

폐경비만여성의 골밀도와 골대사 지표 및 식사의 질 상관성 조사

정연아¹⁾²⁾ · 김미성²⁾ · 신새론³⁾ · 한아름³⁾ · 서검석⁴⁾ · 손정민^{2)†}

¹⁾원광대학교병원 영양팀, ²⁾원광대학교 식품영양학과, ³⁾원광대학교병원 가정의학과,
⁴⁾원광대학교 의과대학 내과학교실, 소화기질환연구소

Relationship between Bone Mineral Density and Bone Metabolic Biochemical Markers and Diet Quality Index-International(DQI-I) in Postmenopausal Obese Women

Yeonah Jeong¹⁾²⁾, Misung Kim²⁾, Saeron Shin³⁾, Ahreum Han³⁾, Geomsuk Seo⁴⁾, Cheongmin Sohn^{2)†}

¹⁾Department of Nutrition Services, Wonkwang University Hospital, Iksan, Korea

²⁾Department of Food and Nutrition, Wonkwang University, Iksan, Korea

³⁾Department of Family Medicine, Wonkwang University Hospital, Iksan, Korea

⁴⁾Department of Internal Medicine, Digestive Disease Research Institute, Wonkwang University College of Medicine, Iksan, Korea

*Corresponding author

Cheongmin Sohn
Department of Food and Nutrition, Wonkwang University, 460 Iksandae-ro, Iksan, Jeonbuk 54538, Korea

Tel: (063) 850-6656
Fax: (063) 850-7301
E-mail: ccha@wku.ac.kr
ORCID: 0000-0003-0529-7037

Acknowledgments

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Science, ICT and Future Planning (project no.: NRF-2012R1A1A3012499).

Received: June 13, 2016

Revised: June 22, 2016

Accepted: June 22, 2016

ABSTRACT

Objectives: This study compared the differences of postmenopausal women's bone mineral density in relation to the degree of obesity, metabolism index and dietary factors that affect bone mineral density.

Methods: The subjects included in the study are 39 postmenopausal women of normal weight with body mass index less than 25 kg/m² and 32 postmenopausal who are obese. Anthropometry and biochemical analysis were performed and nutrient intakes and DQI-I were assessed.

Results: Normal weight women were 56.03 ± 3.76 years old and obese women were 58.09 ± 5.13 years old and there was no significant difference in age between the two groups. The T-score of bone mineral density was 0.03 ± 1.06 in normal weight women and -0.60 ± 1.47 in obese women and this was significantly different between the two groups (p<0.05). Blood Leptin concentration was significantly lower in normal weight women (6.09 ± 3.37 ng/mL) compared to obese women in (9.01 ± 4.99 ng/mL) (p<0.05). The total score of diet quality index-international was 70.41 ± 9.34 in normal weight women and 64.93 ± 7.82 in obese women (p<0.05). T-score of bone mineral density showed negative correlations with percentage of body fat (r = -0.233, p=0.05), BMI (r = -0.197, p=0.017), triglyceride (r = -0.281, p=0.020) and leptin (r = -0.308, p=0.011). The results of multiple regression analysis performed as the method of entry showed that with 22.0% of explanation power, percentage of body fat (β = -0.048, p<0.05), triglyceride (β=-0.005, p<0.05) and HDL-cholesterol (β=0.034, p<0.01), moderation of DQI-I (β=-0.231, p<0.05) affected T-score significantly.

Conclusions: The results of the study showed that obese women have less bone density than those with normal weight women. In addition, the factor analysis result that affect bone mineral density showed that intake of fat is a very important factor. Therefore, postmenopausal women need to maintain normal weight and manage blood lipid levels within normal range. They also need to take various sources of protein and reduce consumption of empty calorie foods that have high calories, fat, cholesterol and sodium.

Korean J Community Nutr 21(3): 284~292, 2016

KEY WORDS bone mineral density, bone metabolic markers, diet quality index-international, postmenopausal, obesity

서 론

최근 우리나라는 생활수준 및 환경의 변화와 생활습관의 서구화 등으로 인하여 비만 및 만성질환의 유병률이 증가되고 있다[1]. 2014년도 국민건강영양조사의 결과 체질량지수 25 kg/m²을 기준으로 한 중년 여성의 비만 유병률은 50대 29.3%, 60대 36.6%, 70대 이상 37.3%로 나이가 증가됨에 따라서 유병률이 증가되었으며, 비만과 관련된 만성질환인 고혈압, 고콜레스테롤혈증, 당뇨병 등의 유병률도 연령의 증가와 함께 증가되는 것으로 보고되고 있어 [2,3], 비만과 관련된 만성질환의 적극적인 관리가 요구되고 있다.

비만인에서 증가하는 지방세포는 이전까지는 에너지원을 축적하고 대사를 담당하는 세포로 인식되어 왔으나 내분비 기관으로써의 새로운 역할에 관심이 모아지고 있다. 간엽줄기세포로부터 공통으로 기원하는 지방세포와 조골세포는 지방세포에서 분비되는 adipocytokine인 렙틴과 아디포넥틴에 의해 서로 대사과정에 연관되어 있는 것으로 보고되고 있다 [4,5].

