韓國營養學會誌 39(5) : 485~493, 2006

폐경 후 여성의 골밀도에 따른 영양소 섭취상태와 혈청 구리, 아연, 망간 함량에 관한 연구

최 윤 희§ · 승 정 자

숙명여자대학교 식품영양학과

A Study on Nutrient Intakes and Serum Levels of Copper, Zinc and Manganese in Korean Postmenopausal Women with Different Bone Mineral Density

Choi, Yun-Hee§ · Sung, Chung-Ja

Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the relationships among nutrient intakes, BMD, serum copper, zinc and manganese contents in Korean postmenopausal women residing in Seoul and Kyunggi-do. Nutrient intakes analyses and anthropometric measurements were performed for 64 postmenopausal women. Also, fasting blood samples were collected. The BMDs of the lumbar spine (L2−L4) and femoral neck were measured by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA). Subjects were classified into three groups: osteoporosis (T-score ≤ −2.5, n = 20), osteopenia (−2.5 < T-score ≤ −1, n = 24), and normal (T-score > −1, n = 20). The results are summarized as follows: the mean age, height and weight were 62.1 yrs, 153.8 cm, and 56.1 kg, respectively, with no significant difference among three groups. On the other hand, the mean BMI (23.7 g/m^2) of normal group was significantly higher than those of other two groups. The mean energy intake was 1,395.3 kcal (77.5% of Dietary referance intakes for koreans (KDRIs)). The average daily intakes of vitamin B_2, calcium and zinc did not reach KDRIs. The mean intakes of iron, copper, zinc and manganese were 10.9 mg, 1.6 mg, 7.8 mg and 5.1 mg respectively, with no significant difference among three groups. The mean serum levels of copper, zinc and manganese were 96.4 mg/dl, 91.5 mg/dl and 39.5 ng/dl, respectively with no significant differences among three groups. The BMD of lumbar spine showed a significantly negative correlation intakes of animal protein, fat and iron intakes after adjusting for age, BMI. However, the BMD of lumbar spine was not significantly correlated with animal iron intakes after adjusting for animal protein, and fat intakes, indicating animal food intake is a possible confounding factor. Proper intakes of vitamin B_2, vitamin C are required to protect osteoporosis in postmenopausal women. These results suggest that excessive animal food intakes may have adverse effect on bone mineral density. Further studies are necessary to elucidate the role of serum minerals in BMD. (*Korean J Nutrition* 39(5): 485~493, 2006)

KEY WORDS : osteoporosis, bone mineral density (BMD), osteopenia, serum Cu, Zn, Mn.

서 론

의학기술의 발달과 경제 수준의 향상은 인간의 평균 수명을 연장시켜 전 세계적으로 노인 인구가 증가하고 있는 추세이다. 통계청 보고에 의하면 2000년 전체 인구 중 65세 이상인 노인 인구의 비율이 7%에 이르렀고 2022년에는 14%가 될 것으로 추정하였다.[1] 따라서 최근 노년기의 삶의 질이 중요한 문제로 대두되고 있으며 이를 위해 노인의 건강 문제와 영양에 대한 관심이 증가하고 있다.

폐경 후 여성들은 미각 변화와 우울증 등의 생리적, 정신적 변화로 인한 식욕 감퇴로 식품 섭취량이 감소하기 때문에 영양상태가 저하되고,[2] 특히 미량 영양소가 부족 될 수 있다. 미량 무기질은 콜라겐의 합성과 골격 구조형성에 관여하는 여러 단백질들의 metalloenzymes로서 골격의 질적 유지에 중요하다고 보고 되고 있다.[3] 그러므로 골격 건강을 위한 적절한 영양 뿐 만 아니라 폐경 후 골 손실을 최소화하기 위한 영양의 중요성이 제시되고 있다. 특히 골밀도는 다양한 무기질과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있는데 지금까지 우리나라에서 폐경 후 여성을 대상으

접수일 : 2006년 6월 29일
채택일 : 2006년 7월 15일
§To whom correspondence should be addressed.
E-mail : cyhee99@hanmail.net

© 2006 The Korean Nutrition Society

로 골밀도와 무기질과의 상관성을 연구한 보고는 칼슘과 인에 관련된 일부 보고[4,5]에 그치고 있다. 그러나 최근 칼슘과 인 뿐 만이 아니라 식이와 혈액중의 구리, 아연, 망간 등의 미량 무기질이 골밀도와 상관관계가 있다는 연구가 일부 보고 되고 있다.[6,7] 한편 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구에서 골다공증군의 열량 영양소 및 칼슘, 아연, 구리, 망간 등의 섭취량은 정상군과 차이가 없었다고 하였다.[8] 또한 노인 여성을 대상으로 한 실태조사에서 아연의 섭취량은 전완의 골무기질 함량과 유의적인 양의 상관성이 나타났다.[9] 남자 노인을 대상으로 한 연구에서 혈중 아연, 구리 함량이 골절 환자들과 정상군 간에 차이가 없었다는 보고[10]와 폐경 후 골다공증군의 혈청 구리와 아연의 농도가 정상인에 비해 유의적으로 낮았다는 보고[11]가 있다. 이와 같이 폐경 후 여성들의 골밀도에 따른 일상 식사에서의 영양 상태와 식사와 혈액의 무기질 함량을 비교 분석하는 종합적인 연구가 필요시 되고 있으나 이에 대한 연구는 매우 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 골밀도에 영향을 미치는 것으로 알려진 구리, 아연, 망간의 영양상태와 골밀도와의 관계를 종합적으로 비교 분석하고자 한다. 이를 위해 일부 폐경 후 여성을 대상으로 골밀도 분류에 따라 골다공증군, 골감소군, 정상군으로 구분하여 영양소 섭취 상태를 살펴보았다. 또한 일상 식이와 혈액 분석을 통하여 골다공증과 관련 있는 미량 무기질인 구리, 아연, 망간의 영양상태를 측정하고 그들의 상관성에 대해 알아보고 이를 토대로 폐경 후 여성의 골다공증 예방을 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 서울과 경기도 일부 지역에 거주하는 54~80세 폐경 후 여성 223명에 대해 먼저 골밀도를 측정하여 폐경 후 손실이 가장 큰 부위인 요추[12]를 기준으로 분류하였다. 이때 WHO에서 성인 여성을 위해 제시된 기준에 근거하여 정상군 (normal group; T-score > -1), 골감소군 (osteopenia group; $-2.5 < T\text{-score} \leq -1$), 골다공증군 (osteoporosis; T-score ≤ -2.5)의 세 군으로 구분하였다. 그 중 골밀도에 영향을 미칠 것으로 예상되는 갑상선 질환, 신장질환, 여성 호르몬 치료, 난소 및 자궁 적출, 음주, 흡연, 고혈압, 당뇨병등 만성질환이 있는 여성을 제외한 64명중 골다공증군 20명, 골감소군 24명, 정상군 20명을 연구 대상자로 선정 하였다.

