

한국인 성인 여성의 생화학적 골대사지표 및 골밀도와 일반적 특성과의 관계

김화영 · 허영란[†]

전남대학교 식품영양학과 및 생활과학연구소

Biochemical Bone Turnover Markers, Bone Mineral Density, and General Characteristics in Korean Women

Hwa-Young Kim and Young-Ran Heo[†]

Dept. of Food and Nutrition and Human Ecology Research Institute,
Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Abstract

This study was carried out to identify the relationship of biochemical bone turnover markers, bone mineral density (BMD), and general characteristics in Korean women. One hundred eighty healthy women, 20 to 50 years of age, living in Gwangju and Chonnam participated. Serum bone-specific alkaline phosphatase (BAP) and osteocalcin (OC) were used as bone formation markers and N-telopeptide of type 1 collagen (NTx) was used as a bone resorption maker to evaluate the state of bone turnover. T-scores were measured to evaluate BMD. We analyzed general characteristics, including age, menopause status, osteoporosis history, alcohol consumption, physical activity level, and degree of obesity (BMI, percent of fat). The BAP level significantly decreased in the group of twenty-year olds and increased in the non-alcohol consuming group, the group with a family history of osteoporosis, the menopause group, and the obese group ($p < 0.05$). The OC level was lower in the group of twenty-year olds and increased in the non-alcohol intake group and the menopause group ($p < 0.05$). BMD significantly decreased in the obese group ($p < 0.05$). In conclusion, BAP and OC were affected by age, alcohol consumption, osteoporosis history, menopause status, and obesity. BMD was affected by obesity degree. These results suggest that the management of alcohol consumption and obesity are important for maintaining bone status during aging in Korean women.

Key words: biochemical bone turnover marker, BMD, osteocalcine, BAP, NTx

서 론

최근 경제가 성장함에 따라 소득 수준이 향상되면서 삶의 질과 건강에 대한 관심이 높아지고 있으며 그 수준 또한 높아지고 있다. 우리나라 국민의 평균 수명은 2000년 76.02세에서 2010년 80.79세로 증가하였으며 65세 이상 노인 인구는 2000년 7.2%에서 2010년 11.0%로 늘었다(1). 인구의 평균 수명 및 노인 인구의 증가에 따라 노년기 대표적 질환인 골다공증과 같은 골 관련 질환에 대한 관심 또한 높아지고 있다. 특히 여성은 폐경기 이후 에스트로젠 분비가 감소되어 50세 이후에는 골밀도가 유의적으로 감소하여 골다공증에 대한 위험도가 증가되고(2) 일생의 38.5%를 폐경 후에 보내기 때문에 특히 골 관련 질환에 취약할 수 있는데(3), 평균 수명이 증가하고 있어 여성이 폐경 이후에 지내는 기간이 늘고 있다. 실제로 50대 이상 성인의 골다공증 유병률은 남성 8.1%, 여성 38.7%로 여성이 4배 이상 높다(4). 골량의 감소와 미세구조의 이상으로 나타나는 골다공증은 골절을 쉽

게 야기시킬 수 있고 골다공증으로 인한 골절은 사망으로 이어질 수 있기 때문에 의료적, 사회경제적으로 심각한 질환이지만(5-7) 이를 치료할 수 있는 효과적인 방법은 아직 미흡한 실정이다(8).

골다공증 진단은 일반적으로 이중 에너지 흡수 방사선 계측기(Dual Energy X-ray Absorptiometry, DEXA)를 이용한 골밀도 검사에 많은 부분을 의존하고 있는데, 골밀도 측정은 일정 시점에서의 이미 생긴 골소실 정도를 반영하는 정적인 기준을 제시할 뿐 현재 진행되고 있는 골교체율에 대한 정보는 주지 못한다(9). 생화학적 골대사지표는 주로 파골세포나 조골세포에서 분비하는 효소나 골흡수 및 골형성 과정에서 유리되는 골의 기질 성분들로, 현 상태에서 골교체율을 보여줌으로써 골소실 속도와 골절 위험도, 골다공증 치료 효과의 예측 등에 이용할 수 있다(10).

국내 연구 중 중년 여성과 골밀도에 대한 연구는 다수 있지만(11-13) 20대부터 50대까지 다양한 연령을 대상으로 생화학적 골대사지표와 골다공증 관련 요인을 함께 본 연구는

[†]Corresponding author. E-mail: yrhuh@jnu.ac.kr
Phone: 82-62-530-1338, Fax: 82-62-530-1339

아직 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 20대부터 50대까지의 광주·전남 지역의 성인 여성을 대상으로 생화학적 골대사지표를 측정하고 골다공증의 영향 요인인 연령, 폐경, 음주력, 비만도 등을 조사하여 이들의 관련성을 파악하고 골다공증 예방 프로그램 및 교육의 기초 자료로 제공하고자 한다.

대상 및 방법

연구대상

본 연구는 광주, 전남 지역에 거주하는 20대부터 50대까지의 여성 중 임신 중이거나 수유 중이 아닌 건강한 여성을 대상으로 하였다. 본 연구대상자 모집은 2009년 7월에서 2010년 2월에 실시되었으며, 본 연구의 취지와 내용을 설명한 후 연구 참여서에 직접 서면 동의한 자, 180명을 대상으로 실시되었으며, 연구의 조사내용 및 방법은 전남대학교 생명윤리 규정에 따라 진행되었다.

연구방법

설문조사: 설문지의 내용은 일반적 특성인 연령, 성별, 거주 지역과 같은 인구사회학적 문항과 건강상태 및 생활습관 관련 항목인 골다공증에 대한 가족력, 음주 및 흡연력, 생활 중 활동 정도, 폐경 여부 및 연령, 건강식품 복용여부 및 종류, 호르몬 대체요법 경험 여부 등으로 구성하였다. 설문조사는 대상자가 직접 설문지의 답을 기록하는 자기기입식으로 실시하였으며, 훈련된 전문조사원이 면담을 통하여 답변 내용을 확인하였다.