폐경 후 여성에 있어 에스트로겐 감소로 인하여 조골세포와 파골세포에 영향을 미쳐 골 교체율이 빨라지고, 골 흡수가 골 형성보다 높아 골 손실이 유발되고 [6], 2010년 국민건강영양조사 자료 분석 결과에서는 우리나라 50대 이상 여성의 골다공증 유병률은 34.9%, 65세 이상 여성에서는 57.6%로 나타났다 [7]. 호르몬 변화로 인한 체지방 증가는 골다공증의 발생위험도를 높이는 요인으로 보고되고 있다 [8]. 비만과 골밀도 관련 연구에서 전통적으로 비만인에서 골밀도가 높고 오히려 체중과 골밀도가 유의한 양의 상관성을 나타내는 것으로 알려져 있으나, 오히려 최근 연구에서는 비만도가 높을수록 골다공증 위험도가 높아지고 골밀도가 감소된다는 결과가 보고되고 있다. 폐경 여성을 대상으로 한 단면연구에서는 골밀도와 체중, 체질량지수가 양의 상관관계가 있다고 보고하였으나 [9-11], Global Longitudinal study of Osteoporosis in Women (GLOW)의 폐경 여성의 비만과 관련하여 메타 분석한 연구에서는 비만은 골절을 예방하는 인자가 아니며, 발목과 위쪽 다리 (upper leg)의 골절이 증가되는 것으로 상반된 연구 결과들이 보고되었다 [12]. 따라서 비만과 골다공증과의 심층 연구가 요구되어지는 시점이다.

골대사에는 성별, 영양상태, 신체활동, 내분비 상태 및 흡연, 음주 등 다양한 요인이 관계된다. 특히 영양 상태와 같이 수정 가능한 요인은 골량 최적화를 위한 중요한 중재요인으로 작용한다. 최근 식습관과 질병과의 관련성에 대한 연구에

서는 단일영양소나 몇가지의 식품으로는 질병 및 건강 위험요인을 설명함에 제한점이 있어 [13], 전체적인 식사의 균형이나 식사의 질을 평가하는 연구들이 보고되고 있다. 식사의 질을 평가하는 Diet Quality Index-International (DQI-I)는 영양소 및 식품섭취측면에서의 식사의 질 평가 이외에 식사의 다양성, 적정성, 절제성 및 균형성으로 식사의 질을 평가하는 것으로, 폐경 후 여성은 갱년기 증상의 심화와 삶의 질 저하가 식사의 질의 저하를 초래한다고 알려져 있어 전반적인 식사의 질 연구가 필요할 것으로 생각된다 [14].

따라서 본 연구에서는 폐경 여성을 대상으로 비만도에 따른 골밀도와 식사의 질과의 관계를 분석하여 향후 폐경 이후의 건강한 골 관련 질환의 예방을 위한 식생활 교육의 기초 자료를 제안하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 조사대상 및 기간

전라북도 소재 대학병원 건강증진센터에서 2013년 5월부터 12월까지 건강검진을 위하여 병원을 내원한 수진자 중 본 연구에 동의한 대상으로 조사를 실시하였다. 폐경기 여성의 정의는 마지막 월경이 있은 후 1년 이상 월경이 없는 자로 하였으며, 설문내용 및 검사결과가 부정확한 경우를 제외한 폐경 정상군 39명, 폐경 비만군 32명 총 71명을 대상으로 단면연구를 실시하였다. 본 연구는 원광대학교병원 임상시험심의위원회 (Institutional Review Board; IRB) 승인을 받아 시행하였다.

2. 신체계측, 골밀도 측정

대상자의 체중, 체지방률, 근육량 등의 신체구성성분은 자동신체계측기 (Inbody Co., Korea)을 이용하여 측정하였으며, 체질량지수 (Body Mass Index; BMI)는 체중 (kg)/신장 (m²)의 공식을 이용하여 계산하였다. 복부둘레는 줄자를 이용하여 장골능과 늑골의 하한선의 중간부위를 0.1 cm까지 측정하였다.

연구대상자들의 골밀도 측정은 골조직을 통과하는 초음파의 감소 속도를 이용하여 정량적 초음파법으로 측정하는 자동 골밀도 측정 장비 Osteo pro smart (BM Tech world wide Co., Korea)를 사용하였다.

3. 생화학적 검사 및 골대사 지표

혈액검사는 대상자에게 12시간 이상 공복상태를 유지시킨 상태에서 채혈하였으며, 정맥혈을 취하여 3,000 rpm으로 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 자동생화학분석

기(Mindray medical INC., China)을 이용하여 혈당, 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL-cholesterol, 칼슘을 분석하였다. LDL-cholesterol은 Friedewald 공식 [total cholesterol(mg/dL) - (HDL-cholesterol(mg/dL)) - TG(mg/dL)/5]으로 산출하였다(Friedewald 등 1972). C-terminal telopeptides of Type I collagen(Immunodiagnostic systems Ltd., Denmark), 오스테오칼신(Cusabio biotech Co., China), osteoprotegerin(Biovendor, Czech Republic)은 전용 kit를 이용하여 ELISA reader(Molecular devices, USA)로 분석하였다. 부갑상선호르몬, 렙틴, 아디포넥틴은 분석전문기관에 의뢰하여 분석하였다.

4. 식사조사 및 식사의 질 분석

식사조사는 24시간 회상법을 이용하여 훈련된 조사원이 일대일 면담을 통하여 실시하였으며, 식품 섭취량의 정확한 측정을 위하여 음식 모형을 이용하여 목측량을 추정하였다. 식이섭취량과 영양소 분석은 영양평가 프로그램인 Computer Aided Nutritional Analysis Program 4.0을 이용하였다.

식사의 질 평가는 Diet Quality Index-International (DQI-I)를 사용하였으며, 식사의 질 지수는 적정성(adequacy, 40점), 절제성(moderation, 30점), 다양성(variety, 20점), 균형성(overall balance, 10점)의 총 4가지 항목으로 구성되며, 총점은 4개의 항목을 합하여 0-100점으로 평가하였다. 본 연구의 자료는 2013년 조사된 자료이나, DQI-I의 평가 도구의 기준은 2015년 새로이 개정된 한국인 영양소 섭취기준의 50세 이상 성인 여성 자료와 한국지질·동맥경화학회의 이상지질혈증 치료지침에 준하여 설정하였다.