2. 신체 계측

신장과 체중은 신체 자동 계측기 (Fatness measuring system, DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여, 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 측정하였다. 측정한 신장과 체중을 이용하여 체질량지수 (BMI; Body Mass Index=체중 (kg)/[신장 (m)]^2)를 산출하였다. 체지방 함량 (body fat %), 제지방 함량 (LBM, lean body mass)과 총 수분 함량 (TBW, total body water)은 체지방 측정기 (Bio-electrical impedence analyzer, TBF-105 TANITA, Japan)를 사용하여 연령과 신장을 기준으로 측정하였다. 허리 둘레와 엉덩이 둘레는 줄자를 이용하여 측정하였고 이를 기준으로 허리와 엉덩이 둘레 비율을 산출하였다. 혈압은 자동혈압기 (Fully automatic blood pressure monitor, BP-750A, NISSEI, Japan)를 사용하여 수축기 혈압과 확장기 혈압을 측정하였다.

3. 골밀도 측정

연구 대상자들의 골밀도는 폐경후 가장 대사율이 높고 여러 관련 요인들과 상관관계가 높은 요추 (lumbar spine, L2-L4)와 대퇴 경부 (femoral neck) 두 부위를 DEXA (Duel Energy X-ray Absorptiometry, ESLIPSE, Norland, USA)로 측정하였다.

4. 식사 섭취 조사 및 영양소 섭취량 분석

식사 섭취 조사는 훈련된 조사원의 지도 하에 일대일 면접을 통해 이루어졌으며, 24시간 회상법을 이용하여 주중 2일과 주말 1일을 포함한 3일간의 영양소 섭취 상태를 조사하였다. 섭취한 음식의 양을 정확하게 파악하기 위하여 식품 모델을 전시한 후 이를 이용하여 음식량을 측정하였다. 1일 영양소 섭취량 분석은 영양 평가 프로그램 (Can-Pro Computer Aided Nutritional analysis program for Professionals)을 이용하여 산출하였다. 구리, 아연, 망간 섭취량 분석은 한국[13]과 일본[14] 및 독일[15]의 식품성분표를 이용하였다.

5. 혈액 채취 및 분석

공복 상태에서 진공 채혈관을 이용하여 정맥혈 10 ml를 채취하여 2,500 rpm에서 15분간 원심분리한 후 혈청을 얻어 분석하였다. 혈청 구리, 아연 및 망간 함량은 ICP (Trace Scam Su Scan Advantage, Thermo Jarrel Ash, USA)를 이용하여 측정하였다.

6. 통계 분석

본 실험에서 얻은 모든 결과는 평균과 표준편차를 구하였고 골밀도에 따른 정상군, 골감소군, 골다공증군간의 신

체계측, 영양소 섭취상태, 혈액 분석 등의 모든 변수는 SAS (Statistical Analysis System) program을 이용하여 분산분석 (ANOVA, One- way Analysis of Variance)과 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정 하였다. 또한 모든 변수들 사이의 상관 관계는 Pearson's correlation coefficient (r)로 유의성을 검정 하였다.

결과 및 고찰

1. 일반사항

본 연구 대상자의 신체 계측 사항을 살펴본 결과는 Table 1과 같다. 평균 연령은 62.1세, 평균 신장은 153.8 cm로, 골밀도에 따른 세 군간에 유의적인 차이가 없었다. 평균 체중은 56.1 kg이었으며 골다공증군 (49.9 kg)은 골감소군 (56.8 kg)과 정상군 (61.4 kg)보다 유의적으로 낮아 세 군간에 유의적인 차이를 보였다 ($p<0.001$). 이는 본 연구와 같은 연령대 (60~64세)인 농촌 여자 노인을 대상으로 Lim 등[16]이 보고한 152.9 cm, 57.1 kg과 비교해 보면 본 연구 대상자의 평균 신장은 컸으나 체중은 적었다. 체질량지수 (BMI)는 23.7 kg/m^{2}로 정상 범위 (20~25)에 속했으며 세 군간에 유의적인 차이 ($p<0.001$)가 나타났다. 골다공증군의 체중, 체질량 지수, 체지방 함량은 골감소군과 정상군에 비하여 모두 유의적으로 낮게 나타났는데 ($p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.05$), 이러한 결과는 일반적으로 체중은 골격 전체에 기계적인 하중을 주어 골밀도의 변화에 영향을 미친다고 한 여러 연구[17-19]와 일치한다. 마찬가지로 Lee와 Yu[5]는 폐경 이전 여성을 대상으로 한 연구에서 피하 지방이 적으면 골밀도 감소가 나타나고 반면, 비만자에서는 피하 지방이 골격에 하중을 가하여 골 손실이 적다고 보고 했는데 본 연구에서도 체중과 요추 및 대퇴 경부 골밀도 모두와 유의적인 양의 상관성 ($p<0.001$)을 나타내어 이러한 결과를 뒷받침 해주고 있다.