신체계측: 신체계측은 겉옷을 벗고 가벼운 옷을 착용한 상태로 진행하였고 신장과 체중은 자동신장체중계(BSM370, Biospace, Seoul, Korea)로 측정하였으며, 체성분 분석기(InBody720, Biospace)를 이용하여 체질량지수(body mass index, BMI), 체지방률, 체지방량 및 체지방량을 측정하였다.

생화학적 골대사지표 및 골밀도 측정: 생화학적 골대사지표의 측정을 위해 채혈은 최소 8시간 이상 공복상태에서 진행하였으며 생화학적 골대사지표인 bone-specific alkaline phosphatase(BAP), osteocalcin(OC), N-terminal telopeptide of type 1 collagen(NTx)는 상업용 kit를 이용하여 측정하였다. 골형성지표인 BAP와 OC는 metra BAP EIA kit(Quidel, San Diego, CA, USA), N-MID osteocalcin kit(Roche, Basel, Switzerland)를 각각 이용하였고 골흡수지표인 NTx는 Osteomark® NTx serum kit(Wampole Laboratories, Princeton, NJ, USA)를 이용하여 측정하였다.

조사대상자의 골밀도는 Lunar SmartDry 초음파 골밀도 진단기(Achilles Express, GE LUNAR Co., Madison, WI, USA)를 이용하여 측정하였고, 산출된 T-score를 지표로 사용하였다.

통계분석

수집된 자료는 SPSS 통계 프로그램(Ver. 18.0, SPSS Inc,

Chicago, IL, USA)을 사용하여 분석하였고, 모든 측정값은 평균±표준편차로 표시하였다. 대상자를 일반적 특징에 따라 연령은 20대, 30대, 40대, 50대로 분류하였고 음주, 골다공증에 대한 가족력, 폐경여부, 건강식품 복용은 각 요인의 유무로 분류하였다. 그리고 생활 중 활동 정도에 따라 주로 앉아서 쉬거나 책을 읽는 정도는 아주 가벼운 활동군, 앉아서 사무일을 보고 사무실 등에서 있거나 걸어 다니는 정도는 가벼운 활동군, 주로 서 있거나 걷거나 또는 운동, 춤 등의 활동을 하며 별로 앉아있지 않는 정도는 중간 활동군으로 분류하였다. 골밀도는 t-score≥-1인 정상 골밀도군과 t-score<-1인 골감소군으로 분류하였다. 체질량지수(body mass index, BMI)는 아시아-태평양 비만기준에 따라 18.5≤BMI<23 정상군(normal weight, NW), 23≤BMI<25 과체중군(over weight, OW), BMI≥25 비만군(obese)으로 분류하였으며 체지방률은 13≤체지방률<24 정상군(normal weight, NW), 24≤BMI<33 과체중군(over weight, OW), BMI≥33 비만군(obese)으로 분류하여 비교하였다(14).

각 요인에 따른 생화학적 골대사지표 값의 차이를 알아보기 위해 독립표본의 T검정(Independent Samples T-test)과 일반선형모델 분석(General Linear Model, GLM)을 사용하였고 Duncan's multiple range test로 사후검증을 하였다. 비만도의 분포는 χ^2 -test를 통하여 BMI와 체지방률에 따른 차이를 비교하였고 모든 분석은 유의수준 p<0.05에서 검증하였다.

결 과

일반적 및 신체적 특성

대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 대상자는 20대(9.4%), 30대(23.9%), 40대(51.7%), 50대(15.0%)로 중년 여

Table 1. General characteristics of subjects (n=180)

Variable	N (%)	
Age	20s	17 (9.4)
	30s	43 (23.9)
	40s	93 (51.7)
	50s	27 (15.0)
	Mean±SD (yr)	41.4±8.7
Alcohol consumption	Yes	67 (37.2)
	No	113 (62.8)
Physical activity level	Sedentary activity	94 (52.2)
	Mild activity	58 (32.2)
	Moderate activity	28 (15.6)
Family history of osteoporosis (n=163)	Yes	36 (22.1)
	No	127 (77.9)
Menopause state	Yes	28 (15.6)
	No	152 (84.4)
Health functional food consumption	Yes	50 (27.8)
	No	130 (72.2)
Osteoporosis state	Normal	169 (93.9)
	Osteopenia	11 (6.1)

Table 2. Biochemical bone turnover marker, BMD and physical characteristics of subjects

Variable	Mean ± SD
BAP (U/L)	25.9 ± 8.4
OC (ng/mL)	10.2 ± 4.0
NTx (nM BCE)	12.5 ± 5.2
T-score	0.48 ± 0.90
Weight (kg)	58.4 ± 8.6
Height (cm)	158.2 ± 5.4
BMI (kg/m ²)	23.3 ± 3.2
Percent of fat (%)	31.8 ± 5.8
Body fat mass (kg)	18.9 ± 6.1
Fat free mass (kg)	39.3 ± 4.8

Values are mean ± SD.

BAP: Bone-specific alkaline phosphatase, OC: Osteocalcin, NTx: N-telopeptide of type 1 collagen, nM BCE: nM of bone collagen equivalents, BMI: Body mass index.

성 40~50대의 비율이 66.7%이었다. 대상자 중 62.8%가 평소 음주를 하지 않았고, 생활 중 활동 정도는 아주 가벼운 정도 52.2%, 가벼운 정도 32.2%, 중등도 15.6%이었다. 대상자의 22.1%는 직계가족으로 제한한 골다공증에 대한 가족력이 있었고 폐경 상태는 폐경군이 15.6%, 폐경전군이 84.4%로 폐경전군이 많았다. 연구 대상자 중 27.8%는 1가지 이상의 건강기능식품을 섭취하고 있었다. 골밀도에 따라 골건강상태를 분류했을 때 정상군은 93.9%, 골감소군은 6.1%이었다.

대상자들의 생화학적 골대사지표 및 골밀도와 신체적 특성은 Table 2와 같다. 골형성지표인 BAP와 OC의 농도는 각각 25.9 ± 8.4 U/L, 10.2 ± 4.0 mg/mL였고 골흡수지표인 NTx의 농도는 12.5 ± 5.2 nM BCE이었으며 골밀도를 나타내는 T-score는 0.48 ± 0.90이었다. BMI와 체지방률은 각각 23.3 ± 3.2 kg/m²와 31.8 ± 5.8%이었고 체지방량과 체지방량은 각각 18.9 ± 6.1 kg, 39.3 ± 4.8 kg이었다.

