

폐경 후 여성의 골격상태에 영향을 미치는 요인분석

오세인[†] · 이행신¹⁾ · 이미숙²⁾ · 김초일¹⁾ · 권인순³⁾ · 박상철³⁾

서일대학 식품영양과, 한국보건산업진흥원,¹⁾ 한남대학교 식품영양학과²⁾
서울대학교 의과대학 생화학교실³⁾

Some Factors Affecting Bone Mineral Status of Postmenopausal Women

Se In Oh,[†] Hang-Shin Lee,¹⁾ Mee Sook Lee,²⁾ Cho-Il Kim,¹⁾

In Soon Kwon,³⁾ Sang Chul Park³⁾

Department of Food & Nutrition, Seoil College, Seoul, Korea

Korea Health Industry Development Institute,¹⁾ Seoul, Korea

Department of Food & Nutrition,²⁾ Hannam University, Daejeon, Korea

Department of Biochemistry,³⁾ Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Osteoporosis, the typical metabolic bone disease of the elderly, is characterized by a reduction in bone mineral density (BMD) and increased fracture risk. Genetic and environmental factors are known to play a key role in bone metabolism, and diet is also considered to be one of the important factors. The purpose of the present study was to investigate the relationship among the factors affecting BMD, including stature, body weight, age, time period since onset of menopause, and biochemical markers of bone turnover in postmenopausal women. Seventy-eight postmenopausal women who visited health promotion center for health examinations volunteered to participate in this study and they were divided into two groups according to the time period since onset of menopause: women with a time period since onset of menopause of less than 5 years (Group 1) and women with a time period since onset of menopause of 5 years or more (Group 2). The demographic characteristics and dietary intake were surveyed using a questionnaire. BMDs of the lumbar spine and femoral neck of subjects were measured by dual energy X-ray absorptiometry. Serum levels of 25-hydroxy-vitamin D and parathyroid hormone (PTH), known to be indicators of bone related hormone status, were analyzed. Serum samples were measured for calcium, phosphorus, alkaline phosphatase, and osteocalcin as bone formation indicators, and urine was analysed for deoxypyridinoline, creatinine, calcium, and sodium as bone resorption indicators. The results are as follows: The mean BMDs of the lumbar spine and femoral neck were 1.02 ± 0.02 g/cm² and 0.81 ± 0.02 g/cm², respectively, and the BMD level of Group 2 was significantly lower than that of Group 1 ($p < 0.01$, $p < 0.05$, respectively). The mean daily intake of energy was 1838 ± 55 kcal. When nutrient intake was compared with the recommended dietary allowances (RDA) of the subjects, only calcium, vitamin A and riboflavin intake showed means lower than the RDA. The nutrient intake did not show any significant differences between Group 1 and 2. Serum and urine levels of biochemical markers of bone turnover did not show any significant differences between Group 1 and 2, and all were within the normal range. However, the PTH and deoxypyridinoline levels showed a tendency to be higher, and the osteocalcin level to be lower in Group 2 than in Group 1. Although age and years after menopause (YAM) showed negative correlations with lumbar spine bone mineral density (LBMD) ($r = -0.38$, $p < 0.001$, and $r = -0.26$, $p < 0.05$, respectively), no correlation was found with femoral neck bone mineral density (NBMD). While height, body weight and body mass index (BMI) showed a positive correlation with LBMD ($r = 0.32$, $p < 0.001$, $r = 0.38$, $p < 0.001$, $r = 0.22$, $p = 0.05$, respectively), only body weight and BMI showed a positive correlation with NBMD ($r = 0.30$, $p < 0.01$, and $r = 0.27$, $p < 0.05$, respectively). There was no significant correlation between BMDs and the nutrient intake of subjects, except in the case of carbohydrates ($r = 0.22$, $p < 0.05$). Also, serum and urine levels of bone turnover markers showed no significant correlation with nutrient intake. On the other hand, serum osteocalcin had a positive correlation with vitamin C intake ($r = 0.22$, $p = 0.05$), and urine deoxypyridinolin

채택일 : 2002년 1월 22일

[†]Corresponding author: Se In Oh, Department of Food & Nutrition, Seoil College, #49-3 Myoenmok-8-dong, Chungrang-gu, Seoul 131-702, Korea

Tel: 02) 490-7510, Fax: 02) 490-7507, E-mail: ohssein@seoil.ac.kr

showed a negative correlation with niacin intake ($r = -0.22$, $p = 0.05$). Urinary Na was negatively correlated with protein intake ($r = -0.23$, $p = 0.05$). The results suggested that it is difficult to prevent the decrease in bone mass among postmenopausal women eating the usual Korean diet. However, the BMDs of the lumbar spine and femoral neck were positively related to body weight and BMI in postmenopausal women. Therefore, this study confirmed that one of the most effective ways to minimize bone loss in postmenopausal women would be to maintain an adequate body weight with balanced nutrient intake and activity in the pre- and postmenopausal periods. (*Korean J Community Nutrition* 7(1): 121~129, 2002)

KEY WORDS: bone loss · bone mineral density (BMD) · body mass index (BMI) · postmenopausal women.

서론

사람은 노화가 진행됨에 따라 골격손실이 증가하고 골격의 구성성분이 변화하기 때문에 골격대사의 변화는 노인의 중요한 건강문제로 대두되고 있다. 골다공증은 골량이 감소하여 경미한 충격에도 골절을 일으키기 쉬운 대사성 골질환으로 (Christiansen 등 1990) 폐경 후 골다공증(type 1)과 노인성 골다공증(type 2)으로 구분된다. 이 중 어떤 경우든 골다공증의 주요 원인은 골의 재형성과정에서 골형성(bone formation)과 골흡수(bone resorption)의 불균형에 의해 초래되는 골손실이다(Ericksen & Langdahl 1997). 폐경기 여성에서 주로 발생하는 골다공증은 골흡수가 크게 증가하는 것이 특징으로 초기에 골소주(trabeculae)의 소실을 관찰할 수 있고, 점차 골량이 감소하거나 골소주판(trabeculae plate)이 천공되어 그 구조가 상실되면 경미한 충격에도 골절이 발생하게 된다.

