

## Relationship among Bone Mineral Density, Body Composition, and Metabolic Syndrome Risk Factors in Females

Tai-Jeon Kim<sup>1</sup>, Byung-Heun Cha<sup>1</sup> and Kyung-A Shin<sup>2,†</sup>

<sup>1</sup>Department of Biomedical Laboratory Sciences, College of Health Sciences Eulji University, Sungnam, Gyeonggi-do 461-713, Korea

<sup>2</sup>Department of Laboratory Medicine Bundang Jesaeng Hospital, Sungnam, Gyeonggi-do 463-774, Korea

Osteoporosis is a disease that increases the fracture rates and a major cause of increased mortality and morbidity in the elderly people. This study is to determine which components of body composition and metabolic syndrome risk factors are important to bone health, we analysed the relationship among bone mineral density (BMD), body composition and metabolic syndrome risk factors in females. Totally 630 females participated in a medical check-up program (mean age 47 years) were selected for this study. Body composition analysis was performed by segmental bioelectrical impedance method, muscle mass, and percent body fat were measured. We also measured metabolic syndrome risk factors including abdominal obesity, HDL-cholesterol, triglyceride, blood pressure and fasting glucose level. Metabolic syndrome was defined by NCEP-ATP III criteria. The lumbar spine and femoral neck BMD were measured using the dual energy X-ray absorptiometry. Osteopenia and osteoporosis were observed in 180 and 51 persons, respectively. Muscle mass and HDL-cholesterol decreased in osteopenia and osteoporosis groups compared to the control group, and the grade was shown progressively by the symptoms. Significant positive correlation between BMD and muscle mass was observed. Multi variable regression analyses showed that % body fat and muscle mass were independent predictors of BMD after adjustment of age, height and weight. In conclusion, the BMD showed negative correlation with the metabolic syndrome, and body composition was associated with BMD.

**Key Words:** Bone mineral density, Metabolic syndrome, Body composition, Osteoporosis, Osteopenia

### 서 론

골다공증은 골량의 감소와 미세구조의 퇴행으로 골질의 위험성이 증가하는 골격계 질환으로 여성의 골절은 같은 연령의 남성에 비해 약 2배 이상 발생 가능성이 높은 것으로 알려져 있다. 이는 여성의 골량이 처음부터 남성보다 30% 정도 적으며 폐경기 이후 여성 호르몬인 에스트로겐의 결핍으로 급격한 골흡수가 일어나기 때문이다 (Kim et al., 2003). 폐경기 이후 만성적인 여성 호르몬의 결핍으로 인한 골다공증의 발생은 골절은 물론 삶의 질 저하 및 사망률의 증가까지 초래할 수 있는 위험

성을 내포하고 있다 (Song et al., 2009). 또한 2005년 국민 건강영양조사에 따르면 대사증후군 유병률 또한 50세 이후 급격히 증가하는 것으로 보고하고 있어 폐경이 시작되는 연령과 일치하는 것으로 나타났다 (보건복지부, 2005).

골다공증의 중요한 두 가지 위험인자는 청장년기에 낮게 형성된 최대 골량과 노화 및 폐경으로 인한 빠른 골소실이다. 그러므로 골다공증의 예방을 위해서는 태아기 때부터 최대 골량의 증가 뿐 아니라 폐경 이후 노년층의 골소실을 막고자 하는 노력이 중요시 되고 있다 (Lim et al., 2009). 그 외의 위험인자로는 유전적 요인과 생활습관 및 영양에 관련된 요인이 있으며, 특히 생활습관 요인에는 흡연, 과도한 알코올 섭취, 운동부족, 저체중 및 비만 등의 복합적인 요인들이 작용하는 것으로 알려져 있다 (Jin et al., 2009).

체중과 골밀도는 서로 상관성이 있어 폐경 이후 여성의 체질량 지수가 낮은 경우 골밀도가 적고, 비만 여성의

\*접수일: 2010년 7월 19일 / 수정일: 2010년 8월 30일  
채택일: 2010년 9월 1일

†교신저자: 신경아, (우)463-774 경기도 성남시 분당구 서현동 255-2, 분당제생병원 진단검사의학과  
Tel: 010-2759-8672, Fax: 031-740-7195  
e-mail: mobitz2@hanmail.net

은 근육에 가해지는 부하가 늘어나 뼈에 기계적 스트레스를 줌으로써 골밀도가 높게 나타나는 것으로 보고하고 있다 (Felson et al., 1993). 또한 다른 연구자들은 과체중 및 비만이 골다공증에 보호작용을 하는 긍정적인 인자이며 (Nguyen et al., 1998), 혈중 인슐린의 증가와 높은 골밀도가 상호 관련성이 있음을 보고하였다 (Stolk et al., 1996). 그러나 최근의 연구에서는 비만이 골밀도와 관련된 부정적인 인자로 알려지면서 비만으로 인한 호르몬 변화와 활동량 감소는 오히려 다양한 대사적 질환의 유발과 골감소증 및 골다공증의 위험요인으로 작용할 수 있다는 결과가 보고되고 있는 실정이다 (Jankowska et al., 2001). 한편, 폐경기 이후 여성을 대상으로 복부비만이 심할수록 골밀도가 낮아져 골다공증이 쉽게 생길 수 있다는 연구 결과 (Kim et al., 2009)는 신체구성이 골밀도에 영향을 미치는 요소이며, 유산소 운동 등의 신체활동을 통해 복부비만을 줄인다면 골다공증 뿐 아니라 대사증후군이나 당뇨병도 예방할 수 있음을 시사하고 있다.