일반적 특성에 따른 생화학적 골대사지표 및 골밀도의 비교

연령에 따른 생화학적 골대사지표 및 골밀도의 비교: 연령에 따른 생화학적 골대사지표 및 골밀도는 Table 3과 같다. 20대에서만 다른 나이군에 비해 BAP와 OC의 농도가 유의적으로 낮았으며(p<0.05) NTx는 연령에 따른 농도 차이가 없었다. 골밀도는 각각 0.55 ± 0.79, 0.41 ± 0.85, 0.54 ± 0.90, 0.32 ± 1.06으로 유의적 차이는 없었다.

Table 3. Comparison of biochemical bone turnover marker and BMD according to age

Variable	Formation		Resorption	T-score
	BAP (U/L)	OC (ng/mL)	NTx (nM BCE)	
20s (n=17)	18.1 ± 5.8 ^{b1}	8.0 ± 3.0 ^b	13.0 ± 4.8	0.55 ± 0.79
30s (n=43)	26.4 ± 8.3 ^a	10.9 ± 4.3 ^a	12.1 ± 3.7	0.41 ± 0.85
40s (n=93)	26.2 ± 7.8 ^a	9.8 ± 3.7 ^{ab}	12.2 ± 4.9	0.54 ± 0.90
50s (n=27)	28.6 ± 9.7 ^a	11.7 ± 3.9 ^a	14.1 ± 7.5	0.32 ± 1.06

Values are mean ± SD.

BAP: Bone-specific alkaline phosphatase, OC: Osteocalcin, NTx: N-telopeptide of type 1 collagen, nM BCE: nM of bone collagen equivalents.

¹⁾Values with different alphabets are significantly different among the groups at p<0.05 by GLM.

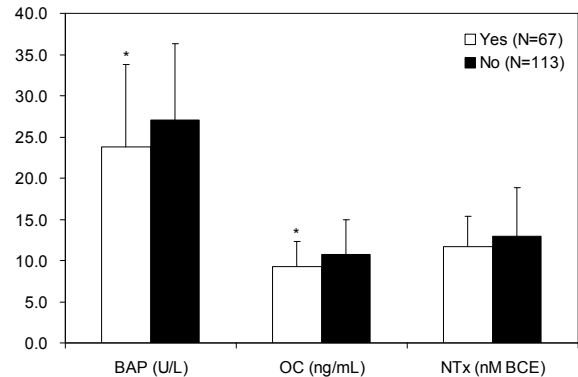


Fig. 1. Comparison of biochemical bone turnover marker according to alcohol consumption. Each bar represents the mean ± SD. BAP: Bone-specific alkaline phosphatase, OC: Osteocalcin, NTx: N-telopeptide of type 1 collagen. *Values are significantly different between the groups at p<0.05 by t-test.

음주 여부 및 신체 활동에 따른 생화학적 골대사지표 및 골밀도의 비교: 음주 여부에 따른 생화학적 골대사지표 및 골밀도는 Fig. 1, Fig. 4와 같다. BAP는 음주군 23.8 ± 9.2 U/L, 비음주군 27.1 ± 9.2 U/L로 비음주군에서 더 높았고 OC 농도도 음주군에서 9.3 ± 3.0 ng/mL, 비음주군에서 10.7 ± 4.3 ng/mL로 비음주군에서 농도가 더 높았다. NTx는 음주 여부에 따라 유의적 차이가 없었다. 그리고 음주 횟수에 따라 총 3단계, 비음주군, 월 1~2회 음주군, 월 3회 이상 음주군으로 나누어 분석했을 때 생화학적 골대사지표의 차이는 없었다(data not shown). 골밀도는 음주군과 비음주군의 차이가 없었다.

신체활동에 따른 생화학적 골대사지표 및 골밀도는 Table 4와 같다. BAP, OC, NTx 농도 및 골밀도 모두 신체 활동 정도에 따라 유의한 차이가 없었다.

골다공증에 대한 가족력과 폐경 여부, 건강기능식품 섭취 여부에 따른 생화학적 골대사지표 및 골밀도의 비교: 골다공증에 대한 가족력의 유무에 따른 생화학적 골대사지표 및 골밀도는 Fig. 2, Fig. 4와 같다. 골다공증에 대한 가족력이 있는 군의 BAP는 29.3 ± 10.0 U/L로 가족력이 없는 군 25.9 ± 7.6 U/L에 비해 높았다. OC와 NTx 농도 및 골밀도는 유의한 차이가 없었다.

폐경 여부에 따른 생화학적 골대사지표 및 골밀도는 Fig. 3과 Fig. 4와 같다. 폐경군과 폐경전군의 BAP는 각각 30.2 ±

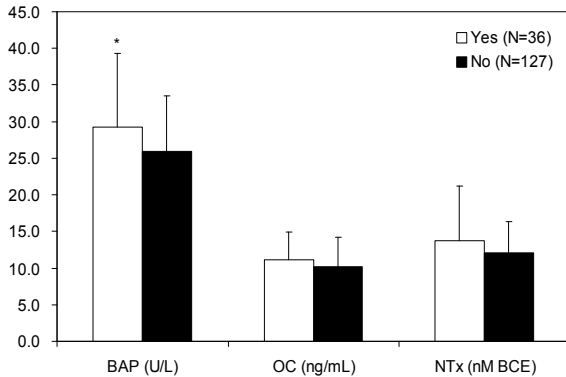


Fig. 2. Comparison of biochemical bone turnover marker according to family history of osteoporosis. Each bar represents the mean ± SD. BAP: Bone-specific alkaline phosphatase, OC: Osteocalcin, NTx: N-telopeptide of type 1 collagen. *Values are significantly different between the groups at p<0.05 by t-test.