골다공증은 효과적인 치료방법이 없기 때문에 예방이 가장 중요한데 이러한 골다공증의 유발요인은 다요인적이고 복합적이다. 골밀도에 영향을 미치는 요인은 유전적 요인과 환경적 요인으로 나눌 수가 있다. 환경적 요인 중에서는 식이 인자가 골격 성장과 유지에 중요하며 칼슘, 인, 비타민 D, 단백질, 나트륨 등이 중요한 역할을 하는 것으로 알려졌다. 폐경 전 후의 여성에서 칼슘보충이 골손실 및 골절의 위험을 감소시키고(Elders 등 1994; Smith 등 1989) 골밀도와 칼슘섭취간에 유의적인 양의 상관성이 있다는 보고(Hu 등 1993; Metz 등 1993; Ramsdale 등 1994)와 전혀 관련성이 없다는 상반된 보고가 있다(Mazess & Barden 1991; Sowers 등 1992; Stevenson 등 1989). 인의 과잉섭취는 칼슘의 흡수를 방해하고 PTH의 분비를 촉진시켜 골격의 칼슘재흡수를 증가시킬 수 있으며(Calvo 1994), 고단백식은 성장기에는 골격의 성장을 촉진시키지만 나이가 증가하면서 신장 구조 및 기능의 퇴화를 촉진하여 노를 통한 칼슘배설량을 증가시키고 이에 따라 혈청 칼슘의 농도를 일정하게 유지하기 위하여 골격으로부터 칼슘재흡수를 촉진시키게 되므로 지속적인 고단백식은 결국 골다

공증의 원인이 될 수 있다(Kerstetter & Allen 1994; Metz 등 1993). 그러나 60 g/일에서 90 g/일 정도의 단백질 섭취에서는 노 중 칼슘배설에 의한 칼슘균형을 변화시키지 않았고(구재욱 등 1991) 골밀도와 단백질 섭취량에 양의 상관관계가 있다는 보고도 있다(Lacey 등 1991).

이에 본 연구에서는 건강검진을 위해 서울대학교 병원 건강증진센터를 방문한 폐경 후 여성 78명을 대상으로 하여 골대사의 변화와 그에 대한 영향인자를 알아보려고 하였다. 또 폐경 후 기간에 따른 변화를 알아보려고 조사대상자를 폐경 후 5년 미만군과 폐경 후 5년 이상군으로 나누어 비교하였고, 식이 인자와 골밀도 및 골대사지표와의 연관성을 분석하여 일상적인 식이 섭취가 폐경 후 골손실에 어떠한 영향을 미치는가를 밝혀보고자 하였다.

조사대상 및 방법

1. 조사대상

1997년 10월부터 1997년 12월까지 건강진단을 위해 서울대학교병원 건강증진센터에 내원한 폐경 후 한국여성 중, 병력 상 40세 이전의 조기폐경자, 자궁이나 난소를 절제하여 폐경이 된 여성, 속발성 골다공증 질환, 급·만성 질환, 내분비 질환, 골 질환력 및 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 약물복용자를 제외하고 본 연구에 협조적인 78명을 대상으로 연구를 시행하였다. 폐경은 마지막 생리가 있는 지 적어도 6개월 이상 경과된 경우로 정의하였으며 연구대상자들은 폐경 후 경과기간에 따라 1군(폐경 후 5년 미만군)과 2군(폐경 후 5년 이상군)으로 나누었다.

2. 조사방법

1) 조사대상자의 일반 환경 및 신체계측지

초경, 폐경 등 월경력, 병력, 약물복용, 영양섭취 등 골밀도에 영향을 미치는 인자는 설문 조사를 통하여 자료를 얻었다. 설문지 수진자가 건강검진을 위한 내원 1주일 전에 설문지를 우편으로 받아서 직접 작성하여 수진 당일 제출하도록 하였고 이것을 간호사가 수진자에게 다시 확인하였다. 또한 신장(cm) 및 체중(kg)을 수진 당일 측정하였고 이로

부터 체질량지수(BMI, Body mass index, kg/m²)를 구하였다.

2) 영양섭취 및 식품관 분석

영양평가지에는 조사 대상자가 자신의 일반적 식생활을 대표할 수 있는 하루의 식품 섭취량을 기입하도록 하였다. 음식명과 그에 포함된 식품 재료명 그리고 음식의 섭취량은 눈 대증량으로 기록하도록 하였고 설문지가 회수된 후 눈 대증량으로부터 식품별 증량으로 환산에 식품연구소의 식품 및 음식의 눈 대증량(1998)이나 한국인 영양원장량(1995)의 눈 대증량 및 한국 식품위생연구원 영양연구부에서 보유하고 있던 음식의 recipe data base 등이 사용되었다. 이렇게 환산된 식품섭취량은 FoxPro program(Microsoft Corp., Redmond, WA, USA)을 사용하여 입력, 정리하였으며 이들 식품으로부터 섭취된 영양소 섭취량은 식품성분표(1996)의 영양성분함량을 이용하여 계산하였다.

3) 골밀도 검사

골밀도는 이중 방사선 흡수법(dual energy X-ray absorptiometry-DEXA : DPX-L, Lunar Radiation Co., Madison, Wisconsin, USA)으로 요추(lumbar spine)와 대퇴경부(femoral neck)에서 측정하였다(Gler 등 1990 : Wahner 등 1988). 요추골밀도는 제 2요추에서 제 4요추까지의 골밀도 평균 수치이며 사진 상 골절, 경화 변화 등 제외 기준을 세웠으나 제외된 경우는 없었다.