5. 통계 처리

본 연구를 통한 모든 자료 처리는 SPSS(Statistical Package for Social Science) 21.0을 이용하여 분석하였다. 수집된 자료는 평균±표준편차로 표시하였다. 체질량지수를 기준으로 정상군과 비만군의 차이 분석은 t-test로 검정하였다. 골밀도와 생화학 지표 및 식사의 질과의 상관성은 pearson's correlation coefficients로 분석하였다. 골밀도에 미치는 변인의 영향력을 알아보기 위해 나이, 체중, 신장, 식이보충제 복용 여부, 호르몬제 복용 여부를 보정한 후 부분 상관계수를 구하였다. 골밀도에 대한 영향력을 파악하기 위해 다중회귀분석(Multiple regression analysis)을 실시하였으며, 모든 통계적 유의수준은 p<0.05를 기준으로 하였다.

결 과

1. 조사 대상자의 신체 계측치

본 연구대상자의 신체계측 결과는 Table 1과 같다. 대상자의 나이는 정상군 56.03세, 비만군 58.09세로 유의한 차이가 없었다. 체질량지수는 정상군 22.31 kg/m², 비만군 26.46 kg/m²이며, 허리엉덩이둘레비(Waist-hip ratio)는 각각 0.86, 0.91로 정상군보다 비만군에서 유의적으로 높았다(p<0.05). 체구성 성분은 체지방률, 체지방량에서 모두 비만군에서 높게 나타났다(p<0.05).

2. 조사 대상자의 생화학 지표

일반 혈액검사 지표와 골대사 지표의 결과는 Table 2와 같다. 일반 혈액검사 결과 HDL-콜레스테롤은 정상군 56.38 ± 12.56 mg/dL, 비만군 54.65 ± 13.61 mg/dL(p<0.05)로 조사되었으며, 혈당과 부갑상선호르몬은 비만군에서 높은 경향이 나타났으나 통계적인 유의성은 나타나지 않았다. 렙틴은 정상군 6.09 ± 3.37 ng/mL, 비만군 9.01 ± 4.99 ng/mL(p<0.05)로 조사되었다. 골형성 표지자인 오스테오칼신은 정상군 15.33 ± 8.00 ng/mL, 비만군 10.97 ± 4.58 ng/mL(p<0.05), 골흡수 표지자인 C-terminal telopeptides of Type I collagen(CTX)는 정상군 0.36 ± 0.19 ng/mL, 비만군 0.53 ± 0.35 ng/mL(p<0.05)로 조사되었다. Osteoprotegerin(OPG)은 정상군 2.95 ± 2.39 pmol/L, 비만군 7.71 ± 2.79 pmol/L(p<0.05)로 비만군에서 높게 나타났다.

Table 1. Comparison of anthropometric measurements

Anthropometric	Normal (n=39)	Obese (n=32)	t
Age (years)	56.03 ± 3.76 ¹⁾	58.09 ± 5.13	-1.956
Height (cm)	157.74 ± 5.82	155.40 ± 5.81	1.684
Weight (kg)	55.65 ± 6.04	64.22 ± 6.25	-5.855*
Waist circumference (cm)	74.41 ± 5.23	81.78 ± 6.06	-5.494*
Body mass index (kg/m ²)	22.31 ± 1.58	26.46 ± 1.04	-13.206*
Body fat (%)	28.35 ± 4.01	35.55 ± 6.41	-5.775*
Fat mass (kg)	15.87 ± 3.31	22.31 ± 3.73	-7.693*
Lean body mass (kg)	39.78 ± 4.02	41.76 ± 3.91	-2.092*
Waist-hip ratio	0.86 ± 0.03	0.91 ± 0.04	-5.038*

1) Mean ± SD

*: p < 0.05 Significantly different between postmenopausal normal women and obese women by Student t-test

Table 2. Comparison of biochemical indices of subjects

Biochemical	Normal (n=39)	Obese (n=32)	t
Glucose (mg/dL)	89.46 ± 10.35 ¹⁾	94.18 ± 13.60	-0.032
Triglyceride (mg/dL)	113.53 ± 61.84	118.40 ± 61.05	-0.332
Total cholesterol (mg/dL)	212.94 ± 35.11	210.71 ± 35.34	0.265
HDL-cholesterol (mg/dL)	56.38 ± 12.56	54.65 ± 13.61	0.555*
LDL-cholesterol (mg/dL)	133.85 ± 32.14	132.38 ± 33.44	0.412
Parathyroid hormon (pg/ml)	29.43 ± 8.60	31.74 ± 8.29	-1.144
Adiponectin (μg/mL)	11.47 ± 7.29	11.03 ± 4.32	-0.304
Leptin (ng/mL)	6.09 ± 3.37	9.01 ± 4.99	-2.919*
Calcium (mg/dL)	9.47 ± 0.37	9.51 ± 0.41	-0.434
Osteocalcin (ng/mL)	15.33 ± 8.00	10.97 ± 4.58	2.735*
CTx (ng/mL) ²⁾	0.36 ± 0.19	0.53 ± 0.35	-2.451*
Osteoprotegerin (pmol/L)	2.95 ± 2.39	7.71 ± 2.79	-7.711*

1) Mean ± SD

2) CTx: C-terminal telopeptides of Type I collagen

*: p < 0.05 Significantly different between postmenopausal normal women and obese women by Student t-test

Table 3. Comparison of bone mineral density of subjects

Variable	Normal (n=39)	Obese (n=32)	t
T-score	0.03 ± 1.06 ¹⁾	-0.60 ± 1.47	2.116*
Z-score	1.69 ± 1.03	1.23 ± 1.52	1.514
Osteoporosis index	50.04 ± 4.69	46.63 ± 7.38	2.360*
Speed of sound	1,363.36 ± 9.33	1,357.60 ± 9.83	2.523*

1) Mean ± SD

*: p < 0.05 Significantly different between postmenopausal normal women and obese women by Student t-test