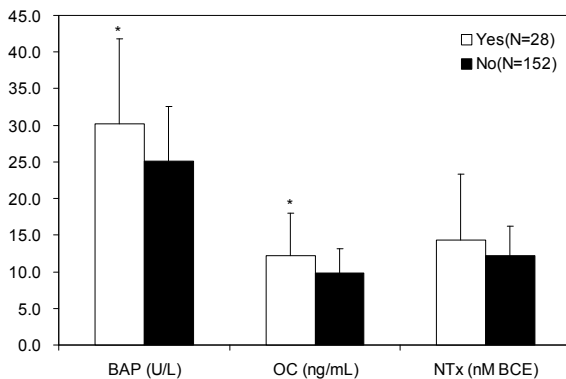


Fig. 3. Comparison of biochemical bone turnover marker and BMD according to menopause status. Each bar represents the mean ± SD. BAP: Bone-specific alkaline phosphatase, OC: Osteocalcin, NTx: N-telopeptide of type 1 collagen. *Values are significantly different between the groups at p<0.05 by t-test.

Table 4. Comparison of biochemical bone turnover marker and BMD according to physical activity level

Variable	Formation		Resorption	T-score
	BAP (U/L)	OC (ng/mL)	NTx (nM BCE)	
Sedentary activity (n=94)	26.7±8.4	10.4±4.1	12.1±5.5	0.45±0.90
Mild activity (n=58)	24.9±8.4	10.0±4.1	12.7±4.9	0.55±0.93
Moderate activity (n=28)	25.3±8.5	10.3±4.1	13.7±4.3	0.41±0.88

Values are mean ± SD.

BAP: Bone-specific alkaline phosphatase, OC: Osteocalcin, NTx: N-telopeptide of type 1 collagen, nM BCE: nM of bone collagen equivalents.

Values are not significantly different among the groups at p<0.05 by GLM.

11.6 U/L, 25.1±7.5 U/L로 폐경군에서 더 높았으며 OC 농도는 각각 12.2±5.8 ng/mL, 9.8±3.4 ng/mL로 BAP와 같이 폐경군에서 더 높았다. NTx 농도와 골밀도는 폐경 여부에 따라 유의한 차이가 없었다.

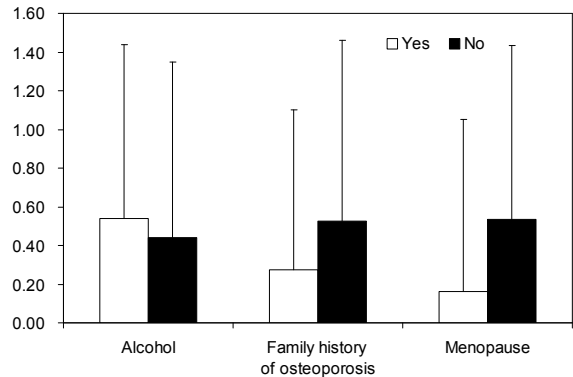


Fig. 4. Comparison of BMD according to alcohol consumption, family history of osteoporosis and menopause status. Each bar represents the mean ± SD. Values are not significantly different between the groups at p<0.05 by t-test.

건강기능식품의 섭취 여부에 따른 생화학적 골대사지표 및 골밀도는 Table 5와 같다. BAP, OC, NTx, 골밀도 모두 건강기능식품의 섭취 여부에 따라 유의적 차이가 없었다.

비만도에 따른 생화학적 골대사지표 및 골밀도의 비교:

대상자의 비만도는 BMI와 체지방률을 기준으로 정상군, 과체중군, 비만군으로 분류하였다. 비만도의 분포는 Table 6과 같다. BMI를 기준으로 했을 때는 정상군, 50.0%, 과체중군 26.1%, 비만군 23.9%이었고 체지방률을 기준으로 했을 때는 정상군 9.4%, 과체중군 46.1%, 44.4%로 분포의 차이가 있었다. 비만도에 따른 생화학적 골대사지표 및 골밀도는 Table 7과 같다. BMI를 기준으로 비만도를 분류하여 비교했을 때는 BAP, OC, NTx, 골밀도 모두 구간 차이가 없었다. 체지방률을 이용하여 비만도를 분류했을 때, BAP가 정상군(24.8 ± 7.3 U/L)과 과체중군(24.4 ± 6.3 U/L)에 비해 비만군(27.6

Table 5. Comparison of biochemical bone turnover marker and BMD according to health functional food consumption

Variable	Formation		Resorption	T-score
	BAP (U/L)	OC (ng/mL)	NTx (nM BCE)	
Yes (n=50)	27.1±8.3	10.4±3.7	12.4±3.9	0.28±0.91
No (n=130)	25.7±8.1	10.3±4.5	12.6±7.4	0.55±0.91

Values are mean ± SD.

BAP: Bone-specific alkaline phosphatase, OC: Osteocalcin, NTx: N-telopeptide of type 1 collagen, nM BCE: nM of bone collagen equivalents.

Values are not significantly different among the groups at p<0.05 by t-test.

Table 6. Distribution of obesity degree of subject

BMI	Percent of fat			Significance
	NW	OW	Obese	
NW	17 (9.4)	60 (33.3)	13 (7.2)	χ ² =77.0*
OW	0 (0)	18 (10.0)	29 (16.1)	
Obese	0 (0)	5 (2.8)	38 (21.1)	

Values are N (%).

NW: Normal weight, OW: Over weight.

*Values are significantly different at p<0.05 by χ²-test.

Table 7. Comparison of biochemical bone turnover marker and BMD according to obesity degree

		Formation		Resorption	T-score
		BAP (U/L)	OC (ng/mL)	NTx (nM BCE)	
BMI	NW (n=90)	25.2±7.8	10.6±4.0	12.9±5.7	0.61±0.90
	OW (n=47)	27.5±9.3	10.1±3.5	12.2±3.5	0.39±0.87
	Obese (n=43)	25.5±8.6	9.5±4.5	12.1±5.4	0.40±0.92
Percent of fat	NW (n=17)	24.8±7.3 ^{b1)}	10.3±3.2	13.5±4.6	0.74±0.91 ^a
	OW (n=83)	24.4±6.3 ^b	10.1±3.2	12.3±4.2	0.61±0.92 ^{ab}
	Obese (n=80)	27.6±10.2 ^a	10.4±4.8	12.6±6.1	0.29±0.96 ^b

Values are mean±SD.

