

농촌지역 폐경후 여성의 골밀도 변화에 영향을 미치는 식이 요인 연구*

최정숙^{1§} · 안은미¹ · 권성옥² · 박영희¹ · 이진영¹

농촌진흥청 국립농업과학원 가공이용과,¹ 경희대학교 식품영양학과²

Dietary factors affecting bone mineral density in Korean rural postmenopausal women*

Choe, Jeong Sook^{1§} · Ahn, Eun Mi¹ · Kwon, Sung Ok² · Park, Young Hee¹ · Lee, Jinyoung¹

¹Agro-food Utilization Division, Rural Development of Administration, Suwon 441-853, Korea

²Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate dietary factors, bone status, and bone loss in postmenopausal women in rural areas. A total of 189 women participated in the follow-up study after two years. Radius, Tibia, and Phalanx SOS (Speed of Sound) was measured on two occasions 2 years apart by ultra-sonic-metry, and % body fat was measured by bioelectrical impedance analysis at the baseline and after 2 years. Dietary intake data were collected 4 times at different season by 24-hour recall method, and then calculated as average. Bone density of radius decreased by 4.2% during the two year period. When the subjects were divided into three groups, by bone decline level during two years, the lowest bone loss group had higher potassium and vegetable intake than other groups. Age and calcium intakes showed significant correlation with bone decline rate at tibia. In multiple regressions, the baseline SOS, vitamin A, vegetables and eggs intakes were found to be significant factors for tibia bone decline. In conclusion, dietary factors, such as higher vegetable intake, seem to affect the changes in bone mineral density in more favorable way. Therefore, efforts are needed to enhance the access to nutritional care for rural elderly postmenopausal women. (*Korean J Nutr* 2012; 45(5): 470 ~ 478)

KEY WORDS: Postmenopausal women, bone mineral density, radius, nutrient density, food intake.

서 론

UN이 규정한 인구 고령화 규정을 적용하면 우리나라는 2000년에 65세 이상 노인인구가 전체 인구의 7.2%에 도달하여 이미 고령화 사회 (Aging society)에 접어들고 있으며, 2019년에는 14.4%로 고령사회 (Aged society)에 진입하고, 2026년에는 20.8%로 초고령 사회 (Super aged society)에 도달할 것으로 예측되었다.¹⁾

노인인구 증가에 따른 다양한 건강상의 문제점 중에서 우리나라 노인들의 영양상태는 일부 노인에서는 영양과잉으로 인해 성인병의 발병률이 점차 증가되고 있는 반면, 저체중, 저콜레스테롤, 저단백질, 저철분 영양상태를 나타내는 만성적인 영양불량 상태 또한 문제가 되고 있다. 특히 저소득층, 농촌노인, 여자고령 노인들의 영양불량 비율이 높게 나타나고 있다.^{2,3)}

2010년 국민건강영양조사에서 골밀도 위험군이 여자 34.9%, 남자 7.8%로 나타났고,⁴⁾ 실제 건강보험심사 청구 자료를 이용하여 골다공증으로 인한 의료이용 양상을 조사한 결과에서도 50세 이상 골다공증 진단 환자는 2005년 107만 명에서 꾸준히 증가하여 2008년 146만 명인 것으로 나타났다.⁵⁾

우리나라는 인구고령화 시대를 맞아 골건강의 중요성이 부각되면서 국민건강영양조사 4기 2차년도 (2008)부터는 골밀도 검사를 추가로 실시하고 있으며,⁶⁾ 골다공증 유병률 조사결과 (2008년 국민건강영양조사, 이하 국건영) 만 50세 이상 여자 32.6%, 남자 4.9%로 나타났다.

골격질량은 노령인구가 증가함에 따라 노인영양 문제와 함께 유병률이 지속적으로 증가하는 추세이다. 특히 골다공증은 노화와 폐경으로 인한 고연령 여성에게 많이 나타나는 대표적인 질환으로 생활습관에서 골 손실을 촉진시키는 요인은 흡연, 음주, 식습관, 카페인 섭취 등이다.⁷⁾ 여성의 경우 난소적출, 조

접수일: 2012년 6월 26일 / 수정일: 2012년 7월 26일 / 채택일: 2012년 10월 8일

*This work was supported by National Academy of Agricultural Science, Rural Development of Administration, Republic of Korea.

[§]To whom correspondence should be addressed.

E-mail: Swany@korea.kr

© 2012 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

기 폐경 등이 골다공증의 위험대상이 될 수 있고, 폐경 후 호르몬의 변화에 의한 급격한 골손실, 칼슘흡수 능력의 저하로 인한 칼슘 부족, 비타민D의 부족 등으로 생기는 부갑상선 기능 항진으로 인한 골손실 악화 등에 의해 골다공증이 유발하게 된다.⁸⁾

골다공증 유병률의 증가와 함께 노년기의 골다공증이 위험한 이유는 점진적으로 진행되는 질환 특성 때문에 자각증상을 느끼지 못하다가 요통, 골 기형, 골절 발생으로 인해 치료를 시작하면서 심각한 질환으로 인식하게 되고, 독립성 상실로 인한 삶의 질 수준이 저하되기 때문이다.⁹⁾ 또한 아직까지 효과적인 치료방법이 없으므로 골손실 위험인자를 줄이는 것이 최선의 예방책으로 알려져 있다.¹⁰⁾

농촌지역은 인구구조상 노인인구가 많고 골밀도에 영향을 미치는 나트륨 섭취는 높고, 칼슘섭취가 낮으며, 골밀도 감소 예방을 위한 관리의 비율이 낮기 때문에 도시지역에 비하여 골감소증 또는 골다공증의 위험집단으로 추정된다. 농촌지역의 골밀도에 관한 선행연구^{10,11)}에서는 50세 이상 농촌 성인여성들의 대부분 (86.4%)이 골감소증 또는 골다공증인 것으로 나타났으며, 남성의 경우 연령과 흡연이, 여성의 경우 폐경 후 연령과 제지방량이 골밀도에 영향을 주는 것을 알 수 있었다. Sung 등¹²⁾의 연구에서도 농촌여성의 영양소 섭취실태가 전반적으로 불균형하고 특히 칼슘의 섭취가 부족한 것으로 평가되었으며 적절한 체중유지가 골감소에 있어 중요한 요인으로 보고하였다.

그러나 이들 대부분이 단면 연구이고 골밀도 변화에 영향을 미치는 요인에 관한 추적 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 상대적으로 골다공증의 취약집단인 농촌인구 중에서도 폐경 후 여성의 골밀도와 식품 및 영양소 섭취상태를 종합적으로 평가하고 2년후에 다시 골밀도를 측정하여 골밀도의 변화에 영향을 미치는 식생활 요인을 추적 관찰하였다.

