

폐경 전후 한국 성인 여성에서 골밀도와 체성분과의 관련성

최 은 영

단국대학교 의과대학 가정의학과

Relationship Between Bone Mineral Density and Body Composition in Pre- and Post-menopausal Korean Women

Eun Young Choi

Department of Family Medicine, Dankook University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: To investigate the relationship between body composition and bone mineral density (BMD) in pre- and post-menopausal women in Korea.

Methods: The data of 4,334 pre- and post-menopausal women older than 20 years from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey conducted in 2008-2009 were assessed. BMD and body composition were measured by dual-energy X-ray absorptiometry. All analyses except stepwise multiple linear regression analysis were performed using the KNHANES sample weights to account for the complex survey design.

Results: After adjusting for confounding variables, lean mass and fat mass were positively correlated with BMD at both L₁₋₄ spine and femur neck in both pre- and post-menopausal women ($P<0.001$). For the pre-menopausal women, lean mass was the most important determinant of BMD at both sites ($R^2=0.156$ for L₁₋₄ spine BMD, $R^2=0.168$ for femur neck BMD), and the impact of fat mass were minimal. For the post-menopausal women, fat mass had a greater influence on the BMD at L₁₋₄ spine than lean mass ($R^2=0.016$ vs. $R^2=0.077$), but lean mass had a greater impact than fat mass on the BMD at the femur neck ($R^2=0.077$ vs. $R^2=0.007$). After adjusting for confounding variables, post-menopausal osteoporosis increased as both lean mass and fat mass decreased ($P_{trend}<0.001$).

Conclusions: In Korean pre- and post-menopausal women, both lean mass and fat mass had positive correlations with the BMD at both sites and decreased the risk of osteoporosis. Lean mass had a greater influence on premenopausal BMD at both sites and postmenopausal BMD at the femur neck, whereas fat mass had greater influence on post-menopausal BMD at L₁₋₄ spine.

Korean J Health Promot 2013;13(2):52-60

Keywords: Bone mineral density, Body composition, Osteoporosis, Dual energy X-ray absorptiometry

서 론

골다공증은 골량의 감소와 미세골 구조의 약화로 인해 골의 강도가 감소하여 골절의 위험이 증가하는 질환이다. 골다공증성 골절은 소주골이 발달한 요골, 척추골 및 대퇴

골에서 흔하게 발생하는데, 대퇴골 골절의 경우 골절 발생 후 1년 내 10명 중 1명이 사망하고, 회복 이후에도 10명 중 4명은 영구적인 장애가 발생하여 독립적인 보행이 힘들다고 하며, 척추 골절의 경우는 100명 중 3명이 1년 이내에 사망하는 것으로 알려져 있다.¹⁾ 여성의 경우 폐경 이후 여성 호르몬의 감소로 골밀도의 감소가 급격히 일어나는데, 2009년도 국민건강영양조사에 따르면 50세 이상 여성에서 골다공증의 유병률은 38.7%로 남성의 8.1%에 비해 4배 이상 높았으며, 50대 14.6%, 60대 39.1%, 70대 68.2%로 연령이 높아질수록 골다공증의 유병률은 급격히 증가하는 것으로 나타났다.²⁾ 최근 한국도 노인 인구의 급격한 증가로 빠른 속도로 노령사회로 진입하고 있어 골다공증으로 인

■ Received : March 7, 2013 ■ Accepted : June 24, 2013

■ Corresponding author : Eun Young Choi, MD, PhD
Department of Family Medicine, Dankook University College of Medicine, 16-5 Anseo-dong Dongnam-gu Cheonan 330-714, Korea
Tel: +82-41-550-3998, Fax: +82-41-565-2053
E-mail: choiey@dku.edu

■ The present research was supported by the research fund of Dankook University in 2012.

한 골절의 유병률 증가와 이로 인한 삶의 질 감소 및 사회적 비용 증가가 심각한 보건학적인 문제를 유발할 것으로 추정된다.

골밀도는 골절을 예측하는 주요 위험 요인으로, 인종, 유전, 연령, 흡연, 음주와 체중 등이 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이 중 체중은 골격에 기계적인 자극을 주어 골밀도를 증가시키는 것으로 보고되고 있다.³⁻⁵⁾ 체중은 체지방과 제지방으로 구성되는데, 제지방은 일관되게 골밀도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있으나, 체지방에 대해서는 제지방이 골밀도를 증가시킨다는 보고도 있지만,⁵⁻⁹⁾ 감소시킨다는 보고도 있어 논란의 여지가 있다.¹⁰⁻¹⁴⁾ 이에 관한 대부분의 국내 연구는 연구 대상자 수가 적고,¹⁵⁻¹⁷⁾ 병원을 방문한 사람을 대상으로 시행되었거나,^{14,16)} 폐경기 여성에 국한된 연구가 많아 한국인 여성 전체로 일반화하기 힘들다는 단점이 있다.^{11,14,16,17)} 또한, 체성분을 측정할 때 현재 황금 기준으로 사용되는 dual energy X-ray absorptiometry (DEXA)를 사용하지 않고, 비용이 저렴하고 측정이 용이하나 신뢰도가 다소 떨어지는 생체전기저항 측정법(bioimpedance)을 사용한 연구도 있어 연구결과를 신뢰하기 어렵다.^{15,17)} 따라서, 본 연구는 2008년과 2009년 국민건강영양조사 자료를 사용하여 폐경 전과 폐경 후 성인 여성에서 체지방과 제지방이 DEXA로 측정된 요추와 대퇴골 골밀도와 폐경 후 골다공증에 미치는 영향을 분석할 것이다.

방 법

1. 연구대상

2008년과 2009년에 시행된 국민건강영양조사의 검진 조사에 참여하여 골밀도 검사와 체성분 검사를 시행한 20세 이상의 성인 여성 6,007명의 참여자 중 현재 골다공증 치료를 받고 있거나, 폐경 여부를 알 수 없거나 자궁적출술을 받은 대상자, 요추 골밀도 측정 결과 누락자, 골밀도에 영향을 줄 수 있는 질환(암, 만성 신장 질환, 만성 간 질환, 갑상선 질환)을 가진 대상자를 제외한 후 총 4,334명을 대상으로 분석하였다.

