

한국 남성의 신체 및 생화학 인자와 골밀도 : 2008~2011년 국민건강영양조사를 바탕으로

최순남¹ · 조광현² · 정남용^{1*}

¹삼육대학교 식품영양학과, ²삼육대학교 경영학과

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

Soon-Nam Choi¹, Kwang-Hyun Jho² and Nam-Yong Chung^{1*}

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

²Dept. of Business Administration, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea

ABSTRACT

This study investigated factors affecting the bone mineral density (BMD) of Korean adult men. Data on BMD and anthropometric (height, weight, body mass index, BMI, waist circumference, body fat) and biochemical (total cholesterol, vitamin D, alkaline phosphatase, ALP) measurements were obtained from the Fourth and Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Surveys (KNHANES, 2008~2011). Overall, BMD of the subjects was decreased from year to year (T-score of 30~39 yr decreased to 0.447 (2010~2011) from 0.106(2008~2009) and in 50~59 yr decreased to 0.234 from 0.033. Age was negatively associated with BMD (T-score 0.361 of 20~29 yr group and -0.894 of ≥80 yr group in total femoral). According to increase of weight, BMI and waist circumference continuously increased BMD. High value of total cholesterol (T-score 0.157 of 201~<230 mg/dL group and 0.064 of ≥230 mg/dL group in total femoral) and alkaline phosphatase (T-score 0.337 of ≤102 IU/L group and -0.270 of ≥336 IU/L group in total femoral) were associated with lower BMD. Overall height, weight and BMI were positively associated with BMD, and ALP were negatively associated with BMD. Finding of the present study showed that bone loss may be associated with various factors such as age, weight, BMI, total cholesterol, vitamin D and ALP density and that much attention should be paid to bone health of adult men. Therefore, practical and systematic programs are required to improve the BMD of adult men as well as to maintain bone health.

Key words : KNHANES, bone mineral density, adult men

서 론

골밀도는 골격 단위면적당 골량이 차지하는 비율로(Kim JS 2003), 20~30대 초반 최대 골량이 형성되고, 그 후 연령이 증가함에 따라 점차 골소실이 진행된다(Kim & Kim 2003). 골다공증은 골량의 감소와 미세구조 이상으로 뼈가 약해져 부러지기 쉬운 상태가 되는 질환으로 인구의 노령화와 함께 유병율이 계속 증가하고 있다(Wang *et al* 2012; Chung HY 2008). 2010년도 보건복지부 자료에 따르면 여성이 남성보다 골다공증 유병율이 13배 많지만, 남성 환자는 4년간 2배 이상 증가할 정도로(Choi *et al* 2012) 급격히 늘어나고 있다. 현재

골다공증 환자는 약 251만 명으로 추정되고 있으며(Chung YS 2010), 남성의 평균수명이 77.9세(Korean National Statistical Office 2013)로 조사되어 삶과 건강에 대한 관심이 증가하고 있고, 그에 따라 골 건강에 대한 관심도 높아지고 있다. 골밀도 감소현상이 급격히 나타나는 평균 연령 50세로 기준하였을 때 2020년에는 전체 인구의 35%가 골다공증 위험군이 될 수 있으며, 골다공증으로 인한 골절사례들이 급격히 증가할 것으로 전망되고 있다. 60세 이상의 남성 중 1/3이 골다공증과 관련된 골절을 경험할 것으로 예상하고 있고, 75세 이상 남성 중 대퇴골 골절 후의 사망률이 여성 7.5%인 반면, 남성은 20.7%로 여성보다 더 높아 남성에서 발생하는 골다공증의 심각성을 나타내며, 흡연, 음주, 체지방량, 운동부족 등을 그 영향요인으로 보고 있다(Cho NH 2005). 또한 앞으로 골다공증은 더 이상 여성들에게 국한된 문제가 아니라, 노

*Corresponding author : Nam-Yong Chung, Tel: +82-2-3399-1653, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: ywon4420@hanmail.net

령인구 증가에 따른 사회적 문제로 크게 대두될 것으로 예상된다(Cho NH 2005).

골다공증은 한 번 발생한 후에는 골형성 촉진 및 골질량 증가를 위한 효과적인 방법이 없다. 특히 대부분의 골다공증 환자에서 33% 이상이 골절이 발생하고 있으며, 골절이 발생할 때까지 뚜렷한 증상 없고 완전히 치유하기 어렵기 때문에 예방이 최선의 방법이다(Kim & Kim 2003; Kim *et al* 2009). 골다공증에 이환되면 이로 인해 활동적 삶이 제약되며, 골절 위험이 증가하고 사망위험이 증가하게 된다(Wang *et al* 2012). 최대 골질량의 형성은 유전적 요인과 생활습관, 영양적 요인 등을 포함한 환경적 요인에 의해 결정된다(Kang HY 2009). 유전적 요인은 성, 인종, 신체크기 등의 선천적인 요인으로 예방이 불가능하며, 또한 골다공증 위험인자 중 유전적 성향은 46~80%로 강한 편이라고 한다(Chung HY 2008). 환경적 요인 중 생활습관 요인에는 신체활동, 체중관리, 음주, 흡연, 영양섭취 등이 포함되어(Chae *et al* 2003; Han & Cho 2002; Wosje *et al* 2000; Kim *et al* 2004; Kim & Kim 2001), 이 경우 스스로 조절할 수 있는 요인이므로 생활습관의 개선을 통해 골다공증의 예방 및 조절이 가능하다.

따라서 본 연구에서는 2008~2011년의 국민건강영양조사 원시자료를 바탕으로 20세 이상의 성인 남성을 대상으로 골밀도와 연령, 신장, 체중, BMI, 허리둘레, 체지방을 등의 신체적 특성과 혈중 총 콜레스테롤, 혈중 비타민 D 및 혈중 alkaline phosphatase(ALP) 농도 등 생화학적 특성과의 관련성을 분석하고, 연도별 골밀도 상태변화를 비교하였으며, 이를 통하여 한국 남성의 골밀도 건강을 유지하고 골다공증 이환율을 감소시키기 위한 방안을 제시하고자 하였다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 '4차(2008~2009년) 및 5차(2010~2011년) 국민건강영양조사(KNHANES)'를 바탕으로 20세 이상의 한국 성인 남성 중에서 기본 검진자와 골밀도 자료가 일치하는 대상자를 선정하였다. 각 분석항목별로 2008~2009년, 2010~2011년 대상자의 명수가 차이 나는데, 이는 통계과정 중 해당자의 결손치에 의한 것으로, 각 항목별로 통계처리에 이용된 연구대상의 수는 4차와 5차 각각 연령 2,664명/1,004명, 신장 2,685명/1,205명, 체중 2,686명/1,204명, BMI 2,684명/1,204명, 허리둘레 2,678명/1,204명, 체지방 2,626명/1,188명, 혈중 총 콜레스테롤 농도 2,606명/1,148명, 혈중 비타민 D 농도 2,606명/1,189명, 그리고 혈중 ALP 농도 2,608명/3,579명이었다.