연구 방법

조사대상

본 연구는 남부 농촌지역 (순창군, 예천군, 보성군, 남해군, 북제주군)에 거주하는 최종 월경이 1년 이상 경과된 폐경후기 여성을 대상으로 조사하였다. 조사는 2002년 7월~2004년 7월에 실시하였으며, 자궁이나 난소를 적출하여 폐경이 된 여성, 내분비 대사성 질환이나 혹은 만성질환이 있는 경우, 호르몬 치료 등으로 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용한 과거력이 있는 여성은 대상에서 제외하였다. 연구 시작년도에 510명을 대상으로 조사하였으며, 2년 후 추적조사에서는 189명이 참여하였다.

연구의 설계

본 연구는 189명을 대상으로 체지방 등 신체계측과 골밀도를 측정하였고, 식이섭취 및 일반사항을 조사하였다. 식이섭취 조사는 대상자의 평소 식습관을 조사하기 위해 24시간 회상법을 실시하였다. 시작시점부터 계절별로 7월, 10월, 다음해 1월, 4월에 조사시점 하루전 24시간동안 섭취한 식사와 간식의 분량을 조사자가 직접 인터뷰를 통해 기록하였다. 골밀도의 변화를 알기 위해 2년이 경과한 후 다시 참여한 189명을 대상으로 골밀도를 측정하였으며, 체중과 체지방을 다시 측정하였다. 참여자에게 연구의 취지와 내용에 대하여 사전에 충분히 설명하였으며 자발적인 서면동의를 한 사람을 대상으로 실시하였다 (Fig. 1).

신체계측 및 골밀도 측정

조사 대상자들이 얇은 옷을 입은 상태에서 신장, 체중, 체지방을 측정하였다. 체지방 분석은 BIA (Bioelectrical Impedance Analysis, GIF-891, 길트트레이딩) 방법을 이용하여 측정하였다. 골밀도 측정은 미국 FDA에서 인정한 검사방법인 정량적 초음파 측정법으로, 초음파형 기기 (Sunlight Medical Ltd, Omnisense 7000s, Israel)를 사용하였다.¹³⁾ 초음파 측정법은 검사가 간편하며 말단 골밀도 측정이 가능하고 방사선 장애가 없는 것이 장점이다. 측정부위는 요골, 경골, 지골 세 부위의 평상시 덜 사용하는 쪽을 선정하였다. 요골 (distal radius)의 측정은 팔꿈치에서부터 손가락 중지 끝까지를 줄자로 재고 중간위치를 표시한 후 측정하였다. 경골 (mid tibia)은 무릎골에서부터 내측 복사의 길이를 재고 중간부위에 표시를

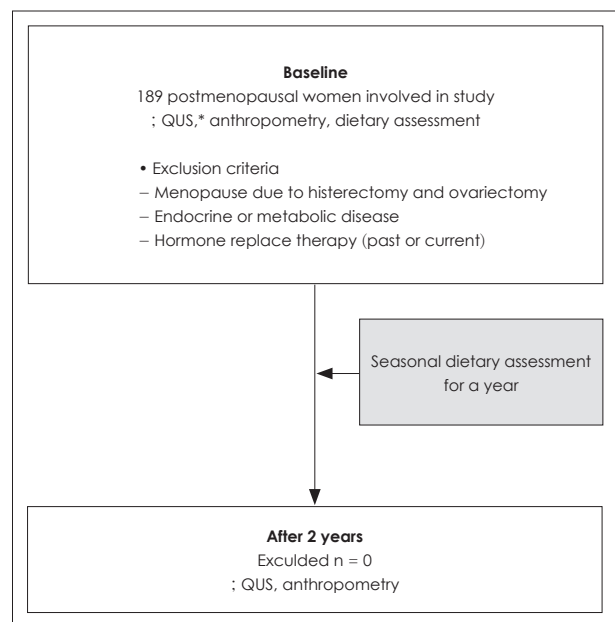


Fig. 1. Flowchart of the study. *: Quantitative Ultrasound.

하고 측정하였다. 지골 (proximal third phalanx)은 가운데 손가락 상부의 골밀도를 측정하였다. 측정의 오차를 최소화하기 위해 3회 이상 full scan을 한 후 평균값을 산출하고 이를 최종 측정값으로 사용하였다. 측정 결과는 SOS (Speed of Sound) 즉 m/sec 단위로 기록하였다.¹⁴⁾ SOS는 골밀도, 골두께, 골신축성, 그리고 골구조를 모두 포함하여 측정값을 환산, 평균하여 골밀도를 의미하는 값을 나타낸다.

식사섭취조사

식이섭취조사는 식품영양학을 전공한 훈련된 조사요원의 개인 면담을 통해 실시되었다. 계절별로 조사하였으며, 조사시점 하루 전 24시간 동안 섭취한 식사와 간식의 음식명과 각 음식에 사용된 조미료를 제외한 재료와 분량을 조사자가 직접 기록하였으며, 영양평가 프로그램인 CAN-pro 3.0 (Com-

puter Aided Nutritional Analysis Program, 한국영양학회)을 이용하여 영양소 섭취량을 산출하였다.¹⁵⁾

통계분석

수집된 자료는 SAS (Statistical Analysis System) Version 9.13 프로그램을 이용하여 조사 항목별로 백분율, 평균 및 표준편차를 산출하였다. 대상의 전후 비교를 위해 대응표본 t-검정 (paired sample t-test)을 실시하였으며, 그룹간의 평균 비교는 대상자를 세 그룹 (tertile)으로 나눈 다음 영향을 미치는 변수들을 보정한 후 공분산분석 (ANCOVA: Analysis of covariance)를 수행하였다. 골밀도와 관련 있는 모든 변수들에 대한 상관분석을 실시하였으며 골밀도 변화율에 대한 여러 변수들의 다각적인 영향을 보기 위해 다중 회귀분석을 실시하였다. 총 섭취열량을 제외한 영양소 섭취량은 나이와 성별 및 개인차에 의한 에너지 섭취량을 고려해주기 위하여 에너지 1,000 kcal당 영양소 섭취량을 영양소 밀도로 산출하여 비교하였다.¹⁴⁾

결 과

조사 대상자의 체중 및 체지방 변화

조사대상자의 신체계측치의 변화량을 Table 1에 제시하였다. 체중, 체질량지수 (BMI, Body Mass Index)가 유의적으로 감소한 반면 체지방량은 증가한 것으로 나타났다.

골밀도의 변화

2년 후 골밀도는 요골, 경골, 지골 세 부위 모두 연구 시작 시에 비하여 유의적으로 감소한 것으로 나타났다 (Table 2). 요골의 감소율이 가장 컸으며, 연령별 감소율을 보면 골밀도는 60대가 가장 많이 감소하였고, 50대, 70대, 80대 이상은 비슷한 수준으로 감소하였다 (Fig. 2, Table 3).