2. 측정

체중은 겹옷을 탈의한 후 얇은 가운을 입힌 채로 체중계(Giant 150N; HANA Co Ltd, Seoul, Korea)로 0.1 kg 단위까지 측정하였다. 신장은 신발을 벗고 신장계(850-2,060 mm; Holtain Ltd, Crymych, UK)로 0.1 cm 단위까지 측정하였으며, 체질량지수는 kg/m^2 로 계산하였다. 허리둘레는

줄자를 이용하여 가장 낮은 늑골과 장골능선 사이를 지면과 수평으로 0.1 cm 단위까지 측정하였다.

요추와 대퇴골 경부의 골밀도 및 체성분 분석은 DEXA를 이용한 밀도측정기(DISCOVERY-W fan-beam densitometer, Hologic, Bedford, MA)로 측정하였다. 요추의 골밀도는 요추 1번에서 요추 4번까지 골밀도를 측정하여 평균을 내어 산출하였으며, 변동계수는 International Society for Clinical Densitometry (ISCD) 권고안을 기준으로 요추에서 1.9%, 대퇴골부에서 2.5%를 넘지 않도록 측정하였다. T-score는 아시아(일본) 기준 최대 골밀도 자료를 이용하여 산출하였으며, 요추와 대퇴골 경부의 T-score가 -2.5 미만일 때를 골다공증으로 정의하였다. DEXA를 이용한 체성분 분석으로 제지방량(kg), 체지방량(kg)을 측정하였으며, 본 연구의 분석에서 사용된 제지방량은 총 제지방량에서 총 골량을 제외한 값으로 정의하였다.

3. 정의

담배를 전혀 피지 않거나, 과거에 흡연을 했다고 응답한 사람을 비흡연자로, 현재에 흡연을 하고 있다고 응답한 사람을 흡연자로 정의하였다. 폐경 여부는 설문조사로 참여자에게 폐경 되었는지를 질문하여 결정하였다. 운동은 평소보다 몸이 조금 힘들거나 숨이 약간 가쁜 중등도의 신체 활동을 1회 30분 이상 주 5일 이상 실천하는 경우와 그렇지 않은 경우로 구분하였으며, 음주는 최근 1년 동안 한 달에 1회 이상 음주한 적이 있는 경우를 음주자로 그렇지 않은 경우를 비음주자로 구분하였다. 칼슘 섭취량은 24시간 회상법으로 산출하였다.

4. 통계

국민건강영양조사는 복합 표본 설계에 의한 자료이기 때문에 단계적 다중회귀분석을 제외한 모든 분석은 가중치와 층화변수, 집락변수를 고려하여 복합 표본 분석 통계 방법을 이용하였다. 폐경 상태에 따른 대상자의 특성은 연속변수는 평균과 표준오차로, 이산변수는 퍼센트와 표준오차로 표시하였다. 골밀도와 체성분은 모두 정규분포를 따르고 있어 로그변환하지 않았다. 폐경 상태에 따라 폐경 전과 폐경 후 두 그룹을 나누어 연령, 신장, 중등도의 운동, 음주, 흡연, 칼슘 섭취량, 호르몬 사용 및 체성분이 요추 및 대퇴골부 골밀도에 미치는 상대적인 영향을 단계적 다중회귀분석을 이용해 분석하였다. 체중은 체지방량과의 상관성이 높아 다중공선성의 문제가 발생할 것을 우려하여 모델에서 제외하였다. 폐경 상태별로 제지방량 및 체지방량의 정도에 따라 4분위로 그룹을 나누었고, 각각의 4분위

에 따른 요추 및 대퇴경부 골밀도의 평균은 단계적 다중회귀분석에서 의미 있게 나온 변수들을 보정하여 산출하였으며, 일반화선형모형을 사용하여 경향분석을 시행하였다.

폐경 후 여성에서 제지방량과 체지방량이 요추 및 대퇴경부 골다공증에 미치는 영향을 조사하기 위해 다중회귀로짓분석을 시행하였으며, 폐경 전 여성에서 요추 및 대퇴경부 골다공증의 유병률은 각각 0.5%와 0.6%에 불과하여 분석에서 제외하였다. 제지방량과 체지방량 4분위가 감소할수록 폐경 후 골다공증 위험이 증가하는지 여부는 각 4분위를 연속변수로 처리하여 경향성 여부를 판단하였다. P 값이 0.05 미만일 때를 통계적으로 유의한 것으로 판단하였고, 통계프로그램은 IBM SPSS ver. 18.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)를 사용하였다.

결 과

참여자들의 평균 연령은 폐경 전 여성이 35.9 ± 0.2 세, 폐경 후 여성이 63.3 ± 0.3 세였다. 신장은 폐경 전 여성이 159.4 ± 0.1 cm, 폐경 후 여성이 153.2 ± 0.2 cm로 폐경 전 여성이 유의하게 컸으나($P < 0.001$), 허리둘레와 체지방량 및 체지방률은 폐경 후 여성에서 유의하게 컸다($P < 0.001$). 제지방량은 폐경 전 여성이 36.4 ± 0.1 kg, 폐경 후 여성이 35.1 ± 0.1 kg으로 폐경 전 여성이 유의하게 컸다($P < 0.001$). 요추와 대퇴골 경부의 골밀도는 폐경 전 여성이 폐경 후 여성보다 유의하게 컸으며($P < 0.001$), 폐경 후 여성에서 요추 골다공증의 유병률은 28.1%, 대퇴골 경부 골다공증의

유병률은 23.9%였으나, 폐경 전 여성에서 유병률은 각각 0.5%와 0.6%에 불과하였다. 폐경 전 여성의 흡연율은 7.8%로 폐경 후 여성의 흡연율 5.0%보다 유의하게 많았으며($P = 0.005$), 칼슘 섭취량과 월간 음주율은 폐경 전 여성이 폐경 후 여성에 비해 유의하게 많았으며, 호르몬 사용 경험은 폐경 전 여성이 2.5%, 폐경 후 여성이 12.9%로 폐경 후 여성에서 유의하게 많았다($P < 0.001$). 중등도 운동을 실천하는 참여자의 비율은 폐경 전 여성이 13.9%, 폐경 후 여성이 14.6%로 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 1).