BAP: Bone-specific alkaline phosphatase, OC: Osteocalcin, NTx: N-telopeptide of type 1 collagen, nM BCE: nM of bone collagen equivalents, BMI: Body mass index, NW: Normal weight, OW: Over weight.

¹⁾Values with different alphabets are significantly different among groups at p<0.05 by GLM.

±10.2 U/L)에서 높았고 OC와 NTx는 차이가 없었다. 골밀도는 정상군이 0.74±0.91로 비만군 0.29±0.86에 비해 높았다.

고 찰

일반적으로 20대 초반부터 30대 초반의 청장년기에 최대 골량을 이루고 그 이후에는 오래되거나 손상된 뼈를 제거하고 그 자리에 새로운 뼈를 채워주는 재생과정인 골재형성(bone remodeling)으로 일정한 골질량이 유지된다. 그러나 성장이 끝나는 30세 이후부터는 노화가 진행되면서 매년 약 1% 정도의 골손실이 발생하여 골밀도가 감소하며, 특히 여성의 경우 폐경기 이후 에스트로겐 분비가 감소되어 50세 이후에는 골밀도가 유의적으로 감소하여 골다공증에 대한 위험도가 증가하게 되므로 골 관련 질환에 취약하다(2). 따라서 본 연구에서는 20대부터 50대까지의 광주·전남 지역의 성인 여성을 대상으로 생화학적 골대사지표 및 골밀도 측정하고 이와 관련된 일반적 특징과의 관련성을 파악하여 골다공증 예방 프로그램 및 교육의 기초 자료로 제공하고자 한다.

Yeو 등(15)의 선행연구에 따르면 연령이 증가함에 따라 골형성지표인 BAP, OC와 골분해지표인 C-terminal telopeptide(CTx)가 유의적으로 증가하였고, 특히 골다공증이 있는 경우 BAP와 CTx가 유의적으로 증가하였다. Park 등(16)의 연구에서도 연령별 생화학적 골대사지표인 alkaline phosphatase(ALP)와 OC를 비교했을 때 50~54세 사이에서 급격한 증가를 보였고 그 이후로도 완만한 증가를 보였으며, BAP를 잘 반영한다고 알려진 total ALP와 연령 사이에서 양의 상관관계가 있다고 보고하였다. 본 연구에서 30~50대의 BAP는 20대에 비해 유의적으로 높았고, OC는 30대, 50대에 비해 20대에서 유의적으로 낮아 골형성지표인 BAP와 OC의 증가가 연령에 영향을 받는다는 것을 추측할 수 있었다.

Garnero 등(17)의 연구에서 폐경 후 노년 여성에서 골형성지표와 골흡수지표가 함께 증가하였고 이러한 결과는 노인들의 골교체율이 증가하였다는 것을 암시하여 연령에 따른 골손실은 골형성의 감소 때문이라는 의견과는 다른 의견을 제시하였다. 또한 Yang 등(18)의 연구에서도 고령층에서

골형성지표와 골흡수지표가 함께 증가하였는데 이는 골손실이 일어날 때 골흡수지표 증가와 함께 소실된 골의 보충을 위해 골형성이 뒤따라 일어나기 때문에 골형성지표도 함께 증가한다고 하였다. 본 연구에서 골형성지표가 연령에 따라 증가한 것도 골손실을 따라잡기 위한 골형성의 활성화 때문인 것으로 생각할 수 있다. 연령과 관련된 골의 손실을 초래하는 골교체 이상에 대한 연구는 아직 논란의 여지가 남아있으며 이는 여성의 경우 연령 증가와 폐경이 함께 영향을 미치기 때문인 것으로 생각할 수 있다.

음주력과 생화학적 골대사지표와의 연구는 아직 활발하게 진행되고 있지 않지만 음주력과 골다공증의 관계에 대한 연구는 연구자마다 양 또는 음의 상관관계가 혼재된 상반된 결과를 나타내고 있다(19,20). 적당량의 알코올 섭취는 뼈 손실을 감소시킨다는 보고(21)도 있고, 소량의 음주는 남성의 골절 예방에 도움이 된다는 보고도 있다(22). Jung 등(23)의 연구에서는 음주 습관과 골밀도와의 관련성이 없다고 보고하였으나 중등도 알코올 섭취 시, 골흡수지표인 CTx의 순환을 감소시킨다는 보고도 있다(24). 본 연구 결과 비음주군에서 BAP와 OC의 농도가 더 높게 나타나 골형성이 활성화되는 것으로 분석되었으나 음주 횟수에 따른 분석은 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 본 연구 대상자가 여성으로 남성보다 음주 횟수나 음주량이 더 적기 때문인 것으로 생각된다. 실제로 본 연구 대상자의 약 2/3는 평소 음주를 하지 않았고 음주를 하더라도 대부분이 월 2회 이하로 섭취하여 다량 섭취하는 경우는 적었다. 또한 술의 종류와 음주량이 상세하게 조사되지 않은 점은 본 연구의 제한점으로 생각되며 추후 연구에서는 더욱 세분화된 평가가 필요할 것으로 생각한다.

신체활동 및 운동은 골다공증의 예방과 골 재건을 결정하는 중요한 요인 중 하나로 알려져 있다(25-28). 2007년 발표된 골다공증 진단 및 치료 지침에서는 줄넘기와 같은 지표면 반응력의 2배 이상되는 체중 부하 운동이나 유산소 운동을 하루 30~60분 이상, 1주일에 3~5일 실시하면 뼈의 구조를 유지하거나 개선할 수 있다고 하였다(7). 12주의 제즈댄스 프로그램 시행 후 골대사지표의 변화를 측정된 연구에서는 제즈댄스 운동군에서 OC는 증가하였고 테옥시피리딘놀린

은 감소하여 골대사기능이 향상되었다고 보고하였다(29). 본 연구의 경우 신체 활동 정도에 따른 생화학적 골대사지표의 유의적인 차이가 없었다. 이는 생화학적 골대사지표들이 운동 종류, 운동 강도 및 운동 방법에 따라 다르게 변화할 수 있는데(29), 본 연구에서는 상기 내용을 포함한 신체 활동 정도에 대한 자세한 조사가 이루어지지 않은 것에 기인한다고 할 수 있겠다. 추후 연구에서는 하루 운동 시간, 주 운동 횟수, 운동 종류 등 자세한 조사를 통해 신체 활동 정도를 평가하여 분석해야 할 것으로 생각한다.