폐경기 이후 여성은 호르몬의 변화로 대사증후군의 유병률 또한 증가를 보이는데, 이는 에스트로겐의 감소로 인한 지방조직의 대사 변화가 체중과 체지방의 증가를 유도하고 이에 따른 지방분포에 변화를 초래하여 복부 및 내장에 지방분포가 증가를 보이게 된다 (Pasquali et al., 1994; Sowers et al., 1991). 이런 결과로 인해 인슐린 저항성 및 지질 대사의 이상을 보이게 되고 결국에는 폐경기 이후 대사증후군의 유병률 및 심혈관계 질환의 위험이 증가하게 된다 (Lindheim et al., 1994; Gohlke-Bärwolf, 2000; Carr, 2003). 이와 관련된 연구로 Tseng 등 (2009)은 대사증후군과 골질량 손실 간에는 관련성이 없음을 보고한 반면, Park 등 (2010)은 대사증후군은 높은 골밀도와 관련성이 있음을, 그리고 Hwang and Choi (2010)는 대사증후군이 골절과 관련된 골다공증에 영향을 미친다는 상반된 결과를 보고하고 있다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때 골밀도에 영향을 미치는 요인들을 확인하는 것은 골다공증의 발생을 줄이고, 골절의 위험을 예방하는데 중요한 요소이지만, 신체구성이 골밀도에 미치는 영향에 대해서는 서로 상반된 결과를 보이고 있으며 대사증후군 위험요인이 골밀도에 미치는 영향 또한 명확하지 않은 실정이다.

이에 본 연구에서는 여성을 대상으로 골밀도와 대사증후군의 유병률이 증가하는 50세를 기준으로 50세 전후의 골밀도와 신체구성 및 대사증후군 위험요인과의 관계를 규명하고, 그에 따른 생활습관에 변화를 통해 골절의 위

험을 줄이고 운동처방의 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 연구대상

본 연구의 대상자는 분당소계 J 종합병원에서 2007년 1월부터 2009년 6월까지 종합검진센터에 내원한 20세 이상 성인 여성 중 과거 또는 현재에 골다공증 치료제나 여성 호르몬 보충요법을 받고 있는 여성, 골대사에 영향을 주는 간질환, 신장질환, 갑상선 질환 등의 급성, 만성 질환이 있는 여성, 그리고 설문지를 통하여 알콜 섭취, 흡연 등의 생활습관이 있는 여성을 제외한 총 630명을 대상으로 하였다. 연구는 임상시험윤리위원회의 심의를 받아 시행하였으며, 모든 대상자들은 동의서를 작성하였다. 또한, 대상자들은 요추와 대퇴경부 골밀도의 정도에 따라 정상군 (normal), 골감소군 (osteopaenia), 골다공증군 (osteoporosis)의 세 군으로 나누었으며, 그 결과 정상군 (normal)은 399명, 골감소군 (osteopaenia)은 180명, 골다공증군 (osteoporosis)은 51명이었다.

### 신체계측 및 혈액검사

신체계측 및 체성분 검사는 Inbody 3.0 (Biospace Inc., Seoul, Korea)을 이용하여 생체 전기 임피던스법 (BIA: bioelectrical impedance analysis)으로 측정하였다. 허리둘레는 직립자세에서 허리가 완전히 노출되게 한 후 최하위 늑골하부와 골반 장골능과의 중간부위를 측정하였고 (WHO, 2000), 엉덩이둘레는 엉덩이둘레 중 가장 넓은 부위를 측정하였다. 체질량 지수 (BMI: body mass index) = 체중(kg) / 키(m<sup>2</sup>)의 공식으로 구하였으며, 혈압은 10분간 안정 상태에서 수은 혈압계를 이용하여 측정하였다.

혈액검사는 12시간 금식한 상태에서 전완동맥에서 채혈 후 TBA-200FR (Toshiba, Japan)을 이용하여 HDL 콜레스테롤 (high density lipoprotein cholesterol), LDL 콜레스테롤 (low density lipoprotein cholesterol), 총콜레스테롤 (total cholesterol), 중성지방 (triglyceride), 공복혈당 (fasting glucose), 알카라인 포스파타제 (alkaline phosphatase), 요산 (uric acid), 칼슘 (calcium), 인 (phosphorus)을 측정하였으며, 당화혈색소 (hemoglobin A1C) 분석은 Variant II (Bio Rad, USA)를 이용하여 측정하였다. 전혈의 분석은 LH750 (Beckman Coulter, USA)을 이용하여 백혈구 (white blood cell) 수를 측정하였다.

