D는 14.3~18.1 ng/mL로 정상범위에 있었으나 최소 최대치의 범위(3.3~53.5 ng/mL)가 넓었다($P<0.001$). 혈중 ALP 농도는 나이가 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 20대의 186.4 IU/L에서 80대 이상의 271.9 IU/L로 유의적으로 증가하였고($P<0.001$) 최소 최대치의 범위도 48.0~833.0 IU/L로 매우 넓었다.

2. 골밀도 인자와 신체계측치와의 연관성

대상자의 T-score와 신체계측치와의 연관성을 살펴보았다. 대상자의 나이별로 분류하여 연도별 골밀도 변화를 보았을 때(Table 3) 대퇴부 전체 골밀도는 20대, 30대, 40대, 50대 및 80세 이상군에서 2~4년이 경과하면서 유의적으로 낮아졌다($P<0.05$). 대퇴경부 골밀도에서는 80세 이상 군에서는 -2.600에서

Table 2. Average anthropometric and biochemical values of the subjects (2010~2011).

Items	20~29 yrs	30~39 yrs	40~49 yrs	50~59 yrs	60~69 yrs	70~79 yrs	≥80 yrs	F-value
Height (cm)	161.3±5.75 ¹⁾ (144.1~181.8) ²⁾	160.0±5.35 (131.5~178.7)	158.2±5.18 (138.0~174.5)	155.9±5.25 (139.4~171.3)	153.7±5.10 (140.7~169.9)	150.5±5.55 (131.4~164.7)	146.7±5.44 (132.3~158.4)	397***
Weight (kg)	55.7±9.97 (35.7~102.3)	57.0±9.10 (34.0~107.7)	58.7±9.04 (30.5~102.0)	58.6±8.22 (37.8~96.1)	58.2±8.23 (37.8~100.0)	55.0±9.22 (32.3~106.5)	49.0±8.75 (30.2~72.4)	39***
BMI ³⁾ (kg/cm ²)	21.4±3.60 (14.4~37.1)	22.3±3.41 (15.7~42.2)	23.5±3.39 (13.7~38.5)	24.1±3.18 (15.5~43.6)	24.6±3.08 (16.6~38.2)	24.3±3.65 (15.4~45.5)	22.7±3.65 (15.3~37.8)	80***
Waist circumference (cm)	71.0±9.03 (54.0~112.7)	74.4±8.46 (56.0~114.8)	77.5±9.16 (52.1~120.4)	80.8±8.94 (61.7~113.7)	83.8±8.85 (59.5~115.2)	83.8±9.78 (57.3~124.0)	79.8±10.40 (57.0~109.4)	180***
Body fat (%)	32.3±5.62 (18.1~48.4)	32.4±5.38 (17.9~49.5)	33.4±4.93 (15.5~48.5)	34.9±4.98 (16.0~50.3)	35.6±5.10 (14.9~53.7)	34.8±6.38 (14.0~56.4)	32.4±6.74 (13.4~48.4)	44***
Total cholesterol (mg/dL)	169.1±28.53 (94.0~299.0)	177.1±31.04 (108.0~332.0)	187.6±32.86 (91.0~309.0)	203.9±35.66 (87.0~411.0)	200.4±36.27 (117.0~350.0)	197.3±39.51 (91.0~367.0)	202.3±39.16 (136.0~414.0)	96***
Vitamin D (ng/mL)	14.3±5.14 (5.1~35.6)	15.4±5.54 (5.1~44.6)	15.3±5.42 (4.1~40.0)	17.4±6.42 (3.3~51.4)	18.1±7.13 (4.5~47.9)	17.7±7.49 (4.1~53.5)	17.9±7.65 (6.3~41.2)	35***
Alkaline phosphatase (IU/L)	186.4±51.83 (80.0~564.0)	187.2±57.99 (60.0~529.0)	185.9±53.42 (48.0~481.0)	241.9±70.99 (86.0~777.0)	256.7±72.21 (85.0~620.0)	259.9±86.77 (99.0~833.0)	271.9±103.27 (90.0~642.0)	187***

¹⁾ Means±SD

²⁾ Minimum ~maximum

³⁾ BMI: Body mass index

*** $P<0.001$

-3.123으로(P<0.01), 요추 골밀도는 40대에서는 -0.399에서 -0.561로 유의적으로 낮아졌다(P<0.05). 세 부위에서의 결과는 부분적으로 차이가 있었으나 나이가 증가할수록 전반적으로 골밀도가 유의적으로 감소하였다(P<0.001).

대상자의 신장에 따른 골밀도 변화를 보면(Table 4) 대퇴골 전체 골밀도에서 2~4년이 경과하면서 신장 151~155 cm의 경우 0.032에서 -0.219로 감소하였고(P<0.001), 전반적으로 다른 군에서도 유의적으로 골밀도가 감소하였다. 신장별로 보았을 때 신장이 증가할수록 대퇴 전체, 대퇴 경부 및 요추 골밀도에서 모두 유의적으로 증가하여(P<0.001) 신장이 클수록 골밀도에 바람직한 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

체중에 따른 골밀도 결과(Table 5) 체중이 40 kg 이하의 경우 2~4년이 경과하면서 대퇴 전체 및 대

퇴 경부의 골밀도가 유의적으로 낮아져(P<0.01) 체중이 적은 경우 골밀도에 취약한 것으로 나타났으며, 대퇴 전체 골밀도에서도 체중이 41~50 kg, 51~60 kg 및 61~70 kg의 경우 2~4년이 경과하면서 유의적으로 골밀도가 낮아졌다(P<0.001). 체중 증가에 따라 골밀도가 증가하여 2010~2011년의 경우 T-score가 대퇴 전체 골밀도는 -2.175에서 1.121로 증가하였고(P<0.001), 대퇴 경부 골밀도와 요추 골밀도에서도 유의적 증가를 보여(P<0.001) 체중증가가 골 건강에 바람직한 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

BMI에 따른 골밀도 변화를 본 결과(Table 6) BMI가 22.9 이하에서 대퇴 전체와 요추 골밀도의 경우 2~4년이 경과하면서 유의적으로 골밀도가 낮아졌으며(P<0.01), BMI가 증가할수록 세 부위의 T-score가 높아졌는데 2010~2011년의 경우 대퇴 전체 골밀도

Table 3. T-scores of total femoral, femoral neck and lumbar spine of the subjects by age.

Age (yrs)	N (%)		Total femoral			Femoral neck			Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test
20~29	452 (12.4)	134 (9.7)	0.388±0.046 ¹⁾	0.165±0.106	0.0060	-0.372±0.046	-0.306±0.108	0.4438	-0.261±0.047	-0.307±0.113	0.5859
30~39	666 (18.3)	279 (20.2)	0.502±0.043	0.257±0.071	0.0003	-0.095±0.045	-0.155±0.077	0.4020	-0.380±0.047	-0.467±0.073	0.2115
40~49	731 (20.0)	227 (16.4)	0.657±0.040	0.295±0.084	0.0001	-0.158±0.044	-0.128±0.084	0.6824	-0.399±0.041	-0.561±0.090	0.0200
50~59	627 (17.2)	270 (19.6)	0.076±0.044	-0.081±0.064	0.0168	-1.164±0.058	-1.059±0.090	0.2303	-1.016±0.043	-1.038±0.066	0.7423
60~69	615 (16.9)	235 (17.0)	-0.696±0.041	-0.685±0.071	0.8642	-1.902±0.050	-1.988±0.100	0.3068	-1.808±0.042	-1.666±0.068	0.0233
70~79	436 (11.9)	183 (13.3)	-1.348±0.049	-1.339±0.069	0.8965	-2.427±0.061	-2.407±0.101	0.8427	-2.418±0.043	-2.350±0.066	0.2926
≥80	122 (3.3)	52 (3.8)	-1.952±0.098	-2.223±0.100	0.0343	-2.600±0.107	-3.123±0.144	0.0091	-3.047±0.085	-3.004±0.105	0.7180
	F-value		631.9***	442.6***		798.4***	528.2***		716.0***	445.5***	

¹⁾ Means±SE
***P<0.001

Table 4. T-scores of total femoral, femoral neck and lumbar spine of the subjects by height.