요추 골밀도와 대퇴경부 골밀도를 종속변수로 하고, 연령, 신장, 음주, 흡연, 칼슘 섭취량과 호르몬치료 경험 및 체성분을 독립변수로 하여 단계적 다중회귀분석을 시행하였다. 폐경 전과 폐경 후 여성 모두에서 혼란변수를 보정한 후에도 제지방량과 체지방량은 요추 및 대퇴경부의 골밀도와 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보였다($P < 0.001$). 폐경 전 여성에서 제지방량은 요추 골밀도와 대퇴경부 골밀도 분산의 13.6%와 15.0%를 설명하여 각각의 골밀도를 가장 잘 예측하는 요인이었으나, 체지방량은 요추 골밀도와 대퇴경부 골밀도의 0.7%와 0.8%만을 설명하였다. 폐경 후 여성에서는 요추 골밀도 분산의 경우 제지방량이 1.6%, 체지방량은 7.7%를 설명하여 제지방량보다는 체지방량의 영향이 더 컸으며, 대퇴경부 골밀도 분산의 경우는 제지방이 7.7%, 체지방이 0.7%를 설명하여 제지방의 영향이 더 컸다. 폐경 후 여성에서 요추와 대퇴경부 골밀도를 가장 잘 예측하는 요인은 연령으로 요추 골밀도 분산의 19.5%

Table 1. Characteristics of the study participants^a

Characteristics	Premenopause (n=2,544)	Postmenopause (n=1,790)	P^b
Age, y	35.9 ± 0.2	63.3 ± 0.3	<0.001
Height, cm	159.4 ± 0.1	153.2 ± 0.2	<0.001
Weight, kg	57.2 ± 0.2	56.5 ± 0.2	0.032
BMI, kg/m ²	22.5 ± 0.1	24.0 ± 0.1	<0.001
Waist circumference, cm	74.9 ± 0.3	82.1 ± 0.3	<0.001
Fat mass, kg	18.0 ± 0.1	19.1 ± 0.2	<0.001
Lean mass ^c , kg	36.4 ± 0.1	35.1 ± 0.1	<0.001
Fat percent, %	31.3 ± 0.2	33.8 ± 0.2	<0.001
Lumbar ₁₋₄ spine BMD, g/cm ²	1.0 ± 0.0	0.8 ± 0.0	<0.001
Femoral neck BMD, g/cm ²	0.8 ± 0.0	0.6 ± 0.0	<0.001
Smoking	7.8 (0.7)	5.0 (0.6)	0.005
Alcohol use	52.6 (1.1)	25.4 (1.3)	<0.001
Moderate exercise ^d	13.9 (0.8)	14.6 (1.0)	0.548
Osteoporosis of lumbar ₁₋₄ spine	0.5 (0.2)	28.1 (1.3)	<0.001
Osteoporosis of femur neck	0.6 (0.2)	23.9 (1.2)	<0.001
Daily calcium intake, g	0.44 ± 0.0	0.41 ± 0.0	0.018
Hormone use ever	2.3 (0.3)	14.2 (1.0)	<0.001

Abbreviations: BMI, body mass index; BMD, bone mineral density.

^aData are presented as mean \pm SE or % (SE) unless otherwise indicated. Missing data are not presented.

^bCalculated by chi-square test or independent t -test.

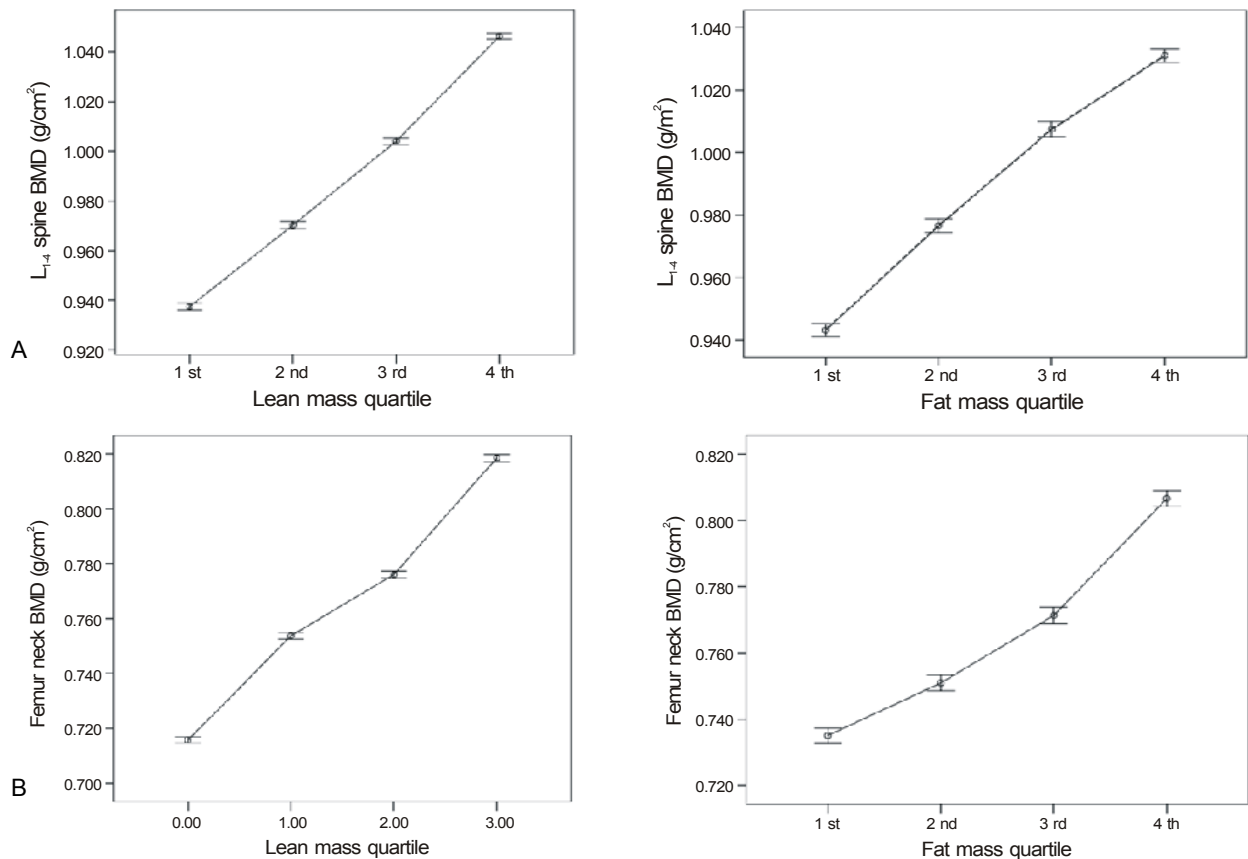
^cDefined as total lean body mass minus total bone mass.