골밀도의 경우 골다공증에 대한 가족력이 있을 때 골밀도가 더 낮은 경향이 있으며 이에 대해서는 여러 연구들이 있다. Park 등(30)의 연구에 따르면 골다공증에 대한 가족력이 있는 아동은 대퇴경부의 골밀도가 유의적으로 낮았고 요추 골밀도 또한 낮은 경향을 보였다. 이외에도 아버지의 골밀도가 낮을 경우 아들의 골밀도가 낮을 위험은 3.8배, 어머니의 골밀도가 낮을 경우 딸의 골밀도가 낮을 위험은 5.1배라는 보고도 있었다(31). 본 연구 결과 골다공증에 대한 가족력이 있을 때 골형성지표인 BAP가 더 높았고 가족력이 있는 경우 일반적으로 골밀도가 낮으므로 조골세포의 활성을 통해 골형성을 촉진한다고 추정할 수는 있지만 이에 대한 연구가 없으므로 추후 연구가 필요할 것으로 생각한다.

여성의 경우 비교적 잘 유지되던 골량이 폐경이 되면 급격히 감소하게 된다. 이는 폐경 후 급격히 증가되는 골재형성 때문으로 알려져 있다(32). Riggs와 Melton(2)의 연구에 따르면 폐경 후 1~3년간은 골전환율이 상당히 증가하고 8~10년간은 점진적으로 감소한다. 폐경 전후 여성을 대상으로 한 여러 연구에서도 폐경 후 골밀도의 감소 및 골전환율 증가를 볼 수 있었다. Park 등(16)에 따르면 폐경 전과 비교해 폐경 후 여성에서 생화학적 골대사지표(ALP, OC, 테옥시피리디놀린)는 유의적으로 증가하였으며, 골밀도는 감소하였다. 또한 생화학적 골대사지표들은 폐경 여부와 양의 상관관계를 보이는 반면 골밀도와는 음의 상관관계를 보였다고 보고하였다. Won(33)의 연구에서도 폐경기간이 증가함에 따라 골밀도는 감소하고 BAP와 NTx의 농도는 증가하는 유사한 결과가 나타났다. 그리고 폐경 후 여성을 골밀도에 따라 정상, 골감소증, 골다공증으로 나누어 BAP와 NTx의 평균값의 변화를 분석한 결과, 폐경전과 비교하여 정상군의 변화는 비슷하게 나타났으나 골감소증군은 BAP가, 골다공증군 NTx의 변화가 더 컸다. 이는 건강한 폐경 후 여성은 골형성과 골흡수가 균형적으로 증가하나 골다공증이 있는 폐경 후 여성은 골형성보다 골흡수가 더 활성화 된 것이라 생각할 수 있다(34). 폐경 후 골다공증이 잘 발생하는 이유는 골재형성 과정 중 골흡수 작용이 골형성 작용을 따라잡지 못하여 골재형성의 평형이 골소실 쪽으로 기울어지기 때문인 것으로 설명할 수 있다(32).

본 연구에서는 폐경 전후 여성의 골흡수지표는 차이가 없었으나 골형성지표는 폐경 여성이 더 높았다. 이는 골손실이

골형성과 골흡수, 두 과정의 불균형 때문이다. 골손실은 골흡수지표의 증가뿐 아니라 소실된 골의 보충을 위해 골생성이 뒤따라 일어나 골형성지표도 함께 증가하게 된다(18). 이와 같은 이유로 본 연구 대상자 중 폐경 여성의 골형성지표 농도가 더 높았던 것으로 생각할 수 있다.

대상자들의 건강보조식품 섭취 여부에 따라서는 골대사지표와 골밀도의 차이가 나지 않았다. 한편 대상자들이 섭취하는 건강보조식품은 비타민 및 무기질 보충제가 44.4%, 홍삼제품이 14.8%, 오메가3 제품이 14.8%로 비타민 및 무기질 보충제가 가장 많았으며, 표에 제시하지는 않았지만 섭취한 건강보조식품 종류에 따라 비교하였을 때도 골대사지표 및 골밀도에 유의한 차이가 없었다.

본 연구에서는 비만을 판정하기 위해 BMI와 체지방률을 사용하였다. 일반적으로 BMI는 신장과 체중만 알면 쉽게 구할 수 있어 간단하다는 장점이 있지만 각 개인의 비만도를 단지 키와 몸무게의 상관관계로만 정의한다는 단점도 있다. 예를 들어 동일한 몸무게와 키를 가진 사람이면 체지방률이 많고 적음에 상관없이 똑같이 비만도가 판정된다는 문제점이 있다. 반면 체지방률은 체중에서 지방이 차지하는 비율로 비만을 더욱 정확하게 판정할 수 있지만 체성분 분석기와 같은 전문 기기가 필요해 상대적으로 일반인들이 쉽게 접하기 어려울 수 있다.

선행연구에 따르면 높은 체중 혹은 높은 BMI를 가질 경우 높은 골량을 가지고(34), 비만한 갱년기 여성은 정상 체중의 여성에 비해 골밀도가 높다는 보고(35)와 함께 골다공증 여성은 체지방량 및 근육량이 낮아 체지방 및 근육량이 많을수록 골밀도 보호효과를 갖는다고 보고하였다(36). 이는 체중이 골격계에 스트레스로 작용하여 스트레스가 작용되는 부위의 골형성세포의 활성도가 증가하여 골량이 증가할 것이라는 기전으로 설명하고 있다(36). 또한 여성의 경우 폐경으로 인해 에스트로겐의 분비량이 감소된다고 하더라도 지방조직이 많은 사람은 androstenedione으로부터 전환되는 estrone의 증가 및 sex hormone binding globulin(SHBG)의 감소에 의한 유리에스트라디올의 증가로 인해 높은 혈중 estrone과 estradiol의 농도를 유지하게 되므로 지방조직은 단순히 과체중에 의한 물리적 자극 역할보다는 androstenedione, estradiol, estrone, SHBG 등 지방조직에서 대사되는 호르몬 대사작용의 활성화를 통해 골밀도에 중요한 영향을 미칠 것으로 생각할 수 있다(37)고 하였다.