**Table 1.** The results to determine the variables of the BMD, body composition & metabolic syndrome risk factors

Variables	Age < 50 M ± SD (N = 396)	Age ≥ 50 M ± SD (N = 234)	Total M ± SD (N = 630)
Age (years)	40.0±6.2	57.6±6.3	46.6±10.5
Height (cm)	158.7±5.1	155.3±5.4	157.4±5.4
Weight (kg)	55.0±7.4	57.8±7.9	56.0±7.7
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.8±2.8	23.9±3.0	22.6±3.1
Obesity (%)	104.4±13.8	116.5±15.4	108.9±15.6
% body fat	28.5±9.6	32.7±9.3	30.1±9.7
Waist circumference	70.4±6.6	76.9±7.9	72.8±7.8
Hip circumference	91.3±6.9	92.7±5.3	91.8±6.4
Waist hip ratio	0.77±0.06	0.83±0.06	0.79±0.06
Muscle mass	36.8±4.5	36.3±5.2	36.6±4.8
Lumber spine BMD (g/cm <sup>2</sup> )	1.18±0.13	1.02±0.16	1.12±0.16
Lumber spine T-score	0.49±1.11	-0.81±1.27	0.00±1.33
Femoral neck BMD (g/cm <sup>2</sup> )	0.96±0.12	0.90±0.12	0.94±0.12
Femoral neck T-score	0.24±0.98	-0.29±1.01	0.04±1.03
Systolic BP (mmHg)	98.9±12.6	112.0±18.3	103.8±16.2
Diastolic BP (mmHg)	65.8±9.2	72.2±11.2	68.1±10.4
Glucose (mg/dL)	84.7±7.9	94.5±19.8	88.4±14.4
Hemoglobin A <sub>1c</sub> (%)	5.4±0.3	5.7±0.6	5.4±0.5
WBC (×10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	5.60±1.4	5.50±1.4	5.56±1.4
Total-cholesterol (mg/dL)	180.1±27.3	208.1±34.7	190.5±33.1
Triglyceride (mg/dL)	87.3±52.9	133.3±80.8	104.4±68.3
HDL-cholesterol (mg/dL)	61.5±12.4	56.4±13.9	59.6±13.2
LDL-cholesterol (mg/dL)	106.0±23.8	127.7±32.0	114.1±29.1
Alkaline phosphatase (IU/L)	172.8±54.2	234.8±76.4	195.8±70.0
Uric acid (mg/dL)	4.0±0.9	4.4±1.1	4.2±0.9
Calcium (mg/dL)	9.4±0.4	9.6±0.4	9.5±0.4
Phosphorus (mg/dL)	3.8±0.8	4.1±1.1	3.9±0.9

M ± SD: mean ± standard deviation, N: number of tested female, BMI: body mass index, BP: blood pressure, BMD: bone mineral density, WBC: white blood cell, HDL: high density lipoprotein, LDL: low density lipoprotein

### 골밀도 측정

골밀도 측정은 DEXA 장비 (Dual energy X-ray absorptiometry, XR-series, Norland, USA)를 이용하였으며, 측정부위는 요추와 대퇴경부로부터 하였다. 요추부의 골밀도 측정은 제2요추 (L2)에서 제4요추 (L4)까지의 골밀도 평

균치를 사용하였으며, 측정치는 BMD (bone mineral density, g/cm<sup>2</sup>), T score로 하였다. T-score = (측정값-젊은 집단의 평균값) / 표준편차로 건강한 젊은 성인의 골량 (이론적 최대 골량의 평균치)에 비교한 환자의 골밀도 수치를 표준편차로 나타낸 수치이며, 골밀도 검사 판정기준은 WHO의 기준에 의해 T-score 기준 -1 표준편차 이내는 정상 (normal), -1 ~ -2.4 표준편차는 골감소증 (osteopenia), -2.5 표준편차 이하는 골다공증 (osteoporosis)으로 정의하였다 (WHO, 1994).

### 대사증후군 진단

대사증후군의 정의는 Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III, 2001)의 기준에 따라 혈압, 공복혈당, HDL 콜레스테롤, 중성지방, 허리둘레의 5가지 항목 중에서 위험요인이 3개 이상이면 대사증후군에 속한다고 정의하였다. 즉, 대사증후군 기준은 혈압 ≥130/85 mmHg, 공복혈당 ≥110 mg/dL, HDL 콜레스테롤 여성 <50 mg/dL, 중성지방 ≥150 mg/dL, 허리둘레 여성 >80 cm이다. 또한 과거력에 고혈압, 당뇨병 등이 있는 경우는 해당항목 기준에 해당되는 것으로 간주하였다.

### 자료 처리

본 연구의 자료분석은 SPSS/Window 11.0 통계프로그램을 이용하였다. 정상군 (normal), 골감소군 (osteopaenia), 골다공증군 (osteoporosis)의 골밀도 정도에 따른 신체구성 및 대사증후군 위험요인간의 차이를 검증하기 위해 One-way ANOVA를 실시하였으며, 대사증후군 각 요인간의 상관성을 알아보기 위해 Pearson의 정률 상관분석을 실시하였다. 또한 골다공증에 영향을 미치는 요인들을 파악하기 위해 다중회귀분석을 시행하였으며, 통계적으로 유의한 수준은 α=.05 설정하였다.

## 결 과

### 신체구성과 혈액검사 결과

전체 대상자 630명 중 50세 미만 여성은 396명, 50세 이상 여성은 234명이었으며, 대상자의 신체구성 및 혈액 검사 결과는 Table 1과 같다. 50세 이상의 여성은 50세 미만의 여성에 비해 신체질량 지수, 비만도, 체지방률 (% body fat), 허리둘레가 높은 경향을 보였으나 골밀도는 낮은 경향을 나타냈다. 대사증후군 위험요인의 혈액