Height (cm)	N (%)		Total femoral			Femoral neck			Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test
≤150	765 (20.8)	315 (20.3)	-0.759±0.056 ¹⁾	-0.910±0.094	0.0533	-1.820±0.060	-1.689±0.127	0.1924	-1.904±0.055	-1.892±0.099	0.8802
151~155	977 (26.5)	375 (24.2)	0.032±0.042	-0.219±0.072	0.0001	-0.996±0.050	-1.068±0.090	0.3822	-1.034±0.042	-1.215±0.071	0.0067
156~160	1,038 (28.2)	476 (30.7)	0.264±0.038	0.069±0.064	0.0006	-0.602±0.043	-0.550±0.072	0.4388	-0.676±0.039	-0.701±0.070	0.6725
161~165	652 (17.7)	281 (18.1)	0.391±0.045	0.096±0.084	0.0001	-0.295±0.047	-0.294±0.103	0.9930	-0.386±0.047	-0.551±0.087	0.0254
166~170	212 (5.8)	89 (5.7)	0.452±0.068	0.162±0.139	0.0159	-0.080±0.077	-0.188±0.137	0.4070	-0.160±0.068	-0.317±0.115	0.1722
≥171	38 (1.0)	16 (1.0)	0.586±0.165	-0.065±0.155	0.0645	0.070±0.159	-0.089±0.180	0.6367	-0.058±0.169	-0.058±0.149	0.9985
	F-value		214.0***	175.0***		300.9***	203.8***		343.2***	261.2***	

¹⁾ Means±SE
***P<0.001

의 경우 -0.918에서 1.091로, 대퇴 경부 골밀도는 -1.270에서 0.262로, 요추 골밀도는 -1.381에서 0.190으로 유의적으로 증가하여(P<0.001) 골밀도에 대해 BMI가 중요한 요인으로 영향을 미침을 알 수 있었다.

허리둘레에 따른 골밀도 변화를 비교하였을 때 (Table 7) 2~4년이 경과하면서 대퇴 전체 골밀도는

모든 군에서 유의적으로 감소하였고(P<0.01), 대퇴 경부 골밀도나 요추 골밀도에서는 골밀도가 증가 또는 감소하는 뚜렷한 변화를 보이지 않았다. 또한 허리둘레가 증가할수록 대퇴 전체 골밀도는 유의적으로 증가하였으나(P<0.01) 다른 부위에서는 뚜렷한 경향을 보이지 않아 허리둘레의 골밀도에 대한 상관성이 부위에 따라 다르게 나타나는 것을 알 수

Table 5. T-scores of total femoral, femoral neck and lumbar spine of the subjects by weight.

Weight (kg)	N (%)		Total femoral			Femoral neck			Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test
≤40	75 (2.0)	67 (4.3)	-1.590±0.147 ¹⁾	-2.175±0.136	0.0073	-2.690±0.174	-3.792±0.254	0.0050	-2.532±0.136	-2.942±0.124	0.0424
41~50	875 (23.8)	359 (23.1)	-0.440±0.041	-0.667±0.070	0.0006	-1.239±0.048	-1.146±0.077	0.2607	-1.309±0.044	-1.422±0.073	0.1116
51~60	1,661 (45.1)	685 (44.2)	0.092±0.029	-0.234±0.047	0.0001	-0.797±0.035	-0.800±0.060	0.9621	-0.883±0.031	-1.037±0.050	0.0013
61~70	837 (22.7)	319 (20.6)	0.449±0.045	0.172±0.071	0.0001	-0.428±0.052	-0.469±0.096	0.6345	-0.519±0.050	-0.663±0.085	0.0517
≥71	233 (6.3)	121 (7.8)	1.051±0.074	1.121±0.130	0.5620	0.125±0.080	0.277±0.159	0.2751	0.054±0.077	0.237±0.160	0.1637
	F-value		308.1***	240.8***		223.6***	144.8***		235.5***	173.2***	

¹⁾ Means±SE
***P<0.001

Table 6. T-scores of total femoral, femoral neck and lumbar spine of the subjects by BMI.

BMI ¹⁾ (kg/m ²)	N (%)		Total femoral			Femoral neck			Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test
≤18.4	223 (6.1)	140 (9.0)	-0.345±0.074 ²⁾	-0.918±0.128	0.0001	-1.046±0.082	-1.270±0.159	0.1515	-1.005±0.078	-1.381±0.143	0.0047
18.5~22.9	1,584 (43.0)	673 (43.4)	-0.056±0.030	-0.358±0.050	0.0001	-0.855±0.035	-0.783±0.056	0.2264	-0.949±0.032	-1.092±0.051	0.0056
23.0~24.9	818 (22.2)	304 (19.6)	0.160±0.049	-0.075±0.079	0.0014	-0.780±0.055	-0.697±0.110	0.3743	-0.857±0.052	-0.973±0.094	0.1449
25.0~29.9	929 (25.2)	364 (23.5)	0.256±0.048	0.086±0.074	0.0142	-0.709±0.055	-0.698±0.104	0.9072	-0.811±0.052	-0.839±0.083	0.7031
≥30.0	127 (3.5)	70 (4.5)	1.133±0.102	1.091±0.169	0.7933	0.084±0.100	0.262±0.193	0.3365	0.055±0.112	0.190±0.210	0.4737
	F-value		76.6***	56.5***		30.1***	17.0***		33.6***	20.4***	

¹⁾ BMI: Body mass index
²⁾ Means±SE
***P<0.001

Table 7. T-scores of total femoral, femoral neck and lumbar spine of the subjects by waist circumference.

Waist circumference (cm)	N (%)		Total femoral			Femoral neck			Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test
≤69	881 (24.0)	435 (28.0)	0.020±0.038 ¹⁾	-0.396±0.063	0.0001	-0.720±0.042	-0.745±0.072	0.7343	-0.796±0.040	-1.013±0.065	0.0010
70~74	517 (14.1)	209 (13.5)	0.137±0.056	-0.164±0.096	0.0004	-0.606±0.065	-0.585±0.103	0.8393	-0.770±0.066	-0.902±0.088	0.1488
75~79	654 (17.8)	292 (18.8)	0.061±0.050	-0.168±0.078	0.0031	-0.857±0.060	-0.622±0.102	0.0160	-0.931±0.052	-0.986±0.092	0.5132
80~84	629 (17.1)	219 (14.2)	0.098±0.055	-0.092±0.103	0.0006	-0.882±0.067	-0.731±0.125	0.0024	-0.938±0.057	-0.986±0.115	0.0001
≥85	993 (27.0)	396 (25.5)	0.145±0.051	0.073±0.081	0.0001	-0.857±0.053	-0.880±0.115	0.0001	-0.902±0.052	-0.900±0.093	0.0001
	F-value		3.7**	4.1**		4.6***	7.2***		3.2*	3.4**	

¹⁾ Means±SE
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

있었다.