^dDefined as exercise performed at least five times a week and at least 30 minutes per occasion with moderate strenuousness.

Table 2. Association of BMD of both lumbar₁₋₄ spine and femur neck with various variables according to pre- and postmenopausal status^a

Variable	BMD at lumbar ₁₋₄ spine				BMD at femoral neck			
	β	SE (β)	P	Partial R ²	β	SE (β)	P	Partial R ²
Premenopause								
Lean mass	0.008	0.001	<0.001	0.136	0.007	0.001	<0.001	0.150
Fat mass	0.002	0.000	<0.001	0.007	0.002	0.000	<0.001	0.008
Age					-0.001	0.000	<0.001	0.011
Postmenopause								
Age	-0.005	0.000	<0.001	0.195	-0.006	0.000	<0.001	0.366
Lean mass	0.005	0.001	<0.001	0.016	0.006	0.001	<0.001	0.077
Fat mass	0.005	0.001	<0.001	0.077	0.002	0.000	<0.001	0.007
Hormone use ever	0.041	0.009	<0.001	0.010	0.018	0.006	0.004	0.003
Alcohol use					0.010	0.005	0.034	0.001
Smoking	-0.040	0.013	0.002	0.004				
Daily calcium intake	0.014	0.007	0.034	0.002				

Abbreviation: BMD, bone mineral density.

^aAssessed by stepwise regression analyses adjusted for age, height, smoking, alcohol use, moderate exercise, daily calcium intake, hormone use ever, and other body compositions.**Figure 1.** Adjusted mean BMD levels and 95% CI of L₁₋₄ spine and femur neck according to the quartiles of both lean and fat mass among pre-menopausal women (A) Mean L₁₋₄ spine BMD levels adjusted for other body compositions. $P_{\text{trend}} < 0.001$ for both quartiles of fat and lean mass by GLM (B) Mean femur neck BMD levels adjusted for age and other body compositions. $P_{\text{trend}} < 0.001$ for both quartiles of fat and lean mass by GLM

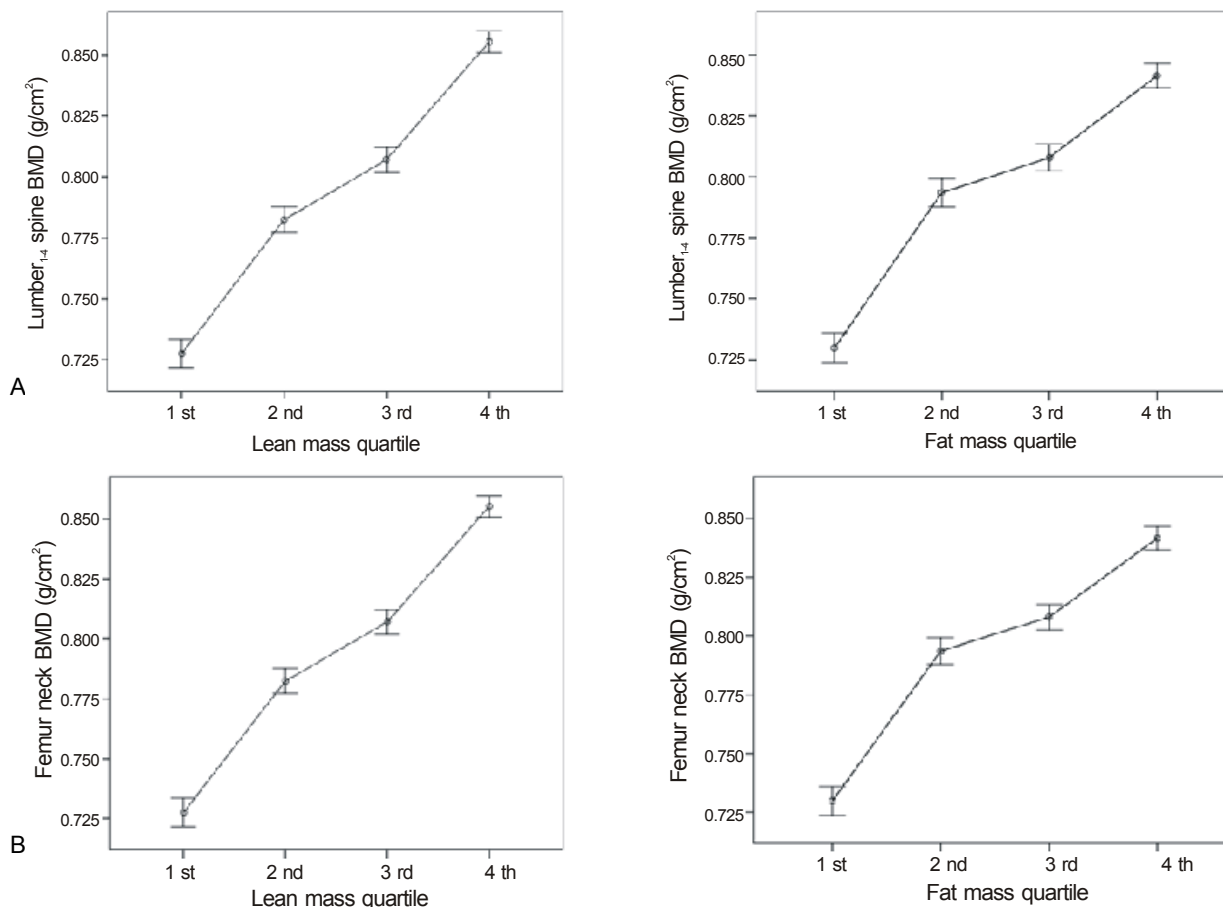
Abbreviations: BMD, bone mineral density; CI, confidence interval; GLM, general linear model.