**Table 2.** Comparisons of the body composition & metabolic syndrome risk factors according to the BMD status in female

Variable	Normal M ± SD	Osteopenia M ± SD	Osteoporosis M ± SD	F	P
<i>N</i>	399	180	51		
Age (years)	43.1±8.4	50.3±10.5	61.1±8.2	110.885	<0.001
Height (cm)	158.7±4.9	155.8±5.6	153.6±5.6	33.565	<0.001**
Weight (kg)	56.5±7.6	55.4±7.9	54.3±8.2	2.542	0.080
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.5±3.0	22.9±3.2	23.0±3.1	1.410	0.245
Obesity (%)	107.4±14.7	111.0±16.9	113.0±16.2	5.179	0.006
% body fat	29.6±9.9	30.6±10.2	31.5±4.1	1.211	0.299
Waist circumference	72.0±7.2	73.7±8.7	76.4±7.6	9.006	<0.001
Hip circumference	92.3±6.8	91.7±5.8	90.7±4.7	1.029	0.358
Waist hip ratio	0.78±0.06	0.80±0.07	0.84±0.06	22.702	<0.001
<b>Lumbar spine</b>					
Muscle mass	37.3±4.5	35.8±5.4	33.9±3.8	14.885	<0.001**
L-spine BMD (g/cm <sup>2</sup> )	1.22±0.10	0.99±0.07	0.81±0.07	685.864	<0.001
L-spine T-score	0.79±0.84	-1.02±0.52	-2.54±0.57	695.612	<0.001
Femoral neck BMD (g/cm <sup>2</sup> )	0.99±0.11	0.87±0.09	0.77±0.93	157.378	<0.001
Femoral neck T-score	0.46±0.88	-0.51±0.75	-1.34±0.78	158.375	<0.001
Systolic BP (mmHg)	101.4±14.8	106.4±17.5	113.4±17.4	16.543	0.001
Diastolic BP (mmHg)	67.2±10.3	68.9±10.3	72.8±10.7	7.275	0.001**
Glucose (mg/dL)	86.3±9.0	91.1±19.6	95.3±21.7	13.959	<0.001
Total-cholesterol (mg/dL)	185.4±31.8	197.5±34.1	206.2±31.3	15.096	<0.001**
Triglyceride (mg/dL)	97.1±63.4	107.8±70.6	149.0±80.1	13.902	0.001
HDL-cholesterol (mg/dL)	60.2±13.0	60.4±13.8	52.6±11.1	8.008	<0.001**
LDL-cholesterol (mg/dL)	110.0±27.8	118.9±30.3	128.7±27.7	13.435	<0.001**
<i>N</i>	250	306	74		
Age (years)	42.3±8.1	47.2±10.0	58.4±10.5	85.795	<0.001
Height (cm)	159.3±5.1	156.9±5.1	153.3±5.0	41.899	<0.001**
Weight (kg)	57.3±7.7	55.5±7.8	53.8±7.1	7.234	0.001**
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.6±2.8	22.6±3.2	22.9±3.2	0.401	0.670
Obesity (%)	107.8±14.0	108.9±16.2	112.9±17.4	3.129	0.044**
% body fat	29.9±11.5	29.5±5.4	32.9±15.0	3.604	0.028**
Waist circumference	72.0±6.7	73.0±8.1	74.9±9.4	4.143	0.016
Hip circumference	92.1±5.1	92.0±7.7	90.3±4.3	2.537	0.080
Waist hip ratio	0.78±0.05	0.79±0.07	0.83±0.09	16.496	<0.001
<b>Femoral neck</b>					
Muscle mass	38.0±4.9	36.0±3.6	34.7±7.2	19.740	<0.001**
L-spine BMD (g/cm <sup>2</sup> )	1.24±0.11	1.08±0.13	0.91±0.14	235.863	<0.001
L-spine T-score	0.94±0.90	-0.34±1.06	-1.71±1.13	232.845	<0.001
Femoral neck BMD (g/cm <sup>2</sup> )	1.05±0.08	0.89±0.07	0.75±0.07	521.915	<0.001**
Femoral neck T-score	0.94±0.65	-0.32±0.61	-1.50±0.61	529.648	<0.001**
Systolic BP (mmHg)	100.8±13.1	104.4±16.3	111.3±21.8	12.848	<0.001
Diastolic BP (mmHg)	66.8±9.8	68.6±10.0	70.8±13.2	4.790	0.009**
Glucose (mg/dL)	86.7±9.3	87.9±12.4	96.0±27.9	12.685	0.001
Total-cholesterol (mg/dL)	185.1±32.0	191.6±32.9	204.3±34.0	10.142	0.001**
Triglyceride (mg/dL)	92.2±54.4	109.6±77.1	123.6±65.6	7.989	<0.001
HDL-cholesterol (mg/dL)	60.6±13.2	59.3±12.9	57.7±14.4	1.620	0.199
LDL-cholesterol (mg/dL)	110.0±28.5	114.6±28.8	125.5±29.3	8.369	<0.001**

\**P*<0.05, \*\**P*<0.01

**Table 3.** Correlations of BMD (g/cm<sup>2</sup>) and Body composition, metabolic syndrome risk factors

Variables	Age < 50 (N = 396)	Age ≥ 50 (N = 234)	Total (N = 630)
Age (years)	-0.006	-0.393**	-0.470**
Height (cm)	0.149**	0.318**	0.325**
Weight (kg)	0.262**	0.294**	0.153**
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.206**	0.164*	-0.005
Obesity (%)	0.169**	0.072	-0.075
% body fat	0.127*	-0.011	-0.040
Waist circumference	0.094	0.093	-0.117**
Hip circumference	0.156**	0.214**	0.099*
Waist hip ratio	-0.010	-0.036	-0.220**
Lumbar spine Muscle mass	0.265**	0.237**	0.243**
Systolic BP (mmHg)	0.003	-0.051	-0.205**
Diastolic BP (mmHg)	0.044	-0.017	-0.129**
Glucose (mg/dL)	0.079	-0.116	-0.191**
Total-cholesterol (mg/dL)	-0.043	0.033	-0.201**
Triglyceride (mg/dL)	-0.042	-0.030	-0.185**
HDL-cholesterol (mg/dL)	-0.082	0.096	0.084*
LDL-cholesterol (mg/dL)	-0.011	0.016	-0.170*
Age (years)	0.077	-0.482**	-0.279**
Height (cm)	0.038	0.303**	0.204**
Weight (kg)	0.361**	0.347**	0.295**
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.367**	0.216**	0.197**
Obesity (%)	0.343**	0.135**	0.139**
% body fat	0.197**	-0.050	0.047
Waist circumference	0.250**	0.169**	0.091*
Femoral neck Hip circumference	0.178**	0.285**	0.175**
Waist hip ratio	0.140**	0.013	-0.029
Muscle mass	0.319**	0.220**	0.279**
Systolic BP (mmHg)	0.140**	-0.011	-0.036
Diastolic BP (mmHg)	0.162**	0.017	0.018
Glucose (mg/dL)	0.164**	-0.031	-0.043
Total-cholesterol (mg/dL)	0.047	0.067	-0.052