평균 허리 둘레는 80.5 cm이었으며 골다공증군 (76.8 cm)은 골감소군 (82.7 cm)과 정상군 (82.7 cm)에 비해 유의적으로 낮았다 ($p<0.01$). 평균 엉덩이 둘레도 96.4 cm로 역시 세 군간에 유의적인 차이 ($p<0.001$)를 보여 골다공증군 (92.5 cm)이 골감소군 (97.4 cm)과 정상군 (99.0 cm)보다 낮았다. 체지방율, 제지방율, 체수분율도 세 군간에 유의적인 차이가 있었다 ($p<0.05$). 비만 여성의 대퇴골과 요추의 골밀도는 비만 하지 않은 여성에 비해 유의하게 높았으며, 대퇴골 골절률도 매우 낮은 것으로 보고 되었다.[20] 이는 비만한 여성의 지방조직에서 전환되는 에스트로젠의 활성형이 증가하기 때문에 골밀도 감소를 막기 때문일 것이라고 밝혀져 있으나,[21] 아직 체지방이 골대사에 미치는 기전은 명확하지 않다.

평균 수축기 혈압은 139.5 mmHg이었으며 평균 이완기 혈압은 84.8 mmHg로 세 군간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. WHO의 정의에 따라 수축기 혈압이 140 mmHg 이상이거나 이완기 혈압이 90 mmHg 이상인 경우를 고혈압이라 할 때, 본 연구 대상자의 혈압은 정상 범위에 속했다. 이러한 결과는 폐경 후 여성을 대상으로 한 Sung 등[22]의 146.1 mmHg, 85.2 mmHg과 비교해 보면 수축기 혈압은 다소 낮은 편이나 이완기 혈압은 거의 유사한 수준을 나타냈다.

이상을 종합하여 볼 때 체중과 체질량지수는 여러 연구

Table 1. Anthropometric measurements in subjects with different bone mineral density

Variables	Total (n = 64)	Osteoporosis (n = 20)	Osteopenia (n = 24)	Normal (n = 20)
Age (yrs)	62.1 ± 7.7[1)]	64.7 ± 6.3	62.6 ± 8.0	58.9 ± 7.8
Height (cm)	153.8 ± 5.4	151.8 ± 6.4	154.2 ± 4.5	155.2 ± 4.8
Weight (kg)	56.1 ± 7.5	49.9 ± 5.7^{c}[2)]	56.8 ± 5.5^{b}	61.4 ± 6.9^{a***}[3)]
BMI (kg/m^2)	23.7 ± 2.8	21.7 ± 2.1^{c}	23.9 ± 2.1^{b}	25.5 ± 2.9^{a***}
Waist (cm)	80.5 ± 6.6	76.8 ± 5.7^{b}	82.7 ± 5.8^{a}	82.7 ± 6.6^{a**}
Hip (cm)	96.4 ± 5.4	92.5 ± 4.4^{b}	97.4 ± 4.7^{a}	99.0 ± 5.1^{a***}
WHR	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.9 ± 0.0	0.8 ± 0.1
Body fat (%)	33.4 ± 5.9	30.9 ± 5.9^{b}	33.6 ± 4.9^{ab}	35.7 ± 6.3^{a*}
LBM (%)	66.6 ± 5.9	69.2 ± 5.9^{a}	66.4 ± 4.9^{ab}	64.3 ± 6.3^{b*}
TBW (%)	48.6 ± 4.3	50.5 ± 4.3^{a}	48.5 ± 3.6^{ab}	46.9 ± 4.6^{b*}
SBP (mmHg)	139.3 ± 23.6	141.4 ± 24.1	138.5 ± 22.9	138.0 ± 24.9
DBP (mmHg)	84.8 ± 14.7	80.1 ± 18.3	85.3 ± 11.6	89.0 ± 13.4

[1)]Mean ± SD (Standard Deviation)
[2)]Means with superscripts (a > b > c) within a row are significantly different from each other at $\alpha = 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test
[3)]Significantly different between groups as determined by ANOVA test
*: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$

보고와 같이 골밀도에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 지나친 비만도의 증가는 고혈압, 당뇨병, 심혈관질환 등 만성질환의 위험을 높일 수 있으므로 폐경 후 여성에서 골다공증을 포함한 만성질환의 예방을 위해 적정체중의 유지가 중요한 것으로 판단된다.

2. 식사 섭취 조사

1) 열량 및 일반 영양소 섭취량

연구 대상자의 열량 및 일반 영양소 섭취량은 Table 2와 같다. 평균 식품 섭취량은 963.9 g이었으며 골다공증군은 887.9 g, 골감소군은 939.8 g, 정상군은 1,068.8 g으로 정상군의 섭취량이 가장 많았으나 세 군간에 유의적인 차이는 없었다. 평균 열량 섭취량은 1,395.3 kcal로 KDRIs[23]의 77.5%이었으며 골다공증군은 1,285.5 kcal, 골감소군은 1,414.3 kcal, 정상군은 1,482.3 kcal로 골밀도가 높아질수록 열량 섭취량이 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 이는 Lee와 Yu[5]의 50세 이상 농촌 성인 여성에서의 1,675.8 kcal (KDRIs의 93.1%)에 비해 낮은 수준이었다.

평균 단백질 섭취량은 51.6 g으로 KDRIs의 권장섭취량 45 g보다 많았으며 세 군간에 유의적인 차이는 없었다. 동물성 단백질, 탄수화물 섭취량도 세 군간에 유의적인 차이가 없었다. 반면에 동물성 지방 섭취량은 골다공증군은 8.56 g, 골감소군은 4.17 g, 정상군은 5.72 g으로 세 군간에 유의적인 차이를 보여 ($p < 0.05$), 골다공증군이 다른 두 군에 비해 높은 수준이었다. 식물성 지방 섭취량은 정상군이 골다공증군과 골감소군에 비해 높아 유의적인 차이가 나타났다 ($p<0.05$).