골밀도 손실률에 따른 그룹별 차이 분석

연구 시작 시와 2년 후에 측정한 골밀도의 변화율을 구하여 2년간의 골밀도 변화율에 영향을 미치는 요인을 분석하였

Table 1. Body composition of subjects at baseline and after 2 years

| Characteristics | Baseline (n = 189) | After 2 years (n = 189) | p value |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------|
| Weight (kg) | 53.3 ± 9.4 ¹⁾ | 51.8 ± 9.4 | *** |
| Height (cm) | 148.9 ± 6.1 | — | — |
| BMI (kg/m ²) | 23.9 ± 3.4 | 23.4 ± 3.4 | *** |
| Body fat (%) | 28.7 ± 5.9 | 28.9 ± 6.1 | NS |
| Body fat (kg) | 17.4 ± 0.4 | 15.2 ± 0.4 | *** |
| Lean body mass (kg) | 36.1 ± 5.5 | 36.6 ± 6.4 | * |

1) Mean ± SE

NS: not significant

*: p < 0.05, ***: p < 0.001 by paired sample t-test

Table 2. Values of bone SOS (m/s) measured by ultrasound in each year

| Site | Bone SOS (m/s) | | p value |
|---------|------------------------------|-------------------------|---------|
| | Baseline (n = 189) | After 2 years (n = 189) | |
| Radius | 4178.4 ± 252.7 ¹⁾ | 3995.5 ± 167.1 | *** |
| Tibia | 3701.9 ± 154.3 | 3662.9 ± 154.3 | *** |
| Phalanx | 3801.6 ± 181.0 | 3731.7 ± 173.2 | *** |

1) Mean ± SE

***: p < 0.001 by paired sample t-test

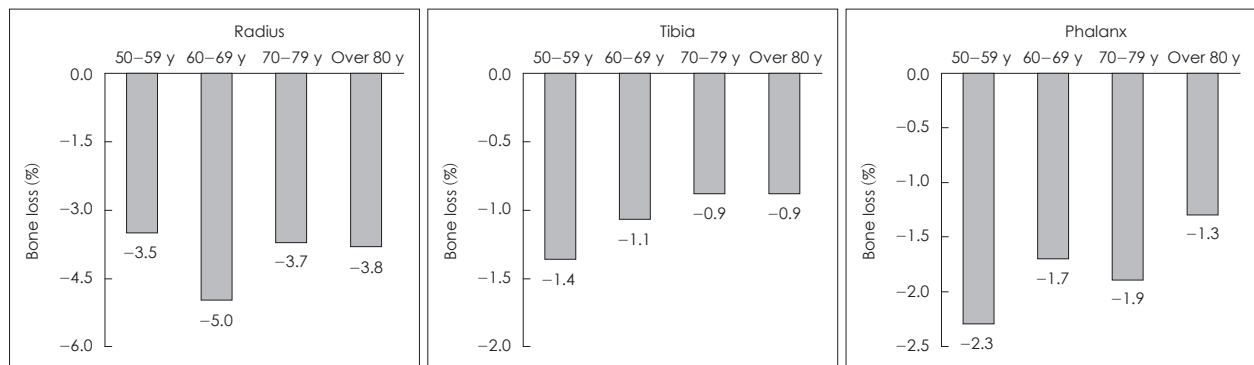


Fig. 2. Bone loss (%) over 2 years by age-groups.

다. 골밀도 변화율에 따라 3분위 (tertile, T1: lowest loss, T2: moderate loss, T3: highest loss)로 분류하여 관련 요인들의 집단간 차이를 검증하였다. 요골부위에서 연령, 폐경연령 및 폐경 후 기간, 출산 수 등은 세 집단간에 유의적인 차이가 없었다. 또한 연구 시작 시 및 2년 후 신장, 체중, BMI 등 신체계측치도 세 집단간의 유의적인 차이가 없었으나 골밀도 감소율이 가장 적은 그룹 (T1)에서 T2, T3 그룹과 비교시 체지방은 감소하고 제지방량은 증가하는 경향을 보였다 (Table 4, 5). 경골과 지골 부위에서도 비슷한 결과를 보였다.

Table 3. Mean bone loss (%) by tertile of bone loss (%)

| Site | Bone loss (%) | | |
|---------|----------------------------|--------------|--------------|
| | T1 (lowest loss)(n = 63) | T2 (n = 63) | T3 (n = 63) |
| Radius | -0.16 ± 0.70 ¹⁾ | -2.98 ± 1.43 | -9.51 ± 2.48 |
| Tibia | 0.30 ± 0.29 | -0.42 ± 0.30 | -2.99 ± 1.49 |
| Phalanx | 0.14 ± 0.35 | -1.05 ± 0.62 | -4.50 ± 2.22 |

1) Mean ± SE

Table 4. Age, menopausal age, duration after menopause and number of birth by tertile of bone loss at radius

| Characteristics | Bone loss (%) | | |
|--------------------------|---------------------------|------------|-------------|
| | T1 (lowest loss) | T2 | T3 |
| Age (yr) | 69.7 ± 10.2 ¹⁾ | 68.5 ± 8.6 | 68.7 ± 9.0 |
| Menopausal age | 48.8 ± 3.6 | 49.0 ± 3.1 | 48.6 ± 3.2 |
| Duration after menopause | 20.9 ± 12.1 | 19.5 ± 9.8 | 20.1 ± 10.3 |
| Number of childbirth | 5.4 ± 2.2 | 5.3 ± 2.0 | 5.0 ± 2.2 |

1) Mean ± SE

Table 5. Body composition by tertile of bone loss at radius

| Characteristics | Bone loss (%) | | |
|--------------------------|---------------------------|-------------|-------------|
| | T1 (lowest loss) | T2 | T3 |
| Height (cm) | 148.9 ± 0.7 ¹⁾ | 149.2 ± 0.7 | 148.5 ± 0.7 |
| Weight (kg) | | | |
| Baseline | 54.4 ± 1.1 | 53.3 ± 1.1 | 52.0 ± 1.1 |
| After 2 years | 52.5 ± 1.1 | 52.4 ± 1.1 | 50.5 ± 1.1 |
| Absolute change | -2.0 ± 0.4 | -1.0 ± 0.4 | -1.5 ± 0.4 |
| BMI (kg/m ²) | | | |
| Baseline | 24.4 ± 0.4 | 23.9 ± 0.4 | 23.5 ± 0.4 |
| After 2 years | 23.6 ± 0.4 | 23.6 ± 0.4 | 22.9 ± 0.4 |
| Absolute change | -0.92 ± 0.2 | -0.30 ± 0.1 | -0.63 ± 0.1 |
| Body fat (%) | | | |
| Baseline | 29.7 ± 0.8 | 28.5 ± 0.8 | 28.0 ± 0.8 |
| After 2 years | 29.6 ± 0.8 | 28.6 ± 0.8 | 28.5 ± 0.8 |
| Absolute change | -0.26 ± 0.8 | 0.74 ± 0.8 | 0.36 ± 0.8 |
| Lean body mass (kg) | | | |
| Baseline | 36.1 ± 0.6 | 36.6 ± 0.6 | 35.6 ± 0.6 |
| After 2 years | 36.9 ± 0.7 | 37.0 ± 0.7 | 35.9 ± 0.7 |
| Absolute change | 0.93 ± 0.4 | 0.51 ± 0.47 | 0.25 ± 0.4 |

1) Mean ± SE

연령을 통제하고 골밀도 변화량 수준별로 영양소 섭취량에 차이가 있는지 분석한 결과는 Table 6에 제시하였다. 그 결과 요골의 경우, 골밀도 감소량이 가장 적은 그룹인 T1 그룹에서 에너지, 칼슘, 칼륨, 비타민C, 엽산의 섭취량이 T2, T3그룹에 비하여 높은 경향을 나타내었으며, 칼륨의 섭취량은 유의적으로 많은 것으로 나타났다. 경골에서는 칼슘과 아연, 비타민A, 비타민 C, 엽산의 섭취가 T1그룹이 T2, T3 그룹에 비해 높은 경향을 보였고 칼륨의 섭취량은 요골에서와 마찬가지로 T1그룹이 T2, T3 그룹에 비해 유의적으로 높게 나타났다.