4) 골대사지표 검사

혈액 및 소변은 수진일 공복상태에서 아침 8시에 채취하여 -70℃로 냉동 보관하였다가 검사에 사용하였다. 혈청 25-hydroxy vitamin D는 ¹²⁵I를 사용한 방사면역법(Instar Co., Stillwater Minnesota USA), 부갑상선호르몬(intact PTH-Nichols Institute Diagnostics, San Juan Capistrano CA, USA) 및 osteocalcin(RADIM SpAa del Mare, 125-00040 Pomezia Italia)은 ¹²⁵I를 사용한 면역방사측정법(immunoradiometric assay-IRMA), 유리 deoxy-pyridinoline은 광학자기 미립자 자동분석법(chemilumino magnetic panicle competitive autoanalysis, Chiron, USA), 칼슘, 인, alkaline phosphatase, creatinine은 자동화학분석법, 나트륨은 ISE 전극법(ion selected electrode method)으로 측정하였다.

5) 통계분석

자료의 통계분석은 SAS(Statistical Analysis System) package를 이용하여 각 변인마다 평균, 표준오차 등의 기술적 통계치를 산출하였고 폐경 후 5년 미만군과 5년 이상

군 간의 유의성은 t-test에 의해 검정하였다. 골밀도와 이에 영향을 미치는 관련인자의 상관성은 Pearson's correlation coefficient로 구하였다.

결과 및 고찰

1. 조사대상자들의 일반 사항, 신체계측치 및 골밀도

조사대상자의 연령, 신장, 체중, BMI, 초경연령, 폐경연령, 폐경 후 기간 및 골밀도에 대한 결과는 Table 1과 같다. 조사대상자의 평균연령은 56.6 ± 0.6세였고 47세부터 69세까지 분포되었다. 대상자들의 군별 평균 연령은 1군이 52.6 ± 0.5세(47~59)였고, 2군은 59.1 ± 0.7세(51~69)였다. 평균신장과 체중은 각각 156.02 ± 0.55 cm, 59.34 ± 0.76 kg으로 나타났고 군별 신장 평균치는 통계적 유의성은 없으나 2군에서 낮은 경향을 보여주었고 체중은 2군(57.8 ± 1.0 kg)이 1군(61.1 ± 1.2 kg)에 비해 통계적으로 유의하게 낮은 것을 보여주었다(p < 0.05). 또한 이들의 평균 체질량지수는 24.4 ± 0.3로 정상수준이었고 그 범위는 19.7에서 30.5까지였다. 초경연령은 15.8 ± 0.2세였고, 폐경연령은 49.9 ± 0.4세로 2군(49.2 ± 0.5세)의 폐경연령은 1군(50.7 ± 0.5세)보다 유의적으로 빨라 폐경연령이 점차 늦어짐을 알 수 있었다(p < 0.05). 평균 폐경 후 기간은 6.2 ± 0.6년이었으며, 1군은 1.9 ± 0.3년, 2군은 9.9 ± 0.6년이였다(p < 0.001).

요추와 대퇴골의 평균 골밀도는 각각 1.02 ± 0.02 g/cm²,

Table 1. Demographic characteristics, anthropometric data and BMD of the subjects by menopausal period

Variables	Group 1	Group 2	Total
N	36	42	78
Age(yrs)	52.56 ± 0.50	59.12 ± 0.68***	56.09 ± 0.57
Range	47 - 59	51 - 69	47 - 69
Height(cm)	156.81 ± 0.84	155.35 ± 0.71	156.02 ± 0.55
Weight(kg)	61.08 ± 1.16	57.84 ± 0.96*	59.34 ± 0.76
BMI(kg/m ²)	24.81 ± 0.44	23.96 ± 0.35	24.37 ± 0.28
Age at menarche(yrs)	15.67 ± 0.28	15.88 ± 0.24	15.78 ± 0.18
Age at menopause(yrs)	50.72 ± 0.47	49.21 ± 0.49*	49.91 ± 0.35
YAM(yrs)	1.92 ± 0.26	9.90 ± 0.58***	6.22 ± 0.56
LBMD(g/cm ²)	1.07 ± 0.02	0.98 ± 0.03**	1.02 ± 0.02
NBMD(g/cm ²)	0.85 ± 0.02	0.78 ± 0.02*	0.81 ± 0.02

Values are Mean ± SE
 BMI : body mass index
 YAM : years after menopause
 LBMD : lumbar bone mineral density
 NBMD : neck bone mineral density
 Group 1 : postmenopausal period less than 5 years
 Group 2 : postmenopausal period of 5 years or more
 *, **, *** : significantly different at p < 0.05, p < 0.01 and p < 0.001

0.81 ± 0.02 g/cm²로 요추는 0.62~1.622 g/cm², 대퇴골은 0.56~1.582 g/cm²의 골밀도 범위를 보였다. 요추와 대퇴골의 골밀도는 2군에서 1군에 비해 유의적으로 낮았다 (p < 0.01, p < 0.05).

2. 열량 및 영양소 섭취상태

조사대상자의 1일 평균 열량 및 영양소 섭취량을 제6차 한국인 영양권장량(RDA, 1995)과 비교한 결과는 Table 2와 같다. 조사대상자의 1인당 1일 총 열량 섭취량은 1838 ± 55 kcal로 이는 50~64세 한국여성의 열량 권장량인 2000 kcal의 91.92%에 해당된다. 칼슘, 비타민 A, 리보플라빈을 제외하고 대부분의 영양소 섭취량은 권장량에 비해 충분한 것으로 나타났고 식사를 통한 모든 영양소들의 섭취량은 두 군간에 유의차가 없었다(Table 2).