나트륨과 칼륨의 평균 섭취량은 각각 3,864.1 mg, 2,374.5 mg이었으며 세 군간에 유의적인 차이는 없었다. 그러나 본 연구에서 나트륨 섭취량은 골다공증군과 골감소군이 정상군에 비해 높게 나타났다. 22~47세 폐경 전 여성과 45~70세 폐경 후 여성을 대상으로 고 나트륨식이 (300 mmol/day)와 저 나트륨식이 (50 mmol/day)를 1주일간 섭취시켜 골밀도와의 관련성을 살펴 본 연구에서도 폐경 후 여성

Table 2. Mean daily energy and nutrient intakes in subjects with different bone mineral density

Nutrient intakes	Total (n = 64)	Osteoporosis (n = 20)	Osteopenia (n = 24)	Normal (n = 20)
Food (g)	963.9 ± 287.0[1]	887.9 ± 249.5[b2]	939.8 ± 310.2[ab]	1068.8 ± 275.5[a]
Energy (kcal)	1395.9 ± 383.4	1285.5 ± 345.4	1414.3 ± 409.2	1482.3 ± 379.7
Protein (g)	51.6 ± 16.8	50.2 ± 17.6	54.0 ± 19.1	50.2 ± 13.3
Animal protein	13.7 ± 11.0	17.1 ± 15.9	11.8 ± 8.9	12.5 ± 6.1
Plant protein	37.9 ± 13.3	33.1 ± 9.0[b]	42.2 ± 17.2[a]	37.7 ± 10.0[ab]
Fat (g)	26.6 ± 13.2	23.4 ± 9.3	26.1 ± 11.1	30.2 ± 17.8
Animal fat	6.0 ± 5.6	8.6 ± 7.8[a]	4.2 ± 4.2[b]	5.7 ± 3.5[ab*3]
Plant fat	20.5 ± 12.7	14.9 ± 4.8[b]	22.0 ± 10.4[ab]	24.5 ± 18.1[a*]
Carbohydrate (g)	239.3 ± 65.5	219.1 ± 57.3	243.1 ± 69.2	255.1 ± 66.4
Fiber (g)	6.5 ± 2.5	5.7 ± 2.1	6.8 ± 2.9	6.8 ± 2.3
Ash (g)	17.4 ± 6.0	16.8 ± 4.3	17.6 ± 7.1	17.7 ± 6.3
Vitamin A (μgRE)	661.7 ± 772.9	508.8 ± 329.1	625.0 ± 391.9	858.7 ± 1272.6
Retinol (μg)	29.3 ± 38.6	29.1 ± 31.1[ab]	15.0 ± 18.0[b]	46.8 ± 54.7[a*]
Carotene (μg)	2977.1 ± 1886.4	2690.0 ± 1689.7	3523.6 ± 2340.5	2608.5 ± 1306.2
Vitamin B_1 (mg)	1.0 ± 0.3	0.9 ± 0.3	1.0 ± 0.4	1.1 ± 0.3
Vitamin B_2 (mg)	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.2[b]	0.6 ± 0.2[ab]	0.7 ± 0.2[a]
Niacin (mg)	12.2 ± 4.4	11.6 ± 4.4	12.4 ± 4.3	12.6 ± 4.6
Vitamin C (mg)	114.5 ± 65.6	97.8 ± 40.9	108.5 ± 67.7	138.5 ± 78.1
Cholesterol (mg)	93.6 ± 92.1	103.4 ± 92.4	64.0 ± 53.8	119.5 ± 119.1
Sodium (mg)	3864.1 ± 1487.3	3920.7 ± 1027.1	3978.1 ± 1948.8	3670.8 ± 1273.9
Potassium (mg)	2374.5 ± 789.7	2186.5 ± 700.3	2413.4 ± 871.9	2515.9 ± 772.5
Iron (mg)	10.9 ± 4.5	9.6 ± 3.2	11.5 ± 5.4	11.4 ± 4.3
Animal iron	1.4 ± 1.0	1.9 ± 1.4[a]	1.1 ± 0.7[b]	1.4 ± 0.7[ab]
Plant iron	9.6 ± 4.4	7.9 ± 2.9	10.6 ± 5.4	10.2 ± 4.0

[1] Mean ± SD (Standard Deviation)
[2] Means with superscripts (a > b) within a row are significantly different from each other at $\alpha = 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test
[3] Significantly different between groups as determined by ANOVA test
*: $p<0.05$

은 고 나트륨식이 섭취 시 골용해가 저 나트륨식이 섭취 때보다 증가했다는 보고[24]가 있다. 그러므로 골다공증 여성의 나트륨 섭취를 줄이기 위한 영양지도가 요구되는데 이러한 현상은 대상자들의 식생활 형태가 김치, 겉절이, 나물 등의 식물성 위주인 것과 짠 맛을 선호하는 식습관으로 인한 다소 많은 양의 소금 섭취 때문인 것으로 생각된다.

철 섭취량은 평균 10.9 mg으로 KDRIs의 평균 필요량 7 mg과 권장 섭취량 9 mg을 상회하였다. 국내 · 외에 보고된 골밀도와 철 섭취량에 대한 연구에서 40세 이상 폐경 여성 216명을 대상으로 한 Lee와 Lee[25]는 와드 삼각부와 대퇴전자부의 골밀도는 철 섭취량과 양의 상관관계를 나타내어 철 섭취량이 많은 사람의 골밀도가 높았다고 하였다. 또한 성장기 청소년을 대상으로 한 연구에서도 혈청 페리틴치와 전완 및 전신 골밀도와 양의 상관 관계를 보여 철 섭취와 골대사와의 연관성을 보여주고 있다.[26] 본 연구에서도 철 섭취량이 유의적이지는 않았지만 정상군이 골다공증군과 골감소군에 비해 높은 수준을 보여 이상의 몇몇 연구와 일치하였다.