2. 신체 및 생화학 변수

골밀도에 미치는 영향요인으로 신장, 체중, 허리둘레, 체지방을 및 신장과 체중 수치를 이용하여 산출한 신체질량지수(body mass index, BMI), 혈중 총 콜레스테롤, 혈중 비타민 D 및 혈중 alkaline phosphatase(ALP) 농도를 사용하였다. 또한 골밀도와 관련성을 보기 위하여 각 항목을 단계별로 분류하였는데, BMI, 허리둘레, 체지방을, 혈중 총 콜레스테롤, 혈중 비타민 D, 혈중 ALP 등은 정상수치를 기준으로 분류하였고, 체중, 신장은 조사대상자의 최소, 최대 분포치를 참고로 하여 단계별로 분류하였다. 연령은 20대에서 80대 이상으로 7단계, 신장은 160 cm 미만과 최대 176 cm 이상으로 하여 5단계로 분류하였고, 체중은 최소 50 kg 미만, 최대 80 kg 이상으로 하여 5단계로, BMI는 최소 18.4 kg/m² 이하, 최대 30 kg/m² 이상으로 하여 5단계로 분류하였다. 허리둘레는 최소 70 cm 미만과 최대 90 cm 이상으로 하여 4단계로, 체지방율은 최소 8% 미만 및 최대 25% 이상으로 하여 5단계로 분류하였다. 혈중 총 콜레스테롤은 201 mg/dL 미만과 230 mg/dL 이상으로 하여 3단계로 분류하였다. 혈중 비타민 D의 경우, 기준치가 9~37.6 ng/mL(Method: Radioimmunoassay, Regent: 25-Hydroxyvitamin D ¹²⁵I RIA Kit, DiaSorin, U.S.A)로 범위가 넓어 다시 9~23.3 ng/mL, 23.4~37.6 ng/mL의 2단계로 나누었고, 8.9 ng/mL 이하와 37.7 ng/mL 이상을 포함하여 모두 4단계로 분류하였다. 혈중 ALP 농도의 경우도 기준치 103~335 IU/L(Method: Enzymatic method, Reagent: Pureauto S ALP, Sekisui, JAPAN)을 103~219 IU/L 미만과 219~336 IU/L 미만의 2단계로 나누었고, <103 IU/L 미만과 ≥336 IU/L 이상을 포함하여 모두 4단계로 분류하였다.

3. 골밀도 관련 변수

골밀도는 X선 골밀도 측정기(DISCOVERY-W fan-beam densitometer, Hologic, Inc., Bedford, MA, USA)를 사용하여 이중에너지 X-선 흡수방법(dual-energy X-ray absorptiometry, DEXA)에 의해 대퇴부 전체 골밀도(total femur), 대퇴 경부 골밀도(femoral neck), 요추 골밀도(lumbar spine)의 T-score를 측정하였다. T-score는 골절에 대한 절대적 위험도를 나타내는 수치이며, 젊은 정상인의 최대 골밀도의 평균값과 비교한 값으로(Koo *et al* 2008), WHO(1994)에서 제시한 기준에 근거하여 정상(normal, T ≥ -1.0), 골감소증(osteopenia, -2.5 ≤ T < -1.0), 골다공증(osteoporosis, T < -2.5) 3군으로 분류한다. 본 연구에서는 세 부위의 T-score와 신장, 체중, BMI, 허리둘레, 체지방 등 신체특성과 혈중 총 콜레스테롤, 혈중 비타민 D 농도 및 혈중 ALP 등의 생화학적 요인을 골밀도와 관련한 영향요인으로 분석하였다.

4. 통계분석

본 연구 자료는 질병관리본부(Korea Centers for Disease Control and Prevention)에서 공개한 원시자료를 사용하였으며, 조사대상자 중에서 ‘기본 데이터베이스의 건강설문, 검진 및 영양’과 ‘검진의 골밀도 및 체지방검사’가 일치하는 것만을 추출하였다. 신체 계측치, 생화학 요인은 평균과 표준오차(Mean±S.E.)로 나타냈고, 연도에 따른 골밀도 변화 및 신체계측치와 생화학적 수치와의 유의성 및 상관성 검증은 SAS(ver 9.1.3, U.S.A.)의 proc surveymeans, proc corr, pairedcomparison 등의 프로시저를 사용하여 분석하였으며, 통계적 유의성 검증은 $p < 0.05$ 수준에서 수행하였다.

결과 및 고찰

1. 연령, 신장, 체중에 따른 골밀도 변화

대상자의 연령을 20대부터 80세 이상까지 분류하여 연도별(2008~2009년, 2010~2011년) 골밀도 변화를 보았을 때(Table 1) 대퇴부 전체 골밀도의 T-score가 20대 0.739에서 0.361($p < 0.001$)로, 30대는 0.447에서 0.106으로($p < 0.001$), 50대는 0.234에서 0.033으로($p < 0.01$), 60대에서는 -0.059 에서 -0.298 로 2~3년이 지나면서 유의적으로 낮아졌다($p < 0.01$). 대퇴 경부 골밀도에서는 T-score가 20대 -0.197 에서 -0.093 으로($p < 0.001$), 30대에서는 -0.262 에서 -0.603 으로($p < 0.001$)

유의적으로 골밀도가 낮아졌으며, 요추 골밀도에서도 20대와 30대, 50대에서 2~3년이 지나면서 유의적으로 저하되었다.

T-score가 -1.0 이상이 정상범위의 골밀도를 가지는 기준(WHO 2004)으로 볼 때 요추 골밀도에서 70대와 80세 이상군에서 -1.0 이하의 값을 보여 정상범위에서 벗어나는 결과를 보였다. T-score는 연령이 증가할수록 유의적으로 저하되었는데($p < 0.001$), 2010~2011년을 보면 세 부위에서 각각 0.361에서 -0.894 로, -0.093 에서 -0.858 로, 0.307에서 -1.470 으로 낮아졌다. 이는 안산 지역 주민을 대상으로 한 연구(Jung *et al* 2006)에서 대상군의 연령이 증가할수록 골밀도가 유의적으로 감소한다고 하였고, 한국 남성을 대상으로 한 연구(Choi *et al* 2012)에서도 20대가 가장 골밀도가 높고, 연령이 증가할수록 낮아진다고 한 선행연구와 동일한 결과를 보였다. 연령이 증가할수록 골밀도가 감소하는 것은 골대사에 미치는 칼슘, 인, 조절호르몬의 변동과 고령화에 따른 신체활동의 감소, 식이섭취의 부족 및 흡수율의 저하 등의 요인에 의한 것으로 보인다(Yoon HS 2011). 따라서 골 건강을 위해 식이섭취와 신체활동 증가 등에 대한 관심도 증대시켜야 할 것이며, 이를 뒷받침할 수 있도록 사회적으로 적절한 대책 마련도 필요할 것으로 보인다.

대상자의 신장에 따른 골밀도 상태에서(Table 2) 동일한 신장군에서 2~3년이 지나면서 골밀도가 감소하였다. 대퇴

Table 1. T-score 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	P-value	2008~ 2009	2010~ 2011	P-value	2008~ 2009	2010~ 2011	P-value
20~ <30	333(12.5)	101(10.1)	0.739± 0.055 ¹⁾	0.361± 0.116	0.001***	-0.197± 0.059	-0.093± 0.146	0.001***	0.671± 0.069	0.307± 0.120	0.001***
30~ <40	508(19.1)	188(18.7)	0.447± 0.043	0.106± 0.057	0.001***	-0.262± 0.049	-0.603± 0.087	0.001***	0.050± 0.047	-0.208± 0.067	0.006**
40~ <50	528(19.8)	163(16.2)	0.445± 0.042	0.316± 0.059	0.052	-0.382± 0.052	-0.336± 0.102	0.613	-0.159± 0.045	-0.099± 0.073	0.419
50~ <60	454(17.0)	199(19.8)	0.234± 0.047	0.033± 0.066	0.005**	-0.613± 0.060	-0.550± 0.100	0.516	-0.446± 0.050	-0.599± 0.062	0.036*
60~ <70	464(17.4)	191(19.0)	-0.059± 0.053	-0.298± 0.070	0.002**	-0.711± 0.068	-0.832± 0.107	0.266	-0.814± 0.054	-0.912± 0.074	0.213
70~ <80	322(12.1)	137(13.6)	-0.544± 0.056	-0.520± 0.097	0.784	-1.012± 0.089	-0.876± 0.148	0.357	-1.360± 0.060	-1.103± 0.097	0.004**
≥80	55(2.1)	25(2.6)	-0.962± 0.139	-0.894± 0.166	0.760	-1.081± 0.193	-0.858± 0.278	0.526	-1.738± 0.107	-1.470± 0.175	0.162
F-value			143.1***	279.9***		39.5***	107.0***		198.6***	15.6***	