체지방률에 따른 골밀도를 살펴본 결과(Table 8) 대퇴 전체 골밀도에서는 모든 군에서 2~4년이 경과하면서 유의적으로 골밀도가 낮아졌으며(P<0.01), 요추 골밀도에서도 전반적으로 골밀도가 감소하는 경향을 보였다. 대퇴 경부 골밀도의 경우는 감소하거나 증가하여 일정한 경향을 보이지 않았다. 또한 체지방률 23% 이하에서는 세 부분의 골밀도가 모두 음의 값을 보여 다른 체지방률 범위에 비하여 골밀도가 낮았으며 이에 따라 적정 체지방률의 유지가

중요함을 알 수 있었다.

골밀도와 나이, 신장, 체중과의 상관관계를 살펴본 결과(Table 9) 나이가 증가함에 따라 골밀도가 전반적으로 유의적 음의 상관성을 보여 나이가 들수록 골건강 유지에 더 많은 관심을 가져야 할 것으로 보이며, 골밀도와 신장과의 상관성을 살펴본 결과 신장 160 cm 이하에서는 골밀도와 전반적으로 유의적 양의 상관관계를 보였으나 신장 161 cm 이상의 경우 세 부위 모두에서 신장과의 상관성이 보이지 않았다. 체중과의 상관성에서는 모든 부위에서

Table 8. T-scores of total femoral, femoral neck and lumbar spine of the subjects by body fat.

Body fat (%)	N (%)		Total femoral			Femoral neck			Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test
≤23	259 (7.2)	103 (6.8)	-0.124±0.076 ¹⁾	-0.691±0.135	0.0001	-0.938±0.082	-1.193±0.166	0.1193	-0.883±0.077	-1.351±0.121	0.0005
24~27	487 (13.5)	206 (13.5)	0.100±0.061	-0.328±0.086	0.0001	-0.655±0.068	-0.675±0.091	0.8545	-0.742±0.069	-0.979±0.097	0.0171
28~32	1,202 (33.2)	454 (29.8)	0.141±0.036	-0.125±0.066	0.0001	-0.722±0.041	-0.567±0.076	0.0290	-0.799±0.038	-0.912±0.072	0.0671
≥33	1,670 (46.2)	761 (49.9)	0.086±0.034	-0.047±0.055	0.0081	-0.833±0.039	-0.796±0.073	0.5586	-0.932±0.035	-0.940±0.061	0.8797
	F-value		15.8***	18.4***		11.6***	9.7***		8.2***	8.3***	

¹⁾ Means±SE
***P<0.001

Table 9. Correlation coefficients between T-scores and age, height, weight of the subjects.

Items		Total femoral		Femoral neck		Lumbar spine	
		2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011
Age (yrs)	20~29	-0.08431	-0.13765	0.04869	0.00725	-0.11029*	-0.12329
	30~39	0.13937***	0.09293	0.09921*	0.09205	0.04929	-0.04915
	40~49	-0.01615	0.11554	-0.11106**	-0.08238	-0.05319	0.06441
	50~59	-0.28912***	-0.23476***	-0.33437***	-0.25084***	-0.28068***	-0.23761***
	60~69	-0.17750***	-0.20011**	-0.15049***	-0.24381***	-0.22847***	-0.25589***
	70~79	-0.13454**	-0.26719***	-0.05506	-0.13087	-0.14193**	-0.30026***
Height (cm)	≥80	-0.44346***	-0.21987	-0.28558**	0.01988	-0.33246***	-0.11791
	≤150	0.28893***	0.37918***	0.25100***	0.29410***	0.29042***	0.34040***
	151~155	0.09892**	0.09249	0.13243***	0.12995*	0.12892***	0.12664*
	156~160	0.02570	0.15373**	0.06301*	0.11022*	0.06003	0.16269**
	161~165	-0.00441	-0.06692	0.02082	-0.04490	0.01384	-0.00326
	166~170	-0.05546	-0.05836	0.03442	0.00221	0.02151	0.12234
Weight (kg)	≥171	0.08071	-0.09639	0.11222	0.28489	0.23345	0.29915
	≤40	0.31446**	0.10805	0.23504*	-0.02696	0.23800*	0.15397
	41~50	0.18965***	0.25416***	0.14781***	0.19257**	0.15237***	0.18177**
	51~60	0.09740***	0.17439***	0.07435**	0.08286	0.07445**	0.12734**
	61~70	0.08739*	0.14423*	0.10900**	0.05769	0.09793**	0.11210
	≥71	0.37363***	0.33761***	0.22592***	0.24586***	0.39693***	0.33097***

T-score = Subject's BMD-Young adult BMD/Standard deviation of young adult value (20~49 years).
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

체중은 골밀도와 양의 상관관계를 보였으며 체중이 증가할수록 골 건강에 바람직한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

골밀도와 BMI, 허리둘레, 체지방률과의 상관관계를 조사한 결과(Table 10), BMI와 대퇴 전체 골밀도와는 전반적으로 양의 상관관계를 보였고, 대퇴 경부와 요추 골밀도와는 BMI 영역에 따라 부분적으로 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 허리둘레와도 대퇴 전체 골밀도에서 일부 양의 상관관계를 나타내었고 대퇴 경부와 요추 골밀도에서도 부분적으로 양의 상관관계를 보였다. 또한 허리둘레 85 cm 이상에서는 세 부위의 골밀도에서 모두 양의 상관성을 보였다. 체지방률과의 상관성은 33% 이상군에서 세 부위의 골밀도와 양의 상관성을 보였으나 대부분의

경우 뚜렷한 상관성을 보이지는 않았다.

3. 골밀도 인자와 생화학 인자와의 연관성

대상자의 T-score와 생화학 인자와의 연관성을 살펴 보았다. 혈중 총콜레스테롤 농도에 따른 골밀도 변화 결과(Table 11)를 보면 대퇴골 전체 골밀도의 경우 2~4년이 경과하면서 유의적으로 골밀도가 감소하였고(P<0.01), 대퇴 경부 골밀도, 요추 골밀도에서도 2~4년이 경과하면서 대체적으로 골밀도가 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다(P<0.001). 또한 혈중 총콜레스테롤 농도가 증가할수록 세 부위의 골밀도 수치가 유의적으로 낮아졌다(P<0.001).

혈중 비타민 D(기준치 9~37.6 ng/mL, Method: Ra-

Table 10. Correlation coefficients between T-scores and BMI, waist circumference, body fat of the subjects.

Items	Total femoral		Femoral neck		Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	
BMI ¹⁾ (kg/m ²)	≤18.4	0.26599***	0.10714	0.16425*	0.22637	0.19703**	-0.03918
	18.5~22.9	0.09157***	0.06181	0.00912	0.01526	-0.01503	-0.02194
	23.0~24.9	0.03122	-0.04250	-0.02943	-0.01148	0.00725	-0.05496
	25.0~29.9	0.06342	0.14199**	0.02525	-0.00117	0.02162	0.10470
	≥30.0	0.23484**	0.32147**	0.07583	0.35721*	0.24976**	0.31540**
Waist circumference (cm)	≤69	0.13099***	0.10613	0.09040**	0.15556**	0.04019	0.02662
	70~74	0.06963	-0.05903	0.04388	-0.20834**	0.04774	-0.07671
	75~79	0.03160	-0.06358	-0.01366	-0.08473	0.02180	-0.04647
	80~84	0.03597	-0.01237	-0.04192	-0.14000	0.01958	-0.02588
	≥85	0.07479*	0.28445***	0.08278**	0.19558***	0.08638**	0.25023***
Body fat (%)	≤23	0.08112	0.26623*	0.06207	0.16130	0.08881	0.27900*
	24~27	0.00975	-0.12732	-0.03018	-0.04415	0.00232	-0.17203*
	28~32	0.02994	0.00931	0.00849	-0.04470	0.00491	-0.03743
	≥33	0.05550*	0.14225***	0.04484	0.09039*	0.04565	0.12710***

¹⁾ BMI: Body mass index
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

Table 11. T-scores of total femoral, femoral neck and lumbar spine of the subjects by total cholesterol.