그러나 Park 등(38)과 Lee 등(39)의 연구에 따르면 저체중군을 제외하고는 비만도가 높아질수록 골다공증 위험도가 높아진다고 하였고, Koo와 Park(13)도 BMI가 증가할수록 골밀도 감소가 증가한다고 보고하였다. 본 연구에서는 정상군보다 비만군에서 골밀도가 더 낮게 측정되어 비만군은 골밀도가 더 낮아 골다공증의 위험도를 높인다는 연구와 유사하였다. 또한 비만군에서 BAP의 농도가 정상군에 비해 더 높았는데 이는 골손실이 일어날 때 골흡수지표의 증가뿐 아

나라 소실된 골의 보충을 위해 골생성이 뒤따라 일어나 골형성지표도 함께 증가하기 때문인 것으로 보인다(18).

비만과 생화학적 골대사지표 및 골밀도와의 관계는 연구에 따라 체지방량과 BMI 중 무엇을 기준으로 하느냐에 따라 모순적인 결과를 보이고 있고, 선행연구 중 BMI와 골밀도 혹은 BMI와 생화학적 골대사지표와의 관계는 다수 연구되었으나 체지방량과 생화학적 골대사지표의 관계에 대한 연구는 미흡한 편이다. 본 연구 결과 BMI와 체지방량에 따른 비만도의 분포가 상이하게 달랐고, 비만도에 따른 생화학적 골대사지표 분석 결과 또한 달랐기 때문에 앞으로의 연구에서는 비만의 기준을 무엇으로 할 것인지도 연구 결과에 중요한 영향을 끼칠 것으로 생각한다.

요 약

본 연구는 20대부터 50대까지의 광주, 전남에 거주하는 180명의 건강한 성인 여성을 대상으로 진행되었다. 골대사지표로 골형성지표인 BAP와 OC, 골흡수지표인 NTx를 측정하였으며 골밀도로는 T-score를 이용하였다. 일반적 특징으로 영향 요인으로 연령, 음주, 신체 활동량, 골다공증에 대한 가족력, 폐경, 건강기능식품 섭취 여부, BMI, 체지방량을 분석하였다. 연령에 따라 비교했을 때 BAP와 OC는 20대가 다른 나이군에 비해 낮았고 음주군은 비음주군에 비해 BAP가 더 높았다. 활동 정도에 따라서는 차이가 없었고 골다공증에 대한 가족력이 있는 군은 골다공증에 대한 가족력이 없는 군에 비해 BAP가 더 높았다. 또한 폐경군은 폐경 전군에 비해 BAP가 더 높았으며 건강보조식품 섭취 여부에 따라서는 생화학적 골대사지표나 골밀도의 차이가 없었다. BMI에 따라서는 생화학적 골대사지표 및 골밀도의 차이가 없었지만 체지방량에 따라 분류했을 때는 정상군에 비해 비만군의 BAP가 더 높았고 골밀도는 더 낮았다. 이상의 결과로 보아 노령군, 음주, 골다공증에 대한 가족력, 폐경, 비만이 있는 경우 골형성지표가 증가하였고 특히 비만군에서 골밀도가 낮은 것을 확인하였다. 따라서 골대사지표로 보았을 때, 한국인 여성들은 골 건강을 위해서 나이가 증가함에 따라 음주 및 비만 관리가 중요함을 시사하였다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 전남대학교 학술연구비의 지원에 의하여 연구되었음.

문 헌

1. Korean National Statistical Office 2009. *The statistics of life table*. Seoul, Korea.
2. Riggs BL, Melton LJ 3rd. 1986. Involutional osteoporosis. *N Engl J Med* 314: 1676-1686.
3. Kim HJ. 2004. Relationship between body composition and bone mineral density in postmenopausal women. *MS Thesis*. Ewha Womens University, Seoul, Korea.
4. Ministry of Health & Welfare. 2010. *The third Korea National Health & Nutrition Examination Survey (KNHANES IV)*. Seoul, Korea.
5. Ahn MH, Park DG, Lee DC, Seo JS, Kim SD, Ahn JC. 1993. An explorative study of the contributing factors in changes in bone density according to aging. *J Korean Orthop Assoc* 28: 2369-2379.
6. Kwon DJ, Yoo YO, Kim JH, Nah DJ, Kim JH, Lee JW, Kim SP. 1994. Pre- and postmenopausal bone mineral density of the spine in normal Korean women. *Korean J Obstet Gynecol* 37: 2395-2399.
7. Chung HY. 2008. Osteoporosis diagnosis and treatment 2007. *J Korean Endocr Soc* 23: 76-108.
8. Jung SH. 2009. Dietary intake and environmental factors of adults Korea affect the bone density. *MS Thesis*. Ewha Womans University, Seoul, Korea.
9. Arnaud CD. 1966. Osteoporosis—new techniques for screening, diagnosis, and clinical monitoring. *West J Med* 164: 441-442.
10. Melton LJ 3rd, Thamer M, Ray NF, Chan JK, Chesnut CH 3rd, Einhorn TA, Johnston CC, Raisz LG, Silverman SL, Siris ES. 1997. Fractures attributable to osteoporosis: report from the National Osteoporosis Foundation. *J Bone Miner Res* 12: 16-23.
11. Lee BK. 1991. A study on the ecological factors affecting bone mass density in post-menopausal women. *MS Thesis*. Han Yang University, Seoul, Korea.
12. Park SY. 2004. The influence of reproductive factor and life style factor in postmenopausal women's bone mineral density. *MS Thesis*. Daejeon University, Daejeon, Korea.
13. Koo JO, Park S. 2010. Analysis of BMI menopause, blood pressure and dietary habits affecting bone mineral density of 30~60 years women. *Korean J Community Nutr* 15: 403-414.
14. Son SM, Lim HS, Kim JH, Lee JH, Seo JS, Son JM. 2009. *Clinical Nutrition*. 4th ed. Kyomunsa, Paju, Korea. p 260-262.
15. Yeo JK, Oh HJ, Joo IW, Lee SJ, Kim JA. 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: 43-50.
16. Park HS, Oh HJ, Oh JK, Kim SY, Kim ES. 1996. Bone mineral density and biochemical markers in the pre and postmenopausal women. *Korean J Fam Med* 182: 454-461.
17. Garnero P, Sornay-Rendu E, Chapuy MC, Delmas PD. 1996. Increased bone turnover in last postmenopausal women is a major determinant of osteoporosis. *J Bone Miner Res* 11: 337-349.
18. Yang YS, Nam GN, Park JS. 2000. Changes of biochemical markers of bone turnover in pre-, peri- and postmenopausal women. *Korean J Obstet Gynecol* 43: 819-829.
19. Hannan MT, Felson DT, Dawson-Hughes B, Tucker KL, Cupples LA, Wilson PW, Kiel DP. 2000. Risk factors for longitudinal bone loss in elderly men and women: the Framingham Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res* 15: 710-720.
20. Huuskonen J, Väisänen SB, Kröger H, Jurvelin C, Bouchard C, Alhava E, Rauramaa R. 2000. Determinants of bone mineral density in middle aged men: a population-based study. *Osteoporosis Int* 11: 702-708.
21. Hansen MA, Overgaard K, Riis BJ, Christiansen C. 1991.