¹⁾ Means±S.E.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Table 2. T-score 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	P-value	2008~2009	2010~2011	P-value	2008~2009	2010~2011	P-value
<160	267(9.9)	167(13.9)	-0.369±0.072 ¹⁾	-0.487±0.133	0.309	-1.045±0.083	-0.883±0.179	0.301	-1.149±0.076	-1.070±0.137	0.498
160~<166	555(20.7)	230(19.1)	0.112±0.045	-0.240±0.069	0.001***	-0.731±0.056	-0.930±0.112	0.036*	-0.571±0.053	-0.846±0.069	0.002**
166~<170	779(29.0)	331(27.5)	0.254±0.038	0.017±0.070	0.001***	-0.543±0.045	-0.617±0.099	0.326	-0.331±0.040	-0.399±0.076	0.279
170~<176	643(23.9)	278(23.1)	0.511±0.041	0.212±0.062	0.001***	-0.288±0.046	-0.298±0.079	0.892	0.128±0.049	-0.092±0.068	0.002**
≥176	441(16.5)	199(16.4)	0.576±0.054	0.409±0.075	0.037*	-0.103±0.058	-0.127±0.106	0.798	0.414±0.066	0.178±0.085	0.012*
F-value			102.5***	82.7***		235.0***	86.4***		49.0***	163.0***	

¹⁾ Means±S.E.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

골 전체 골밀도에서 160~<166 cm 군에서는 2~3년이 지나면서 T-score가 0.112에서 -0.240으로 유의적으로($p<0.001$) 감소하였고, 166~<170 cm 군에서는 0.254에서 0.017로($p<0.001$), 170~<176 cm 군에서는 0.511에서 0.212로($p<0.001$), 176 cm 이상군에서도 0.576에서 0.409로 유의적으로 낮아졌다($p<0.05$). 다른 부위에서도 부분적으로 2~3년이 지나면서 골밀도에서 유의적으로 차이가 났다. 신장이 증가할수록 세 부위의 골밀도가 유의적으로 증가하는 경향을 보였는데, 2010~2011년의 경우 각각 -0.487에서 0.409로, -0.883에서 -0.127로, -1.070

에서 0.178로 증가하는 결과를 보여($p<0.001$) 신장이 골밀도에 좋은 영향을 미치는 것으로 나타났다. Kim SG(2006)의 성인을 대상으로 한 연구에서 남성의 체중과 신장이 증가할 때 대퇴경부 골밀도와 요추 골밀도가 증가한다고 하여 본 연구결과와 동일하였다. Douchi *et al*(2000)은 신장과 체중이 증가할수록 하중을 받고 뼈에 압력을 가하게 되어 골밀도에 긍정적 영향을 미친다고 하였다.

체중에 따른 골밀도를 살펴본 결과(Table 3), 50 kg 미만군에서는 T-score가 -1.0 이상이 정상범위의 골밀도를 가지는

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

Weight (kg)	N(%)		Total femora			Femoral neck			Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	P-value	2008~2009	2010~2011	P-value	2008~2009	2010~2011	P-value
<50	107(4.0)	114(9.5)	-1.015±0.120 ¹⁾	-1.176±0.139	0.345	-1.839±0.108	-1.532±0.195	0.096	-1.518±0.126	-1.572±0.162	0.757
50~<60	542(20.2)	225(18.7)	-0.274±0.043	-0.601±0.066	0.001***	-0.971±0.054	-1.066±0.101	0.288	-0.809±0.054	-0.951±0.075	0.053
60~<70	966(36.0)	427(35.5)	0.225±0.032	-0.019±0.050	0.001***	-0.507±0.040	-0.629±0.080	0.064	-0.292±0.038	-0.458±0.057	0.002**
70~<80	744(27.7)	299(24.8)	0.570±0.037	0.416±0.062	0.006**	-0.279±0.040	-0.137±0.092	0.047*	0.091±0.045	0.023±0.072	0.305
≥80	327(12.1)	139(11.5)	0.993±0.056	0.627±0.079	0.001***	0.214±0.068	-0.089±0.111	0.004**	0.720±0.073	0.317±0.097	0.001***
F-value			370.3***	230.1***		353.2***	271.3***		135.1***	234.9***	

¹⁾ Means±S.E.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

기준(WHO 2004)으로 보았을 때 모두 비정상의 수치를 보였다. 대퇴 전체 골밀도에서 50 kg 미만군을 제외하고, 나머지 군은 2~3년이 지나면서 T-score가 유의적으로 낮아졌다($p < 0.01$). 또한 세 부위 골밀도 모두에서 체중이 증가할수록 골밀도가 증가하였는데, 2010~2011년의 경우 세 부위 각각 -1.176에서 0.627로, -1.532에서 -0.089로, -1.572에서 0.317로 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). 이는 체중과 골밀도와의 관련성 연구(Ensrud *et al* 2005)에서 체중이 감소함에 따라 골밀도가 감소하였다는 연구와 동일한 결과를 보였다.

선행연구에 의하면, 체중과 신장의 증가는 골격에 부하를 증가시켜 골의 재형성을 자극하기 때문에 골밀도에 바람직한 영향을 주는 요인이라고 하였으며(Park *et al* 2009), Choi & Kim(2008)은 적당한 체중 유지는 골밀도 감소를 방지하는 중요한 요인 중의 하나라고 하였다. 따라서 적절한 범위의 체중유지는 골밀도 건강과 유지에 중요한 요인으로 작용할 것으로 생각되며, 본 연구 결과에서도 대상자 모두에서 전반적으로 유의적 양의 상관관계를 보여 체중이 골밀도에 대한 영향요인임을 확인할 수 있었다.

2. BMI, 허리둘레, 체지방율에 따른 골밀도 변화

BMI와 골밀도를 살펴본 결과(Table 4), BMI가 정상군(18.5~22.9 kg/m²)의 경우 대퇴 전체 골밀도의 T-score가 0.043에서 -0.311로 유의적으로 감소하였고($p < 0.001$), 과체중군(23.0~24.9 kg/m²)은 0.374에서 0.221로($p < 0.05$), 경도비만군(25.0~29.9 kg/m²)은 0.620에서 0.465로($p < 0.01$), 중등도비만군(\geq

30 kg/m²)에서도 1.092에서 0.576으로 유의적 감소를 보여($p < 0.01$), 2~3년이 지나면서 골밀도가 모두 낮아졌다. 또한 대상자의 BMI가 증가함에 따라 골밀도가 세 부위 모두에서 전반적으로 유의적 증가를 보였는데, 2010~2011년의 경우 T-score 변화를 보면 각각 -0.752에서 0.576, -1.212에서 -0.390, -0.912에서 0.191로 증가하였다($p < 0.001$). 즉, 체중과 BMI는 신체에 하중을 주어 뼈의 밀도를 증가시켜 골밀도와 유의적으로 양의 상관관계를 나타내며, 골다공증 위험률을 낮추는 주요인자로 제시되고 있다(Ahn *et al* 2005). Choi *et al*(2012)의 연구에서 BMI가 높을수록 골밀도가 유의적으로 높고, BMI가 높을수록 대퇴 전체 골밀도와 대퇴 경부 골밀도가 낮아질 비율이 감소한다는 결과와 동일하게 나타났다. 또한 Lee *et al*(2003)의 남성을 대상으로 한 연구에서도 BMI가 증가에 따라 골밀도가 유의적으로 증가한다고 하였으며, Melton(2001)의 연구에서도 비만은 골밀도에 강력한 방어요인으로 작용한다고 하였다. Chang *et al*(2006)의 연구에서 체질량지수가 25 kg/m² 이상인 군이 그렇지 않은 군에 비해 골다공증에 대하여 보호효과가 있다고 하였다. 체중뿐 아니라, 적절한 BMI를 유지하는 것이 건강에도 좋을 뿐 아니라, 골밀도 건강 및 유지에 중요한 요소로 작용할 수 있으므로 개인적으로 적정 체중 및 BMI 유지를 위해 노력해야 할 것으로 보인다.