영양소 섭취 이외에 식품군별 섭취량의 차이를 분석한 결과, 요골의 경우, 골밀도 감소율이 낮은 집단 (T1)이 높은 집단 (T2, T3)에 비하여 채소류 섭취량이 유의적으로 많은 것으로 나타났다 (Table 7). 콩 및 콩제품류의 경우도 골밀도 감소율이 낮은 그룹 (T1)에서 나머지 그룹에 비해 섭취량이 많은 경향을 보였다.

골밀도 변화와 관련 요인들간의 상관분석

골밀도와 관련 있는 모든 변수들에 대한 상관분석을 실시한 결과는 Table 8과 Table 9에 나타내었다. 연령 및 폐경 후 경과기간은 경골부위 골밀도 변화율과 음의 상관성을 보였고

Table 6. Energy and nutrient density by tertile of bone loss (%) at radius and tibia

| Nutrient density (per 1,000 kcal) | Bone loss (%) | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | T1 (lowest loss) | T2 | T3 |
| 1. Radius | | | |
| Energy (Kcal) | 1304.0 ± 40.0 ¹⁾²⁾ | 1255.0 ± 35.0 | 1221.0 ± 40.0 |
| Protein (g) | 35.5 ± 1.0 | 36.0 ± 0.9 | 33.8 ± 1.0 |
| Calcium (mg) | 287.1 ± 14.2 | 281.2 ± 12.4 | 263.2 ± 14.3 |
| Potassium (mg) | 1466.0 ± 43 ^{3)a} | 1340.0 ± 38 ^b | 1292.0 ± 43 ^b |
| Zinc (mg) | 4.9 ± 0.1 | 4.9 ± 0.1 | 4.7 ± 0.1 |
| Vitamin A (μgRE) | 383.6 ± 38.0 | 384.7 ± 33.3 | 257.6 ± 38.2 |
| Vitamin C (mg) | 62.5 ± 4.0 | 54.6 ± 3.5 | 49.7 ± 4.1 |
| Folate (μg) | 209.7 ± 8.2 | 200.0 ± 7.1 | 180.1 ± 8.2 |
| 2. Tibia | | | |
| Energy (Kcal) | 1210.0 ± 34 | 1310.0 ± 34 | 1241.0 ± 34 |
| Protein (g) | 36.2 ± 0.9 | 35.3 ± 0.9 | 33.5 ± 0.9 |
| Calcium (mg) | 307.0 ± 12.2 | 271.6 ± 12.2 | 256.1 ± 12.3 |
| Potassium (mg) | 1442.0 ± 37 ^a | 1342.0 ± 37 ^{ab} | 1304.0 ± 37 ^b |
| Zinc (mg) | 5.0 ± 0.1 | 4.8 ± 0.1 | 4.7 ± 0.1 |
| Vitamin A (μgRE) | 388.1 ± 32.1 | 314.1 ± 32.3 | 315.8 ± 32.6 |
| Vitamin C (mg) | 60.0 ± 3.5 | 54.6 ± 3.5 | 52.2 ± 3.5 |
| Folate (μg) | 200.9 ± 7.0 | 192.6 ± 7.1 | 195.4 ± 7.1 |

1) Mean ± SE 2) Mean values are significantly different according to tertile of bone loss (%) by ANCOVA adjusted for age and baseline bone SOS (p < 0.05) 3) Different superscripts within a row are significantly different at Duncan's multiple range test (p < 0.05)

Table 7. Food intake by tertile of bone loss (%) at radius and tibia

| Food intakes(g) | Bone loss (%) | | |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | T1 (lowest loss) | T2 | T3 |
| 1. Radius | | | |
| Legumes&their products | 24.7 ± 3.9 ¹⁾²⁾ | 18.8 ± 3.4 | 17.6 ± 4.0 |
| Vegetables | 243.6 ± 12.8 ³⁾ | 215.1 ± 11.2 ^{ab} | 189.7 ± 12.8 ^b |
| Fruits | 105.7 ± 6.6 ^{ab} | 118.7 ± 4.3 ^a | 88.2 ± 8.7 ^b |
| 2. Tibia | | | |
| Legumes&their products | 20.3 ± 3.4 | 18.0 ± 3.4 | 21.2 ± 3.4 |
| Vegetables | 229.1 ± 11.1 | 209.6 ± 11.1 | 207.1 ± 11.2 |
| Fruits | 112.4 ± 4.2 | 102.10 ± 4.2 | 97.9 ± 4.2 |

1) Mean ± SE 2) Mean values are significantly different according to tertile of bone loss (%) by ANCOVA adjusted for age and baseline bone SOS ($p < 0.05$) 3) Different superscripts within a row are significantly different at Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)

Table 8. Partial correlations between bone loss (%) and related factors

| Characteristics | Radius | | | Tibia | | | Phalanx | | |
|--------------------------|------------|------------------|--|------------|------------------|--|------------|------------------|--|
| | Unadjusted | Adjusted for age | Adjusted for age and baseline bone SOS | Unadjusted | Adjusted for age | Adjusted for age and baseline bone SOS | Unadjusted | Adjusted for age | Adjusted for age and baseline bone SOS |
| Age | -0.091 | | | -0.194** | | | -0.053 | | |
| Duration after menopause | -0.059 | | | -0.184* | | | -0.045 | | |
| Number of pregnancies | -0.096 | | | -0.108 | | | 0.197** | | |
| Baseline bone SOS | 0.650*** | 0.656*** | | 0.108 | 0.034 | | 0.245*** | 0.240** | |
| Nutrient Density | | | | | | | | | |
| Calcium | -0.014 | -0.015 | -0.068 | -0.177* | -0.183* | -0.185* | 0.068 | 0.067 | 0.066 |
| Phosphorus | 0.007 | -0.002 | -0.090 | -0.136 | -0.158* | -0.161* | 0.050 | 0.046 | 0.035 |
| Potassium | -0.076 | -0.083 | -0.196** | -0.127 | -0.143 | -0.149* | 0.030 | 0.027 | 0.028 |
| Zinc | -0.090 | -0.096 | -0.078 | -0.123 | -0.137 | -0.136 | -0.031 | -0.034 | -0.047 |
| Vitamin C | -0.166* | -0.176* | -0.171* | -0.036 | -0.055 | -0.057 | 0.051 | 0.047 | 0.066 |
| Vitamin A | -0.080 | -0.086 | -0.182* | -0.067 | -0.080 | -0.090 | -0.056 | -0.059 | -0.047 |
| Folate | -0.078 | -0.084 | -0.159* | -0.014 | -0.027 | -0.033 | 0.070 | 0.067 | 0.093 |
| Food intake | | | | | | | | | |
| Total food intake | -0.043 | -0.092 | -0.177* | 0.122 | 0.042 | 0.036 | -0.017 | -0.045 | -0.033 |
| Vegetables | -0.130 | -0.165* | -0.205** | -0.029 | -0.092 | -0.092 | 0.014 | -0.002 | 0.033 |
| Eggs | -0.053 | -0.063 | -0.155* | 0.096 | 0.079 | 0.076 | 0.065 | 0.061 | 0.059 |