영양소 중 골밀도 또는 골 건강상태에 직접적인 관련이 있을 수 있는 칼슘의 섭취량은 폐경 후 여성에게서 강조되는 것으로 우리 나라에서는 1일 700 mg을 권장하고 있으나, 본 연구의 대상자들의 1일 평균 칼슘섭취량은 578.5 ± 34.4 mg이었다. 권장량에 비해 약간 낮은 편이라 할 수 있고, 통계적으로 유의성은 없으나 2군의 칼슘섭취량은 1군에 비해 낮은 경향이였다. 여러 가지 영양섭취조사에서 우리나라에서 가장 부족한 영양소는 칼슘이고 이러한 부족현상은 특히 노인에게서 현저하다고 한다(보건복지부 · 한국보건산업진흥원 1999). 또한 인 섭취량은 1145 ± 44 mg으로 권장량의 163.57%에 달했으며, 칼슘/인의 비율은 0.50 ± 0.02로 낮은 비율을 보였다. 또한 대상자들의 1일 평균 단백질섭취량은 73.4 ± 3.6 mg으로 권장량의 122.32%였고 통계적으로 유의성은 없으나 1군의 단백질섭취량이 2군에

비해 높은 경향이였다. 즉, 본 조사대상자들은 폐경 후 칼슘이 다소 부족하고 인과 단백질은 비교적 높은 식이를 섭취하고 있었으며 이는 골격 손실 측면에서 문제가 된다고 볼 수 있다(김화영 1994).

한편, 당질, 단백질, 지방으로부터 섭취한 열량 구성비는 65 : 16 : 19로 한국인에게 바람직한 열량구성비율인 65 : 15 : 20과 아주 유사한 수치를 보여주었다.

3. 생화학 골대사지표

조사대상자의 생화학 골대사지표인 골관련 내분비 호르몬과 골형성 및 골흡수 인자를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 조사대상자의 골관련 내분비 호르몬인 25-OH-vitamin D와 부갑상선 호르몬의 혈청내 농도는 각각 13.36 ± 0.70 pg/ml, 14.95 ± 1.09 pg/ml이며 군간 통계적 유의차는 없었으나 2군에서 부갑상선 호르몬 농도가 높은 경향을 보여 주었는데 부갑상선 호르몬은 가령과 함께 농도가 증가한다(Epstein 등 1986). 폐경 후 에스트로젠 농도가 감소하면 1, 25-(OH)₂-vitamin D₃활성이 감소하고 칼슘흡수가 저하되며, 이로 인해 혈청 Ca 농도가 감소하여 부갑상선 호르몬의 분비가 촉진되고 골전환률이 증가되어 골손실이 증가된다.

골 형성의 생화학적 지표인 혈청 내 평균 칼슘과 인의 수준은 9.24 ± 0.26 mg/dl와 3.69 ± 0.07 mg/dl로 정상범위(의학교육연구원 1999)의 혈청 내 칼슘(8.8~10.5 mg/dl), 인(2.5~4.8 mg/dl)의 농도와 비교해 볼 때 두 군 모두 정상범위에 속했다. Alkaline phosphatase는 평균 80.59 ± 3.00 U/L로 두 군간의 유의차가 없었으나 폐경 후에는 골교체율의 증가에 따른 골소실의 가속화로 혈청 내 농도가

Table 2. Daily nutrient intake of subjects by menopausal period

Nutrients	Group 1		Group 2		Total	
	Intake	%RDA ²⁾	Intake	%RDA	Intake	%RDA
Energy(kcal)	1871.0 ± 78.0	93.54	1810.0 ± 77.0	90.52	1838.0 ± 55.0	91.92
Protein(g)	77.9 ± 6.5	129.75	69.6 ± 3.7	115.95	73.4 ± 3.6	122.32
Fat(g)	39.5 ± 4.0	-	38.2 ± 5.1	-	38.8 ± 3.3	-
Carbohydrate(g)	307.1 ± 12.3	-	297.2 ± 10.6	-	3017.0 ± 8.0	-
Ca(mg)	600.3 ± 52.4	85.76	559.8 ± 45.7	79.97	578.5 ± 34.0	82.64
P(mg)	1171.0 ± 76.0	167.31	1123.0 ± 50.0	160.37	1145.0 ± 44.0	163.57
Ca/P ratio	0.49 ± 0.02	-	0.51 ± 0.04	-	0.50 ± 0.02	-
Fe(mg)	14.5 ± 1.3	121.00	14.4 ± 0.9	119.75	14.4 ± 0.8	120.33
K(mg)	2661.0 ± 188.0	-	2464.0 ± 135.0	-	2555.0 ± 113.0	-
Vitamin A(μgRE)	648.4 ± 82.2	92.63	538.6 ± 73.9	76.94	589.3 ± 55.0	84.18
Thiamin(mg)	1.22 ± 0.08	122.42	1.26 ± 0.08	126.48	1.25 ± 0.06	124.60
Riboflavin(mg)	1.06 ± 0.08	88.54	0.99 ± 0.05	82.10	1.02 ± 0.05	85.07
Niacin(mgNE)	15.6 ± 1.1	119.68	15.2 ± 0.1	116.79	15.4 ± 0.7	118.13
Vitamin C(mg)	104.8 ± 12.1	190.50	104.4 ± 13.3	189.87	104.6 ± 9.0	190.16

Values are Mean ± SE

Group 1 : postmenopausal period less than 5 years

%RDA : Nutrient intake of subjects as percentage of Korean RDA

Group 2 : postmenopausal period of 5 years or more

Table 3. Biochemical markers of bone turnover of the subjects by menopausal period