복부비만을 평가하는 허리둘레에 따른 T-score의 변화를 살펴본 결과(Table 5), 2~3년이 지나면서 허리둘레가 70 cm 미만인 경우 대퇴 전체 골밀도에서 -0.343에서 -0.756으로 유의적으로 감소하였고($p < 0.01$), 70~<80 cm 군의 경우 0.226

Table 4. T-score 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	P- value	2008~ 2009	2010~ 2011	P- value	2008~ 2009	2010~ 2011	P- value
≤18.4	128(4.8)	86(7.1)	-0.747± 0.099 ²⁾	-0.752± 0.106	0.973	-1.497± 0.099	-1.212± 0.193	0.123	-1.126± 0.103	-0.912± 0.156	0.235
18.5~ 22.9	934(34.8)	460(38.2)	0.043± 0.035	-0.311± 0.052	0.001***	-0.650± 0.041	-0.800± 0.081	0.023*	-0.374± 0.044	-0.655± 0.058	0.001***
23.0~ 24.9	688(25.6)	297(24.7)	0.374± 0.041	0.221± 0.066	0.011*	-0.361± 0.048	-0.392± 0.096	0.688	-0.156± 0.051	-0.186± 0.082	0.683
25.0~ 29.9	844(31.4)	327(27.2)	0.620± 0.035	0.465± 0.056	0.004**	-0.239± 0.042	-0.125± 0.085	0.107	0.090± 0.044	0.013± 0.067	0.233
≥30.0	90(3.4)	34(2.8)	1.092± 0.09	0.576± 0.169	0.001**	0.164± 0.112	-0.390± 0.248	0.013*	0.890± 0.128	0.191± 0.158	0.001***
F-value			226.0***	127.3***		141.4***	156.8***		72.9***	89.9***	

¹⁾ BMI: Body mass index (kg/m²) : ≤18.4 kg/m² (underweight), 18.5~22.9 kg/m² (normal weight), 23.0~24.9 kg/m² (over weight), 25.0~29.9 kg/m² (light obesity), ≥30.0 kg/m² (severe obesity).

²⁾ Means±S.E.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Table 5. T-score 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	P-value	2008~2009	2010~2011	P-value	2008~2009	2010~2011	P-value
<70	209(7.8)	156(13.0)	-0.343±0.083 ¹⁾	-0.756±0.133	0.002**	-1.050±0.086	-1.288±0.158	0.119	-0.684±0.093	-0.857±0.161	0.266
70~<80	662(24.7)	291(24.2)	0.226±0.043	-0.102±0.076	0.001***	-0.547±0.049	-0.589±0.106	0.620	-0.201±0.052	-0.356±0.084	0.046*
80~<90	1,101(41.1)	459(38.1)	0.376±0.033	0.135±0.053	0.001***	-0.414±0.037	-0.399±0.078	0.812	-0.134±0.041	-0.300±0.064	0.005**
≥90	706(26.4)	298(24.7)	0.580±0.040	0.369±0.052	0.003**	-0.176±0.049	-0.326±0.084	0.049*	0.072±0.049	-0.145±0.060	0.002**
F-value			128.4***	93.1***		57.5***	77.8***		58.1***	28.7***	

¹⁾ Means±S.E.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

에서 -0.102 로($p<0.001$), $80\sim<90$ cm 군은 0.376 에서 0.135 로($p<0.001$), 90 cm 이상군에서는 대퇴 전체 골밀도가 0.580 에서 0.369 로($p<0.01$) 유의적으로 감소하였다. 대퇴 경부 골밀도에서는 90 cm 이상군에서만 -0.176 에서 -0.326 으로 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 요추골밀도에서는 $70\sim<80$ cm 군에서는 -0.201 에서 -0.356 으로($p<0.05$), $80\sim<90$ cm 군은 -0.134 에서 -0.300 으로($p<0.01$), ≥ 90 cm 군에서는 0.072 에서 -0.145 로($p<0.001$) 유의적으로 감소하였다. 또한 본 조사 대상자는 허리둘레가 증가할수록 골밀도가 유의적으로 증가하는 것으로 나타났는데, Melton *et al*(2001)의 연구에서 비

만이 골밀도 손실에 대한 강력한 방어요인으로 작용하며, 허리둘레 증가는 골밀도 건강 및 유지에 좋은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면, 한국 성인을 대상으로 한 골밀도 연구(Yoon HS 2011)에서는 허리둘레가 커질수록 골밀도가 감소한다고 하였고, Cho NH(2005)의 연구에서도 골다공증군의 허리둘레가 다른 군에 비하여 더 크다고 하여 다른 결과를 보였다.

체지방률에 따른 T-score 변화를 보면(Table 6) 대퇴부 전체 골밀도에서 8% 미만군을 제외하고, 나머지 군에서 2~3년 이 지나면서 유의적으로 골밀도가 낮아졌으며($p<0.05$), 요추

Table 6. T-score 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	P-value	2008~2009	2010~2011	P-value	2008~2009	2010~2011	P-value
<8	23(0.9)	9(0.8)	0.373±0.147 ¹⁾	0.118±0.478	0.849	-0.950±0.631	-0.658±0.116	0.838	0.262±0.148	-0.455±0.528	0.541
8~<16	448(17.1)	169(14.2)	0.198±0.059	-0.182±0.097	0.001***	-0.683±0.132	-0.557±0.064	0.244	-0.114±0.069	-0.397±0.096	0.006**
16~<20	752(28.6)	322(27.1)	0.399±0.042	0.034±0.071	0.001***	-0.408±0.098	-0.423±0.049	0.850	-0.065±0.052	-0.326±0.084	0.001***
20~<25	769(29.3)	336(28.3)	0.284±0.038	0.162±0.056	0.028*	-0.568±0.083	-0.488±0.043	0.262	-0.251±0.047	-0.269±0.061	0.781
≥25	634(24.1)	352(29.6)	0.374±0.044	0.234±0.066	0.030*	-0.313±0.101	-0.376±0.049	0.448	-0.171±0.050	-0.246±0.080	0.314
F-value			7.9***	12.2***		1.5	5.0**		7.1**	0.8	

¹⁾ Means±S.E.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

골밀도에서는 부분적으로 유의적 감소를 보였다($p<0.01$). 본 조사에서는 체지방율에 따른 골밀도의 변화가 뚜렷하게 나타나지 않아 체지방율이 골밀도에 미치는 영향이 크지 않은 것으로 사료된다. 안산 지역 주민의 골다공증 연구(Jung *et al* 2006)에 의하면 골다공증군에서 체지방량이 유의하게 낮았다고 하였으나, Park *et al*(2009)은 체지방량이 가지는 물리적 하중부하를 보정하면 체지방이 높을수록 골밀도 수치가 낮아진다고 하였으며, Zhao *et al*(2007)의 연구에서도 남성과 여성 모두에서 동일한 체중일 경우 체지방율이 높을수록 골밀도가 감소한다고 하였다. 인도사람을 대상으로 한 연구(Marwaha *et al* 2013)에서는 체지방율이 높은 비만군의 경우 다른군에 비해 골밀도가 증가했다고 하여 체지방율과 관련하여 결과가 다양하게 나타났다.