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

출산수는 지골의 골밀도 감소율과 양의 상관성을 보였다. 신체 체중치와 골밀도 변화율의 관련성을 살펴본 결과 연구 시작 시 및 2년 후 체중 등은 골밀도 감소율과 상관성이 없는 것으로 나타났다. 연구 시작 시 골밀도는 연령에 대하여 보정하였을 때 요골 골밀도 감소율과 유의적인 상관성을 나타내었고 지골 골밀도 감소율과도 유의적인 양의 상관성을 보였다. 즉 연구 시작 시 골밀도가 높을수록 2년 후 골밀도 감소율은 큰 것으로 나타났다.

요골의 경우 혼란변수를 통제한 후에 칼륨, 비타민C, 비타민A, 엽산 섭취량은 골밀도 감소율과 음의 상관성을 나타내었다. 경골 부위 골밀도 감소율은 칼슘 섭취량과 음의 상관성

을 보여 칼슘 섭취량이 많을수록 골밀도 감소량은 낮아지는 것으로 나타났다. 인과 칼륨 섭취량도 혼란변수를 통제한 후에 골밀도 감소율과 유의적인 음의 상관관계를 보였다. 식품군 중 채소류 및 난류 섭취량은 요골 골밀도 감소율과 유의적인 음의 상관성을 보여 채소 및 난류의 섭취량이 많을수록 요골 골밀도 감소율은 낮아지는 것으로 나타났다.

경골의 경우 연령에 따라 골밀도 감소율에 유의적인 차이를 보였으므로 연령대별로 골밀도와 관련 있는 변수들에 대한 상관분석을 실시하였다 (Table 9). 50대 연령집단의 골밀도 감소율은 연구시작 시 골밀도와 양의 상관성을 나타내었고 60~74세 연령층은 단백질, 칼슘, 인, 철분, 아연섭취량과 음의 상관

Table 9. Partial correlations between bone loss(%) at tibia and related factors by age-groups

| Characteristics | 50-59 y (n = 31) | | | 60-74 y (n = 110) | | | ≥ 75 y (n = 48) | | |
|----------------------|------------------|------------------|--|-------------------|------------------|--|-----------------|------------------|--|
| | Unadjusted | Adjusted for age | Adjusted for age and baseline bone SOS | Unadjusted | Adjusted for age | Adjusted for age and baseline bone SOS | Unadjusted | Adjusted for age | Adjusted for age and baseline bone SOS |
| Age | | | | | | | | | |
| Baseline bone SOS | 0.402* | 0.396* | | | | | | | |
| Nutrient Density | | | | | | | | | |
| Protein | | | | -0.230* | -0.231* | -0.230* | | | |
| Calcium | | | | -0.211* | -0.212* | -0.207* | -0.375** | -0.375** | -0.380** |
| Phosphorus | | | | -0.251** | -0.252** | -0.247* | | | |
| Iron | | | | -0.245* | -0.245* | -0.239* | | | |
| Zinc | | | | -0.248** | -0.248** | -0.253** | | | |
| Potassium | | | | | | | -0.304* | -0.308* | -0.306* |
| Food intake | | | | | | | | | |
| Milk & milk products | | | | | | | -0.293* | -0.293* | -0.293* |

*: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001

Table 10. Multiple regression analysis with baseline bone SOS, and nutrient density and food intake as independent variables and bone loss (%) at radius

| | | Regression coefficient | Standardized estimate | SEM | p ¹⁾ | Adjusted R ² for a model |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|--------|-----------------|-------------------------------------|
| Nutrient density ²⁾ | Intercept | -39.6732 | 0 | 3.9960 | *** | |
| | Baseline bone SOS | 0.0113 | 0.6600 | 0.0010 | *** | |
| | Vitamin A (mg/1,000 kcal) | -0.0023 | -0.1409 | 0.0009 | * | |
| | | | | | *** | 0.4356 |
| Food intake | Intercept | -39.2596 | 0 | 3.9309 | *** | |
| | Baseline bone SOS | 0.0115 | 0.6711 | 0.0009 | *** | |
| | Vegetables | -0.0081 | -0.1746 | 0.0025 | ** | |
| | Eggs | -0.0326 | -0.1191 | 0.0150 | * | |
| | | | | | *** | 0.4587 |

1) *: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001 2) The entered variables were age, height, baseline body fat (kg), change in body fat (kg), baseline lean body mass, change in lean body mass, total energy, nutrients expressed as the nutrient density (protein, fat, cholesterol, carbohydrate, Ca, P, Fe, K, Na, Zn, niacin, folate, dietary fiber, vitamin A, vitamin B₁, vitamin B₂, vitamin C), food intakes and baseline bone SOS at radius

성을 나타내어 이들 영양소의 섭취량이 많을수록 골 감소율은 작은 것을 알 수 있었다. 75세 이상 연령층의 골 감소율은 칼슘 섭취량 및 우유 섭취량과 음의 상관성을 나타내었다.

골밀도 변화와 관련 요인들간의 다중 회귀분석

나이, 신체 계측치, 그리고 식이 변수 등의 골밀도와 관련된 지표들 중에서 의미있는 변수들을 선택하고자 단계적 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석의 종속변수로는 골밀도 감소율을 선택했고 독립변수로는 1,000 kcal당의 영양소 섭취량 (영양소 밀도)와 연령, 신체계측치로 정하였다. 분석결과 채택된 변수들을 가지고 다시 회귀분석을 실시하여 결정력이 가장 높은 모델을 찾았으며 골밀도 감소율을 종속변수로 한 결과를 Table 10에 제시하였다. 모델의 설명력이 43.6%였으며 연구 시작 시 골밀도는 유의한 양의 변수로, 연구 시작 시 비타민A 섭취

량은 유의한 음의 변수로 나타났다. 즉 비타민A 섭취량이 많을수록 골밀도 감소량이 적었다. 영양소 섭취량 대신 식품 섭취량을 모델에 넣어 분석한 결과는 모델의 설명력이 45.9%였으며, 채소류, 난류 섭취량은 유의한 음의 변수로 나타났다.