Total cholesterol (mg/dL)	N (%)		Total femoral			Femoral neck			Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test
≤200	2,364 (66.5)	942 (64.5)	0.169±0.026 ¹⁾	-0.038±0.050	0.0001	-0.649±0.029	-0.509±0.056	0.0001	-0.721±0.027	-0.791±0.053	0.0001
201~229	729 (20.5)	321 (22.0)	-0.005±0.053	-0.249±0.069	0.0082	-0.961±0.059	-1.041±0.093	0.0001	-1.060±0.053	-1.123±0.077	0.0001
≥230	461 (13.0)	197 (13.5)	-0.094±0.067	-0.216±0.095	0.0027	-1.113±0.076	-1.115±0.114	0.0001	-1.158±0.070	-1.124±0.097	0.0001
	F-value		42.1***	10.9***		78.9***	33.2***		83.3***	29.2***	

¹⁾ Means±SE
***P<0.001

dioimmunoassay, Regent: 25-Hydroxyvitamin D ¹²⁵I RIA Kit, DiaSorin, USA) 농도에 따른 골밀도 변화를 살펴보았다(Table 12). T-score는 대퇴 전체 골밀도의 경우 혈중 농도 9~37.6 ng/mL의 경우 2~4년이 경과하면서 유의적으로 골밀도가 낮아졌으며 다른 부위에서는 증가 또는 감소하여 일정한 경향이 나타나지 않았다. 또한 혈중 비타민 D 농도가 증가할수록 세 부위의 골밀도가 전반적으로 감소하는 결과를 보였다.

혈중 ALP(Table 13) 농도는 기준치가 103~335 IU/L (Method: Enzymatic method, Reagent: Pureauto S ALP, Sekisui, Japan)로 이를 103~218 IU/L군과 219~335 IU/L군의 2단계로 다시 분류하여 살펴보았다. T-score는 대퇴 전체 골밀도에서 2~4년이 경과하면서 혈중 ALP 농도 103~218 IU/L 및 219~335 IU/L에서 유의적 감소를 보였으며(P<0.01) 다른 부위에서는 증가하거나 감소하여 일정한 경향이 나타나지 않았다. 또한 혈중 ALP 농도가 높아질수록 세 부위

모두에서 골밀도가 유의적으로 낮아져(P<0.001), ALP의 혈중 농도가 골밀도에 바람직하지 않은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

골밀도와 혈중 총콜레스테롤, 혈중 비타민 D 및 혈중 ALP 농도와의 상관관계를 살펴보았다(Table 14). 혈중 총콜레스테롤 200 mg/dL 이하군에서는 세 부위의 골밀도에서 모두 음의 상관관계를 보였고, 혈중 농도 230 mg/dL 이상군에서도 부분적으로 음의 상관관계를 보인 것으로 나타나 혈중 콜레스테롤 농도 증가가 골밀도에 바람직하지 않은 영향을 미칠 수 있었다. 혈중 비타민 D는 8 ng/mL 이하군의 경우 양의 상관관계를 보였으나 다른 군에서는 뚜렷한 상관성을 보이지 않았다. 혈중 ALP의 경우 전반적으로 음의 상관성을 보여 혈중 ALP 농도가 높을수록 골밀도 저하와 관련이 있는 것으로 보였다.

Table 12. T-scores of total femoral, femoral neck and lumbar spine of the subjects by vitamin D.

Vitamin D (ng/mL)	N (%)		Total femoral			Femoral neck			Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test
≤8	86 (2.4)	104 (7.1)	-0.349±0.138 ¹⁾	-0.007±0.115	0.0681	-1.081±0.151	-0.420±0.119	0.0005	-1.219±0.148	-0.806±0.116	0.0305
9~23.3	2,557 (71.9)	1,250 (85.6)	0.150±0.025	-0.096±0.041	0.0001	-0.694±0.028	-0.682±0.051	0.7943	-0.783±0.027	-0.886±0.045	0.0109
23.4~37.6	890 (25.0)	99 (6.8)	0.004±0.047	-0.329±0.116	0.0030	-0.976±0.054	-1.219±0.149	0.0915	-0.989±0.047	-1.293±0.110	0.0077
≥37.7	21 (0.6)	8 (0.5)	-0.799±0.271	-1.006±0.140	0.5541	-1.481±0.336	-2.238±0.374	0.1505	-1.812±0.221	-1.869±0.179	0.8610
	F-value		13.3***	4.5*		6.9***	3.0*		10.7***	5.0**	

¹⁾ Means±SE
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

Table 13. T-scores of total femoral, femoral neck and lumbar spine of the subjects by alkaline phosphatase.

Alkaline phosphatase (IU/L)	N (%)		Total femoral			Femoral neck			Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test	2008~2009	2010~2011	t-test
≤102	51 (1.4)	14 (1.0)	0.481±0.104 ¹⁾	0.539±0.204	0.8349	-0.100±0.136	0.325±0.034	0.1790	-0.352±0.125	-0.182±0.064	0.5968
103~218	2,054 (57.8)	750 (51.4)	0.330±0.026	0.103±0.046	0.0001	-0.455±0.029	-0.372±0.051	0.0876	-0.578±0.028	-0.649±0.049	0.1092
219~335	1,213 (34.1)	521 (35.7)	-0.228±0.041	-0.411±0.069	0.0021	-1.253±0.046	-1.267±0.089	0.8515	-1.248±0.041	-1.290±0.075	0.4929
≥336	236 (6.6)	175 (12.0)	-0.674±0.101	-0.752±0.129	0.5617	-1.728±0.109	-1.840±0.154	0.5082	-1.639±0.103	-1.653±0.129	0.9194
	F-value		120.9***	88.2***		148.7***	112.6***		122.2***	91.7***	

¹⁾ Means±SE
***P<0.001

Table 14. Correlation coefficients between T-scores and total-cholesterol, Vitamin D, alkaline phosphatase of the subjects.

Items	Total femoral		Femoral neck		Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	
Total cholesterol (mg/dL)	≤200	-0.04527***	-0.01546	-0.08252***	-0.06153	-0.08347***	-0.04497
	201~229	0.01558	0.06932	0.01425	0.02160	-0.00124	0.08344
	≥230	0.01529	-0.18315*	-0.05320	-0.09478	-0.02432	-0.20310**
Vitamin D (ng/mL)	≤8	0.25286*	0.13699	0.28952**	0.09370	0.27373*	0.11205
	9~23.3	0.00642	-0.02623	0.00114	-0.08173*	-0.01385	-0.06316*
	23.4~37.6	-0.03848	-0.15210	-0.03743	-0.05846	-0.05182	-0.15204
	≥37.7	0.12795	-0.08397	-0.03464	-0.76665	0.16413	0.34593
Alkaline phosphatase (IU/L)	≤102	0.33886**	0.26905	-0.01184	0.14241	0.24783	0.31202
	103~218	-0.14775*	-0.05611	-0.18043***	-0.13499**	-0.16087***	-0.07620*
	219~335	-0.17790***	-0.20081***	-0.19596***	-0.17025**	-0.18909***	-0.18172***
	≥336	0.08044	-0.19228	-0.00120	-0.20885	0.08432	-0.14058