평균 비타민 A 섭취량은 661.7 μgRE로, KDRIs의 평균 필요량 430 mg과 권장 섭취량 600 mg보다 높았으며 2001년도 국민 건강 · 영양조사[27]의 50~64세 514.5 μgRE 보다도 높았다. 평균 레티놀 섭취량은 29.3 μg으로 세 군간에 유의적인 차이를 보여 정상군 (46.8 μg), 골다공증군 (29.1 μg), 골감소군 (15.0 μg)순으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 28~74세 북유럽 여성 175명을 대상으로 Melhus 등[28]은 1일 식이 레티놀 섭취를 0.5 mg/day 이하, 0.51~1.0 mg/day, 1.01~1.5 mg/day, 1.5 mg/day 초과의 네 군으로 나누어 식이 레티놀 섭취와 엉덩이 골절 위험도와의 관련성에 대해 연구 한 결과 레티놀 섭취가 매 1 mg/day 증가함에 따라 엉덩이 골절 위험도가 68% 증가하였다고 보고하였다. 그러나 1988~1994에 걸쳐 실시된 3차 국제 건강과 영양 시험 조사 (NHANES Ⅲ)에서 높은 혈청 retinyl esters는 감소된 골밀도와 관련이 없다고 보고[29] 됨에 따라, 높은 레티놀 섭취와 골건강에 대한 역효과와는 아직 결론을 내리지 못하고 있다.[30] 본 연구에서는 정상군의 레티놀 섭취량이 유의적으로 높게 나타났는데 이러한 결과는 본 연구 대상자들의 섭취량이 권장량을 초과하지는 않는 수준이기 때문인 것으로 사료된다. 비타민 B_2 섭취량은 0.6 mg으로 KDRIs의 평균 필요량 1.0 mg보다 훨씬 낮았다. 멕시코계 미국인 폐경기 여성 125명을 대상으로 한 Wang 등[31]의 연구에서 식이 비타민 C 섭취량과 대퇴 경부 골밀도는 양의 상관 관계가 있으며, 45~64세 여성 775명을 대상으로 실시한 Hall & Greendale의 연구 보고[32]에서도 식이 비타민 C 섭취가 100 mg 증가시 골밀도는 0.017 g/cm^2 증가를 보인다는 결과와 같이 비타민 C 섭취는 골밀도에 긍정적인 작용을 하는 것으로 알려져 있는데 본 연구에서도 유의적인 수준은 아니었으나 골다공증군의 섭취량이 가장 낮고 골감소군, 정상군의 순으로 섭취량이 높은 것으로 나타나 이상의 여러 연구 보고와 일치하였다.

2) 구리, 아연, 망간 섭취량

연구 대상자의 구리, 아연, 망간 섭취량은 Table 3과 같다. 구리의 평균 섭취량은 1.6 mg으로 세 군간에 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 골다공증군의 구리 섭취량이 가장 낮았다. 이는 KDRIs의 평균 필요량 0.6 mg과 권장 섭취량 0.8 mg에 비해 현저히 높은 수준을 보였다. 우리나라 사람들의 구리 섭취량에 관한 연구는 많지 않으나 본 연구 결과는 여자 성인의 구리 섭취량을 식품 성분표를 이용하여 분석한 Chun과 Choi의 연구[33]와 식이를 직접 수거하여 구리의 섭취량을 정량 분석한 Jang 등[34]의 1.4 mg보다는 높은 수준을 보였다. 그러나 농촌 성인을 대상으로 3일간의 식이를 분석한 Lee 등[35]의 3.7 mg 보다는 낮은 수준을 보였다. 이러한 연구 결과들의 차이는 구리의 섭취량 분석 방법이나 섭취량을 계산한 영양가표의 차이 등으로 인하여 나타난 것으로 생각된다.

아연의 평균 섭취량은 7.8 mg으로 KDRIs의 평균 필요량 6.3 mg 보다는 많았으나 권장 섭취량 8 mg 범위내에 속했으며, 세 군간에 유의적인 차이는 없었으나 골다공증군의 아연 섭취량이 가장 낮았다. 이러한 결과는 농촌 성인 남녀를 대상으로 한 연구[35]에서 여자의 아연 섭취량이 8.4 mg 이라고 보고 한 것보다는 낮았다.

본 연구 대상자들의 평균 망간 섭취량은 5.1 mg으로 세 군 간에 유의적인 차이는 없었다. 이는 KDRIs의 충분 섭

Table 3. Mean daily micromineral intakes in subjects with different bone mineral density

Micromineral intakes	Total (n = 64)	Osteoporosis (n = 20)	Osteopenia (n = 24)	Normal (n = 20)
Copper (mg)[1)]	1.6 ± 0.7	1.4 ± 0.6	1.8 ± 0.9	1.6 ± 0.5
Zinc (mg)[1)]	7.8 ± 2.4	7.3 ± 1.9	8.2 ± 2.5	7.8 ± 2.7
Manganese (mg)[1)]	5.1 ± 1.6	5.2 ± 2.0	5.1 ± 1.4	5.0 ± 1.6

[1)]Values are analysed food composition table of Korea, Japan and Germany Others values are analysed Can-pro of the Korean nutrition society

취량 3 mg 보다는 많았으며 상한 섭취량 11 mg을 초과하지 않았다. 현재 우리나라 사람을 대상으로 망간의 섭취량을 조사한 연구는 미비한 실정이며, 최근의 폐경 후 여성을 대상으로 한 Youn[36]의 3.5 mg과 비교해 보면 본 연구 대상자들의 섭취가 높은 수준을 보였다.

3. 혈청 구리, 아연, 망간 함량

연구 대상자의 혈청 구리, 아연, 망간 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 평균 혈청 구리 함량은 96.4 μg/dl으로 골다공증군은 91.8 μg/dl, 골감소군은 100.4 μg/dl, 정상군은 96.3 μg/dl였으며 정상 임상 기준치[37]인 80~155 μg/dl에 속했으나, 세 군 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 평균 혈청 아연 함량은 91.5 μg/dl으로 골다공증군은 83.1 μg/dl, 골감소군은 107.8 μg/dl, 정상군은 80.9 μg/dl였으며 정상 임상 기준치[37]인 61~121 μg/dl에 속했고 세 군간에 유의적인 차이는 없었다. Relea 등[38]은 골다공증 폐경 후 여성 30명과 건강한 폐경 후 여성 30명을 대상으로 한 연구에서 골다공증 폐경 후 여성에서 체중 당 총 체 골 질량과 혈장 및 소변 아연 수준 간에 상관성이 나타났으며 골다공증 군의 소변 중 아연 배설량이 대조군 보다 유의적으로 높았다고 하였다. 또한 노인성 골다공증 환자의 혈청과 골조직 중 아연 함량이 정상인에 비하여 유의적으로 낮았다는 보고[39]가 있으며, 노인을 대상으로 한 또 다른 연구에서는 골절된 노인 뼈의 아연 함량이 정상 노인에 비하여 유의적으로 감소되었으나 구리의 함량은 차이가 없었으며, 혈중 아연, 구리 함량은 모두 차이가 없었다고 보고하였다.[10] 본 연구에서 혈청 구리와 아연 함량은 골감소군이 다른 두 군에 비해 유의적이지는 않았지만 높은 수준을 나타냈는데 이는 골감소군에서 골교체율이 가장 활발하게 이루어지고 있어서 나타난 결과라 사료된다.