**Table 3.** Continued

Variables	Age < 50 (N = 396)	Age ≥ 50 (N = 234)	Total (N = 630)
Triglyceride (mg/dL)	0.128*	0.032	-0.007
Femoral neck HDL-cholesterol (mg/dL)	-0.146**	0.008	-0.032
LDL-cholesterol (mg/dL)	0.073	0.051	-0.033

\*P<0.05, \*\*P<0.01

변인에 속하는 공복혈당, 총콜레스테롤, 중성지방, LDL 콜레스테롤도 50세 이상의 여성이 50세 미만의 여성에 비해 높은 경향을 나타냈다. 그러나 HDL 콜레스테롤치는 50세 이상의 여성에서 낮은 경향성을 보였다.

**골밀도 정도에 따른 신체구성 및 대사증후군 위험요인의 차이**

요추부 및 대퇴경부 골밀도 정도에 따라 정상군, 골감소군, 골다공증군의 세 집단으로 나누어 신체구성 및 대사증후군 위험요인의 집단간 차이를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 요추부의 골밀도 정도에 따라 집단간 통계적으로 유의한 차이를 보이는 변인으로는 신장, 근육량, 이완기 혈압, 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤 이었다 (P<0.001). 신장과 근육량, HDL 콜레스테롤은 정상군, 골감소군, 골다공증군으로 진행할수록 낮게 나타났으며, 이완기 혈압, 총콜레스테롤, LDL 콜레스테롤은 점진적인 증가를 보여 골다공증군에서 가장 높게 나타났다.

대퇴경부의 골밀도 정도에 따른 그룹간 통계적으로 유의한 차이를 보이는 변인으로는 신장, 체중, 비만도, 체지방률, 근육량, 대퇴골두 부위의 골밀도 및 T-score, 이완기 혈압, 총콜레스테롤, LDL 콜레스테롤로 나타났다. 신장, 체중, 근육량, 대퇴골두 부위의 골밀도 및 T-score는 정상군, 골감소군, 골다공증군에서 점차적으로 낮게 나타났고, 골밀도 정도에 따라 점차적으로 높게 나타난 항목으로는 비만도, 체지방률, 이완기 혈압, 총콜레스테롤, LDL 콜레스테롤로 나타났다.

**골밀도와 신체구성 및 대사증후군 위험요인간의 상관관계**

요추부 골밀도는 전체적으로 체질량 지수, 비만도, 체지방률을 제외한 대사증후군 위험요인과 유의한 상관관계를 나타냈다. 그러나 50세 미만 여성의 경우는 신체구성 요소인 신장, 체중, 체질량 지수, 비만도, 체지방률, 영

덩이둘레, 근육량이 유의한 정적 상관관을 보였으며, 50세 이상 여성의 경우는 연령이 부적 상관관을 신장, 체중, 체질량 지수, 엉덩이둘레, 근육량은 정적 상관관을 나타냈다 (Table 3).

대퇴경부 골밀도는 연령대에 관계없이 전체적으로 연령에서는 부적 상관관을 신장, 체중, 체질량 지수, 비만도, 허리둘레, 엉덩이둘레, 근육량은 유의한 정적 상관관을 나타냈고, 50세 미만과 50세 이상의 여성에서도 체중, 체질

량 지수, 비만도, 허리둘레, 근육량이 정적 상관관을 보였다. 연령대 및 골밀도 측정부위와 관계없이 근육량이 증가하면 골밀도도 증가하는 것으로 나타났다 (Table 3).

#### 골밀도에 영향을 미치는 위험요인

골밀도에 영향을 미치는 나이와 신장, 체중을 보정한 후, 골밀도와 신체구성 및 대사증후군 위험요인에 대한 다중회귀분석을 실시한 결과 50세 이상 여성의 요추부