고찰

여성의 노화와 폐경은 골밀도 감소의 가장 중요하고 밀접한 인자이며, 이와 함께 영양섭취와 생활습관, 의로서비스의 혜택 등과 같은 다양한 환경적 요소들이 영향을 미치고 있다. 이에 본 연구에서 도시지역과 주거 생활환경 및 삶의 양식의 차이가 있는 농촌 여성의 폐경 이후 골밀도의 변화에 영향을 미치는 식이섭취 요인을 조사하고자 하였다.

임상적으로 골밀도의 측정방법은 이중에너지 방사선 측정

법 (Dual energy X-ray absorptiometry, DXA)으로 측정하는 것이 일반적이나¹⁶⁾ 본 연구는 조사지역이 전국에 흩어져 있고 농촌지역 연령이 높은 여성을 대상으로 하였으므로 이동성이 용이하여 대규모 전향적 연구에서 폐경 후 여성의 골절 가능성을 예측하는 데 유용한 정량적 초음파 측정법으로 실시하였다. 골밀도의 측정부위는 골절위험도를 예측하기 위하여 한 부위 보다는 두 부위의 측정이 권장되며, 요추와 대퇴골이 가장 많이 측정되지만¹³⁾ 본 연구에서는 실제 한국인 골다공증성 골절의 발생률이 척추 다음으로 높은 부위로 보고된 요골과 경골⁹⁾ 및 지골 세 부위를 측정하였다.

초기 골밀도에 비해 2년 후 골밀도는 유의적으로 감소하는 결과를 보였으며, 연령별로 60대에서 가장 많이 감소하였다. 폐경 이후의 여성은 에스트로겐이 감소하고 혈중 난포자극호르몬이 증가하면서, 폐경 후 첫 3년 동안 연간 평균 4~5%의 골량 감소를 보이며 그 이후에도 연간 1~2%씩 지속적으로 골밀도가 감소하는 것으로 알려져 있다.¹⁷⁾ 여성의 골밀도 감소 추이에 관한 연구를 살펴보면, 폐경의 시기 전후로 골밀도 감소속도에 영향을 주기는 하지만, 폐경 시기 이외에도 노화에 따라 48세부터 시작하여 64세 까지 지속적으로 비슷하게 감소하는 경향을 보였으며 본 연구에서도 비슷한 결과를 보였다.¹⁸⁾

측정 부위별 골밀도 변화율에 따른 세 그룹간 폐경연령 및 폐경 후 기간, 출산 횟수는 차이를 보이지 않았다. 상관분석에서는 경골에서 나이와 폐경 후 기간이 골밀도 감소와 상관성을 보였다. 폐경 후 골다공증을 진단받은 여성을 대상으로 한 다른 연구결과에서도 골밀도에 영향을 미치는 임상적 지표에 있어서 폐경 자체 보다는 혈중 에스트로겐 농도, 체질량 지수, 가족력, 운동, 비타민D 상태 등에 의한 차이가 있는 것으로 나타났다.^{19,20)} 출산과 골밀도에 관한 연구결과를 살펴보면, 임신과 출산은 골밀도 감소의 주요 위험인자로 언급되어 왔으나 연구마다 상반되는 결과를 보이는 것으로 나타났다.²¹⁾ 한국인 임신부에서의 골대사에 관한 연구에서는 임신 중에는 골흡수가 활발히 진행되어 골밀도가 감소하는 소견을 보이나 임신말기에는 골형성의 지표가 회복되기 시작하는 양상을 보이는 것으로 나타났으며,²²⁾ 임신과 출산 자체가 생애주기를 통틀어 골밀도 감소의 지대한 영향을 미치지 않는 것으로 평가되었다. 이러한 결과는 식이요인 및 기타 환경적 요인에 따르는 차이로 해석된다.

골밀도 변화율에 따라 나눈 세 그룹간 체중, BMI, 체구성 성분의 변화는 골밀도 감소율이 가장 낮은 그룹에서 초기 체중과 BMI가 나머지 두 그룹에 비해 높은 경향을 보였다. 체중은 근육, 체지방, 뼈, 수분으로 이루어진 복합적인 개념으로 골밀도에 미치는 성분에 대해서는 다양한 결과를 보이며 골밀도에 영향을 주는 체성분에 대해서는 명확히 규명이 되지 않은

상태이다.²³⁾ 국외의 폐경 후 여성 골밀도 감소에 관한 장기간의 추적 연구를 살펴보면, 체질량 지수에 관계없이 골밀도는 지속적으로 감소하며, 골감소를 지연시키는 주된 요인은 체지방과 폐경전의 높은 골밀도인 것으로 보고되었다.²⁴⁾ 이는 폐경 후 호르몬 대사와의 관련성으로²⁵⁾ 지방 조직이 많은 사람은 에스트로겐 분비량 감소 이외에 지방조직으로부터의 androstenedione, estradiol, estrone, sex hormone binding globulin (SHBG) 등의 호르몬 대사의 활성화를 통해 골밀도에 영향을 미치는 것으로 설명하였다.²³⁾ 그 밖의 다인종간 비교 코호트 연구에서는 아프리카-미국인을 제외한 미국인, 일본인, 중국인에서 폐경 후 10년간의 골 감소에 있어서 체질량 지수가 높을수록 척추부위와 대퇴골 부위의 골밀도 감소 속도를 늦추는 것으로 나타났다.²⁴⁾ 이러한 결과들을 종합하면 신체를 구성하는 지방무게나 제지방 무게의 증가로 인해 체중이 빼어 기계적인 스트레스를 증가시킴으로써 뼈 형성을 증가시키는 작용을 하는 것으로 보고되고 있다.²⁶⁾ 본 연구에서도 골밀도 감소율이 낮은 그룹에서 초기 체중 및 BMI가 높은 경향을 보여 선행연구와 비슷한 결과를 보였으나 체중에 영향을 미치는 체지방 및 제지방의 구성성분의 차이는 나타나지 않았다.

골대사와 연관된 식품 및 영양소로는 지역과 인종, 식이섭취 조사방법에 따른 차이가 있었으나 총열량섭취, 칼슘 및 비타민D, 인, 칼륨, 철분과 마그네슘, 아연, 동물성 단백질, 나트륨, 카페인, 총 열량섭취 등이 보고되고 있다.^{27,28)} 특히 식이조사 방법상의 차이에도 불구하고 아연, 섬유소, 인, 칼륨, 칼슘은 골밀도와 상관성을 가지는 영양소인 것으로 나타났다.²⁸⁾

무기질은 골밀도와 밀접한 연관성이 있으며, 무기질 결핍 혹은 과잉시 골대사에 영향을 미친다. 폐경 후 여성의 무기질 섭취량과 골밀도에 관한 연구를 살펴보면 칼슘 섭취량은 골밀도에 긍정적인 영향을 주었으며 과도한 인의 섭취는 소변중의 무기질 배설을 촉진시켜 골밀도에 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.²⁹⁾ 본 연구에서는 요골과 경골의 골감소량이 가장 큰 T3 그룹에서 칼륨의 섭취량이 가장 낮았으며, 골감소와 칼륨의 섭취가 음의 상관관계를 보여 비슷한 맥락의 결과를 보였다. 식품 섭취의 경우는 요골과 경골의 골 감소량이 가장 큰 T3 그룹의 채소류 및 채소·과일류의 섭취가 골 감소량이 가장 작은 T1그룹에 비하여 적은 것으로 나타났으며 특히 경골에서 골 감소와 채소류 섭취가 음의 상관관계를 보여 채소류에 많이 함유되어 있는 칼륨의 경향을 그대로 나타내었다.