본 연구 대상자들의 평균 혈청 망간 함량은 39.5 ng/dl으로 골다공증군은 37.9 ng/dl, 골감소군은 42.2 ng/dl, 정상군은 38.0 ng/dl였으며 정상 임상 기준치[37]인 40~620 ng/dl에 속했고 세 군간에 유의적인 차이는 없었다. 현재까지 혈청 망간에 대한 국내 보고는 매우 미흡한 편이다. 충남 지역 여대생 40명을 대상으로 한 Choi[40]의 0.18 μg/dl와 비교해 보면 본 연구 결과가 다소 높은 수준을 보였다. 이상과 같이 본 연구에서 혈청 무기질 함량은 세 군 모두 정상 범위 수준 내에 있었으며 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 여러 연구에서 골밀도에 따른 혈청 무기질 함량은 일부 본 연구와 유사한 결과도 있지만 일부는 상이한 결과를 보이므로 추후 보다 많은 대상자로 한 광범위한 연구가 필요하다고 본다.

4. 골밀도와 식사 섭취와의 상관관계

연령, BMI를 보정 한 후 골밀도와 식사 섭취와의 상관관계를 살펴 본 결과는 Table 5와 같다. 요추 골밀도는 동

Table 5. Partial correlation coefficient among nutrient intakes and BMD adjusted for age, BMI (n = 64)

Variables	BMD[1]	
	S[2]	F[3]
Energy	0.0280[4]	0.0054
Protein	−0.0461	0.0983
Animal protein	**−0.3333**[5]*	−0.0500
Plant protein	0.2148	0.1597
Fat	−0.0306	0.0015
Animal fat	**−0.3746****	−0.0765
Plant fat	0.1473	0.0378
Carbohydrate	0.0719	−0.0093
Crude fiber	0.0947	0.1046
Vitamin A	0.0077	−0.1072
Retinol	−0.0757	−0.0824
Carotene	−0.0945	−0.1038
Vitamin B_1	0.0880	0.1018
Vitamin B_2	0.0707	0.0375
Niacin	0.0340	−0.0070
Vitamin C	0.0394	−0.0210
Sodium	−0.1625	−0.0716
Potassium	0.0787	0.0171
Iron	0.0416	0.2361
Animal iron	**−0.2715***	0.0357
Plant iron	0.1025	0.2286
Copper	0.1830	0.1704
Zinc	0.0123	0.0599
Manganese	0.0301	−0.0457

[1]Bone mineral density, [2]Lumbar spine, [3]Femoral neck, [4]Pearson's correlation coefficient, [5]Significantly different between groups as determined by ANOVA test. *: $p<0.05$, **: $p<0.01$

Table 4. Serum micromineral contents in subjects with different bone mineral density

Serum microminerals	Total (n = 64)	Osteoporosis (n = 20)	Osteopenia (n = 24)	Normal (n = 20)
Cu (μg/dl)	96.4 ± 18.7[1]	91.8 ± 13.7[2]	100.4 ± 18.5	96.3 ± 22.5
Zn (μg/dl)	80.8 ± 17.0	83.1 ± 20.5	78.7 ± 18.1	80.9 ± 11.9
Mn (μg/dl)	39.5 ± 18.4	37.9 ± 15.4	42.2 ± 26.3	38.0 ± 6.9

[1]Mean ± SD (Standard Deviation)
[2]Significance as determined by ANOVA test according to bone mineral density

물성 단백질, 동물성 지방, 동물성 철의 섭취량과 유의적인 음의 상관 관계 ($p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.05$)를 보였으며 대퇴경부 골밀도는 식이 섭취량과 유의적인 상관 관계를 나타내지 않았다. Lee와 Choi[41]는 50~67세의 대구지역 여성에서 요추 골밀도는 열량, 탄수화물, 단백질, 지방, 칼슘, 철, 티아민, 나이아신과 유의적인 양의 상관 관계를 나타냈다고 하였고, Choi와 Lee[42]도 50~67세 여성에서 열량, 탄수화물, 지방, 동물성 칼슘, 철, 티아민, 나이아신 섭취량이 요추 골밀도와 양의 상관관계를 보였다고 하였는데 본 연구에서는 요추 골밀도는 이상의 다른 영양소들과 유의적인 상관관계를 보이지 않아 다른 결과를 나타냈다.

동물성 단백질의 과다한 섭취는 골손실을 증가시킨다는 보고[43,44]가 있는데 본 연구에서 요추 골밀도는 동물성 단백질과 유의적인 음의 상관관계를 보인 것은 평균 단백질의 섭취 수준은 양호했지만 골다공증군에서 육류의 섭취가 높았던 대상자로 인해 나타난 결과라 사료되며 골다공증 예방을 위해 과다한 동물성 단백질의 섭취 제한이 필요하다고 생각한다. 성인과 노인 여성을 대상으로 한 실태 조사에서 칼슘의 섭취량은 골무기질 함량 (BMC)과 유의적인 관련성이 나타나지 않은 반면 아연의 섭취량은 전완의 BMC와 유의적인 양의 상관성이 있는 것으로 나타났다.[9] 이와 같이 아연의 섭취량은 골밀도와 관련이 있는 것으로 보이며, 따라서 폐경 후 여성에 있어 아연의 섭취 부족은 골다공증의 위험인자로 작용할 수 있으므로 이에 대한 대책이 필요하다.