를, 대퇴경부의 경우는 36.6%를 설명하였다(Table 2).

그림 1은 폐경 전 여성에서, 그림 2는 폐경 후 여성에서

단계적 다중회귀분석에서 유의하게 나온 혼란변수들을 보정한 후에 제지방량과 체지방량의 4분위에 따른 요추와 대

Figure 2. Adjusted mean BMD levels and 95% CI of L₁₋₄ spine and femur neck according to the quartiles of both lean and fat mass among post-menopausal women (A) Mean L₁₋₄ spine BMD levels adjusted for age, hormone use ever, smoking, daily calcium intake, and other body compositions. $P_{\text{trend}} < 0.001$ for both quartiles of fat and lean mass by GLM (B) Mean femur neck BMD levels adjusted for age, hormone use ever, alcohol use, and other body compositions. $P_{\text{trend}} < 0.001$ for lean mass quartile and $P_{\text{trend}} < 0.01$ for fat mass quartile by GLM



Abbreviations: BMD, bone mineral density; CI, confidence interval; GLM, general linear model.

Table 3. Prevalence of and risk for osteoporosis in lumbar₁₋₄ spine according to quartiles of lean or fat mass in post-menopausal subjects^a

	Quartile of lean mass (kg)				P_{trend}
	<32.3	33.3-34.8	34.8-37.8	≥37.8	
Prevalence (%)	40.4 (2.7)	25.7 (2.4)	21.1 (2.1)	12.8 (1.9)	-
Odds ratio (95% CI)	2.2 (1.4-3.5)	1.6 (1.0-2.5)	1.5 (1.0-2.4)	1 (ref.)	<0.001
	Quartile of fat mass (kg)				P_{trend}
	<15.5	15.5-18.9	18.9-22.1	≥22.1	
Prevalence (%)	35.3 (2.5)	25.2 (2.6)	23.1 (2.1)	16.3 (1.9)	-
Odds ratio (95% CI)	2.0 (1.3-3.0)	1.3 (0.9-2.0)	1.2 (0.8-1.7)	1 (ref.)	<0.001

Abbreviation: CI, confidence interval.

^aAssessed by multiple logistic regression analysis adjusted for age, smoking, daily calcium intake, hormone use ever, and other body compositions.

퇴경부 골밀도의 평균과 95% 신뢰구간을 나타내었다. 폐경 전과 폐경 후 여성 모두에서 체지방량과 체지방률이 증가함에 따라 요추와 대퇴경부의 골밀도가 증가하였고, 이는 통계적으로도 유의하였다 ($P_{\text{trend}} < 0.001$).

폐경 후 여성에서 요추 골다공증의 유병률은 28.1%였으며, 골다공증의 유병률은 체지방량 4분위에 따라 40.4%, 25.7%, 21.1%, 12.8% 순이었으며, 체지방률 4분위에 따라서는 35.3%, 25.2%, 23.1%, 16.3% 순으로 체지방량과 체지

Table 4. Prevalence of and risk for osteoporosis in femur neck according to quartiles of lean or fat mass in post-menopausal subjects^a

	Quartile of lean mass (kg)				<i>P</i> _{trend}
	<32.3	33.3-34.8	34.8-37.8	≥37.8	
Prevalence (%)	49.0 (3.0)	26.3 (2.5)	16.8 (1.9)	7.9 (1.4)	-
Odds ratio (95% CI)	3.9 (2.3-6.4)	2.2 (1.4-3.6)	1.8 (1.1-2.9)	1 (ref.)	<0.001
	Quartile of fat mass (kg)				<i>P</i> _{trend}
	<15.5	15.5-18.9	18.9-22.1	≥22.1	
Prevalence (%)	40.0 (2.9)	24.3 (2.7)	22.0 (2.3)	13.4 (1.9)	-
Odds ratio (95% CI)	2.3 (1.5-3.6)	1.3 (0.8-2.2)	1.2 (0.8-1.9)	1 (ref.)	<0.001

Abbreviation: CI, confidence interval.

^aAssessed by multiple logistic regression analysis adjusted for age, alcohol use, hormone use ever, and other body compositions.

방량이 증가함에 따라 요추 골다공증의 유병률은 감소하였다. 폐경 후 여성에서 대퇴경부 골다공증의 유병률은 23.9%였으며, 제지방량 4분위에 따라서는 49.0%, 26.3%, 16.8%, 7.9% 순이었고, 체지방량 4분위에 따라서는 40.0%, 24.3%, 22.0%, 13.4% 순으로 체지방량과 제지방량이 증가함에 따라 대퇴경부 골다공증이 감소하였다. 단계적 다중회귀분석에서 유의하게 나온 혼란변수를 보정 후에도 제지방량과 체지방량은 요추와 대퇴경부 골다공증의 독립적인 위험요인이었으며($P<0.001$), 폐경 후 요추골다공증의 교차비는 제지방량의 4분위가 증가함에 따라 0.79 (95% confidence interval[CI], 0.69-0.91), 체지방량의 4분위가 증가함에 따라서는 0.80 (95% CI, 0.70-0.91)으로 통계적으로 유의하게 감소하였다($P=0.001$). 폐경 후 대퇴경부 골다공증의 교차비도 제지방량의 4분위가 증가함에 따라 0.66 (95% CI, 0.56-0.77), 체지방의 4분위가 증가함에 따라서는 0.76 (95% CI, 0.67-0.88)으로 유의하게 감소하였다($P<0.001$). 제지방량이 32.3 kg 미만이거나 체지방량이 15.5 kg 미만인 폐경 후 여성에서 요추 골다공증의 교차비가 유의하게 증가하였으며, 제지방량이 37.8 kg 미만이거나 체지방량이 15.5 kg 미만인 경우는 대퇴경부 골다공증의 교차비가 유의하게 증가하였다(Table 3과 Table 4).