또한 본 연구와 유사한 한국인 폐경여성을 대상으로 골밀도 수치와 관련한 식이조사의 결과에서는 소고기, 새우, 인스턴트 식품 섭취³⁰⁾ 및 멸치, 무, 무청, 당근, 호박, 토마토 섭취가 골밀도에 영향을 미치는 것으로 보고된 바 있으며³¹⁾ 주로 식품의 무기질이 골밀도에 관여하는 것으로 나타났다.³²⁾ 칼륨은 세포내

필수 화합성분으로, 칼슘의 흡수를 방해하는 것으로 알려진 나트륨을 배설하는데 관여하며, 소변을 통해 칼슘이 배설되는 것을 방지하여 뼈의 밀도를 증가시키는데 기여하는 기능을 하는 중요한 영양소로 알려져 있다.¹⁰⁾ 본 연구에서도 칼륨이 많이 함유된 채소류의 섭취가 많을수록 폐경 후 여성의 골 감소를 지연시키는 것으로 나타나 Tucker 등³³⁾에 의한 연구에서 과일·채소의 섭취가 남녀의 골다공증 예방효과가 있는 것으로 나타난 것과 비슷한 결과를 보였다.

비타민A는 정상세포와 조직의 분화, 세포막의 구성성분, 성장, 시각, 면역에 관여하는 영양소로 결핍시 세포분화에 결함이 생기고 감염에 대한 저항력이 감소하는 것으로 알려져 있으며, 골대사에 있어서는 생물학적으로 retinoic acid의 수용체가 골아세포와 파골세포에 모두 존재하므로 과잉되거나 결핍되는 경우 골밀도에 영향을 주는 것으로 보고되었다.³⁴⁾ 몇몇의 연구에서는 비타민A의 섭취 및 혈중 농도는 골밀도와 연관성이 없는 것으로 상반되는 결과를 보였다.³⁵⁾ 본 연구에서는 비타민A의 섭취량이 많을수록 골밀도 감소가 적은 상관관계를 보여 농촌 폐경 후 여성의 골밀도 감소에 영향을 미치는 영양소로 나타났다.

비타민C의 섭취는 골다공증과의 상관관계가 명확하지 않으나³⁶⁾ 노화에 따른 산화적 스트레스를 감소시켜 골 감소의 지연에 효과가 있다는 견해가 일반적이며 본 연구에서도 비타민C의 섭취가 증가할수록 골감소와 음의 상관관계를 보여 선행연구³⁷⁾와 일치하는 결과를 보였다.

종합하면, 골대사와 관련한 중요한 영양소인 칼슘을 비롯한 칼륨, 인, 비타민C, 비타민A 및 엽산이 골밀도 감소와 연관성이 있음을 알 수 있었고, 이러한 영양소를 함유하는 채소류 및 난류의 섭취가 영향을 미침을 알 수 있었다. 본 연구에서 식물성 칼슘의 경우 유제품과 같은 동물성 식품에 함유된 칼슘과 비교 시 생체내 이용률이 낮지만, 채소류로 섭취하는 총 칼슘의 섭취량이 충분한 경우 폐경 후 한국인 여성의 골밀도 위험을 감소시키는데 도움을 준다는 연구결과³¹⁾와 비슷한 결과로 생각된다.

본 연구의 제한점은 골밀도 상태를 진단하기 위한 T-score와 같은 지표를 적용하여 골건강 상태를 판정하지 않고 시작 시점과 2년 후의 골밀도의 절대값 만으로 비교하였으며, 골밀도와 관련한 생화학적 지표, 평상시 활동량 및 운동량과 같은 다양한 변수들이 포함되지 않아 이들 요인들의 영향력을 포함하여 종합적으로 분석할 수 없었다는 점이다.

요 약

본 연구에서는 골다공증의 취약집단인 농촌지역 폐경 후

여성의 골밀도 변화에 영향을 미치는 식이요인을 추적관찰 하였다. 연구시작년도에 골밀도를 측정하고 계절별 식이섭취 조사를 실시하였으며 2년 후에 골밀도를 다시 측정하였다.

1) 대상자를 골밀도 감소율에 따라 세 집단으로 분류하여 집단 간 영양소 섭취량 차이를 분석한 결과, 2년간 골밀도 변화율과 칼륨, 비타민C, 비타민A, 엽산 섭취량이 상관관계가 있었으며 식품군은 채소류, 난류의 섭취와 유의적인 상관성이 있었다.

2) 상관분석을 통하여 얻어진 변수들과 골밀도의 관계를 고려해 각 부위의 골밀도 변화율에 영향을 미치는 변수들로 모델을 검증한 결과에서는, 2년간의 골밀도 변화율은 연구시작 시 골밀도, 비타민A, 채소류, 난류섭취량이 유의한 변수로 나타났다.

종합하면, 2년간 추적조사결과 골밀도 감소율이 큰 집단에 비해 감소율이 작은 집단에서 칼륨 섭취량이 많았으며, 연구시작 시 골밀도, 비타민A, 채소류, 난류 섭취량이 요골의 골밀도 감소에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구를 통하여 50세 이상 연령층일지라도 체중 (제지방량) 유지, 비타민C 및 비타민A, 무기질 (칼슘, 인, 칼륨)이 풍부한 식품 섭취 등 일상생활에서 조절 가능한 식이요인이 골 건강유지의 중요한 구성요소임을 확인하였다. 이러한 결과는 폐경이후 농촌여성 골밀도 유지를 위한 영양교육 자료로 활용될 수 있으며, 앞으로 폐경이후 농촌여성의 골밀도 변화에 영향을 미치는 생활 요인에 대한 장기간에 걸친 추적연구가 필요 한 것으로 생각된다.