3. 혈중 총 콜레스테롤 농도, 혈중 비타민 D 농도, 혈중 ALP 농도에 따른 골밀도 변화

혈중 총 콜레스테롤에 따른 골밀도 변화를 살펴본 결과(Table 7), 모든 군에서 세 부위 골밀도의 T-score가 2~3년이 지나면서 유의적으로 낮아졌는데, 대퇴 전체 골밀도에서 201 mg/dL 미만군의 경우, 0.195에서 0.087로($p<0.001$), 201~<230 mg/dL군은 0.167에서 0.157로($p<0.001$), ≥ 230 mg/dL 군의 경우 0.149에서 0.064로($p<0.05$) 낮아졌다. 혈중 총 콜레스테롤 농도가 높아질수록 골밀도가 전반적으로 낮아졌으며, 이러한 결과는 대퇴 경부 골밀도에서 유의적으로 나타나, 2008~2009년의 경우 -0.449 에서 -0.451 로($p<0.05$), 2010~2011년의 경우 -0.475 에서 -0.520 으로 낮아졌다($p<0.01$). 이는 골밀도에 관련된 생화학적 표식자의 연구(Kim *et al* 2009)에서 혈액 콜레스테롤이 기준치 이내(130~230 mg/dL)에서의 골밀도가 다른 수치 범위내의 골밀도에 비해 높았다고 하여 본 대상자에서 기준치 값을 벗어난 경우, 골밀도 수치가 낮아지는 것과 동일한 결과를 보였다. 한편, 골밀도가 혈중 콜레스

테롤과 상관관계가 없다는 연구 결과(Tanko *et al* 2003; Wu *et al* 2003)도 발표된 바 있으나, 식품을 통한 콜레스테롤 섭취도 골밀도에 영향을 미치는 것을 인지하고, 식생활 개선을 통해 콜레스테롤 섭취를 줄이는 것은 콜레스테롤과의 관련 가능성이 제기된 골 건강 및 혈관질환을 예방하기 위해서 필요할 것으로 생각된다.

혈중 비타민 D(Table 8)는 골 형성에 중요한 작용을 하며, 90%가 270~300 nm의 자외선에 노출된 피부로부터 비타민 D₃(콜레칼시페롤)로 합성되어 흡수되며, 나머지는 식이로부터 흡수된다(Wang *et al* 2012) 비타민 D 부족은 전 세계적인 영양불량 문제로(Chung HY 2008), Shin *et al*(2006)도 비타민 D 결핍을 예방하기 위해 자외선 조사를 통한 피부에서의 합성에만 의지하지 말고 음식으로 섭취하는 것도 중요하다고 하였다. 정상에 속하는 범위에서도 9~23.3 ng/mL군보다 혈중 비타민 D 수치가 더 높은 23.4~37.6 ng/mL군에서 대퇴 전체 및 대퇴 경부 골밀도가 더 높았다. 정상범위에서 벗어난 8 ng/mL 이하군 및 37.7 ng/mL 이상군의 경우 정상범위에 있는 군에 비해 골밀도가 낮았다. 연령 증가에 따라 노화가 진행되면서 피부에서 합성되는 비타민 D가 감소하므로, 노인에게서 비타민 D 영양상태가 불량할 것으로 인식되고 있으나, 우리나라의 경우 오히려 20대 젊은 층의 비타민 영양상태가 취약하다고 한다(Kim & Kang 2012). 혈중 비타민 D는 칼슘 대사를 조절하는 중요한 영양소로(Moon *et al* 2013) 골 건강과 관련하여 필수적 요소이므로 비타민 D의 충분한 섭취와 더불어 적당한 실외활동으로 햇빛을 충분히 쬐는 등의 생활습관을 통해 정상수치를 유지할 필요성이 크다고 생각된다. 본 연구 대상자의 정상범위에 속하는 비율이 92.7~96.5%로 높았고, 혈중 비타민 D가 정상범위에 속하는 경우 다른 군에 비하여 T-score가 더 높은 것으로 나타나, 바람직한 경향을 보였다. Kim & Kang(2012)은 우리나라의 남자 86.8%, 여자 93.3%가 혈중 비타민 D 농도가 부족하다고 하

Table 7. T-score 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	P-value	2008~2009	2010~2011	P-value	2008~2009	2010~2011	P-value
<201	1,784(68.5)	805(70.1)	0.195±0.028 ¹⁾	0.087±0.046	0.001***	-0.449±0.035	-0.475±0.065	0.001***	-0.301±0.032	-0.261±0.052	0.001***
201~<230	540(20.7)	233(20.3)	0.167±0.053	0.157±0.063	0.001***	-0.555±0.070	-0.467±0.096	0.001***	-0.468±0.063	-0.334±0.068	0.001***
≥ 230	282(10.8)	110(9.6)	0.149±0.078	0.064±0.101	0.021*	-0.451±0.097	-0.520±0.102	0.001***	-0.395±0.088	-0.366±0.109	0.001***
F-value			0.5	2.1		3.7*	6.8**		0.1	1.4	

¹⁾ Means±S.E.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

Table 8. T-score 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	P- value	2008~ 2009	2010~ 2011	P- value	2008~ 2009	2010~ 2011	P- value
≤8.9	27(1.0)	45(3.8)	-0.167± 0.157 ¹⁾	-0.135± 0.119	0.889	-0.738± 0.149	-0.713± 0.209	0.935	-0.396± 0.186	-0.468± 0.152	0.798
9~ 23.3	1,483(56.9)	996(83.8)	0.347± 0.029	0.111± 0.039	0.001***	-0.436± 0.033	-0.463± 0.055	0.597	-0.093± 0.035	-0.276± 0.043	0.001***
23.4~ 37.6	1,033(39.6)	106(8.9)	0.346± 0.034	0.152± 0.104	0.029*	-0.416± 0.040	-0.428± 0.132	0.919	-0.181± 0.041	-0.317± 0.130	0.192
≥37.7	63(2.5)	42(3.5)	0.189± 0.158	-0.208± 0.150	0.793	-0.594± 0.190	-0.819± 0.199	0.071	-0.402± 0.130	-0.628± 0.148	0.157
F-value			2.8	0.4		1.5	3.9*		2.9	2.1	

¹⁾ Means±S.E.

* $p<0.05$, *** $p<0.001$.

였으며, 사우디아라비아 남성을 대상으로 한 연구(Ardawi *et al* 2012)에서는 사우디아라비아 남성의 87.8%가 비타민 D 결핍에 노출되어 있으며, 낮은 골밀도와 관련이 있음을 보고 하였다. 또한 베트남의 남성과 여성(13~83세)을 대상으로 한 연구(Nguyen *et al* 2012)에서도 베트남 남성의 16%가 비타민 D 혈중 농도가 불충분하다고 하였으며, 이는 골 건강과 밀접한 관련성이 있음을 보고하였다.

골형성지표인 ALP(Table 9)는 조골세포(osteoblast)에서 생성되어 세포막에 존재하는데, 골에 대한 특이성이 있으며, 골 다공증이나 골감소증의 경우 유의하게 상승한다고 한다(Yeo *et al* 2008). 본 연구에서도 혈중 ALP 수치가 낮은 103 IU/L 미만군을 제외하고, 수치가 증가할수록 T-score가 유의적으로

낮아지는 동일한 결과를 보였다($p<0.001$). Yeo *et al* (2008)의 골밀도 연구에서 골다공증군의 경우 ALP 수치가 정상군과 골감소증군에 비해 유의적으로 높았다고 하여 본 결과와 동일하였다.