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

고 찰

국민건강영양조사의 토대로 대상자의 나이를 20세부터 80세 이상까지 분류하여 연도별(2008~2009년, 2010~2011년) 골밀도 변화를 살펴보았다. 동일 나이군에서 대퇴부 전체 골밀도는 2~4년이 경과하면서 유의적으로 낮아졌으며, T-score가 -1.0 이상이 정상범위의 골밀도를 가지는 기준(WHO Expert Consultation 2004)으로 볼 때 대퇴 전체 골밀도에서는 60세 이상군에서, 대퇴 경부와 요추 골밀도에서는 50세 이상군에서 T-score가 -1.0 이하의 값을 보여 정상범위에서 벗어나는 결과를 보였다. 이러한 결과는 쿠웨이트의 여성(나이 40~87세)을 대상으로 한 연구(Gupta 등 2012)에서 요추 골밀도가 평균 -1.297라고 하였는데 본 대상자의 40대에서 80대 이상군의 평균 T-score는 -1.724로 더 낮았으며 이에 따라 중년여성을 대상으로 한 골밀도 저하 방지에 대한 방안이 필요할 것으로 보인다. 여성을 대상으로 한 골밀도 연구(Jho 등 2014)에서는 나이가 증가할수록 골밀도가 낮아진다고 하였고, Hwang(2009)의 성인 대상 골밀도 연구와 미국 성인을 대상으로 한 골밀도 연구(Looker 등 2012)에서도 골밀도가 나이 증가와 함께 감소한다고 하여 동일한 결과를 보였다. 나이가 많아질수록 골밀도가 감소하는 것은

골대사의 변화에 미치는 칼슘과 인, 조절호르몬의 변동과 고령화에 따른 신체활동의 감소, 식이섭취의 부족 및 흡수율의 저하 등 여러 요인에 의한 것으로 보인다(Yoon 2011). 따라서 나이가 들면서 골 건강을 위해 식이섭취와 활동량 등에 대하여 관심을 가져야 하며 사회적으로 이를 뒷받침해줄 적절한 대책 마련도 필요할 것으로 생각된다.

동일한 신장군에서도 2~4년이 경과하면서 골밀도가 감소하였고, 신장이 증가할수록 유의적으로 골밀도가 증가하였다(P<0.001). 이는 Kang(2009)의 연구에서도 대상자의 신장이 증가할수록 유의적으로 골밀도가 증가하였고, Kim(2006)의 성인 골밀도 연구에서 여성의 체중 및 신장이 증가할수록 대퇴경부와 요추 골밀도가 증가한다고 하여 동일한 결과를 보였으며 신장이 골밀도에 중요한 영향요인임을 알 수 있었다.

동일 체중군에서 골밀도 변화를 보았을 때 2~4년이 경과하면서 유의적으로 골밀도가 낮아졌으며, 체중이 증가할수록 골밀도가 증가하였는데, 이는 체중이 증가할수록 골밀도가 증가한다는 연구(Youk 2004; Kim & Koo 2008)와 동일하였고, 체중감소와 골밀도와의 관련성 논문(Ensrud 등 2005)에서 연구 대상자의 체중이 감소할수록 골밀도가 감소하는 것과 동일한 결과를 보였다. 또 한편으로는 비만과 체

중 손실이 골대사에 미치는 영향에 관한 연구 (Shapses & Sukumar 2012)에서 비만과 열량 제한 모두 골절 위험을 증가시킨다고 하여 다른 결과를 보였다. 신장과 체중의 증가는 뼈에 부하를 증가시켜 골의 재형성을 자극하기 때문에 골밀도에 영향을 주는 요인임을 제시한 바 있다(Byun & Kim 1999).

대퇴 전체 골밀도에서 비만에 속하는 군을 제외하고 동일 BMI 군에서 2~4년이 경과하면서 유의적으로 골밀도가 감소하였다. 또한 BMI가 증가함에 따라 세 부위의 골밀도가 유의적으로 증가하였다. 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). Choi 등(2012)의 골밀도 관련 연구에서 BMI가 높을수록 대퇴 전체 골밀도와 대퇴 경부 골밀도가 감소할 비율이 낮아진다고 하였으며, 요르단 여성을 대상으로 한 연구(Hawamdeh 등 2014)에서도 BMI가 증가할수록 대상자의 골밀도가 증가한다고 하였다.

허리둘레에 따른 골밀도 변화에서는 대퇴 전체 골밀도의 경우 허리둘레가 증가함에 따라 증가하였으나 다른 부위에서는 일정한 경향을 보이지 않았다. 그러나 Koo(2013)의 연구에서는 골다공증군이 정상군에 비해 허리둘레가 유의적으로 높다고 하여 다른 결과를 보였다.

동일 체지방률 군에서 대퇴 전체 골밀도의 경우 2~4년이 경과하면서 유의적으로($P < 0.001$) 낮아졌으며, 체지방률 23% 이하에서는 다른 체지방률 군에 비하여 골밀도가 대체적으로 낮아 마른 체형보다는 적절한 체지방 유지가 골밀도에 바람직한 영향을 미치는 것으로 보인다. 안산 지역 주민의 골다공증 연구(Jung 등 2006)에서 골다공증군의 경우 체지방률이 유의하게 낮았다고 하여 동일한 결과를 보였다. 체지방률 33% 이상에서는 2008~2009년에서 대퇴 전체 골밀도와 요추골밀도가 다른 군에 비해 더 낮아졌는데, 이는 Koo(2013)의 연구에서 골다공증군은 정상군에 비해 유의적으로 체지방률이 높았다고

하여 유사한 경향을 보였다. 체지방률이 가지는 물리적 하중부하를 보정하면 체지방이 높을수록 골밀도가 낮다는 의견이 제시되고 있다(Park 등 2009). Zhao 등(2007)의 연구에서도 남성과 여성 모두에서 같은 체중을 가진 경우 체지방률이 높을수록 골밀도가 낮아진다고 하였다. 본 조사 결과 체중과 BMI가 증가할수록 골밀도가 높아지는 경향을 보이기는 했으나 과도한 체중과 BMI는 다른 질병의 원인이 될 수 있어 골 건강을 위한 해결방안이 될 수는 없으며 따라서 적절한 체중 및 BMI 유지가 골밀도를 건강하게 유지시키는데 중요한 요인일 것으로 생각되었다. 또한 비만에 속하는 체지방률을 보일 경우 골밀도가 오히려 낮아졌는데 이를 통해 적절한 체중 및 체지방률 유지가 골밀도에 미치는 긍정적인 영향을 인지하고 골 건강을 위해 다이어트 등을 통한 표준 체중의 유지 또는 비만이 되지 않도록 유의해야 할 것으로 생각된다.