Table 4. Multiple regression analysis with BMD as the dependent variable

Variable	Age < 50		Age ≥ 50		Total	
	$\beta$	P-value	$\beta$	P-value	$\beta$	P-value
Age (years)	-0.009	0.873	-0.365	<0.001	-0.371	<0.001
Height (cm)	-0.018	0.958	0.262	0.533	-0.072	0.730
Weight (kg)	0.837	0.144	0.035	0.963	0.642	0.061
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	-0.090	0.832	1.201	0.057	0.398	0.229
Obesity (%)	0.116	0.843	-0.686	0.290	-0.410	0.251
% body fat	1.204	0.002	1.319	0.134	0.980	0.001
Waist circumference	-0.571	0.034	1.312	0.271	0.142	0.185
Waist hip ratio	0.272	0.194	-0.910	0.315	0.209	0.235
Muscle mass	0.208	0.045	0.196	0.143	0.162	0.023
Systolic BP (mmHg)	-0.106	0.168	0.144	0.173	-0.034	0.565
Diastolic BP (mmHg)	0.102	0.183	-0.148	0.168	0.031	0.584
Glucose (mg/dL)	0.052	0.333	-0.042	0.519	-0.024	0.526
Total-cholesterol (mg/dL)	0.116	0.515	-0.083	0.541	-0.022	0.822
Triglyceride (mg/dL)	-0.108	0.126	0.053	0.502	-0.032	0.497
HDL-cholesterol (mg/dL)	-0.069	0.452	0.112	0.178	0.025	0.631
LDL-cholesterol (mg/dL)	-0.039	0.805	0.069	0.606	0.056	0.534
$R^2$	0.121		0.282		0.297	
Age (years)	0.022	0.695	-0.485	<0.001	-0.360	<0.001
Height (cm)	-0.221	0.513	-0.148	0.711	-0.457	0.040
Weight (kg)	0.749	0.181	1.011	0.164	1.175	0.001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.267	0.521	0.497	0.401	0.349	0.321
Obesity (%)	-0.201	0.724	-0.554	0.365	-0.718	0.059
% body fat	1.227	0.001	1.879	0.024	1.313	<0.001
Waist circumference	-0.252	0.337	1.817	0.106	-0.032	0.894
Waist hip ratio	0.085	0.679	-1.321	0.122	0.022	0.906
Muscle mass	0.380	<0.001	0.175	0.166	0.022	<0.001
Systolic BP (mmHg)	-0.014	0.856	0.171	0.086	-0.011	0.861
Diastolic BP (mmHg)	0.072	0.336	-0.136	0.181	0.066	0.278
Glucose (mg/dL)	0.074	0.158	0.013	0.833	0.010	0.808
Total-cholesterol (mg/dL)	0.085	0.626	0.101	0.432	0.086	0.412
Triglyceride (mg/dL)	-0.014	0.842	0.021	0.780	0.007	0.882
HDL-cholesterol (mg/dL)	-0.046	0.608	-0.048	0.537	-0.025	0.655
LDL-cholesterol (mg/dL)	-0.024	0.878	-0.087	0.493	-0.006	0.953
$R^2$	0.176		0.353		0.212	

$R^2$  = R-square, coefficient of determination

골밀도를 예측하는 변수로는 나이로 나타났다. 50세 미만 여성은 체지방률, 허리둘레, 근육량으로 나타났으며, 연령대 관계없이 전체적인 요추부 골밀도의 예측 변수로는 나이와 체지방률, 근육량이었다 (Table 4).

나이와 신장, 체중을 보정한 후, 대퇴경부의 골밀도와 신체구성 및 대사증후군 위험요인에 대한 다중회귀분석 결과 50세 이상 여성은 나이와 체지방률이 골밀도 예측의 중요 변수로 나타났다. 50세 미만 여성의 경우는 체지방률, 근육량이 예측 변수로 나타났다. 연령대 관계없이 전체적으로 대퇴경부 골밀도의 예측 변수는 나이, 신장, 체중, 체지방률, 근육량으로 나타났고, 21.2% ( $R^2=0.212$ )의 설명력을 보였다 (Table 4).

## 고 찰

본 연구는 성인 여성을 대상으로 골밀도와 신체구성 및 대사증후군 위험요인과의 관련성에 대해 알아보고 골밀도에 영향을 미치는 위험요인을 규명하고자 하였다. 여성의 경우는 폐경기 이후 호르몬의 변화에 의한 골밀도의 감소가 가속화 되는 것 뿐 아니라, 여러 가지 대사 장애를 유발한다. 이와 관련된 연구보고에 따르면 우리나라 도시지역 건강검진을 시행한 4만 여명을 대상으로 대사증후군 유병률을 조사한 결과 남성은 7% 내외, 여성은 13% 내외로 여성의 경우 폐경기 이후 유병률이 급격히 증가하는 것으로 보고하고 있다 (Park et al., 2002). 이는 폐경 이후 에스트로겐의 분비 결핍과 활동량의 감소가 비만을 초래하게 되고 이에 따른 고지혈증, 고인슐린혈증, 당뇨, 고혈압 등의 대사 이상을 동반한 심혈관 질환의 위험성이 증가하기 때문이다 (Park et al., 2002).

골밀도와 지단백, 인슐린 저항성, 당뇨, 고혈압과의 관련성에 관한 연구가 지속되고는 있으나 그 결과들은 일관되지 못한 경향을 보이고 있다 (Lu et al., 2009; Hwang and Choi, 2010; Lekamwasam et al., 2009; Park et al., 2010; Zillikens et al., 2010). Park 등 (2010)은 폐경기 이후 한국 여성의 골밀도와 대사증후군과의 관련성에 대한 연구에서 대사증후군의 위험요인 중 낮은 HDL 콜레스테롤은 높은 골밀도와 관련이 있다고 보고한 반면, Hwang and Choi (2010)는 18세 이상 한국 여성을 대상으로 대사증후군은 골다공증의 또 다른 위험요인으로 보고하고 있어 연령에 따라 상반된 결과를 보이고 있다. 또한 폐경기 이후 여성을 대상으로 골다공증과 심혈관 위험요인과의 관련성에 관한 연구에서 총콜레스테롤, LDL 콜레스테롤

은 골밀도와 역상관 관계를 나타내고 있으며, 골다공증이 있는 폐경기 여성에서 높은 심혈관 위험요인을 보인다고 설명하고 있다 (Lekamwasam et al., 2009). 또한 Kinjo 등 (2007)은 대퇴경부 골밀도와 대사증후군과는 상관성이 없다고 보고하고 있어서 아직까지 대사증후군과 골밀도와의 관련성은 명확하지 않은 실정이다.