Variables	Group 1	Group 2	Total
<i>Serum</i>			
25-OH-vitamin D(ng/ml)	13.14 ± 0.96	13.55 ± 1.01	13.36 ± 0.70
PTH(pg/ml)	13.77 ± 1.64	15.97 ± 1.46	14.95 ± 1.09
Calcium(mg/dl)	8.99 ± 0.06	9.46 ± 0.49	9.24 ± 0.26
Phosphorus(md/dl)	3.81 ± 0.10	3.59 ± 0.10	3.69 ± 0.07
Alkaline phosphatase (U/L)	81.11 ± 4.79	80.14 ± 3.83	80.59 ± 3.00
Osteocalcin(ng/ml)	8.31 ± 1.27	7.10 ± 1.19	7.66 ± 0.87
<i>Urine</i>			
Deoxypyridinoline (nM/mM creatinine)	7.28 ± 0.41	8.73 ± 1.74	8.07 ± 0.95
Creatinine(mg/dl)	98.83 ± 7.71	97.72 ± 6.74	98.23 ± 5.05
Calcium(mg/dl)	14.41 ± 1.18	13.84 ± 1.29	14.10 ± 0.88
Na(mg/dl)	156.49 ± 7.65	152.26 ± 7.39	154.21 ± 5.29
Ca/creatinine	0.16 ± 0.01	0.15 ± 0.01	0.15 ± 0.01
Na/creatinine	1.85 ± 0.13	1.79 ± 0.11	1.82 ± 0.08

Values are Mean ± SE

Group 1 : postmenopausal period less than 5 years

Group 2 : postmenopausal period of 5 years or more

증가한다고 보고되었다(최은진 · 이현옥 1998). 일명 bone Gla(γ -carboxyglutamic acid) protein이라고 불리는 단백질인 오스테오칼신의 평균농도는 7.66 ± 0.87 ng/ml로 역시 정상범위(3.7~10.0 ng/ml)에 속했고 2군에서 그 농도가 낮은 경향을 보여주었다. 이는 폐경 후 골소실 때문이라고 사료된다.

골흡수의 생화학적 지표인 소변의 deoxypyridinoline (u-DPD)는 8.07 ± 0.95 nM/mM creatinine으로 군간 유의차는 없으나 2군에서 높은 경향이 있었다. 소변 중의 creatinine, 칼슘, 나트륨의 농도와 Ca/creatinine, Na/creatinine비에도 군 간 유의차가 없었다.

4. 골밀도와 일반사항 및 신체계측지와의 관계

골밀도와 연령, 초경나이, 폐경나이, 폐경 후기간과의 상관성을 조사한 결과(Table 4) 요추의 골밀도는 연령과 폐경 후 기간에 따라 유의적으로 감소하였으나($r = -0.38$, $p < 0.001$, $r = -0.26$, $p < 0.05$) 대퇴골경부의 골밀도는 상관성을 보이지 않아 요추가 연령과 폐경 후 기간에 의해 더 많은 영향을 받는 것으로 보여진다. 일반적으로 최대 골밀도가 완성된 후에는 일정기간동안 골밀도가 유지되나 여성의 경우, 폐경 후에는 골 소실 속도가 촉진되는 것으로 보고되고 있으며 폐경 여성에 있어서 현재의 연령과 폐경 후의 기간이 골밀도에 영향을 미치는 중요한 요인의 하나로 알려져 있다. 특히, 한국여성의 경우 폐경 직후 10년 동안의 골소실이 12%에 달한다고 한다(손호영 1996; 양승오

Table 4. Correlations between BMD and demographic characteristics, anthropometric data in menopausal women

Variables	Bone mineral density(g/cm ²)			
	LBMD		NBMD	
	r	(p)	r	(p)
Age	-0.38	(0.00)***	-0.19	(0.10)
Age at menarche	-0.09	(0.43)	-0.10	(0.37)
Age at menopause	-0.19	(0.11)	-0.01	(0.90)
YAM	-0.26	(0.02)*	-0.17	(0.13)
Height	0.32	(0.00)**	0.11	(0.33)
Weight	0.38	(0.00)***	0.30	(0.01)**
BMI	0.22	(0.05)*	0.27	(0.02)*

r : Correlation coefficient, YAM : years after menopause

BMI : body mass index, LBMD : lumbar bone mineral density

NBMD : neck bone mineral density, BMI : body mass index

*, **, *** : significantly different at $p < 0.05$, $p < 0.01$ and $p < 0.001$

등 1988; 용석중 등 1988). 홍주영 · 조여원(1997)은 같은 연령의 폐경 여성에 있어서 폐경 후 기간에 따라 골밀도에 유의적인 차이가 있어 폐경 후 기간이 길수록 골밀도가 상대적으로 낮아져서 폐경 여성에 있어서 현재의 연령 그 자체보다 폐경 후의 기간이 골밀도에 영향을 주는 중요한 인자라고 보고하였다.

신체 계측과 골밀도와의 관계에 관한 연구는 단순한 신체 계측치만을 이용하여 골량의 대체적인 평가를 하고, 골밀도가 낮거나 골다공증 위험도가 높은 사람을 쉽게 예견할 수 있도록 하기 위하여 행해져 왔는데 골밀도와 신장, 체중, 체질량지수와와의 상관성을 분석한 본 연구결과는 다음과 같다(Table 4). 요추의 골밀도는 신장, 체중, 체질량지수와 각각 유의적인 양의 상관관계를 나타내었고($r = 0.32$, $p < 0.01$, $r = 0.38$, $p < 0.001$, $r = 0.22$ $p < 0.05$, Table 4), 대퇴골경부의 골밀도는 체중, 체질량지수와 각각 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다($r = 0.30$, $p < 0.01$, $r = 0.27$, $p < 0.05$, Table 4).

이와 같은 연구결과는 우리 나라 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구에서 골밀도가 신장, 체중, 체질량지수와 모두 양의 상관관계가 있다는 보고(홍주영 등 1999)와 체중과 체질량지수는 골밀도와 양의 상관관계가 있음을 지적한 다른 연구결과(Desimone 1989; Holbrook & Barrett-Connor 1993)와 일치한다. 또한, Wardlaw(1996)도 폐경 이후에는 다른 요인보다도 체중이 골밀도에 영향을 미치는 주요요인이라고 보고하였고, 체질량지수가 22~24 이하인 경우 골다공증의 위험도가 높아지는 반면, 체질량지수가 26~28 이상인 경우 골다공증의 위험에 대하여 제한적인 보호 효과가 있음을 보고하였다.