골밀도와 나이, 신장, 체중과의 상관관계를 살펴본 결과 대상자의 나이가 증가함에 따라 골밀도와 음의 상관성을 보였는데 이러한 결과는 Hwang(2009)의 조사대상자의 연령에 따라 골다공증 비율이 유의하게 증가한 결과와 동일하였다. 골밀도에 관련된 여러 연구(Han & Cho 2002; Kim & Kim 2003)에서 신장과 골밀도는 유의적 양의 상관성을 보여준다고 하였으며, 본 결과에서도 신장에 따라 부분적으로 유의적 양의 상관관계를 나타냈다. 체중과의 상관관계에서는 세 부위의 골밀도와 전반적으로 유의적 양의 상관관계를 보였다. 골밀도와 신체 지수와의 관련성에 대한 연구에서 Reid 등(1992)은 체중이 골조직에 기계적 자극을 주어 골형성을 촉진시키며, 체지방은 부신안드로겐에서 에스트로겐으로 전환하는 장소로 가능하므로 골 대사에 대한 에스트로겐 작용을 강화시켜 골밀도에 영향을 줄 것이라 가정된 바 있다. 성인의 골밀도와 신체조건에 대한 Kim(2006)의 연구에서는 대상자가 체중, 신장에 따라 유의적인 관련성을 보였다고 하였다. 요르단 여성을 대상으로 한 연구(Hawamdeh 등 2014)에

서 체중은 대퇴 경부와 요추 골밀도와 양의 상관성이 있는 것으로 동일한 결과를 보였으며, 일본 폐경기 여성에 관한 연구(Tanaka 등 2013)에서도 체중이 골밀도에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 인도 여성을 대상으로 한 골밀도 연구(Marwaha 등 2013)에서는 비만군에서 부위별로 차이는 있었으나 전반적으로 골밀도가 증가한다고 하였으며, 인도 성인을 대상으로 한 연구(Shivane 등 2012)에서도 체중과 신장은 성인의 골밀도를 예견할 수 있는 인자임을 밝힌 바 있다.

골밀도와 BMI, 허리둘레, 체지방률과의 상관관계를 조사한 결과 BMI와 대퇴 전체 골밀도와는 전반적으로 양의 상관관계를 보였고, 다른 부위 골밀도와는 부분적으로 유의적인 양의 상관관계를 보였는데, Choi & Kim(2008)의 연구에서 BMI가 높을수록 골밀도가 증가한다고 한 결과와 동일한 경향이였다. 요르단 여성을 대상으로 한 연구(Hawamdeh 등 2014)에서도 BMI가 대퇴 경부와 요추 골밀도와 양의 상관성을 보였다고 하였다. Park 등(2008)의 성인의 골밀도 연구에서 남녀 모두 체질량지수가 증가할수록 T-score가 비교적 높았다고 하였다. 체지방률 33% 이상군에서 전반적으로 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 보였으며 그 외의 군에서는 뚜렷한 상관관계를 보이지 않았다. 터키 여성을 대상으로 체성분과의 상관성을 조사한 연구(Nur 등 2013)에서도 체지방이 골밀도와 유의적 양의 상관관계를 보였다고 하였고, BMI, 체중과도 양의 상관성을 보였다고 하였다. 골밀도와 체지방과 음의 상관성(Hsu 등 2006; Zhao 등 2007)을 나타내거나 또는 양의 상관성(Reid 등 1992; Chen 등 1997)을 나타낸다는 연구가 있어 체지방과 골밀도의 상관관계는 다양한 결과가 관찰되는 것으로 보인다. 따라서 BMI 증가, 허리둘레 증가 및 체지방률 증가는 서로 관련성이 있으므로 골밀도에 대한 상관성에서 유사한 경향을 보였으나 이들 수치의 증가는 비만이나 대사증후군과 관련이 있으므로 적절한 범위의 수치를 유지하는 것이 골 건강을 위해 바람직할 것으로 보인다.

혈중 총콜레스테롤 농도가 증가함에 따라 세 부위의 T-score가 각각 유의적으로 낮아졌다($P < 0.001$). Kim 등(2009)은 혈중 총콜레스테롤 수치가 높으면 골밀도가 낮아진다고 하였으며, Koo(2013)의 연구에서 골감소증이나 골다공증 등 골위험군에서 혈중 콜레스테롤 농도가 정상군에 비해 높은 것으로 나타난 결과와 동일하였다. 따라서 식품을 통한 콜레스테롤 섭취도 골밀도에 영향을 미치는 것을 인지하고 그에 따른 식생활 개선도 필요할 것으로 생각된다. 또한 생화학적 표식자에 따른 골밀도 연구(Kim 등 2009)에서도 혈중 콜레스테롤 농도가 높을 때 골밀도가 낮아진다고 하였다. 한편 골밀도가 혈중 콜레스테롤과 상관관계가 없다는 연구결과들(Tankó 등 2003; Wu 등 2003)도 발표된 바 있다. 그러나 식생활 개선 등의 방법을 통해 콜레스테롤 섭취를 줄이고 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시키는 것은 골 건강에 미치는 부정적 영향 및 혈관 관련 질병을 예방하기 위해서도 필요할 것으로 생각된다.

혈중 비타민 D 농도는 골 형성에 중요한 작용을 하는 호르몬의 하나로 90%가 자외선에 노출된 피부에서 합성, 흡수되며 나머지 10%는식이섭취로 흡수된다(Wang 등 2012)고 한다. 비타민 D 부족은 전 세계적으로 문제이며(Chung 2008), Shin 등(2006)은 비타민 D 결핍을 예방하기 위해 자외선 조사 외에도 다양한 음식을 통해 섭취해야 한다고 하였다. 본 대상자의 혈중 비타민 D 농도는 정상에 속하는 비율이 2~4년이 경과하면서 97.0%에서 92.3%로 감소하여 비타민 D의 수준이 더 낮아졌다. 부천거주 여성의 비타민 D에 관한 논문(Chung 등 2009)에서 비타민 D 감소의 원인을 생활습관 및 환경 등 복잡한 영향의 결과라고 하여, 정상범위를 벗어나지 않도록 식이섭취 및 생활습관 개선이 필요해 보인다. 베트남 성인을 대상으로 한 연구(Nguyen 등 2012)에서 비타민 D 섭취가 여성에서 골밀도를 증가시키는데 중요한 역할을 한다고 하였고, 혈중 비타민 D는 칼슘을 조절하는 중요한 작용을 하는 호르몬으로(Mun 등 2013) 골 건강과 관련하여 필수적 요소이

므로, 비타민 D를 충분히 섭취하고 실외활동을 통해 햇빛을 충분히 쬐는 등의 생활습관을 통해 정상수치를 유지할 필요성이 있다고 생각된다. Kim & Kang(2012)은 우리나라의 남자 86.8%, 여자 93.3%가 부족이라고 하였으나 본 조사에서는 분석의뢰기관(씨젠의료재단)에서 사용한 시약의 참고치를 기준으로 보았을 때의 결과로 정상범위에 속하는 비율이 92.3~97.0%로 높았다. 또한 혈중 비타민 D 농도가 과잉일 경우 오히려 골밀도가 다른 군에 비해 더 낮아지는 것을 알 수 있었다.

혈중 ALP 농도가 동일한 군에서 2~4년이 경과하면서 골밀도가 낮아지는 것으로 나타났으며, 혈중 ALP 농도가 증가할수록 골밀도가 유의적으로 낮아졌다. Yeo 등(2008)은 혈중 ALP 수치가 골다공증이나 골감소증군의 경우 다른 군에 비해 유의적으로 증가했다고 하여 본 연구와 동일한 결과를 보였다.