본 연구에서 요추부 및 대퇴경부 골밀도는 정상군, 골감소군, 골다공증군 순으로 이완기 혈압, 총콜레스테롤, LDL 콜레스테롤이 점진적으로 유의하게 높게 나타났으며, 요추부의 경우 골다공증군에서 HDL 콜레스테롤이 가장 낮게 나타나 대사증후군 위험요인은 낮은 골밀도와 관련이 있다는 Lekamwasam 등 (2009)의 연구 결과와 일치하는 결과를 보였다. 또한 골밀도 측정부위 중 요추부위 골밀도는 연령대에 관계없이 체질량 지수, 비만도, 체지방률을 제외하고는 대사증후군 위험요인과 유의한 상관성을 보였으며, 대퇴경부 골밀도는 50세 미만의 경우에서만 대사증후군 위험요인과 유의한 상관관계를 보이고 있어 골밀도의 측정부위 또는 연령대에 따라 상관관계에 차이를 보이는 것으로 나타났다.

신체구성에 따른 골밀도와의 관련성에 관한 기존의 연구는 체중과 체질량 지수가 낮을수록 골밀도가 낮고 체질량 지수가 높은 여성의 경우 골밀도가 높다고 보고하고 있다 (Felson et al., 1993; Nguyen et al., 1998; Morin et al., 2009). Genaro 등 (2010)은 폐경기 이후의 골다공증이 있는 여성을 대상으로 신체구성이 골량에 미치는 영향에 대한 연구 결과 낮은 체질량 지수와 체지방의 소실은 대퇴경부의 낮은 골량 및 골밀도와 관련이 있으며, 골다공증성 골절의 높은 위험요인이라고 언급하고 있다. 그러나 또 다른 연구는 체중의 증가는 대사증후군의 가장 중요한 위험인자인 중심성 비만을 유발함으로써 골밀도에 부정적이라는 연구가 보고되고 있는 실정이다 (Kim et al., 2009).

본 연구 결과 요추부와 대퇴경부에서 정상군, 골감소군, 골다공증군으로 진행할수록 근육량이 유의하게 감소하는 경향을 보였으며, 대퇴경부에서는 골밀도가 감소함에 따라 점진적으로 체중, 비만도, 체지방률이 통계적으로 유의한 증가를 보여 골밀도 측정부위에 따라 신체적 특성을 반영하는데 차이를 보였다. Arimatsu 등 (2009)의 연구에서는 18~40세 여성을 대상으로 전완에서 골밀도를 측정할 결과 체중의 증가는 골밀도의 증가에 효과적이지만, 체지방의 증가를 포함해야 한다고 보고하여 골밀도 측정부위는 다르지만 본 연구와 유사한 결과를 보

이고 있다.

골밀도와 신체구성과의 상관성에서도 근육량과 골밀도는 양의 상관관계를 보이고 있으나, 허리둘레의 경우 요추부에서는 유의한 부적 상관을 보였으며 대퇴경부의 경우는 골밀도와 허리둘레 간에 정적 상관관계를 나타내고 있어 골밀도 측정부위에 따라 상이한 상관성을 보여 이에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다. Premaor 등 (2010)은 골절을 경험한 폐경기 여성을 대상으로 골반의 골밀도가 증가하면 나이는 유의하게 감소하는 경향을 보였고, 체질량 지수가 증가할수록 골절이 유의하게 증가하는 경향을 보여 비만이 폐경기 이후 여성의 골절에 위험요인임을 보고하고 있다.

여성은 50세 이후로 골다공증 및 대사증후군의 유병률이 급격한 증가를 보이므로, 50세 전후의 골밀도에 영향을 미치는 위험요인의 차이를 알아보는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 요추부 골밀도에 영향을 미치는 위험요인은 50세 이상의 경우 나이로 나타났으며, 50세 미만의 경우는 체지방률, 허리둘레, 근육량으로 나타났다. 연령대에 관계없이 체지방률과 근육량은 요추부 골밀도의 위험요인으로 나타났으며, 대퇴경부 골밀도에 영향을 미치는 위험요인으로는 50세 이상의 경우는 나이와 체지방률, 50세 미만의 경우는 체지방률과 근육량으로 나타났다. 연령대에 관계없이 체지방률은 대퇴경부 골밀도의 위험요인으로 나타났다.