체중이 골밀도와 관련되는 이유는 체중이 높을수록 골 조직에 가해지는 무게가 증가하므로 즉 기계적 부하에 의해서

골밀도 유지에 도움이 되며 따라서 체중이 실리는 요추 및 대퇴골 골밀도에 대해서는 결정 인자 중의 하나이나 요골과는 상관성이 없다(Desimone 등 1989; Holbrook & Barrett-connor 1993; Liel 등 1988). 본 연구 대상자에서는 폐경 후 기간이 긴 group 2의 체중이 group 1에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$, Table 1). 이는 연령증가에 따른 체구성의 변화와 신장의 차이에서 비롯된 것으로 보인다. 또한 골밀도가 체질량지수와 유의적인 양의 상관관계가 있다는 본 연구결과는 골밀도에 대한 체지방의 역할로도 설명될 수 있다.

골밀도 감소가 폐경 후 비만형 체형에 비해 마른 체형에서 현저하여 체지방이 폐경 후 골다공증의 발생에 예방적 인자가 될 것으로 지적되어 왔다(Desimone 등 1989; Gordin 등 1993; Holbrook & Barrett-Connor 1993; Liel 등 1988). 체지방조직에서는 androgen이 endogenous estrogen으로 전환되므로 체지방량과 골밀도간에 유의적인 양의 상관성을 보인다는 것이다. 따라서 지방조직이 많을수록 골 흡수를 억제하는 estrogen생성이 증가할 것이고 특히, 폐경에 따르는 난소성 에스트로젠의 부족상태를 보완하여 골밀도를 유지하는데 도움이 될 것이라고 하였다. 또한 지방조직량이 많을수록 인슐린 저항성이 증가되며 이로 인한 고인슐린혈증이 유발된다고 하였다. 인슐린은 실험적으로 골성분을 유지시킴이 밝혀져 고인슐린혈증이 골밀도 유지에 기여했을 가능성도 보고되었다(Gordin 등 1993).

5. 골밀도와 영양소 섭취량과의 관계

영양소 섭취량과 골밀도와의 상관성을 검토한 결과, 영양소 섭취량과 요추 및 대퇴골의 골밀도와의 유의적인 상관성이 없는 것으로 나타났다. 이는 영양소 섭취량이 전체적인 식습관이 아닌 대표적인 하루의 식품섭취량 조사에 의한 결과였기 때문일 수도 있을 것으로 사료된다. Freudenheim 등(1986)은 35~65세 여성을 대상으로 횡단연구와 추적연구를 실시하였는데 첫째 골밀도 측정시 폐경 후 여성에게서만 척골 골밀도와 아스코르빈산 및 나이아신 섭취량 간에 유의적인 상관관계가 있었고 4년간의 추적연구에서는 폐경 후 여성의 칼슘 섭취량이 높을수록 상완골 골량의 소실을 억제하였으며 영양제를 먹지 않은 폐경 후 여성에게서만 열량, 단백질, 칼슘, 인, 아연, 엽산 섭취량이 요골의 골밀도에 유의적인 영향을 미친다고 하였다. 최은진·이현옥(1996)은 50~67세 여성에서 열량, 탄수화물, 총단백질, 동물성 단백질, 지방, 동물성 및 육류 칼슘, 철분, 티아민, 나이아신 섭취량이 요추 골밀도와 양의 상관관계를 보였다고 보고하였다. 칼슘과 골밀도와의 관계에 대해서는 이미 많은 연구가

이루어져 왔는데 우리 나라 폐경 후 여성을 대상으로 한 홍주영·조여원의 연구(1997)에 의하면 요추의 골밀도는 칼슘 섭취량이 섭취량과 유의적인 양의 상관관계를 보이나, 대퇴부의 골밀도는 상관관계를 보이지 않는 것으로 나타났다. Andon 등(1991)은 폐경 후 여성의 평균 칼슘 섭취량을 조사하여 평균값(606 mg)을 기준으로 두 군으로 나누었을 때 평균값 이하 섭취군에 비해 평균 이상 섭취군의 요추 골밀도가 유의하게 더 높았으며 식이 칼슘이 폐경 후 여성의 골격 건강을 유지하는 중요 인자가 될 수 있다고 했다. Dawson-Hughes 등(1990)도 폐경 후 여성에게서 1일 777 mg 이상의 칼슘 섭취군에 비해 405 mg 이하 칼슘 섭취군이 요추 골감소율이 유의하게 더 컸다고 하였다. Holbrook 등(1988)도 1일 470 mg 칼슘 섭취군에 비해 765 mg 섭취군의 골절 위험성이 유의하게 낮았으며 식이 칼슘 섭취량과 대퇴골 골절률간에는 음의 상관관계가 있다고 보고하였다. 그러나 골밀도와 칼슘 섭취량간에 전혀 관련성이 없다는 상반된 보고들도 있다(Mazess & Barden 1991; Sowers 등 1992; Stevenson 등 1989). 본 연구에서는 골밀도와 칼슘 섭취량간에 유의적인 상관관계가 없었는데 이는 칼슘섭취는 최대 골질량을 증가시켜 골다공증을 어느 정도 지연시키는 것이고, 골손실을 감소시키는 것이 아니기 때문인 것으로 판단되며 폐경 후 여성의 경우 칼슘 섭취량이 본 조사대상자의 섭취수준(578 mg, RDA의 82.64%)이라면 골밀도에 별 영향을 주지 않는다고 사료된다. 인의 과잉섭취는 칼슘의 흡수를 방해하고 부갑상선 호르몬의 분비를 촉진시켜 골격의 칼슘재흡수를 증가시킬 수 있다(Calvo 1994)고 한다. 고단백식은 노 칼슘배설량을 증가시키며 골격으로부터 칼슘재흡수를 증가시키게 되므로 지속적인 고단백식은 결국 골다공증의 원인이 될 수 있다고 한다(Metz 등 1993; Kerstetter & Allen 1994). 본 연구의 조사 대상자의 1일 단백질섭취량은 73.4 ± 3.6 g으로 RDA의 122.32% 정도에 해당하여 요추와 대퇴부의 골밀도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 한편 나트륨의 섭취량이 많으면 신세뇨관에서 나트륨-칼슘 교환이 증가되어 소변내 칼슘의 배설 증가로 인한 골소실이 커서 골질량에 많은 감소가 있을 것으로 예상되었다(이종호 등 1992). 본 연구결과에서 보듯이 본 조사대상자들의 영양소 섭취수준 즉, 권장량을 상회하는 단백질과 인의 섭취량(권장량의 122.32%, 163.57%), 낮은 칼슘섭취량(권장량의 82.64%)과 더불어 짜게 먹는 우리나라의 식습관은 문제가 되리라 사료되었으나 칼슘, 인, 단백질 섭취량과 골밀도는 상관관계가 없어 폐경 후 여성들의 폐경 후 일상식사를 통해 섭취하는 수준에서는 요추와 대퇴부의 골밀도에 큰 영향