골밀도와 혈중 총콜레스테롤, 혈중 비타민 D 및 혈중 ALP과의 상관관계를 살펴보았다. 혈중 총콜레스테롤과의 상관성은 혈중 농도 200 mg/dL 이하에서 세 부위의 골밀도에서 부분적으로 음의 상관관계를 보였다. Koo(2013)는 성인 여성의 골밀도에 관한 논문에서 혈중 총콜레스테롤 농도가 골밀도와 음의 상관관계를 나타낸다고 하였다. 혈중 비타민 D 농도와 유의적인 양의 상관관계를 보였으나 그 외는 음 또는 양의 상관관계를 보여 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다. Ryan 등 (2013)은 비타민 D 섭취 부족은 골연화증과 골다공증을 유발시키며, 적절한 농도의 혈중 25-hydroxy vitamin D를 유지하면 골밀도를 개선시키고 골절 위험과 골다공증을 감소시킨다고 하였다. 베트남 성인을 대상으로 한 연구(Nguyen 등 2012)에서도 혈중 비타민 D 농도가 골밀도와 유의적 상관관계를 보였다고 하였다. Lim 등(2012)의 연구에서는 골밀도와 혈중 비타민 D 농도와의 관계를 살펴본 결과 10~40세 여성은 유의적인 상관관계가 나타나지 않았다고 하여 본 결과와 동일한 경향이었으며, 위의 비타민 D에 관련된 연구에

서는 대상이나 부위에 따라 다양한 결과가 도출되는 것을 알 수 있었다.

골밀도와 혈중 ALP와의 상관관계에서 혈중 ALP 농도 103~335 IU/L 범위에서는 모든 부위에서 유의적 음의 상관관계를 보였으며, 정상 범위에 있어도 혈중 ALP 농도가 높은 군에서 유의적으로 골밀도가 낮아지는 음의 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 혈중 ALP 수치가 골밀도와 유의적 음의 상관관계를 가진다는 결과(Yeo 등 2008) 및 Koo(2013)의 연구에서 정상인 군에 비해 골다공증군의 경우 유의적으로 혈중 ALP 농도가 증가한다고 하여 동일한 결과를 보였다. 또한 이탈리아 노인을 대상으로 한 연구(Gonnelli 등 2013)에서 대퇴골 경부와 요추 골밀도에서 혈중 ALP 농도와 골밀도 간에 음의 상관관계를 나타낸 결과와 동일하였다. 따라서 성인여성을 대상으로 2~4년 사이에도 유의적으로 낮아지는 골밀도에 대한 원인분석과 함께 대책 마련이 절실한 것으로 보인다.

요약 및 결론

20세 이상의 성인여성을 대상으로 하여 연도별로 분류하여 대퇴 전체 골밀도, 대퇴 경부 골밀도, 요추 골밀도 세 부분의 T-score의 변화를 조사하였고, 또한 T-score와 신체계측치 및 생화학적 수치와의 상관성을 조사하였으며 결과는 다음과 같다.

1. 2008~2009년과 2010~2011년 대상자의 평균 신체 및 생화학적 수치를 살펴본 결과 신장은 나이가 증가함에 따라 지속적으로 감소하였고, 체중, BMI, 허리둘레 및 체지방률은 중년의 나이까지 증가하다가 그 후로 감소하였으며, 혈중 총콜레스테롤 농도와 혈중 ALP 농도도 나이가 증가할수록 전반적으로 증가하였으며, 혈중 비타민 D 농도는 대상자 거의 정상범위에 속하였으나 최소 최대값의 범위가 넓었다.
2. 대상자의 나이를 20세부터 80세 이상까지 분류하

여 골밀도 변화를 보았을 때 대퇴부 전체 골밀도의 T-score는 20대, 30대, 40대, 50대 및 80세 이상군에서 연도가 지날수록 유의적으로 낮아졌고 ($P < 0.05$), 그 외 대상자는 유의적 변화를 보이지 않았다. 대퇴 경부 골밀도에서는 80세 이상군에서 -2.600 에서 -3.123 으로 유의적으로 낮아졌으며 ($P < 0.01$), 요추 골밀도는 40대에서 -0.399 에서 -0.561 로 낮아졌으나 ($P < 0.05$) 다른 군에서는 유의적 변화를 보이지 않았다. 또한 나이가 증가할수록 세 부위의 T-score는 유의적으로 낮아졌다 ($P < 0.001$).

- 동일한 신장군에서 2~4년이 경과하면서 골밀도가 감소하였고, 신장이 증가할수록 유의적으로 골밀도가 증가하였다 ($P < 0.001$). 또한 체중과 BMI가 증가할수록 골밀도가 유의적으로 증가하는 결과를 보였으며 ($P < 0.001$), 허리둘레가 증가할수록 대퇴 전체 골밀도에서는 유의적으로 증가하였으나 ($P < 0.01$) 다른 부위에서는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 동일 체지방률 군에서 골밀도는 대퇴 전체 골밀도의 경우 모두 2~4년이 경과하면서 유의적으로 골밀도가 낮아졌다 ($P < 0.01$).
- 골밀도와 나이, 신장, 체중 등 신체계측치와의 상관성을 보았을 때 나이가 증가함에 따라 골밀도와 전반적으로 음의 상관성을 보였고, 골밀도와 신장 및 체중과는 대체적으로 유의적 양의 상관관계를 보였다. BMI와 대퇴 전체 골밀도와는 전반적으로 양의 상관관계를 보였고, 대퇴 경부와 요추 골밀도와는 BMI 영역에 따라 부분적으로 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 체지방률은 33% 이상군에서 전반적으로 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 보였고 그 밖의 군에서는 유의적 상관관계를 보이지 않았다.
- 혈중 총콜레스테롤 농도가 증가할수록 모든 부위의 골밀도 수치가 유의적으로 낮아졌으며 ($P < 0.001$), 혈중 비타민 D 농도가 과잉일 경우 골밀도가 다른 군에 비해 더 낮아졌다. 동일한 혈중 ALP 농도군에서의 골밀도는 2~4년이 경과하면서 유의적으로 감소

하였고 혈중 ALP 수치가 높을수록 골밀도 수치가 유의적으로 낮아졌다 ($P < 0.001$).

- 혈중 총콜레스테롤 농도와의 상관성은 200 mg/dL 이하군에서는 세 부위의 골밀도에서 부분적으로 음의 상관관계를 보였다. 혈중 비타민 D 농도와의 상관관계에서는 혈중 농도 8 ng/mL 이하의 부족군에서는 양의 유의적 상관관계를 보였으나 그 외 다른 부위와 연도별로 음 또는 양의 상관관계를 보여 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다. 골밀도와 혈중 ALP 농도와의 상관관계에서는 정상 범위에 있어도 수치가 높을 때 유의적으로 골밀도가 낮아졌으며 혈중 ALP 농도가 증가할수록 전반적으로 골밀도와 음의 상관관계를 보였다.

이상의 결과를 보았을 때 연령, 신장, 체중, BMI 및 체지방률이 증가할수록 골밀도가 증가하였고 혈중 ALP 및 총콜레스테롤 농도가 증가할 경우 골밀도가 낮아졌다. 따라서 골밀도에 미치는 여러 인자 중 스스로 케어할 수 있는 체중과 체지방 등의 관리 및 혈중 콜레스테롤 감소를 위한 식생활개선 등을 통하여 골 건강을 위한 개인의 노력이 필요할 것으로 생각된다. 또한 각 영향인자의 동일군에서도 2~4년의 시간이 경과하면서 골밀도가 저하되는 결과는 한국 여성의 골 건강이 해마다 낮아진다는 걱정과 우려를 보였다. 그러므로 이를 방지하기 위해 골밀도 저하원인에 대한 자세한 연구가 필요할 것으로 보이며, 또한 골밀도가 많이 감소되는 중년기 이후보다 골 질량이 형성되고 최고 발달시기인 젊은 나이에 더욱 적극적인 관리가 중요할 것으로 보인다.