고 찰

본 연구에서는 제지방량과 체지방량 모두 다른 혼란변수를 보정한 이후에도 폐경 여부에 관계없이 한국 여성의 요추 및 대퇴경부 골밀도를 예측하는 요인으로 나타났다. 제지방량과 체지방량은 골밀도와 양의 상관관계를 보였다. 폐경 전 여성에서는 제지방량은 요추 및 대퇴경부 골밀도에 가장 큰 영향을 미치는 요인이었으며, 폐경 후 여성에서는 요추 골밀도에는 제지방보다는 체지방이, 대퇴경부에는 체지방보다는 제지방이 주는 영향이 더 컸다. 폐경 후 여성의 골다공증 유병률은 체지방량과 제지방량이 증가할수록 유의하게 감소하는 것

으로 나타났다.

본 연구에서는 폐경 전과 폐경 후 여성 모두에서 체지방은 요추 및 대퇴경부 골밀도와 유의한 양의 관련성을 보이는 것으로 나타났다. 과거 서양인을 대상으로 한 많은 연구에서 체지방은 골밀도와 양의 상관관계를 가지는 것으로 나타났으며,⁵⁻⁹⁾ 1,782명의 한국 쌍둥이와 그 가족을 대상으로 한 연구에서도 척추와 팔, 다리 및 총 골밀도가 체지방 및 제지방과 모두 관련이 있는 것으로 나타나 본 연구와 일치하는 소견을 보였다.¹⁸⁾ 한국인을 대상으로 한 또 다른 연구들에서는 골밀도의 측정 부위와 폐경 여부 및 성별에 따라 체성분이 골밀도에 미치는 영향을 다르게 보고하고 있다.^{15,16,19-21)} 한편, 60-79세 사이의 폐경기 한국 여성 907명을 대상으로 한 연구에서는 허리둘레와 체지방량이 골밀도와 음의 상관관계를 지니고 있다고 보고하여 본 연구와 상반된 결과를 보고하였으며,¹⁴⁾ 외국에서 시행된 연구들에서도 체지방과 골밀도와 음의 상관관계를 보이는 연구도 있었다.¹⁰⁻¹³⁾ 그러나, 체지방과 골밀도가 음의 관련성이 있다고 보고한 연구들의 경우 다변량 회귀분석에서 체중과 체지방 모두를 독립변수로 모델에 포함시키고 있는데, 체지방은 체중을 구성하는 주된 요소로 체중과의 상관관계가 높아 다중 공선성 인한 통계오류의 결과로 생각되며 해석 시에 주의가 필요하다.²²⁾

체지방이 골밀도에 영향을 주는 기전으로는 뼈에 물리적인 하중을 더하여 뼈를 자극할 뿐 아니라, 폐경 후에는 남성호르몬인 안드로젠을 에스트로젠으로 변환시켜 골 소실을 예방해 주는 효과가 있다고 알려져 있다. 이러한 기전 이외에도 비만한 사람은 인슐린저항성을 동반한 경우가 많은데, 인슐린저항성은 인슐린의 혈당저하 기능만 감소되고 나머지 인슐린의 기능은 유지되는 상태로, 인슐린 증가로 인해 간의 성호르몬결합글로불린 생산이 감소되고 이로 인해 활성화된 에스트로젠이 증가하여 골 소실 예방이 가능한 것으로 생각된다.²²⁾ 인슐린저항성이 있을 때는 인슐린과 함께 베타세포에서 분비되는 아밀린 분비 또한 증가하는데, 인슐린과 아밀린이 뼈에 직접 작용하여 골 소

실 감소와 골 생성 증가를 일으켜 골밀도가 증가할 수 있다.²²⁾ 체지방은 지방세포에서 분비되는 호르몬인 렙틴과 아디포넥틴을 통해서도 골밀도에 관여하는 것으로 알려져 있다.^{22,23)}

본 연구에서 폐경 전 여성의 요추와 대퇴경부 골밀도, 그리고 폐경 후 여성의 대퇴경부 골밀도에 체지방량보다는 제지방량이 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 폐경 전 여성의 경우 제지방량은 요추와 대퇴경부 골밀도에 가장 큰 영향을 주는 요인이었으나, 체지방의 요추와 대퇴경부 골밀도에 대한 설명력은 각각 0.7%, 0.8%에 불과하였다. 폐경 후 여성에서도 대퇴경부 골밀도에 관한 체지방의 설명력은 0.7%에 불과하였다. 제지방은 뼈에 물리적인 하중을 줄 뿐 아니라 제지방량은 근육량을 반영하므로 근육의 수축이 뼈의 강도를 증가시켜 골밀도에 영향을 주는 것으로 알려져 왔다.³⁻⁵⁾ 5,205명의 노르웨이 남녀(47-50세 및 71-75세)를 대상으로 시행한 연구에서는 연령과 성별에 관계없이 제지방이 체지방보다 대퇴경부 골밀도에 미치는 영향이 더 크다고 보고하였으며,⁹⁾ 20-25세 다인종 여성 921명을 대상으로 한 연구에서도 제지방이 체지방보다 요추와 대퇴경부의 골밀도에 미치는 영향이 크다고 보고하여 본 연구와 일치하였다.⁶⁾ 1,782명의 한국인 남녀를 대상으로 한 연구에서도 척추, 팔, 다리 및 총 골밀도에 제지방보다 제지방의 영향력이 더 큰 것으로 나타났으며,¹⁸⁾ 210명의 폐경 후인 베트남 여성을 대상으로 시행한 연구에서도 대퇴경부 골밀도에 체지방보다 제지방의 영향력이 더 큰 것으로 보고하고 있다.²⁴⁾

본 연구에서 폐경 후 요추 골밀도 분산의 경우 제지방량이 1.6%, 체지방량은 7.7%를 설명하여 제지방량보다는 체지방량이 폐경 후 요추 골밀도에 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 폐경 전 여성에서 체지방이 요추 골밀도에 미치는 영향이 0.7%이라는 본 연구 결과와는 상반된 것으로 폐경 전 여성보다는 폐경 후 여성에서 체지방이 요추 골밀도에 미치는 영향이 더 크다고 보고한 과거 연구와 일치하는 소견이다.^{26,27)} 농촌에 거주하는 1,406명 한국인 남녀를 대상으로 시행한 연구에서도 폐경 후 여성에서 체지방이 요추 골밀도에 영향을 주는 것으로 보고하고 있어 본 연구와 부합하는 소견을 보였으며,²⁰⁾ 폐경 후 여성을 대상으로 호르몬 치료에 시행했을 때 대퇴경부보다는 요추의 골밀도가 더 많이 증가했다는 연구도 본 연구를 지지하는 소견이다.²⁸⁾ 이러한 결과는 체지방이 폐경 후 골밀도에 미치는 영향이 신체 부위별로 차이가 있음을 시사하는데, 본 연구에서도 체지방이 폐경 후 대퇴경부의 골밀도에 미치는 영향은 0.8%에 불과하였다. 해면골은 피질골보다 대사속도가 빠를 뿐 아니라 여성 호르몬에 더 반응을 잘 하는 것으로 알려져 있는데,²⁰⁾ 요추는 주로 해면골로