- Role of peak bone mass and bone loss on postmenopausal osteoporosis: 12 year study. *BMJ* 303: 961-964.
22. Ngugyen TV, Eisman JA, Kelly PJ, Sambrook PN. 1996. Risk factors for osteoporotic fractures in elderly men. *Am J Epidemiol* 144: 255-263.
 23. Jeong SW, Han SY, Kim KM, Lee SY, Kim YJ. 2000. The relationship between nutrient intakes and bone mineral density by use of a semiquantitative food frequency questionnaire. *J Korean Acad Fam Med* 21: 523-532.
 24. Sripanyakorn S, Jugdaohsingh R, Mander A, Davidson SL, Thompson RP, Powell JJ. 2009. Moderate ingestion of alcohol is associated with acute ethanol-induced suppression of circulating CTX in a PTH-independent fashion. *J Bone Miner Res* 24: 1380-1388.
 25. Mcguigan FE, Murray L, Gallagher A, Davey-Smith G, Neville CE, Van't Hof R, Boreham C, Ralston SH. 2002. Genetic and environmental determinants of peak bone mass in young man and women. *J Bone Miner Res* 17: 1273-1279.
 26. Sweezy RL. 1996. Exercise for osteoporosis is walking enough? The case for site specificity and resistive exercise. *Spine (Phila Pa 1976)* 21: 2809-2813.
 27. Baik EC, Kim SY, Cho HG, Choi E, Lee YG, Kweon IG. 1996. Exercise patterns and bone mineral density in women. *J Korean Acad Rehabil Med* 20: 194-199.
 28. Han SC. 1997. Relation of physical activity to bone mineral density of pre menopausal women in urban area. *MS Thesis*. Myoung Ji University, Seoul, Korea.
 29. Kwon SY. 2010. Effect of jazz dance on the bone markers, and energy metabolic regulation hormones 20' female. *PhD Dissertation*. Chonnam University, Gwangju, Korea.
 30. Park JN, Kim KH, Lee SS. 2004. A study of factors affecting bone mineral density in children: anthropometric measurements, socioeconomic factors, family history, and other environmental factors. *Korean J Nutr* 37: 52-60.
 31. Jouanny P, Guillemin F, Kuntz C, Jeandel C, Pourel J. 1995. Environmental and genetic factors affecting bone mass. Similarity of bone density among members of healthy families. *Arthritis Rheum* 38: 61-67.
 32. Kang MI, Kang BM, Ko JM, Kim KW, Kim KS, Kim DY. 2006. *Osteoporosis*. 3rd. Hanmibook, Seoul, Korea. p 205-215.
 33. Won KS. 1998. The correlation between bone mineral density and biochemical markers in postmenopausal women. *MS Thesis*. Ulsan University, Ulsan, Korea.
 34. Dargent-Molina P, Poitiers F, Bréart G. 2000. In elderly women weight is the best predictor of a very low bone mineral density: evidence from the EPIDOS study. *Osteoporos Int* 11: 881-888.
 35. Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Williams SM, Manning PJ. 2001. Bone mineral density and body composition in boys with distal forearm fractures: a dual-energy x-ray absorptiometry study. *J Pediatr* 139: 509-515.
 36. Gillette-Guyonnet S, Nourhashemi F, Lauque S, Grandjean H, Vellas B. 2000. Body composition and osteoporosis in elderly women. *Gerontology* 46: 189-193.
 37. Chung JE, Hwang SJ, Kim MJ, Song JY, Cho HH, Kwon DJ, Lew YO, Lim YT, Kim EJ, Kim JH, Kim JH, Kim MR. 2010. Relationship between body composition and bone mineral density in pre- and post-menopausal women. *J Korean Soc Menopause* 16: 29-38.
 38. Park SJ, Ahn Y, Min HS, Oh KS, Park C, Cho NH, Kim K. 2005. Osteoporosis prevalence of radius and tibia and related factors using multiple bone sites quantitative ultrasound measurement of the Korean health and genome study cohort women. *Korean J Community Nutrition* 10: 536-545.
 39. Lee SM, Kim Y, Youn KE, Park BJ. 2002. Reproductive history and hip fracture in the elderly women in Korea: a cohort study. *Korean J Prev Med* 35: 305-312.

(2012년 12월 6일 접수; 2013년 1월 18일 채택)