Table 4. Nutrient intakes compared to 1,000 kcal energy intake

Variable	Normal (n=39)		Obese (n=32)		t
Carbohydrate (g)	128.38 ±	73.16 ¹⁾	150.70 ±	80.44	-1.223
Protein (g)	28.45 ±	12.77	34.58 ±	27.32	-1.245
Fat (g)	16.28 ±	8.78	15.96 ±	9.74	0.149
Fiber (g)	12.84 ±	7.13	14.30 ±	7.64	-0.830
Calcium (mg)	260.08 ±	154.10	414.95 ±	802.84	-1.080
Na (mg)	2,082.44 ±	1,575.38	2,472.17 ±	1,398.08	-1.091
Vitamin A (ugRAE)	516.10 ±	370.62	699.91 ±	563.53	-1.649
Vitamin B ₁ (mg)	0.85 ±	2.75	0.77 ±	1.55	-1.707
Niacin (mgNE)	8.62 ±	1.02	8.98 ±	1.11	0.821*
Vitamin C (mg)	93.60 ±	225.81	93.08 ±	204.45	0.685
Vitamin D (ug)	1.39 ±	2.18	2.16 ±	4.35	-0.964
Vitamin E (mg)	6.41 ±	3.48	6.91 ±	3.22	-0.628
Vitamin K (ug)	122.21 ±	106.57	171.26 ±	159.73	-1.545

1) Mean ± SD

*: p < 0.05 Significantly different between postmenopausal normal women and obese women by Student t-test

2. 조사 대상자의 골밀도

대상자의 골밀도 측정 결과는 Table 3에 제시 하였다. T-score는 정상군에서 0.03±1.06, 비만군에서 -0.60±1.47으로 정상군에서 높게 나타났다(p<0.05). Osteoporosis Index(OI)는 정상군 50.04±4.69, 비만군 46.63±7.38(p<0.05), 골을 통과하는 초음파 속도인 Speed of Sounds(SOS)는 정상군 1363.36±9.33, 비만군 1357.60±9.83으로 정상군보다 비만군에서 유의적으로 낮았다(p<0.05).

3. 조사 대상자의 영양소 섭취 상태와 식사의 질

대상자의 영양소 섭취량을 1,000 kcal 대비하여 분석한 결과는 Table 4와 같다. 총 영양소 섭취량은 정상군과 비만군간의 유의한 차이를 보이지 않았으나, 니아신(p<0.05)에서 유의한 차이를 보였다.

대상자의 식사의 질 평가인 DQI-I 분석 결과는 Table 5와 같다. 다양성 항목에서 정상군은 15.35±3.32점, 비만군은 13.78±3.36점으로 조사되었으며(p<0.05), 다양성의 요소 중 단백질식품의 급원별 섭취정도의 항목에서는 정상군이 3.28±1.73점으로 비만군의 2.43±1.83점보다 점수가 높았다(p<0.05). 절제성의 총 점수는 정상군은 22.69±4.00점, 비만군은 20.62±4.55점으로 조사되었으며(p<0.05), DQI-I 총 합계 점수는 정상군 70.41±9.34점, 비만군 64.93±7.82점으로 정상군에서 유의적으로 높게 나타났다(p<0.01).

4. 골밀도와 신체계측 및 생화학 지표와의 상관관계

골밀도(T-score)와 신체계측 및 생화학 검사와 상관성

Table 5. Diet Quality Index-International (DQI-I)

Variable	Score ranges (points)	Normal (n=39)	Obese (n=32)	t
Variety	0 - 20	15.35 ± 3.32 ¹⁾	13.78 ± 3.36	1.977*
Overall food group variety	0 - 15	12.07 ± 2.43	11.34 ± 2.82	1.175
Within-group variety for protein source	0 - 5	3.28 ± 1.73	2.43 ± 1.83	1.993*
Adequacy	0 - 20	31.05 ± 6.41	29.62 ± 6.52	0.925
Vegetable group	0 - 5	3.82 ± 1.35	3.34 ± 1.45	1.429
Fruit group	0 - 5	2.87 ± 2.24	3.12 ± 2.25	-0.471
Grain group	0 - 5	3.71 ± 1.41	3.75 ± 1.10	-0.105
Fiber	0 - 5	4.38 ± 1.13	4.18 ± 1.22	0.700
Protein	0 - 5	4.84 ± 0.53	4.81 ± 0.59	0.250
Iron	0 - 5	4.79 ± 0.76	4.62 ± 0.94	0.838
Calcium	0 - 5	2.84 ± 1.32	2.37 ± 1.38	1.458
Vitamin C	0 - 5	3.76 ± 1.62	3.50 ± 1.62	0.693
Moderation	0 - 40	22.69 ± 4.00	20.62 ± 4.55	2.035*
Total fat	0 - 6	5.38 ± 1.40	5.15 ± 1.74	0.611
Saturated fat	0 - 6	5.53 ± 1.40	5.34 ± 1.65	0.525
Cholesterol	0 - 6	5.53 ± 1.46	4.81 ± 2.37	1.509
Sodium	0 - 6	0.76 ± 1.78	0.46 ± 1.34	0.787
Empty calorie foods	0 - 6	5.53 ± 1.09	4.96 ± 1.63	1.684
Overall balance	0 - 10	1.48 ± 1.93	1.00 ± 1.75	1.100
Macronutrient ratio (carbohydrate : protein : fat)	0 - 6	0.71 ± 1.41	0.37 ± 1.07	1.163
Fatty acid ratio (PUFA : MUFA : SFA) ²⁾	0 - 4	0.71 ± 1.25	0.43 ± 0.98	1.056
Total DQI-I Score	100	70.41 ± 9.34	64.93 ± 7.82	2.685**

1) Mean ± SD

2) PUFA: Polyunsaturated Fatty Acid, MUFA: Monounsaturated Fatty Acid, SFA: Saturated Fatty Acid

*: p < 0.05, **: p < 0.01 Significantly different between postmenopausal normal women and obese women by Student t-test

분석 결과는 Table 6과 같다. T-score는 체질량지수 ($r = -0.197, p < 0.05$), 중성지방 ($r = -0.281, p < 0.05$), 렙틴 ($r = -0.308, p < 0.05$)과는 음의 상관성이 나타났으며, HDL-콜레스테롤 ($r = 0.347, p < 0.01$)과는 양의 상관관계를 나타내었다.