5. 골밀도와 혈청 구리, 아연, 망간과의 상관관계

연령, BMI를 보정 한 후 골밀도와 혈청 무기질과의 상관관계를 살펴 본 결과는 Table 6과 같다. 혈청 무기질 함량은 골밀도에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않았다. Lappalainen 등[45]은 해면골의 구리와 아연의 함량을 분석한 결과 정상인과 골다공증 환자간에 차이가 없었다고 하였는데 본 연구에서도 요추 및 대퇴 경부 골밀도는 혈청 구리 및 아연과 상관성이 나타나지 않아 이상의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 그러므로 앞으로 보다 많은 대상자를 중심으로 더욱 체계적인 연구가 필요하다고 사료된다.

Table 6. Partial correlation coefficient among serum microminerals and BMD adjusted for age, BMI (n = 64)

Serum microminerals	BMD[1]	
	S[2]	F[3]
Copper	−0.0847[4]	−0.2233
Zinc	−0.0921[5]	0.0609
Manganese	−0.1301	−0.0827

[1]Bone mineral density, [2]Lumbar spine, [3]Femoral neck, [5]Pearson's correlation coefficient, [5]Significance as determined by ANOVA test according to bone mineral density

요약 및 결론

본 연구에서는 폐경 후 여성 총 64명을 대상으로 요추 골밀도에 따라 골다공증군 (20명), 골감소군 (24명), 정상군 (20명)으로 분류하여 영양소 섭취상태, 골밀도 및 식이와 혈청 구리, 아연, 망간과 이들 간의 상관성에 대해 알아보았으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 연구 대상자의 평균 연령은 62.1세, 신장은 153.8 cm로 세 군 간에 유의적인 차이가 나타나지 않은 반면, 체중과 체질량지수 (BMI)는 각각 56.1 kg, 23.7 kg/m^{2}로 정상군이 가장 높아 세 군 간에 유의적인 차이가 있었다 ($p < 0.001$, $p < 0.001$).

2) 연구 대상자들의 평균 열량 섭취량은 1,395.3 kcal로 KDRIs의 77.5%수준이었다. 영양소 섭취량 중에서 특히 비타민 B_2 섭취량은 0.6 mg으로 KDRIs의 평균 필요량 1.0 mg 보다 낮았으며 세 군 간에 유의적인 차이는 없었다. 한편 평균 레티놀 섭취량은 29.3 μg이었으며, 골다공증군은 29.1 μg, 정상군은 46.8 μg으로 세 군 간에 유의적인 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 평균 철, 구리, 아연, 망간의 섭취량은 각각 10.9 mg, 1.6 mg, 7.8 mg, 5.12 mg으로 역시 세 군간에 유의적인 차이는 없었고 특히 아연의 섭취량이 낮았다.

3) 평균 혈청 구리, 아연, 망간의 함량은 각각 96.4 μg/dl, 91.5 μg/dl, 39.5 ng/dl이었으며 세 군간에 유의적인 차이는 없었다.

4) 연령, BMI를 보정 한 후 요추 골밀도는 동물성 단백질 ($p < 0.05$), 동물성 지방 ($p < 0.01$), 동물성 철 ($p < 0.05$) 섭취량과 유의적인 음의 상관관계를 보였다.

5) 혈청 구리, 아연, 망간 함량은 골밀도에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 연구 대상자들의 영양소 섭취 상태는 전반적으로 저조한 편이었으며, 특히 열량과 아연 섭취량이 부족하였다. 골다공증군과 골감소군은 정상군에 비하여 철, 비타민 B_2, 비타민 C의 섭취가 낮게 나타나 폐경 후 여성에 있어 이러한 식이 요인의 적정한 섭취가 골다공증 예방을 위해 강조되어야 할 것으로 사료된다. 또한 요추 골밀도는 동물성 단백질과 유의적인 음의 상관관계를 나타내어 과다한 육류 등의 동물성 단백질 섭취는 골밀도에 좋지 않은 영향을 줄 수 있는 것으로 나타났다. 더불어 혈청 무기질과 골밀도와의 관련성 규명을 위한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 본다.