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
- Byun YS, Kim OS (1999): Life style and self-efficacy in osteo-

- porsis women. *J Korean Acad Nurs* 29(3):530-540
- Chae JW, Kim IH, Kwon WS, Lee KM, Jung SP, Moon Y (2003): The relationship between body composition and bone mineral density in postmenopausal women. *Yeungnam Univ J Med* 20(1):53-61
- 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 CD, Oh HJ, Joo IW, Lee HJ, Kim SH, Kim SW, Park EJ (2012): The relationship between bone mineral density and behavioral factors in Korean adult men using data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey IV. *Osteoporosis* 10(2):67-75
- 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* 3(7):869-878
- Chung HY (2008): Osteoporosis diagnosis and treatment 2007. *J Korean Endocr Soc* 23(2):76-108
- Chung SH, Kim TH, Lee HH (2009): Relationship between Vitamin D level and bone mineral density in postmenopausal women from Bucheon Area. *Osteoporosis* 7(3):198-202
- Chung YS (2010): The medical treatment of osteoporosis. *Korean J Med* 79(3):250-253
- Ensrud KE, Fullman RL, Barrett-Connor E, Cauley JA, Stefanick ML, Fink HA, Lewis CE, Orwoll E; Osteoporotic Fractures in Men Study Research Group. (2005): Voluntary weight reduction in older men increases hip bone loss: the osteoporotic fractures in men study. *J Clin Endocrinol Metab* 90(4):1998-2004
- Gonnelli S, Caffarelli C, Tanzilli L, Alessi C, Tomai Pitinca MD, Rossi S, Campagna MS, Nuti R (2013): The associations of body composition and fat distribution with bone mineral density in elderly Italian men and women. *J Clin Densitom* 16(2):168-177
- Gupta R, Al-saeed O, Azizieh F, Albusairi A, Gupta P, Mohammed A (2012): Evaluation of bone mineral density in postmenopausal women in Kuwait. *J Clin Densitom* 15(2): 211-216
- Han JH, Cho KH (2002): Correlation between body composition and spinal bone density in young women. *J Korean Acad Fam Med* 23(2):215-223
- Hawamdeh ZM, Sheikh-Ali RF, Alsharif A, Otom AH, Ibrahim AI, Alhadidi FA, Samarah OQ, Dheirat IN, Juweid ME (2014): The influence of aging on the association between adiposity and bone mineral density in Jordanian postmenopausal women. *J Clin Densitom* 17(1):143-149
- Hsu YH, Venners SA, Terwedow HA, Feng Y, Niu T, Li Z, Laird N, Brain JD, Cummings SR, Boussein 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
- Jho KH, Choi SN, Chung NY (2014): 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. *J Korean Diet Assoc* 20(2):110-122
- Jung SE, Yoon YS, Lee NW, Kim T, Kim HJ, Lee KW, Kim SH (2006): Estimated prevalence of osteoporosis in Ansan, Korea. *Osteoporosis* 4(1):41-48
- 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 HK, Choi ES, Ann JS (2004): Factors influencing alcohol consuming behavior of the female university students. *Korean J Child Health Nurs* 10(2):205-216
- Kim JI, Kang MJ (2012): Recent consumption and physiological status of vitamin D in Korean population. *Food Ind and Nut* 17(2):7-10
- Kim JS (2003): Relationship of strength of hand grip, low back muscles and knee joint muscles, to bone mineral densities of these sites in young women. *J Korean Acad Fundam Nurs* 10(1):30-36
- Kim MH, Kim JS (2003): The relationship between body composition and bone mineral density in college women. *J Korean Acad Nurs* 33(3):312-320
- 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 (2006): A study on the change of bone mineral density(BMD) by life habit and physical condition. *J Radio Sci*

- Tech 29(3):177-184
- Kim SG, Kweon DC, Song WH (2009): Analysis of bone mineral density according to the biochemical variable markers in adults. *J Radio Sci Tech* 32(4):411-418
- Kim YM, Kim MH (2001): Level of concern about osteoporosis-related factors, life-style and dietary intake of university and college female students. *J Rheum Health* 8(2): 287-301
- 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 Comm 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
- Korean National Statistical Office. The statistical of chronic disease. Available from: <http://kosis.kr>. Accessed March 25, 2013a
- Korean National Statistical Office. The statistics of life table 2012. Available from: <http://kosis.kr>. Accessed April 1, 2013b
- 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
- Looker AC, Melton LJ 3rd, Borrud LG, Shepherd JA (2012): Lumbar spine bone mineral density in US adults: demographic patterns and relationship with femur neck skeletal status. *Osteoporos Int* 23(4):1351-1360
- Marwaha RK, Garg MK, Tandon N, Mehan N, Sastry A, Bhadra K (2013): Relationship of body fat and its distribution with bone mineral density in Indian population. *J Clin Densitom* 16(3):353-359
- Mun SO, Kim J, 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
- Nguyen HT, von Schoultz B, Nguyen TV, Dzung DN, Duc PT, Thuy VT, Hirschberg AL (2012): Vitamin D deficiency in northern Vietnam: prevalence, risk factors and associations with bone mineral density. *Bone* 51(6):1029-1034
- Nur H, Toraman NF, Arica Z, Sarier N, Samur A (2013): The relationship between body composition and bone mineral density in postmenopausal Turkish women. *Rheumatol Int* 33(3):607-612
- 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
- Park SO, Lee IJ, Shin GS (2008): The relationship of age, body mass index, and individual habit to bone mineral density in adults. *J Radio Sci Tech* 31(4):367-377
- 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
- Ryan JW, Anderson PH, Turner AG, Morris HA (2013): Vitamin D activities and metabolic bone disease. *Clin Chim Acta* 425:148-152
- Shapses SA, Sukumar D (2012): Bone metabolism in obesity and weight loss. *Annu Rev Nutr* 32:287-309
- Shivane VK, Sarathi V, Lila AR, Bandgar T, Joshi SR, Menon PS, Shah NS (2012): Peak bone mineral density and its determinants in an Asian Indian population. *J Clin Densitom* 15(2):152-158
- Shin YJ, Shin BK, Kim HJ, Won YJ (2006): Osteoporosis & nutrition. *Osteoporosis* 4(2):59-69
- Tanaka S, Kuroda T, Saito M, Shiraki M (2013): Overweight/obesity and underweight are both risk factors for osteoporotic fractures at different sites in Japanese postmenopausal women. *Osteoporos Int* 24(1):69-76
- Tankó LB, Bagger YZ, Nielsen SB, Christiansen C (2003): Does serum cholesterol contribute to vertebral bone loss in postmenopausal women? *Bone* 32(1):8-14
- Wang JH, Lee GE, Song JT, Kwon JH, Choi HR, Jung-Choi KH, Lim SY (2012): The association between shift work and bone mineral density: analysis of 2008-2009 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean J Occup Environ Med* 24(3):274-286
- WHO Expert Consultation (2004): Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 363(9403):157-163
- Wosje KS, Binkley TL, Fahrenwald NL, Specker BL (2000): High bone mass in a female Hutterite population. *J Bone Miner Res* 15(8):1429-1436
- Wu LY, Yang TC, Kuo SW, Hsiao CF, Hung YJ, Hsieh CH, Tseng HC, Hsieh AT, Chen TW, Chang JB, Pei D (2003): Correlation between bone mineral density and plasma lipids in Taiwan. *Endocr Res* 29(3):317-325
- 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
- Yoon HS (2011): Factors associated with decreased bone mineral density in Korean adults - Using the forth Korea Health and Nutrition Examination Survey, 2009. Masters degree thesis. Department of Alternative Medicine, Graduate School of Health Science, Chosun University. pp.1-36
- 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
- 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