5. 골밀도와 식사의 질과의 상관관계

골밀도 (T-score)와 식사의 질과의 상관분석은 Table 7과 같다. 골밀도 (T-score)와 상관성이 나타난 식사의 질 항목으로는 단백질 급원별 다양성 ($r = 0.277, p < 0.05$), 총 균형성 ($r = 0.276, p < 0.05$), 지방산 (PUFA : MUFA : SFA)의 섭취비율 ($r = 0.258, p < 0.05$)과는 양의 상관성이 나타났으며, 총 절제성 ($r = -0.305, p < 0.05$)과 절제성의 항목 중 총 지방산 ($r = -0.239, p < 0.05$)과는 음의 상관성이 나타났다.

6. 골밀도에 영향을 미치는 요인 분석

골밀도에 영향을 미치는 요인을 찾기 위해 다중회귀분석을 실시한 결과는 Table 8과 같다. 설명력은 22.0%로 체지방률 ($\beta = -0.048, p < 0.05$), 중성지방 ($\beta = -0.005, p < 0.05$),

Table 6. Correlation of bone mineral density (T-score) with related anthropometric and biochemical index

Variable	r	p
% Body fat	-0.233	0.050
Body mass index	-0.197	0.017
Triglyceride	-0.281	0.020
HDL-cholesterol	0.347	0.004
Leptin	-0.308	0.011
Adiponectin	0.160	0.194

Table 7. Correlation of bone mineral density (T-score) with related Diet Quality Index-International

Variable	r	p
Within-group variety for protein source	0.277	0.019
Moderation	-0.305	0.010
Total fat	-0.239	0.045
Overall balance	0.276	0.020
Fatty acid ratio (PUFA : MUFA : SFA)	0.258	0.030

식사의 질 중 총 절제성 항목은 ($\beta = -0.231, p < 0.05$) 음의 상관성이 나타났고, HDL-콜레스테롤은 ($\beta = 0.034, p < 0.01$) 양의 상관성이 나타났다.

Table 8. Multiple regression analysis on bone mineral density (T-score) by anthropometric and biochemical index and Diet Quality Index-International

Variable	r ²	β coefficient	p
% Body fat		-0.048	0.049
Triglyceride	0.220	-0.005	0.039
DQI-I(Moderation)		-0.231	0.040
HDL-cholesterol		0.034	0.003

Adjusted for age, weight, height, dietary supplement, hormonal replacement therapy

고 찰

본 연구는 폐경 후 여성을 대상으로 BMI 기준 25 kg/m² 미만의 정상군과 25 kg/m² 이상의 비만군으로 나누어 골밀도 차이와 골 대사 지표 및 식사의 질과의 관련성을 알아보고자 수행하였으며, 도출된 연구 결과는 폐경 후 여성의 골다공증 및 골 관련 질환 예방을 위한 영양교육의 기초자료를 제시하고자 한다.

골밀도에 영향을 미치는 요인들은 나이, 폐경, 호르몬, 체중, 체질량지수, 지방량, 근육량, 영양소 및 식이 섭취 상태 등이 관련 요인으로 보고되고 있다. 그중 폐경은 에스트로겐의 감소로 골흡수가 증가되고, 골 형성 기능이 감소되어 골 질량이 줄어든다. 또한, 폐경으로 인하여 체성분의 변화로 체내 지방량이 증가된다[15-17].

최근 골 관련 연구에서는 체내 지방량의 증가가 골밀도에 긍정적인 영향과 부정적인 영향을 주는 상반된 연구들이 보고되고 있다. 그중 골밀도에 긍정적인 영향을 주는 연구로는 베트남 폐경 여성을 대상으로 진행된 단면연구로 연령이 증가됨에 따라 체지방률이 증가되고, 지방량이 증가할수록 요추, 대퇴경부 등의 골밀도가 증가되는 것으로 조사되었다[18]. 일본 폐경 여성을 대상으로 진행된 연구에서도 총 지방량은 팔, 척추, 골반, 다리 등의 골밀도와 양의 상관성이 나타났으며[19], 폐경 여성을 대상으로 진행한 뉴질랜드의 단면연구에서도 지방량은 골밀도와 양의 상관성이 나타난 것으로 보고하였다[20]. 반면 중국 폐경 여성을 대상으로 시행된 단면연구에서 지방량이 많을수록 골미네랄 함량(bone mineral content)이 낮은 것으로 조사되었으며, 체지방률을 4군으로 구분하여 골다공증 발생 위험도 분석 결과 체지방률이 높을수록 골다공증의 발생 위험도가 높은 것으로 조사되었다[21]. 국내의 폐경 전·후 여성을 대상으로 분석한 결과에서도 나이가 증가됨에 따라 골다공증 발생 위험도가 증가하였고, 체질량지수를 4분위로 나누어 4분위가 가장 높음으로 나타낼 때 체질량지수가 1 kg/m² 증가할수록 요골

(1.07배), 경골(1.09배)의 골다공증 위험도가 증가하며, 허리둘레 1 cm가 증가할수록 요골(1.04배), 경골(1.05배)의 골다공증 발생 위험도가 증가하는 것으로 나타났다[22]. 또한, 국내 30-60대 여성을 대상으로 골밀도와 관련 요인을 분석한 연구에서는 골밀도와 체질량지수가 음의 상관성이 나타났다[23]. 본 연구에서는 폐경 미만 여성의 골밀도가 낮게 조사되었으며, 골밀도와 체지방률, 체질량지수가 음의 상관성이 나타나 중국인을 대상으로 시행된 연구와 국내의 여성을 대상으로 한 연구의 결과와 일치하였다.