구성되어 있는 반면, 대퇴경부는 해면골이 25%에 불과하다. 따라서, 체지방이 폐경 후 여성에서 여성 호르몬의 주된 분비기관임을 고려할 때 해면골이 풍부한 요추에 체지방이 더 많은 영향을 준 결과로 생각된다.

본 연구에서는 체지방량과 제지방량이 증가함에 폐경 후 여성에서 요추와 대퇴경부 골다공증의 위험이 감소하였다. 폐경 후 여성에서 제지방량이 32.3 kg 미만이거나 체지방량이 15.5 kg 미만일 때 요추 골다공증의 교차비가 유의하게 증가하였으며, 제지방량이 37.8 kg 미만이거나 체지방량이 15.5 kg 미만일 때 대퇴경부 골다공증의 교차비가 유의하게 증가하였다. 954명의 폐경 후 중국 여성을 대상으로 시행한 연구에서도 체지방과 제지방의 4분위가 증가할수록 골다공증의 위험이 감소하여 본 연구와 일치하는 소견을 보였으며,²⁷⁾ 이는 체지방이나 제지방의 감소 모두가 폐경 후 여성 골다공증의 위험요인임을 시사한다.

본 연구는 국민건강영양조사 자료를 사용한 연구로 병원을 방문한 여성이나 폐경기 여성을 대상으로 한 기존의 국내 연구가 한국인 여성 전체로 일반화하기 힘들다는 단점을 극복하였다는 것이 가장 큰 장점이다. 그러나, 본 연구는 단면 연구로 인과관계를 밝힐 수 없기 때문에 제지방량과 체지방량의 변화에 따른 골밀도의 변화를 관찰하는 전향적인 연구가 필요하리라고 생각된다. 본 연구에서는 골밀도에 영향을 줄 수 있는 연령, 신장, 음주, 흡연, 칼슘 섭취량과 호르몬 치료 경험 등을 보정하였으나, 그 이외에 골밀도에 영향을 줄 수 있는 요인 중 보정하지 못한 변수들은 초경 연령, 비타민 D나 부갑상선 호르몬 등이 있으나 과거 연구에서 이들이 골밀도에 주는 영향은 체중이나 연령 등 본 연구에서 고려한 변수들에 비해 주는 영향이 크지 않은 것으로 나타나 본 연구 결과에 영향을 미칠 것으로 생각되지는 않는다.²⁹⁻³¹⁾

결론적으로, 본 연구에서 폐경 여부에 관계없이 제지방량과 체지방량은 한국 여성의 요추 및 대퇴경부 골밀도와 양의 상관관계를 보였으며, 골다공증의 위험을 감소시켰다. 폐경 전 여성에서는 요추와 대퇴경부 골밀도에 미치는 영향은 체지방보다는 제지방이 더 컸으나, 폐경 후 여성에서는 요추 골밀도에는 체지방이, 대퇴경부 골밀도에는 제지방이 미치는 영향이 더 컸다. 운동을 통해 체중을 적절히 유지하고, 근육량을 늘리는 것이 골밀도 감소나 골다공증 예방을 위해 도움이 될 것이다.

Acknowledgement

이 연구는 2012년 단국대학교 교내 연구비에 의해 수행되었습니다.

요 약

연구배경: 폐경 전후 여성에서 제지방량과 지방량이 요추와 대퇴경부의 골밀도에 미치는 영향을 조사하고자 한다.

방법: 2008년과 2009년에 시행된 국민건강영양조사에서 20세 이상 여성 4,334명을 대상으로 분석하였다. 요추 및 대퇴경부의 골밀도와 체성분은 이중에너지지방사선 흡수계측법(dual-energy X-ray absorptiometry)으로 측정하였다. 단계적 다중회귀분석 이외에는 복합 표본분석 통계방법을 이용하여 분석을 시행하였다.

결과: 혼란변수를 보정한 후에도 폐경 전후 여성 모두에서 제지방량과 체지방량은 요추 및 대퇴경부 골밀도와 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보였다($P < 0.001$). 폐경 전 여성에서는 요추와 대퇴경부 골밀도의 가장 중요한 결정요인은 제지방이었으며($R^2 = 0.156$ for L-spine BMD, $R^2 = 0.168$ for femur neck BMD), 체지방량의 영향은 적었다. 폐경 후 여성에서는 요추 골밀도에는 제지방보다는 체지방이, 대퇴경부 골밀도에 체지방보다 제지방이 주는 영향이 더 컸다($R^2 = 0.016$ vs. 0.077 for L-spine BMD, $R^2 = 0.077$ vs. 0.007 for femur neck BMD). 폐경 후 여성에서 혼란변수를 보정한 후에도 제지방량과 체지방량이 증가할수록 요추 및 대퇴경부 골다공증의 유병률이 감소하였다($P_{\text{trend}} < 0.001$).

결론: 폐경 전후 여성 모두에서 제지방량과 체지방량은 요추 및 대퇴경부 골밀도와 유의한 양의 관련성을 보였으며, 골다공증의 위험을 감소시켰다. 폐경 전 여성의 요추 및 대퇴경부 골밀도와 폐경 후 여성의 대퇴경부 골밀도에는 제지방의 영향이 가장 컸으며, 폐경 후 여성의 요추 골밀도에는 체지방의 영향력이 더 컸다.