본 연구 결과 골밀도는 연령대와 골밀도 측정부위에 따라 위험요인의 차이를 보이고 있으며, 대사증후군 위험요인이 증가할수록 골밀도는 유의하게 낮게 나타났고, 신체구성에서는 체지방 뿐 아니라 체지방의 증가가 골밀도에 중요한 위험요인임을 알 수 있었다. 본 연구에는 식습관 또는 운동여부 등이 배제되어 있으므로 향후 이와 관련된 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- Arimatsu M, Kitano T, Kitano N, Futatsuka M. Correlation between bone mineral density and body composition in Japanese females aged 18~40 years with low forearm bone mineral density. *Environ Health Prev Med.* 2009. 14: 46-51.
- Carr MC. The emergence of the metabolic syndrome with menopause. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003. 88: 2404-2411.
- Expert panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive summary of the third report of the national cholesterol education program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA.* 2001. 285: 2486-2497.
- Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, Anderson JJ. Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women: the Framingham study. *J Bone Miner Res.* 1993. 8: 567-573.
- Genaro PS, Pereira GA, Pinheiro MM, Szejnfeld VL, Martini LA. Influence of body composition on bone mass in postmenopausal osteoporotic women. *Arch Gerontol Geriatr.* 2010. in press.
- Gohlke-Bärwolf C. Coronary artery disease - is menopause a risk factor?. *Basic Res Cardiol.* 2000. 95: 177-183.
- Hwang DK, Choi HJ. The relationship between low bone mass and metabolic syndrome in Korean women. *Osteoporos Int.* 2010. 21: 425-431.
- Jankowska EA, Rogucka E, Medras M. Are general obesity and visceral adiposity in men linked to reduced bone mineral content resulting from normal ageing? A population-based study. *Andrologia.* 2001. 33: 384-389.
- Jin MR, Kim JM, Kim HS, Chang NS. Associations of lifestyle behaviors, dietary habits and bone mineral density in men aged 50 years and older. *Nutr Res Pract.* 2009. 42: 59-67.
- Kim CJ, Oh KW, Phee EJ, Kim KH, Jo SK, Jung CH, Won JC, Park CY, Lee WY, Park SW, Kim SW. Relationship between body composition and bone mineral density (BMD) in perimenopausal Korean women. *Clin Endocrinol(Oxf).* 2009. 71: 18-26.
- Kim SH, O SD, Park YS. Relation of regular physical activity to body composition and bone mineral density in postmenopausal women. *J Korean Physical Education Association for Girls and Women* 2003. 17: 65-74.
- Kinjo M, Setoguchi S, Solomon DH. Bone mineral density in adults with the metabolic syndrome: analysis in a population based U.S. sample. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007. 92: 4161-4164.
- Korea ministry of Health & Welfare. National health and nutrition survey. 2005. 38-43.
- Lekamwasam S, Weeraratna T, Rodrigo M, Arachchi WK, Munidasa D. Osteoporosis and cardiovascular risk among premenopausal women in Sri Lanka. *J Clin Densitom.* 2009. 12: 245-450.
- Lim YW, Sun DH, Kim YS. Osteoporosis: Pathogenesis and



- fracture prevention. *J Korean Hip Society*. 2009. 21: 6-16.
- Lindheim SR, Buchanan TA, Duffy DM, Vijod MA, Kojima T, Stanczyk FZ, Lobo RA. Comparison of estimates of insulin sensitivity in pre- and postmenopausal women using the insulin tolerance test and the frequently sampled intravenous glucose tolerance test. *J Soc Gynecol Investig*. 1994. 1: 150-154.
- Lu LJ, Nayeem F, Anderson KE, Grady JJ, Nagamani M. Lean body mass, not estrogen or progesterone, predicts peak bone mineral density in premenopausal women. *J Nutr*. 2009. 139: 250-256.
- Morin S, Tsang JF, Leslie WD. Weight and body mass index predict bone mineral density and fractures in women aged 40 to 59 years. *Osteoporos Int*. 2009. 20: 363-370.
- Nguyen TV, Sambrook PN, Eisman JA. Bone loss, physical activity, and weight change in elderly women: the Dubbo osteoporosis epidemiology study. *J Bone Miner Res*. 1998. 13: 1458-1467.
- Park JS, Park HD, Yun JW, Jung CH, Lee YW, Kim SW. Prevalence of the metabolic syndrome as defined by NCEP-ATP III among the urban Korean population. *Korean J Med*. 2002. 63: 290-298.
- Park KK, Kim SJ, Moon ES. Association between bone mineral density and metabolic syndrome in postmenopausal Korean women. *Gynecol Obstet Invest*. 2010. 69: 145-152.
- Pasquali R, Casimirri F, Labate AM, Tortelli O, Pascal G, Anconetani B, Gatto MR, Flaminia R, Capelli M, Barbara L. Body weight, fat distribution and the menopausal status in women. The VMH Collaborative Group. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1994. 18: 614-621.
- Premaor MO, Pilbrow L, Tonkin C, Parker R, Compston J. Obesity and fractures in postmenopausal woman. *J Bone Miner Res*. 2010. 25: 292-297.
- Song JY, Song R, Jo HH, Kwon DJ, Lew YO, Lim YT, Kim JH, Kim JH, Kim MR. The importance of lean body mass for bone mineral density in postmenopausal women. *J Korean Soc Menopause*. 2009. 15: 48-55.
- Sowers M, Kshirsagar A, Crutchfield M, Updike S. Body composition, age and femoral bone mass of young adult women. *Ann Epidemiol*. 1991. 1: 245-454.
- Stolk RP, Van Daele PL, Pols HA, Burger H, Hofman A, Birkenhäger JC, Lamberts SW, Grobbee DE. Hyperinsulinemia and bone mineral density in an elderly population: The Rotterdam Study. *Bone*. 1996. 18: 545-549.
- Tseng YH, Huang KC, Liu ML, Shu WT, Sheu WH. Association between metabolic syndrome (MS) and bone mineral loss: a cross-sectional study in Puli Township in Taiwan. *Arch Gerontol Geriatr*. 2009. 49: 37-40.
- World health organization. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of a WHO Study Group. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 1994. 834: 1-129.
- World health organization. Obesity: preventing and managing, the global epidemic. report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2000. 894: 1-253.
- Zillikens MC, Uitterlinden AG, van Leeuwen JP, Berends AL, Henneman P, van Dijk KW, Oostra BA, van Duijn CM, Pols HA, Rivadeneira F. The role of body mass index, insulin, and adiponectin in the relation between fat distribution and bone mineral density. *Calcif Tissue Int*. 2010. 86: 116-125.