4. 골밀도와 제 요인과의 상관관계

골밀도와 제 요인과의 상관관계를 살펴본 결과(Table 10), 대상자의 연령이 증가함에 따라 골밀도와 약한 음의 상관관계를 보였는데, 이는 Hwang SW(2009)의 조사대상자의 골밀도와 연령에서 유의한 음의 상관관계를 보였고, 연령 증가에 따라 골다공증 비율이 유의하게 증가한다고 하여 음의 상관관계 경향은 같았으나, 유의적 차이가 나타나지 않아 다소 차이

Table 9. T-score 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	P- value	2008~ 2009	2010~ 2011	P- value	2008~ 2009	2010~ 2011	P- value
<103	7(0.3)	14(1.2)	-0.793± 0.319 ¹⁾	0.337± 0.284	0.013*	-1.698± 0.596	-0.238± 0.476	0.017*	-1.131± 0.289	-0.107± 0.252	0.008**
103~ <219	1,211(46.4)	1,527(42.6)	0.493± 0.031	0.239± 0.023	0.001***	-0.278± 0.035	-0.321± 0.029	0.559	0.019± 0.038	-0.193± 0.027	0.019*
219~ <336	1,227(47.0)	1,844(51.4)	0.258± 0.032	-0.044± 0.022	0.001***	-0.530± 0.037	-0.624± 0.029	0.216	-0.214± 0.037	-0.514± 0.025	0.001**
≥336	163(6.3)	194(16.8)	-0.306± 0.101	-0.270± 0.133	0.810	-0.944± 0.101	-0.714± 0.184	0.214	-0.739± 0.120	-0.729± 0.132	0.956
F-value			69.5***	43.5***		59.1***	31.4***		10.1***	28.2***	

¹⁾ Means±S.E.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

Table 10. Correlation coefficient between T-score and various factors 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~<30	-0.1476**	-0.2645**	-0.0114	-0.2019**	-0.1553**	-0.2805**
	30~<40	-0.0486	-0.0093	-0.0821	-0.0008***	-0.1650***	-0.0028
	40~<50	-0.0010	-0.0468	-0.0349	-0.0175	-0.0504	-0.1889*
	50~<60	-0.1817***	-0.0963	-0.0862	-0.1481***	-0.1940***	-0.0757
	60~<70	-0.2272***	-0.0601	-0.0978*	0.0865***	-0.2535***	-0.0830
	70~<80	-0.1254*	-0.1941*	-0.0948	0.0018**	-0.1578**	-0.2349**
	≥80	0.0123	-0.2039	-0.0299	0.1009	0.1019	-0.2678
Height (cm)	<160	0.2525***	0.1005	0.1889**	0.0806	0.2473***	-0.0035
	160~<166	0.1559***	0.2072**	0.1363***	0.0196	0.1578***	0.1483*
	166~<170	0.1089*	-0.0070	0.0642	-0.0499	0.1325***	0.0341
	170~<176	0.0315	0.0833	0.0104	0.1337**	0.0517	0.1010
	≥176	0.2139***	-0.0072	0.1689***	0.1016	0.2845***	0.1418
Weight (kg)	<50	0.4355***	-0.0405	0.2905**	0.4068*	0.4192***	0.0516
	50~<60	0.2838***	0.2315**	0.1832***	0.1994*	0.2813***	0.2046**
	60~<70	0.1250***	0.2581***	0.1056	0.2015**	0.0975**	0.2439***
	70~<80	0.1174	0.1073	0.0535	0.2246***	0.1435***	0.0702
	≥80	0.1354*	0.1382	0.0677	0.0063	0.2193***	0.1083
BMI ¹⁾ (kg/m ²)	≤18.4	0.3219***	0.1827	0.4555***	0.3611	0.2931***	0.2552
	18.5~22.9	0.2228***	0.3444***	0.1663***	0.1876***	0.1484***	0.2177***
	23.0~24.9	0.0973**	0.2039***	0.0586	0.2151***	0.0130	0.1923**
	25.0~29.9	0.1485***	0.1070	0.1550***	0.0679	0.1138***	0.0563
	≥30.0	0.1343	0.1273	0.1062	0.1095	0.1710	0.3631
Waist circumference (cm)	<70	0.2795***	0.0439	0.2971***	0.0886	0.2515***	0.1307
	70~<80	0.0546	0.2289***	0.0430	0.2078**	-0.0022	0.1813**
	80~<90	0.0165	0.1153*	-0.0038	0.1211*	-0.0098	0.1270**
	≥90	0.1366***	0.1007	0.0846*	0.0068	0.1957***	0.1234*
Body fat (%)	<8	0.3570	-0.9714	0.3632	-0.9963	0.2888	-0.9997*
	8~<16	0.1002*	0.0665	0.0464	0.1476	0.0507	0.0108
	16~<20	0.0707	0.0611	0.0751*	0.0843	-0.0121	-0.0012
	20~<25	0.0159	0.0501	0.0532	-0.0001	0.0180	-0.0039
	≥25	-0.0030	0.0659	-0.0077	-0.0360	0.0841	0.0923
Total cholesterol (mg/dL)	<201	0.0219	0.0849*	-0.0362	-0.0106	-0.0225	0.0004
	201~<230	-0.0356	-0.0775	-0.0378	-0.1064	-0.0193	-0.0596
	≥230	0.0243	0.0424	0.1460*	0.1184	0.0753	0.0524
Vitamine D (ng/mL)	≤8.9	0.3153	-0.0617	0.4358*	0.0263	0.0981	-0.1465
	9~23.3	0.0369	0.0510	0.0262	0.0984**	-0.0098	-0.0275
	23.4~37.5	-0.0556	0.0669	-0.0588	0.1001	-0.0510	0.0930
	≥37.7	-0.2020	-0.0460	-0.2032	-0.0698	-0.2170	0.0165

Table 10. Continued

Items	Total femoral		Femoral neck		Lumbar spine		
	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	2008~2009	2010~2011	
Alkaline phosphatase (IU/L)	<103	-0.0891	-0.0002	-0.1445	-0.5112	-0.0193	0.4093
	103~<219	-0.0290	-0.1131*	-0.0616*	-0.0908	-0.0145	-0.0947
	219~<336	-0.1472***	-0.0287	-0.1053**	-0.0303	-0.1076	-0.0466
	≥336	0.0583	0.1277	-0.0813	0.0489	0.0151	-0.0098

¹⁾ BMI: Body mass index (kg/m²).

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

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$: Significant by Person's correlation coefficient (r).