Literature cited

- 1) Statistics Korea. Report of society investigation. Daejeon: Statistics Korea; 2011
- 2) Kim OS, Ryu HS. The study on blood lipid levels according to the food habits and food intake patterns in Korean elderly. *Korean J Food Nutr* 2009; 22(3): 421-429
- 3) Uh SB, Kim HS, Baek K, Kang KH, Yuk JY, Kim BS. A study on risk factors of nutrition in a rural aged people. *J Korea Sport Res* 2005; 16(6): 237-250
- 4) Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korean National Health and Nutrition Examination Survey. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2010
- 5) Jang S, Park C, Jang S, Yoon HK, Shin CS, Kim DY, Ha YC, Lee SS, Choi HJ, Lee YK, Kim BT, Choi JY. Medical service utilization with osteoporosis. *Endocrinol Metab* 2010; 25(4): 326-339
- 6) Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korean National Health and Nutrition Examination Survey. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2008
- 7) Lee WJ, Kim NW. A statistical compare analysis of bone mineral density of lumbar spine and femur, risk factors for osteoporosis in the women of pre, postmenopausal. *J Radiol Sci Technol*

- 2005; 28(3): 227-234
- 8) Aaseth J, Boivin G, Andersen O. Osteoporosis and trace elements-an overview. *J Trace Elem Med Biol* 2012; 26(2-3): 149-152
- 9) Moon ES, Lee ES. The relationship between knowledge, health beliefs, and prevention behaviors of osteoporotic fracture in patients receiving osteoporosis treatment. *Korean J Women Health Nurs* 2010; 16(2): 147-156
- 10) Lee JS, Yu CH. Some factors affecting bone mineral density of Korean rural women. *Korean J Nutr* 1999; 32(8): 935-945
- 11) Lim S, Shin CS, Kim KS, Kim SY, Bang EJ, Shin EK, Choi HR, Chung MH, Cho SI. Determinants of limb-bone mineral density in healthy men and women aged over 50 in rural area. *J Korean Soc Endocrinol* 2003; 18(2): 193-205
- 12) Sung CJ, Choi YH, Kim MH, Choi SH, Cho KO. A study of nutrient intake and serum levels of osteocalcin, Ca, P, and Mg and their correlation to bone mineral density in Korean postmenopausal women residing in rural areas. *Korean J Community Nutr* 2002; 7(1): 111-120
- 13) Kim JG, Moon YW. Diagnosis of osteoporosis. *J Korean Hip Soc* 2011; 23(2): 108-115
- 14) Shin YL. Assessment of bone mineral density. *J Korean Soc Pediatr Endocrinol* 2006; 11(2): 123-130
- 15) Chung SJ, Kang SH, Song SM, Ryu SH, Yoon J. Nutritional quality of Korean adults' consumption of lunch prepared at home, commercial places, and institutions: analysis of the data from the 2001 National Health and Nutrition Survey. *Korean J Nutr* 2006; 39(8): 841-849
- 16) Baek KH, Kang MI. Official positions of the international society for clinical densitometry. *J Korean Soc Endocrinol* 2005; 20(1): 1-7
- 17) Park J, Choi M, Lee S, Choi Y, Park Y. 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
- 18) Ahlborg HG, Johnell O, Nilsson BE, Jeppsson S, Rannevik G, Karlsson MK. Bone loss in relation to menopause: a prospective study during 16 years. *Bone* 2001; 28(3): 327-331
- 19) Baczyk G, Chuchracki M, Klejowski A. The relationship between selected biochemical parameters, clinical factors and bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. *Ginek Pol* 2012; 83(3): 194-201
- 20) Lee MK, Yoon BK, Chung HY, Park HM. The serum vitamin D nutritional status and its relationship with skeletal status in Korean postmenopausal women. *Korean J Obstet Gynecol* 2011; 54(5): 241-246
- 21) Saarelainen J, Kiviniemi V, Kröger H, Tuppurainen M, Niskanen L, Jurvelin J, Honkanen R. Body mass index and bone loss among postmenopausal women: the 10-year follow-up of the OSTPRE cohort. *J Bone Miner Metab* 2012; 30(2): 208-216
- 22) Greendale GA, Sowers M, Han W, Huang MH, Finkelstein JS, Crandall CJ, Lee JS, Karlamangla AS. Bone mineral density loss in relation to the final menstrual period in a multi-ethnic cohort: Results from the study of women's health across the nation (SWAN). *J Bone Miner Res* 2012; 27(1): 111-118
- 23) Chung JE, Hwang SJ, Kim MJ, Song JY, Cho HH, Kwon DJ, Lew YO, Lim YT, Kim EJ, Kim JH, Kim JH, Kim MR. Relationship between body composition and bone mineral density in pre- and post-menopausal women. *J Korean Soc Menopause* 2010; 16(1): 29-38
- 24) Cure-Cure C, Cure-Ramírez P, Terán E, López-Jaramillo P. Bone-mass peak in multiparity and reduced risk of bone-fractures in menopause. *Int J Gynaecol Obstet* 2002; 76(3): 285-291
- 25) Hur SE, Chung HW. Age related difference in the bone mineral density of the distal forearm in Korean women. *J Korean Soc Menopause* 2003; 9(3): 226-231
- 26) Jeong IG, Yoon JH, Kim JO, Kim YP, Lee MS, Yoon JS, Byun JJ. Relationship of isokinetic flexion and extension muscle strength, muscle mass to bone mineral density in body limbs. *Korean J Sports Med* 2003; 21(2): 176-183
- 27) Bae YJ, Sung CJ. A comparison between postmenopausal osteoporotic women and normal women of their nutrient intakes and the evaluation of diet quality. *Korean J Community Nutr* 2005; 10(2): 205-215
- 28) Farrell VA, Harris M, Lohman TG, Going SB, Thomson CA, Weber JL, Houtkooper LB. Comparison between dietary assessment methods for determining associations between nutrient intakes and bone mineral density in postmenopausal women. *J Am Diet Assoc* 2009; 109(5): 899-904
- 29) Yeon JY, Sung CJ. A study on dietary mineral intakes, urinary mineral excretions, and bone mineral density in Korean postmenopausal women. *Korean J Community Nutr* 2011; 16(5): 569-579
- 30) Kim KR, Kim KH, Lee EK, Lee SS. A study on the factors affecting bone mineral density in adult women-based on the mothers of elementary school students. *Korean J Nutr* 2000; 33(3): 241-249
- 31) Park HM, Heo J, Park Y. Calcium from plant sources is beneficial to lowering the risk of osteoporosis in postmenopausal Korean women. *Nutr Res* 2011; 31(1): 27-32
- 32) Kim MS, Koo JO. Analysis of factors affecting bone mineral density with different age among adult women in Seoul area. *Korean J Community Nutr* 2007; 12(5): 559-568
- 33) Tucker KL, Chen H, Hannan MT, Cupples LA, Wilson PW, Felson D, Kiel DP. Bone mineral density and dietary patterns in older adults: the Framingham Osteoporosis Study. *Am J Clin Nutr* 2002; 76(1): 245-252
- 34) Promislow JH, Goodman-Gruen D, Slymen DJ, Barrett-Connor E. Retinol intake and bone mineral density in the elderly: the Rancho Bernardo Study. *J Bone Miner Res* 2002; 17(8): 1349-1358
- 35) Ribaya-Mercado JD, Blumberg JB. Vitamin A: is it a risk factor for osteoporosis and bone fracture? *Nutr Rev* 2007; 65(10): 425-438
- 36) Talaulikar VS, Chambers T, Manyonda I. Exploiting the antioxidant potential of a common vitamin: could vitamin C prevent postmenopausal osteoporosis? *J Obstet Gynaecol Res* 2012; 38(1): 253-257
- 37) Ruiz-Ramos M, Vargas LA, Fortoul Van der Goes TI, Cervantes-Sandoval A, Mendoza-Nunez VM. Supplementation of ascorbic acid and alpha-tocopherol is useful to preventing bone loss linked to oxidative stress in elderly. *J Nutr Health Aging* 2010; 14(6): 467-472