이러한 현상의 관련기전으로는 지방세포와 조골세포가 모두 공통적인 간엽줄기세포로부터 기원함에 있어 지방세포와 조골세포가 대사기전에 서로 연관되어 있음을 나타내고 있다. 지방세포에서 분비되는 아디포카인 중 렙틴은 그 수용체가 연골세포와 조골세포에서 발현되며, 렙틴의 분비가 결핍된 ob/ob 마우스와 렙틴의 수용체가 결핍된 db/db 마우스에서 골밀도가 높게 나타났으며, ob/ob 마우스와 wild-type 마우스의 뇌실내에 렙틴을 투여하면 골흡수가 감소되어 골량이 소실되는 것으로 나타났다[24]. OPG는 파골세포를 형성하는 receptor activator of nuclear factor κ-B ligand(RANKL)에 길항하는 유인수용체로 골 재형성에 관여하는 골 표지자이다. 렙틴은 OPG의 mRNA를 증가시켜, RANKL과 receptor activator of NF-κB(RANK)의 결합을 방해하여 파골세포의 분화와 성숙을 억제하는 것으로 보고되고 있다[25,26]. 본 연구 대상자의 렙틴 농도는 정상군 6.09±3.37 ng/mL, 비만군 9.01±4.99 ng/mL로 골밀도가 낮은 비만군에서 렙틴의 농도가 높은 것으로 조사되어 선행 연구 결과와 일치하는 결과로 나타났다. 19세에서 50세 성인 여성을 대상으로 비만도에 따라 렙틴을 분석한 연구에서도 정상군에 비해 비만군에서 렙틴의 농도가 높게 조사되었다[27]. 본 연구에서도 OPG가 정상군 2.95±2.39 pmol/L, 비만군 7.71±2.79 pmol/L로 비만군에서 높게 나타났다. 이는 앞서 언급한 렙틴과 OPG 관련 선행 연구의 결과와 같이 렙틴이 OPG의 생성을 증가시켜 비만군에서 OPG의 농도가 높게 나타났으며, 이는 골대사에 영향을 주어 비만군에서 골밀도가 낮게 나타난 것으로 사료된다.

생화학적 골형성 표지자인 오스테오칼신은 국내의 성인 여성을 대상한 Ye의 연구에서는 연령이 증가할수록 오스테오칼신의 농도가 증가되는 것으로 조사되었으며, 폐경기인 40대에서 50대 사이에서 오스테오칼신의 농도가 상승되는 것으로 나타났다[28]. 중국 폐경 여성을 대상으로 시행된 연구에서는 복부비만을 기준으로 정상군에 비해 비만군의 오스테오칼신의 농도가 낮게 조사되었다[29]. 또한 한국 폐경 여성을 대상으로 대사증후군과 비 대사증후군을 구분하여 분

석한 연구에서는 폐경 대사증후군에서 오스테오칼신의 농도가 낮은 것으로 조사되었다[30]. 복부비만과 대사증후군 기준으로 폐경 여성의 오스테오칼신의 농도를 분석한 선행 연구결과는 비만군에 있어서 오스테오칼신의 농도가 낮게 나타난 본 연구 결과와 동일하게 나타났다.

개인의 영양 상태를 파악하기 위해서는 개인의 영양소 섭취의 과잉과 부족 등의 평가와 함께 전반적인 식사의 질의 평가도 필요하다. 본 연구의 식사의 질 평가 결과 비만군의 식사의 질이 정상군에 비해 낮은 것으로 조사되었다. 중국인 여성을 대상으로 식사의 질(DQI-I)과 골절 발생 위험도를 분석한 연구에서는 식사의 질의 총점을 4분위로 구분하여 총 식사의 질의 점수가 높은 4군의 고관절 골절(hip fractures)의 발생 위험도가 낮은 것으로 보고하였다[31]. 본 연구에서는 DQI-I를 이용하여 정상군과 비만군의 식사의 질을 평가하여 골밀도에 영향을 미치는 요인이 무엇인지 분석한 결과 골밀도와 식사의 질의 다양한 단백질 섭취, 균형성과 지방산 섭취가 양의 상관성이 나타났으며, 절제성 항목 중 총 지방산, 절제성 총합(총 지방산, 포화지방산, 콜레스테롤, 나트륨 및 empty calorie foods 섭취)은 음의 상관성이 나타났다. 이에, 칼슘섭취 뿐만 아니라 향후 폐경 여성의 식사 계획 시 동물성과 식물성 단백질을 고려하며, 지방산 섭취 시 그 비율을 맞추고, 과도한 포화지방, 콜레스테롤, 나트륨 등의 섭취와 첨가당의 함량이 높은 empty calorie foods 섭취를 지양하는 식이 자료가 필요한 것으로 사료된다.

본 연구의 골밀도에 영향을 미치는 식사의 요인과 생화학적 지표 분석 결과 골밀도와 혈중 중성지방, 식사의 질에서 절제성(지방관련 항목)이 음의 상관성을 나타냈으며, HDL-콜레스테롤이 증가 할수록 골밀도가 증가되는 요인으로 조사되었다. 본연구와 유사한 연구 결과는 일본 폐경 여성을 대상으로 한 연구로 오골과 대퇴경부 및 요추의 골밀도와 HDL-콜레스테롤과 양의 상관성이 나타났으며, 낮은 중성지방 농도는 폐경 여성의 척추 골절을 예방하는 요인으로 제시된바 있다[32]. 한국인 폐경 여성을 대상으로 시행된 연구에서도 대퇴골전자부(Trochanter) 골밀도와 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤이 음의 상관관계를 보인다고 하였다[33]. 내인성 콜레스테롤이 과골세포의 형성과 생존에 관여하며[34], 산화된 지질은 생체내에서 조골세포의 활성화와 골밀도 형성을 억제하는 것으로 추측하였다[35]. 이는 지질과 콜레스테롤이 골대사에 관여하는 것으로 본 연구의 결과에서 혈중 지질과 골밀도와의 관련성이 나타난 것을 설명할 수 있다. 또한 본 연구에서 골밀도는 혈중 지표 이외의 식사의 질의 평가의 절제성 항목 중 총 지방산과 절제성 총합(총 지방산, 포화지방산, 콜레스테롤, 나트륨 및 empty calorie