를 보였다. 골밀도와 신장과는 전반적으로 약한 양의 상관관계를 보였는데, 골밀도에 관련된 여러 선행 연구(Han & Cho 2002; Kim & Kim 2003)에서 신장과 골밀도는 유의적 양의 상관관계가 나타난다고 하여 다른 결과를 보였다. 또한 골밀도와 신체계측치의 상관성 분석에서 골밀도는 체중과 전반적으로 약한 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 골밀도와 신체지수와의 관련성 연구에서 Reid *et al*(1992)은 체중이 골조직에 기계적 자극을 주어 골형성을 촉진시키며, 체지방은 부신에서 분비되는 안드로젠을 에스트로젠으로 전환하는 장소로 골 대사에 대한 에스트로젠 작용을 강화시켜 골밀도에 영향을 줄 것이라고 하여 유의적 양의 상관성이 있다고 하였으나, 본 조사결과에서는 약한 상관성을 나타내어 다른 결과를 보였다. 또한 골밀도와 신체조건에 관한 Kim SG (2006)의 연구에서 대상자의 체중, 신장이 골밀도와 유의적인 관련성을 보였다고 하여, 유의적 결과가 나타나지 않아 다른 결과를 보였으나 경향을 유사하였다. 남성 고령인구가 많아지고 비록 전체 골절 빈도가 여성보다 낮지만 최근 증가하고 있는 남성 골질환 발생률 추세와 대퇴부 골절 후 사망률은 여성보다 1.3배 더 높아(Jung *et al* 2006), 남성을 대상으로 한 골다공증 관리는 중요한 사회적 과제가 될 것으로 보여 대책의 필요성이 절실한 것으로 생각된다. 골밀도와 BMI와는 전반적으로 약한 양의 상관관계를 나타냈다. Park *et al* (2008)의 성인 골밀도 논문에서 남녀 모두 BMI가 증가할수록 T-score가 높게 나타났고, 비만군의 경우 골밀도가 높았으나 통계적으로 유의한 관련성은 나타나지 않았다고 하였으며, Kim SG(2006)은 골밀도와 BMI와는 유의적 상관관계가 나타나지 않는다고 하여 유사한 결과를 보였다. 반면, Lee *et al*(2008)은 BMI가 증가할수록 유의적으로 골밀도가 증가한다고 한 결과와 다른 결과를 나타냈다. 허리둘레는 세 부위의 골밀도에서 약한 양의 상관관계가 일부 관찰되었고, 체지방량과는 뚜렷한 상관성을 보이지 않았는데, 이는 체지방량과 골밀도가 유의적 음의 상관관계를 보인 결과(Jung *et al* 2006)와는 다른 경향이였다. 일부 연구에 의하면 대상은

다르지만 골밀도와 체지방량과 음의 상관성(Zhao *et al* 2007; Hus *et al* 2006)을 나타내거나 또는 양의 상관성(Chen *et al* 1997; Reid *et al* 1992)을 나타낸다는 연구가 있어 체지방량과 골밀도의 상관관계에서 다양한 결과가 관찰되는 것으로 보인다.

혈중 총 콜레스테롤과 골밀도와는 상관관계는 뚜렷하게 나타나지 않았으며, 혈중 비타민 D와의 상관관계에서도 정상군에서 약한 음 또는 양의 상관관계를 보여 전체적으로 뚜렷한 상관성을 보이지 않았다. 혈중 ALP와의 상관관계에서는 103~336 IU/L 미만군에서 혈중 ALP 수치가 높았을 때 약한 음의 상관성을 나타냈으나, 전반적으로 골밀도가 낮아지는 경향을 보였다. 골밀도와 혈중 ALP와의 관련성 연구(Yeo *et al* 2008)와 이탈리아 성인 남녀를 대상으로 한 골밀도 연구(Gonnelli *et al* 2013)에서도 ALP 수치가 골밀도와 유의적 음의 상관관계를 가진다는 결과를 보였고, 또한 Koo JO(2013)의 연구에서 ALP는 조직 중 다양하게 분포되어 있으며, 골밀도 상태가 정상인 군은 194.3 IU/L, 골다공증군은 249.7 IU/L로 골밀도가 낮을수록 유의적으로 ALP가 증가한다고 하여, ALP 증가에 따라 골밀도가 낮아지는 경향은 같았으나, 유의성에서는 다른 결과를 보였다.

요약 및 결론

본 연구에서는 국민건강영양조사 원시자료를 바탕으로 2008~2009년과 2010~2011년으로 분류하여 한국 성인 남성의 대퇴 전체 골밀도, 대퇴 경부 골밀도, 요추 골밀도의 T-score 변화 및 T-score와 신체적 특성 및 생화학적 특성과의 상관성을 조사하였으며 결과는 다음과 같다.

1. 대상자의 연령을 20대부터 80세 이상까지 분류하여 연도별 골밀도 변화를 보았을 때 대퇴부 전체 골밀도의 T-score가 20대 0.739에서 0.361($p<0.001$)로, 30대는 0.447에서 0.106으로($p<0.001$), 50대는 0.234에서 0.033으로($p<0.01$), 60대에서는 -0.059에서 -0.298($p<0.01$)로 2~3년이 지나면서

- 유의적으로 낮아졌다. 대퇴 경부 골밀도에서는 T-score가 20대 -0.197 에서 -0.093 으로($p<0.001$), 30대에서는 -0.262 에서 -0.603 으로($p<0.001$) 유의적으로 낮아졌으며, 요추 골밀도에서도 20대와 30대, 50대에서 2~3년이 지나면서 유의적으로 낮아졌다.
2. 골밀도 상태를 신장과 함께 살펴본 결과, 대퇴부 전체 골밀도에서 160~<166 cm 군에서 2~3년이 지나면서 T-score가 0.112에서 -0.240 으로($p<0.001$), 176 cm 이상군에서도 0.576에서 0.409로 유의적으로($p<0.05$) 낮아졌다. 또한 신장이 증가할수록 세 부위 골밀도에서 유의적으로 골밀도가 증가하였다($p<0.001$). 체중이 50 kg 미만군에서는 모두 비정상 수치로 보였고, 대퇴부 전체 골밀도에서 50 kg 미만군을 제외하고, 나머지 군은 2~3년이 지나면서 T-score가 유의적으로 낮아졌다. 또한 세 부위 골밀도 모두에서 체중이 증가할수록 골밀도가 유의적으로 증가하였다($p<0.001$).
 3. BMI로 분류하였을 때 정상군($18.5\sim 22.9$ kg/m²)에서 대퇴부 전체 골밀도의 T-score가 0.043에서 -0.311 로($p<0.001$), 30 kg/m² 이상군에서는 1.092에서 0.576으로($p<0.01$) 유의적으로 감소하였다. 허리둘레에 따른 T-score는 대퇴부 전체 골밀도에서 2~3년이 지나면서 낮아졌고, 허리둘레가 증가할수록 대퇴 전체 골밀도가 증가한 것으로 나타났다. 체지방율의 경우 T-score는 대퇴부 전체 골밀도에서 8% 미만군을 제외하고, 나머지 군에서 2~3년이 지나면서 유의적으로 골밀도가 낮아졌다($p<0.05$).
 4. 혈중 총 콜레스테롤이 201 mg/dL 미만군의 경우, 대퇴부 전체 골밀도에서 0.195에서 0.087로($p<0.001$), 201~<230 mg/dL 군은 0.167에서 0.157로($p<0.001$), ≥ 230 mg/dl 군의 경우 0.149에서 0.064로($p<0.05$) 낮아졌다. 혈중 총 콜레스테롤이 증가하였을 때 대퇴 경부 골밀도에서도 유의적으로 골밀도가 낮아졌다. 혈중 비타민 D가 정상범위에 속하는 23.4~37.6 ng/mL군의 경우, 대퇴부 전체 및 대퇴 경부 골밀도가 높았다. 골형성지표인 ALP의 정상치 범위는 103~336 IU/L 미만으로, 정상범위에서도 ALP 수치가 높았을 때 골밀도 수치가 더 낮았다. ALP 수치가 낮은 103 IU/L 미만군을 제외하고, 수치가 증가할수록 T-score가 유의적으로 낮아졌다($p<0.001$).
 5. 골밀도와 체 요인과의 상관관계를 살펴본 결과, 대상자의 연령, 신장, 체중 및 BMI와 약한 양의 상관관계를 나타냈다. 허리둘레는 세 부위의 골밀도에서 약한 양의 상관관계가 일부 관찰되었고, 체지방율과는 뚜렷한 상관성을 보이지 않았다. 혈중 총 콜레스테롤과 골밀도와는 상관관계가 뚜렷하게 나타나지 않았으며, 혈중 비타민 D와의 상관관계에서는 정상군에서 약한 음 또는 양의 상관관계를 보여 전체적으로 뚜렷한 상관성을 보이지 않았다. 혈중 ALP와

의 상관관계에서는 혈중 ALP 수치가 높았을 때 약한 음의 상관성을 나타냈으며, 전반적으로 골밀도가 낮아졌다.