중심단어: 골밀도, 체성분, 골다공증, 이중에너지지방사선 흡수계측법

REFERENCES

1. Park YS. Diagnosis and treatment of osteoporosis. J Korean Med Assoc 2012;55(11):1083-94.
2. The Division of Health Policy. The forth Korea national health & nutrition examination survey (KNHANES IV), 2009 - nutrition survey. Seoul, Korea: Ministry of Health and Welfare; 2010.
3. Harris SS, Dawson-Hughes B. Weight, body composition, and bone density in postmenopausal women. Calcif Tissue Int 1996;59(6):428-32.
4. Abernathy RP, Black DR. Healthy body weights: an alternative perspective. Am J Clin Nutr 1996;63(3 Suppl):448S-51S.
5. Reid IR, Ames R, Evans MC, Sharpe S, Gamble G, France JT, et al. Determinants of total body and regional bone mineral density in normal postmenopausal women--a key role for fat mass. J Clin Endocrinol Metab 1992;75(1):45-51.
6. Wang MC, Bachrach LK, Van Loan M, Hudes M, Flegal KM, Crawford PB. The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. Bone 2005;37(4):474-81.
7. Bogl LH, Latvala A, Kaprio J, Sovijärvi O, Rissanen A, Pietiläinen KH. . An investigation into the relationship between soft tissue body composition and bone mineral density in a young adult twin sample. J Bone Miner Res 2011;26(1):79-87.
8. MacInnis RJ, Cassar C, Nowson CA, Paton LM, Flicker L, Hopper JL, et al. Determinants of bone density in 30- to 65-year-old women: a co-twin study. J Bone Miner Res 2003;18(9):1650-6.
9. Gjesdal CG, Halse JI, Eide GE, Brun JG, Tell GS. Impact of lean mass and fat mass on bone mineral density: the Hordaland Health Study. Maturitas 2008;59(2):191-200.
10. Zhao LJ, Liu YJ, Liu PY, Hamilton J, Recker RR, Deng HW. Relationship of obesity with osteoporosis. J Clin Endocrinol Metab 2007;92(5):1640-6.
11. Hsu YH, Venners SA, Terwedow HA, Feng Y, Niu T, Li Z, et al. 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 2006;83(1):146-54.
12. Taes YE, Lapauw B, Vanbillemont G, Bogaert V, De Bacquer D, Zmierzczak H, et al. Fat mass is negatively associated with cortical bone size in young healthy male siblings. J Clin Endocrinol Metab 2009;94(7):2325-31.
13. Yu Z, Zhu Z, Tang T, Dai K, Qiu S. Effect of body fat stores on total and regional bone mineral density in perimenopausal Chinese women. J Bone Miner Metab 2009;27(3):341-6.
14. Kim KC, Shin DH, Lee SY, Im JA, Lee DC. Relation between obesity and bone mineral density and vertebral fractures in Korean postmenopausal women. Yonsei Med J 2010;51(6):857-63.
15. Kwon KS, Baek SE, Yoon HM, Jin JR. Relationship between bone mineral density and body composition in women in a community. Korean J Health Promot 2005;5(4):275-81.
16. Cho SH. The relationship between bone mineral density and body composition variables measured by DEXA in postmenopausal women. J Korean Acad Fam Med 2005;26(3):158-66.
17. Jang SN, Choi YH, Choi MG, Kang SH, Jeong JY, Choi YJ, et al. Prevalence and associated factors of osteoporosis among postmenopausal women in Chuncheon: Hallym aging study (HAS). J Prev Med Public Health 2006;39(5):389-96.
18. Park JH, Song YM, Sung J, Lee K, Kim YS, Kim T, et al. The association between fat and lean mass and bone mineral density: the healthy twin study. Bone 2012;50(4):1006-11.
19. Lee K. Soft tissue composition and the risk of low bone mineral density: the fourth Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES IV-3), 2009. Calcif Tissue Int 2012; 90(3):186-92.
20. Cui LH, Shin MH, Kweon SS, Park KS, Lee YH, Chung EK, et al. Relative contribution of body composition to bone mineral density at different sites in men and women of South Korea. J Bone Miner Metab 2007;25(3):165-71.
21. Kim CJ, Oh KW, Rhee EJ, Kim KH, Jo SK, Jung CH, et al. Relationship between body composition and bone mineral density (BMD) in perimenopausal Korean women. Clin Endocrinol (Oxf) 2009;71(1):18-26.
22. Reid IR. Relationships between fat and bone. Osteoporos Int 2008;19(5):595-606.

23. Biver E, Salliot C, Combescure C, Gossec L, Hardouin P, Legroux-Gerot I, et al. Influence of adipokines and ghrelin on bone mineral density and fracture risk: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96(9):2703-13.
24. Ho-Pham LT, Nguyen ND, Lai TQ, Nguyen TV. Contributions of lean mass and fat mass to bone mineral density: a study in postmenopausal women. *BMC Musculoskelet Disord* 2010;11:59.
25. Bakker I, Twisk JWR, Van Mechelen W, Kemper HCG. Fat-free body mass is the most important body composition determinant of 10-yr longitudinal development of lumbar bone in adult men and women. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88(6):2607-13.
26. Douchi T, Yamamoto S, Oki T, Maruta K, Kuwahata R, Yamasaki H, et al. Difference in the effect of adiposity on bone density between pre- and postmenopausal women. *Maturitas* 2000;34(3):261-6.
27. Sheng Z, Xu K, Ou Y, Dai R, Luo X, Liu S, et al. Relationship of body composition with prevalence of osteoporosis in central south Chinese postmenopausal women. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2011;74(3):319-24.
28. Duan Y, Tabensky A, DeLuca V, Seeman E. The benefit of hormone replacement therapy on bone mass is greater at the vertebral body than posterior processes or proximal femur. *Bone* 1997;21(5):447-51.
29. Lau HH, Ng MY, Ho AY, Luk KD, Kung AW. Genetic and environmental determinants of bone mineral density in Chinese women. *Bone* 2005;36(4):700-9.
30. Albanese CV, Civitelli R, Tibollo FG, Masciangelo R, Mango D. Endocrine and physical determinants of bone mass in late postmenopause. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 1996;104(3):263-70.
31. Collins D, Jasani C, Fogelman I, Swaminathan R. Vitamin D and bone mineral density. *Osteoporos Int* 1998;8(2):110-4.