foods 섭취)과 관련성이 도출되었다. 이에 향후 폐경기 여성의 건강한 골 상태 유지를 위해서는 골형성 관련 영양소의 적절한 섭취와 더불어, 한국인 영양소 섭취기준에서 제시하는 적절한 지방산의 섭취 비율 유지와 과도한 지방의 섭취를 제한하는 내용의 식생활 교육이 이루어져야 할 것으로 생각되어 진다.

요약 및 결론

본 연구에서는 폐경 후 여성을 대상으로 골밀도와 식사의 질과의 관련성을 알아보고자 하였다. 체질량지수에 따라 25 kg/m² 미만인 정상군 39명과 25 kg/m² 이상의 비만군 32명, 총 71명을 대상으로 단면연구를 시행하였다.

1. 대상자의 평균 나이는 정상군 56.03±3.76세, 비만군 58.09±5.13세였으며 유의한 차이를 보이지 않았다. 체구성성분은 두 그룹간에 체지방률, 체지방량, 체지방량, 복부지방률이 모두 유의하게 비만군에서 높게 나타났다(p<0.05).

2. 렙틴은 정상군은 6.09±3.37 ng/mL, 비만군은 9.01±4.99 ng/mL 이었다(p<0.05). 오스테오칼신은 정상군에서 15.33±8.00 ng/mL, 비만군에서 10.97±4.58 ng/mL 이며, Osteoprotegerin의 평균 농도는 정상군 2.95±2.39 pmol/L, 비만군 7.71±2.79 pmol/L로 유의한 차이를 보였다(p<0.05).

3. 골밀도 측정 결과 T-score는 정상군에서 0.03±1.06 이고 비만군에서 -0.60±1.47로 조사되었다(p<0.05). Osteoporosis index는 정상군 50.04±4.69, 비만군 46.63±7.38, Speed of sound는 각각 1,363.36±9.33, 1,357.60±9.83으로 정상군보다 비만군에서 유의적으로 낮게 나타났다(p<0.05).

4. 식사의 질 평가인 DQI-I 분석 결과 다양성 항목에서 정상군은 15.35±3.32점, 비만군은 13.78±3.36점으로 조사되었으며, 다양성(variety)의 요소 중 단백질식품의 급원별 섭취정도의 항목에서는 정상군이 3.28±1.73점으로 비만군의 2.43±1.83점보다 점수가 높았다(p<0.05). 절제성(moderation)의 총 점수는 정상군은 22.69±4.00점, 비만군은 20.62±4.55점으로 조사되었으며(p<0.05), DQI-I 총 합계 점수는 정상군 70.41±9.34점, 비만군 64.93±7.82점으로 정상군에서 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05).

5. 골밀도(T-score)와 신체계측 및 생화학 검사와의 상관성 분석 결과 T-score는 체질량지수(r=-0.197, p<0.05), 중성지방(r=-0.281, p<0.05), 렙틴(r=-0.308, p<0.05)과는 음의 상관성이 나타났으며, HDL-콜레스테롤(r=0.347, p<0.01)과는 양의 상관관계를 나타내었다.

6. 골밀도(T-score)와 단백질 급원별 다양성 항목($r=0.277, p<0.05$), 총 균형성 항목($r=0.276, p<0.05$), 지방산(PUFA : MUFA : SFA)의 섭취비율 항목($r=0.258, p<0.05$)과는 양의 상관성이 나타났으며, 총 절제성 항목($r=-0.305, p<0.05$), 총 지방 항목($r=-0.239, p<0.05$)과는 음의 상관성이 나타났다.

7. 다중회귀분석을 통하여 골밀도(T-score)와의 관련요인에 대한 영향력을 파악한 결과, 설명력은 22.0%로 체지방률($\beta=-0.048, p<0.05$), 중성지방($\beta=-0.005, p<0.05$), 총 절제성 항목($\beta=-0.231, p<0.05$)은 음의 상관성이 나타났고, HDL-콜레스테롤은($\beta=0.034, p<0.01$)은 양의 상관성이 나타났다.

따라서 폐경이후 여성의 정상 수준의 골밀도 유지 및 골다공증 예방을 한국인 영양소 섭취기준에 부합되는 지방산 섭취와 비만 예방을 위한 체중 조절이 필요하며, 정상 수준의 혈중 중성지방과 HDL-콜레스테롤을 유지할 수 있는 혈중 지질 수준의 바람직한 관리를 위한 식사 조절이 필요 할 것으로 사료된다.