Literature cited

1) National statistical office. population projection, 1999
2) Bales CW, Steinman LC, Freeland-Graves JH, Stone JM, Young RK. The effect of age on plasma zinc uptake and taste acuity. *Am J Clin Nutr* 44(5): 664-669, 1986
3) Eaton-Evans J. Osteoporosis and the role of diet. *Br J Biomed Sci* 51: 358-370, 1994
4) Lee BK, Chang YK, Choi KS. Effect of nutrient inake on bone mineral density in postmenopausal women. *Korean J Nutrition* 25(7): 642-655, 1992
5) Lee JS, Yu CH. Some factors affecting bone mineral density of Korean rural women. *Korean J Nutrition* 32(8): 935-945, 1999
6) Sojka JE, Weaver CM. Magnesium supplementation and osteoporosis. *Nutr Rev* 53(3): 71-74, 1995
7) Herzberg M, Lusky A, Blonder J, Frenkel Y. The effect of estrogen replacement on zinc in serum and urine. *Obstet Gynecol* 87: 1035-1040, 1996
8) Preisinger E, Leitner G, Uher E, Alacamlioglu Y, Seidl G, Marktl W, Resch KL. Nutrition and osteoporosis: a nutritional analysis of women in postmenopause. *Wien Klin Wochenschr* 107 (14): 418-422, 1995
9) Angus RM, Sambrook PN, Pocock NA, Eisman JA. Dietary intake and bone mineral density. *Bon Miner* 4(3): 265-277, 1988
10) Milachowski K, Moschinski D, Jaeschock R. Significance of magnesium, copper and zinc in medial femur neck fractures in the aged. *Article in German Z Gerontol* 13(6): 524-529, 1980
11) Gür A, Colpan L, Nas K, Cevik R, Sarac J, Erdogan F, Duz MZ. The role of trace minerals in the pathogenesis of postmenopausal osteoporosis and a new effect of calcitonin. *J Bone Miner Metab* 20(1): 39-43, 2002
12) Rigs BL, Melton LJ. Medical progress: Involutional osteoporosis. *N Engl J Med* 314(26): 1676-1686, 1986
13) Food composition tables, 5th revision. Rural development administration, 1996
14) 鈴木泰夫. Food microminerals contents tables, 1th edition, Japan, 1993
15) Souci SW, Fachmann W, Kraut H. Food composition and nutrition tables. CRC press, 1994
16) Lim YS, Cho KJ, Nam HJ, Lee KH, Park HR. A comparative study of nutrient intakes and factors to influence on nutrient intakes between low- income elderly living in urban and rural areas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(2): 257-267, 2000
17) Liel Y, Edwards J, Shary J, Spicer KM, Gordon L, Bell NH. The effects of race and body habitus on bone mineral density of the radius, hip, and spine in premenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 66: 1247-1250, 1988
18) Douchi T, Yamamoto S, Kuwahata R, Oki T, Yamasaki H, Nagata Y. Effect of non-weight-bearing-body fat on bone mineral density before and menopause. *Obstet Gynecol* 96: 13-17, 2000
19) Mazess RB, Barden H. Bone density of the spine and femur in adult white females. *Calif Tissue Int* 65: 91-99, 1999
20) Hyldstrup L, Andersen T, McNair P, et al. Bone metabolism in obesity: Changes related to severe overweight and dietary weight reduction. *Acta Endocrinol (Copenh)* 129: 393-398, 1993
21) Albara C, Yanez M, Devoto E, Sostin C, Zeballos L. Santos JL. Obesity as a protective factor for postmenopausal osteoporosis. *Int J Obes Relat Metab Disord* 20: 1027-1032, 1996
22) Sung CJ, Baek SK, Lee HS, Kim MH, Choi SH, Lee SY, Lee DH. A study of body anthropometry and dietary factors affecting bone mineral density in Korean pre-and postmenopausal women. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(1): 159-167, 2001
23) Dietary referance intakes for Koreans. The Korean nutrition society, Seoul, 2005
24) Evans CE, Chughtai AY, Blumsohn A, Giles M, Eastell R. The effect of dietary sodium on calcium metabolism in premenopausal and postmenopausal women. *Eur J Clin Nutr* 51(6): 394-399, 1997
25) Lee HJ, Lee HO. A study on the bone mineral density and related factors in postmenopausal women. *Korean J Nutrition* 32 (2): 197-203, 1999
26) Ilich-Ernst Z, Mckonn AA, Badenhop NE, Clairmont AC, Andon MB, Nahhas RW, Goel P, Matkovic V. Iron status, menarche, and calcium supplementation in adolescent girls. *Am J Clin Nutr* 68: 880-887, 1998
27) 2001 National Nutrition Survey Report. Ministry of Health and Welfare, 2002
28) Melhus H, Michaelsson K, Kindmak A, et al. Excessive dietary intake of vitamine A is associated with reduced bone mineral density and increased risk for hip fracture. American college of Physicions- American Society of Internal Medicine, 1998
29) Balles C, Galuska D, Gillespie C. High serum retinyl esters are not associated with reduced bone mineral density in the third national health and nutrition examination survey, 1988-1994. *J Bone Miner Res Dec* 16(12): 2306-2312, 2001
30) Feskanich D, Singh V, Willett WC, Colditz GA. Does high intake of vitamin A pose a risk for osteoporotic fracture? *JAMA* 287(11): mar 20, 2002
31) Wang MC, Luz Villa M, Marcus R, Kelsey JL. Assiciation of vitamin C, calcium and protein with bone mass in postmenopausal Mexican American women. *Osteoporos Int* 7(6): 533-538, 1997
32) Hall SL, Greendale GA. The relation of dietary vitamin C intake to bone mineral density: results from the PEPI study. *Calcif Tissue Int* 63(3): 183-189, 1998
33) Chyun JH, Choi YJ. Dietary copper intakes and effect of zinc supplementation on plasma copper levels in korean adults. *Korean J Nutrition* 29(5): 528-532, 1996
34) Jang SY, Choi IS, Oh SH. A study on iron, copper and cobalt balance in Korean college women. *J Kor Soc Nutr Food* 20(1): 78-88, 1991
35) Lee JY, Choi MK, Sung CJ. The relationship between dietary intakes, serum levels, urinary excretions of Zn, Cu, Fe and serum lipids in Korean rural adults on self-selected diet. *Korean J Nutrition* 29(10): 1112-1120, 1996
36) Youn JY. A study on dietary intakes, urinary Ca, P, Mg, Zn, Cu and Mn execretions and bone mineral density in Korean postmenopausal women. Sookmyung Women's University graduate school, pp.34, 2002
37) Gibson RS. Principles of nutritional assessment. oxford univer-

sity press, New York, 1990

38) Relea P, Revilla M, Ripoll E, Arribas I, Villa LF, Rico H. Zinc, biochemical markers of nutrition, and type I osteoporosis. *Age Aging* 24: 303-307, 1995

39) Atik OS. Zinc and senile osteoporosis. *J Am Geriatr Soc* 31 (12) : 790-791, 1983

40) Choi MK, A Study on the relationship between serum micro-minerals and serum lipids in normal adults. *Korean J Commu Nutr* 5 (2S) : 289-296, 2000

41) Lee HJ, Choi MJ. The effect of nutrient intake and energy expenditure on bone mineral density of Korean women in Taegu. *Korean J Nutrition* 29 (6) : 622-633, 1996

42) Choi YJ, Lee HO. Influencing factors on the bone status of rural menopausal women. *Korean J Nutrition* 29 (9) : 1013-1020, 1996

43) Heaney RP, Recker RR. Determinants of endogenous fecal calcium in Healthy women. *J Bone Miner Res* 9 (10) : 1621-1627, 1994

44) Kerstetter JE, Allen LH. Dietary protein increases urinary calcium. *J Nutr* 120: 134-136, 1990

45) Lappalainen R, Knuttila M, Lammi S, Alhava EM, Olkkonen H. Zn and Cu content in human cancellous bone. *Acta Orthop Scand* 53 (1) : 51-55, 1982