을 미치지 않는 것으로 나타났다.

영양소 섭취량과 생화학 골대사지표인 골관련 내분비 호르몬, 골형성 및 골흡수인자와의 상관성을 검토한 결과 골형성지표인 osteocalcin은 아스코르브산 섭취량($p < 0.05$)과, 그리고 골흡수인자인 deoxypyridinoline은 나이아신 섭취량과 상관성이 있었고($p < 0.05$), 소변의 나트륨 배설량은 단백질 섭취량과 유의적인 정의 상관관계를 보여주었다($p < 0.05$). 이는 Freudenheim 등(1986)이 폐경 후 여성에게서 척골 골밀도와 아스코르브산 및 나이아신 섭취량 간에 유의적인 상관관계를 보고한 것과 유사한데 아스코르브산 및 나이아신과 골형성 및 골흡수인자와의 관계에 대한 연구가 더 많이 이루어져 그 기전이 밝혀져야 하겠다. 본 연구에서는 식사를 통한 단백질, 칼슘, 인 섭취량 등은 25-hydroxy-vitamin D, 부갑상선 호르몬, 혈청 calcium, phosphorus, 소변 deoxypyridinoline, calcium 등 골관련 대사지표와 유의적인 상관성이 없었다. 이러한 결과는 최은진 · 이현옥의 폐경 여성을 대상으로 한 연구(1996)에서도 영양소 섭취상태와 혈청 칼슘, 인, 부갑상선 호르몬 사이에 유의적인 상관관계를 확인할 수 없었다는 결과와도 일치하며 이는 식사를 통한 단백질, 칼슘, 인 등 영양소 섭취량이 달라진다 하더라도 혈청 칼슘이나 인의 수준은 내분비 기능의 적절한 변화에 의해 상당히 일정하게 유지되기 때문(김화영 1994; 정차권과 하경선 1995; 정혜경 등 1997)으로 사료된다.

결론적으로 이상의 결과를 종합해 보면 권장량을 대체로 충족시키는 일상 식이를 섭취하는 폐경기 여성에서는 폐경 자체가 주는 호르몬의 변화로 인한 골격의 퇴화를 막기에는 어려움이 있을 것으로 보인다. 또한 단백질, 칼슘, 인의 섭취량이 골밀도 뿐만 아니라 골대사에 관여하는 골관련 호르몬의 농도에도 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었으며, 골 형성인자 및 골 흡수인자의 농도 변화에도 영향을 미치지 않았다. 더욱 최근 연구결과에서 폐경 후 한국여성의 골밀도에 영향을 주는 요인으로 ER(Estrogen receptor) X 유전자형이 주목되고 있고 이러한 유전자형이 VDR(vitamin D receptor) B 유전자형과 상호작용시 더욱 상관도를 높여준다고 보고되었다(권인순 등 2001). 이러한 사실은 영양 등의 환경요인뿐 아니라 유전자형에 따른 환경요인을 함께 분석해야 할 필요성을 높여주고 있다.

따라서 노년기에 나타날 골다공증을 예방하거나 최소화하기 위해서는 폐경으로 인한 호르몬의 변화를 최소한으로 줄여야 하며 이를 위해서는 충분한 양의 칼슘과 균형 잡힌 영양소 섭취가 폐경 이후보다는 폐경 이전부터 계속적으로 이루어져야 할 것이며 골다공증 유발 유전자형을 가진 대상

자들은 보다 더 특별한 주의를 기울여야 할 것이다.

요약 및 결론

본 연구에서는 서울대학교 병원 건강증진센터에 건강검진을 위해 내원한 폐경 후 여성 78명에 대해 폐경 후 기간이 요추와 대퇴골의 골밀도, 인체계측지수, 영양소 섭취량, 골대사 지표인 골관련 내분비호르몬(25-hydroxy-vitamin D, 부갑상선 호르몬), 골형성 인자(혈청 calcium, phosphorus, alkaline phosphatase, osteocalcin) 및 골흡수 인자(소변 deoxypyridinoline, creatinine, calcium, sodium)에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 또한, 식이 인자와 골밀도 및 골대사 지표와의 연관성을 살펴본 후 폐경 후 식이 섭취가 골다공증에 어떠한 영향을 미치는가를 밝혀 골다공증의 예방 및 감소를 위한 기초자료로 제공하고자 하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 골밀도 측정 결과 요추와 대퇴골의 평균 골밀도는 폐경 후 5년 미만군(1군)과 폐경 후 5년 이상군(2군)에서 각각 $1.07 \pm 0.02 \text{ g/cm}^2$ vs $0.98 \pm 0.03 \text{ g/cm}^2$, $0.85 \pm 0.02 \text{ g/cm}^2$ vs $0.78 \pm 0.02 \text{ g/cm}^2$ 로 2군이 1군에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.01$, $p < 0.05$).