References

- Baik IK, Shin C. Association of daily sleep duration with obesity, macronutrient intake, and physical activity. *Korean J Community Nutr* 2011; 16(3): 315-323.
- Ministry of Health and Welfare and Korea Centers for Disease Control and Prevention. *Korea Health Statistics 2014: Korea National Health and Nutrition Examination Survey [KNHANES VI-2]* [internet]. 2015 [cited 2016 May 01]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
- Neeland IJ, Turer AT, Ayers CR, Powell-Wiley TM, Vega GL, Farzaneh-Far R et al. Dysfunctional adiposity and the risk of prediabetes and type 2 diabetes in obese adults. *JAMA* 2012; 308(11): 1150-1159.
- Meier U, Gressner AM. Endocrine regulation of energy metabolism: review of pathobiochemical and clinical chemical aspects of leptin, ghrelin, adiponectin, and resistin. *Clin Chem* 2004; 50(9): 1511-1525.
- Kershaw EE, Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89(6): 2548-2556.
- Christenson RH. Biochemical markers of bone metabolism: an overview. *Clin Biochem* 1997; 30(8): 573-593.
- Ministry of Health and Welfare and Korea Centers for Disease Control and Prevention. *Korea Health Statistics 2010: Korea National Health and Nutrition Examination Survey [KNHANES V-1]* [internet]. 2012 [cited 2016 May 01]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
- Park JY, Choi MY, Lee SH, Choi YH, Park YK. The association between bone mineral density, bone turnover markers and nutrient intake in pre- and postmenopausal women. *Korean J Nutr* 2011; 44(1): 29-40.
- Filip R, Raszewski G. Bone mineral density and bone turnover in relation to serum leptin, alpha-ketoglutarate and sex steroids in overweight and obese postmenopausal women. *Clin Endocrinol* 2009; 70(2): 214-220.
- Choi YH, Sung CJ. Effects of physiological factors and lifestyles on bone mineral density in postmenopausal women. *Korean J Nutr* 2007; 40(6): 517-525.
- Oh HJ, Lim CH, Chung HY, Han KO, Chang HC, Yoon HK et al. Effect of obesity on BMD in postmenopausal women. *Korean J Obes* 2000; 9(2): 122-127.
- Compston JE, Watts NB, Chapurlat R, Cooper C, Boonen S, Greenspan S et al. Obesity is not protective against fracture in postmenopausal women: GLOW. *Am J Med* 2011; 124(11): 1043-1050.
- Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* 2002; 13(1): 3-9.
- Kim S, Haines PS, Siega-Riz AM, Popkin BM. The Diet Quality Index-International (DQI-I) provides an effective tool for cross-national comparison of diet quality as illustrated by China and the United States. *J Nutr* 2003; 133(11): 3476-3484.
- Sipila S, Narici M, Kjaer M, Pollanen E, Atkinson RA, Hansen M et al. Sex hormones and skeletal muscle weakness. *Biogerontology* 2013; 14(3): 231-245.
- Czarkowska-Paczek B, Milczarczyk S. Age-related muscle mass loss. *Przegl Lek* 2006; 63(8): 658-661.
- Christenson RH. Biochemical markers of bone metabolism: an overview. *Clin Biochem* 1997; 30(8): 573-593.
- 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; DOI: 10.1186/1471-2474-11-59.
- Ijuin M, Douchi T, Matsuo T, Yamamoto S, Uto H, Nagata Y. Difference in the effects of body composition on bone mineral density between pre- and postmenopausal women. *Maturitas* 2002; 43(4): 239-244.
- 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.
- 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): 146-154.
- Park SJ, Ahn YJ, Min HS, Oh KS, Park C, Cho NH et al. 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 Nutr* 2005; 10(4): 536-545.
- Koo JO, Park SY. Analysis of BMI menopause, blood pressure and dietary habits affecting bone mineral density of 30-60 years women. *Korean J Community Nutr* 2010; 15(3): 403-414.
- Ducy P, Amling M, Takeda S, Priemel M, Schilling AF, Beil FT et al. Leptin inhibits bone formation through a hypothalamic relay: a central control of bone mass. *Cell* 2000; 100(2): 197-207.
- Burguera B, Hofbauer LC, Thomas T, Gori F, Evans GL, Khosla

- S et al. Leptin reduces ovariectomy-induced bone loss in rats. *Endocrinology* 2001; 142(8): 3546-3553.
26. Holloway WR, Collier FM, Aitken CJ, Myers DE, Hodge JM, Malakellis M et al. Leptin inhibits osteoclast generation. *J Bone Miner Res* 2002; 17(2): 200-209.
27. Lee MY, Kim JH. Comparison of serum insulin, leptin, adiponectin and high sensitivity C-reactive protein levels according to body mass index and their associations in adult women. *Korean J Community Nutr* 2011; 16(1): 126-135.
28. Yeo JK, Lee SJ, Joo IW, Kim JA, Oh HJ. 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* 2008; 6(1): 43-50.
29. Yang R, Ma X, Pan X, Wang F, Luo Y, Gu C et al. Serum osteocalcin levels in relation to metabolic syndrome in Chinese postmenopausal women. *Menopause* 2013; 20(5): 548-553.
30. Bae SJ, Choe JW, Chung YE, Kim BJ, Lee SH, Kim HY et al. The association between serum osteocalcin levels and metabolic syndrome in Koreans. *Osteoporosis Int* 2011; 22(11): 2837-2846.
31. Zeng FF, Xue WQ, Cao WT, Wu BH, Xie HL, Fan F et al. Diet-quality scores and risk of hip fractures in elderly urban Chinese in Guangdong, China: a case-control study. *Osteoporosis Int* 2014; 25(8): 2131-2141.
32. Yamaguchi T, Sugimoto T, Yano S, Yamauchi M, Sowa H, Chen Q et al. Plasma lipids and osteoporosis in postmenopausal women. *Endocr J* 2002; 49(2): 211-217.
33. Cui LH, Shin MH, Chung EK, Lee YH, Kweon SS, Park KS et al. Association between bone mineral densities and serum lipid profiles of pre- and post-menopausal rural women in South Korea. *Osteoporosis Int* 2005; 16(12): 1975-1981.
34. Luegmayer E, Glantschnig H, Wesolowski GA, Gentile MA, Fisher JE, Rodan GA et al. Osteoclast formation, survival and morphology are highly dependent on exogenous cholesterol/lipoproteins. *Cell Death Differ* 2004; 11(Suppl 1): S108-118.
35. Parhami F, Demer LL. Arterial calcification in face of osteoporosis in ageing: can we blame oxidized lipids? *Curr Opin Lipidol* 1997; 8(5): 312-314.