이상의 결과를 보았을 때 성인 남성의 골밀도가 2~3년이 경과하면서 유의적으로 낮아지는 경향을 보여 골 건강에 우려를 나타냈다. 골밀도와 영향요인과의 상관성에서 체중과 BMI 및 체지방률이 증가할수록 골밀도와 유의적 약한 양의 상관성이 나타났고, 골밀도가 증가하는 경향을 보였으나, 비만일 경우 골밀도에 좋지 않은 영향을 미쳤다. 또한 혈중 총 콜레스테롤 농도가 높고, 혈중 ALP가 높을 때 전반적으로 골밀도가 낮아지는 것으로 나타났다. 따라서 골밀도 건강을 위해 체중, 체지방 등의 지속적 관리 및 혈중 콜레스테롤 관리, 비타민 D의 충분한 섭취와 같은 생활개선을 통한 개인의 노력이 필요할 것으로 보이며, 교육을 통해 개인의 골 건강에 대한 경각심과 인지도를 높이는 것도 중요할 것으로 사료된다. 또한 최근 들어 남성의 골다공증 유병률이 증가하는 추세이므로 골질량이 최대로 형성되는 시기인 젊은 나이에서부터 골건강을 위한 적극적인 관리가 필요할 것으로 보인다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 삼육대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahn HS, Kim SH, Lee SS (2005) A study of factors affecting bone mineral density in Korean adolescent: Anthropometric measurement, life style, and other environmental factors. *Korean J Nutr* 38: 242-250.
- Ardawi MS, Sibiany AM, Bakhsh TM, Oari MH, Maimani AA (2012) High prevalence of vitamin D deficiency among healthy Saudi Arabian men: Relationship to bone mineral density, parathyroid hormone, bone turnover markers, and lifestyle factors. *Osteoporosis Int* 23: 675-686.
- 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. *J Medicine* 20: 53-61.
- Chang YK, Seo HJ, Jin YW, Jeong MS, Sung SH, Park DY, Kim CS, Kim SG (2006) The prevalence and risk factors of osteopenia and osteoporosis in 40-59-year-old male workers. *Korean J Occup Envir Med* 18: 130-137.
- Chen Z, Lohman TG, Stini WA, Ritenbaugh C, Aichkin 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: 144-151.
- Cho NH (2005) Osteoporosis epidemiology. *Osteoporosis* 3: 7-34.
- 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: 869-878.
- 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: 67-75.
- Chung HY (2008) Osteoporosis diagnosis and treatment 2007. *Endocrinol Metab* 23: 76-108.
- Chung YS (2010) The medical treatment of osteoporosis. *Korean J Med* 79: 250-253.
- Douchi T, Yamamoto S, Oki T (2000) Difference in the effect of adiposity on bone density between pre and postmenopausal women. *Maturitas* 34: 261-266.
- Ensrud KE, Fullman RI, Barrett-Connor E, Cauley JA, Stefanick ML, Fink HA, Lewis CE, Orwoll E (2005) Voluntary weight reduction in older men increases hip bone loss, the osteoporotic fractures in men study. *J Clin Endocrinol Metab* 90: 1998-2004.
- Gonnelli S, Caffarelli C, Tanzilli L, Alessi C, Tomai Pitinca MD, Rossi S, Campagna MS, Nuti R (2013) The association of body composition and fat distribution with bone mineral density in elderly Italian men and women. *J Clin Densit* 16: 168-177.
- Han JH, Cho KH (2002) Correlation between body composition and spinal bone density in young women. *Korean J Fam Med* 23: 215-223.
- Hus YH, Venners SA, Terwedow HA, Feng Y, Niu TT, Li Z, Laird N, 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: 146-154.
- Hwang SW (2009) Bone mineral density of lumbar spine and femur in healthy Korean men. *Korean J Health Promot Dis Prev* 9: 199-206.
- Jung SE, Yoon YS, Lee NW, Kim T, Kim HJ, Lee KW, Kim SH (2006) Estimated prevalence of osteoporosis in Ansan, Korea. *Osteoporosis* 4: 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: 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: 205-216.
- Kim JI, Kang MJ (2012) Recent consumption and physiological status of vitamin D in Korean population. *Food Ind Nutr* 17: 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. *Korean J Acad Fund Nurs* 10: 30-36.
- Kim MH, Kim JS (2003) The relationship between body composition and bone mineral density in college women. *Korean J Acad Nurs* 33: 312-320.
- Kim SG (2006) A study on the change of bone mineral density(BMD) by life habit and physical condition. *J Korean Rediol Sci* 29: 177-184.
- Kim SG, Kweon DC, Song WH (2009) Analysis of bone mineral density according to the biochemical variable markers in adults. *J Korean Rediol Sci* 32: 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: 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 Comm Nutr* 18: 269-282.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention. Report of the 4th and 5th Korea National Health & Nutrition Examination Survey (KNHANES V) (2014) Examination - Bone density and body fat. Available from: <http://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index>. Accessed on Feb. 4. 2014.
- Korean National Statistical Office (2011) The Statistical of Chronic Disease (2011). Available from <http://kosis.kr> Accessed on Mar. 25. 2013.
- Lee SW, Lee SH, Kweon YR, Lee HJ (2003) Factors relating to bone mineral density of adult man in Korea. *J Korean Acad Fam Med* 24: 158-165.
- 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*

- Densit* 16: 353-359.
- Melton LJ (2001) The prevalence of osteoporosis, gender and racial comparison. *Calcif Tissue Int* 69: 179-181.
- Moon 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: 177-186.
- Nguyen HTT, Von Schoultz B, Nguyen TV, Dzung DN, Duc PT, Thuy VT, Hirschberg AL (2012) Vitamin D deficiency in northern Vietnam. *Bone* 51: 1029-1034.
- Park HA, Kim HJ, Kim TJ, Park JJ, Park JG (2009) Weight and bone mineral density - The summary of epidemiological evidence. *Korean J Fam Med* 30: 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 Korean Soc Radiol Sci* 31: 367-377.
- Reid IR, Plank SK, 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: 779-782.
- Shin YJ, Shin BK, Kim HJ, Won YJ (2006) Osteoporosis & nutrition. *Osteoporosis* 4: 59-69.
- Tanko LB, Bagger YZ, Nielsen SB, Christiansen C (2003) Does serum cholesterol contribute to vertebral bone loss in postmenopausal women? *Bone* 32: 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: 274-286.
- World Health Organization (2004) Appropriate body-mass index for Asian population and its implication for policy and intervention strategies. *Lancet* 363: 157-163.
- World Health Organization (1994) Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. *Tec Rep Ser* 843: 1-129.
- Wosje KS, Binkley TL, Fahrenwald NL, Specker BL (2000) High bone mass in a female Hutterite population. *J Bone Mineral Res* 15: 1429-1436.
- Wu SY, Yang TC, Kuo SW, Hsiao CF, Hung YJ, Hsieh CH, Tseng HC, Hsieh AT, Chen TW, Chang JB (2003) Correlation between bone mineral density and plasma lipids in Taiwan. *Endo Res* 29: 317-325.
- Yeo JK, Lee SJ, Joo IW, Kim JA, Oh HJ (2008) Age-related changes of serum bone turnover maker(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: 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- *MS Thesis* Chosun University, Gwangju, pp1-36.
- Zhao LJ, Liu YJ, Liu PY, Hamilton J, Recker RR, Deng HW (2007) Relationship of obesity with osteoporosis. *J Clin Endocrinol Metab* 92: 1640-1646.

Date Received	Sep. 22, 2014
Date Revised	Dec. 25, 2014
Date Accepted	Dec. 28, 2014