2) 조사대상자의 1일 1인당 총 열량 섭취량은 $1838 \pm 55 \text{ kcal}$ 이었고 칼슘, 비타민 A, 리보플라빈을 제외한 다른 영양소 섭취량은 권장량에 비해 충분히 섭취하고 있는 것으로 나타났고 모든 영양소들의 섭취량에는 두 군간에 유의차가 없었다. 골밀도 또는 골 건강상태에 직접적인 관련이 있을 수 있는 칼슘의 섭취량은 $578.5 \pm 34.4 \text{ mg}$ 으로 권장량에 비해 약간 낮은 편이었고 인 섭취량은 $1145 \pm 44 \text{ mg}$ 으로 과잉 섭취하고 있어 칼슘/인의 비율은 0.50 ± 0.02 로 낮은 비율을 보였다. 단백질 섭취량은 1일 $73.4 \pm 3.6 \text{ g}$ 이었다.

3) 조사대상자의 생화학 골대사지표인 골관련 내분비 호르몬과 골형성 및 골흡수 인자를 조사한 결과 군간 통계적 유의차는 없었으나 2군에서 부갑상선 호르몬과 deoxypyridinoline 농도가 높은 경향을, osteocalcin 농도는 낮은 경향을 보여주었다.

4) 요추의 골밀도는 연령 및 폐경 후 기간과 유의적인 음의 상관관계를 보였고($r = -0.38$, $p < 0.001$, $r = -0.26$, $p < 0.02$), 대퇴골경부의 골밀도는 상관성을 보이지 않았다. 골밀도와 신체계측치와 상관성에서 요추의 골밀도는 신장, 체중, 체질량지수와 각각 유의적인 양의 상관관계를 나타내었고($r = 0.32$, $p < 0.01$, $r = 0.38$, $p < 0.001$, $r = 0.22$, $p < 0.05$), 대퇴골경부의 골밀도는 체중, 체질량지수와 유의적인 양의 상관성을 보였다($r = 0.30$, $p < 0.01$,

$r = 0.27, p < 0.05$). 따라서 본 연구의 폐경 후 여성의 골밀도에는 연령, 폐경 후 기간, 체중, 체질량지수가 영향을 미치는 주요요인이었고 대퇴골경부보다는 요추가 더 영향을 많이 받는다는 것을 알 수 있었다.

5) 대표적인 하루의 식품 섭취량으로부터 나타난 영양소 섭취량과 골밀도와의 상관성을 검토한 결과 유의적인 상관성이 없었으나 혈청 osteocalcin은 아스코르브산 섭취량과 노중 deoxypyridinoline은 나이아신 섭취량과 상관성이 있었고, 소변의 나트륨 배설량은 단백질 섭취량과 음의 상관관계를 보여주었다. 따라서 본 연구 대상자들이 일상식을 통해서 섭취하는 수준의 단백질, 칼슘, 인이 체내 골밀도 뿐만 아니라 골대사에 관여하는 골관련 호르몬의 농도에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었으며, 골 형성인자 및 골 흡수인자의 농도 변화에도 영향을 미치지 않았다.

이상의 결과를 종합해 보면 결론적으로 권장량을 대체로 충족시키는 일상 식이를 섭취하는 폐경 후 여성에서 폐경 자체가 주는 변화로 인한 골격의 손실을 식이만으로는 막기 어렵고 영양소 섭취량을 골격상태와 관련지을 수 없었다. 따라서 폐경 이후에 나타날 골손실을 막기 위해서 칼슘과 더불어 균형 잡힌 영양소 섭취는 폐경 이전부터 중요하며 이 연구에서 다루어지지는 않았지만 잘 알려진 환경인자인 운동/활동량이 중요한 변수가 될 수 있을 것으로 생각된다. 또한 폐경 후 여성의 골밀도에는 연령, 폐경 후 기간, 체중, 체질량지수 등이 주요 영향요인으로 나타났으므로 균형 잡힌 영양섭취와 활동적인 생활습관으로 정상체중을 유지하는 것이 중요하다고 사료된다.

참고 문헌

구재욱 · 광충실 · 최혜미(1991) : 한국성인 여성의 단백질 섭취수준과 동 · 식물성 급원이 칼슘 및 인대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 24(2) : 124-131

권인순 · 김인규 · 강창모 · 유태우 · 박병주 · 강홍식 · 이형신 · 김초일 · 조현찬 · 배상훈 · 박상철(2001) : 한국 폐경후 여성에서 유전자 다형성과 골밀도의 연관성 : 유전자 상호작용. *대한내과학회지* 60(5) : 421-431

김화영(1994) : 골다공증과 식이인자. *한국영양학회지* 27(6) : 636-645

농촌생활연구소(1996) : 식품성분표

보건복지부 · 한국보건산업진흥원(1999) : 1998 국민영양건강조사

손호영(1996) : 골다공증의 병인과 역할. 제 2회 골다공증 심포지엄, pp.1-10

한국식품연구소(1988) : 식품 및 음식의 눈 대증량

양승오 · 이명식 · 광철은 · 김성연 · 이명철 · 조보연 · 이홍규 · 고창순 · 양광자(1988) : 감마선 측정법을 이용한 한국인 정상골밀도치. *대한의학회지* 31 : 1350

용석중 · 임승길 · 허갑범(1988) : 한국인 성인 남녀의 골밀도. *대한의*

학회지 31 : 1350-1358

의학교육연구원(1999) : 서울대학교 내과학교실 내과지침서. 고려의학 pp.684-693

이종호 · 문수재 · 임승길 · 허갑범(1992) : 폐경 전 40대 한국여성들의 영양 섭취와 골밀도와의 관계. *한국영양학회지* 25(2) : 140-149

정차권 · 하경선(1995) : 뼈세포의 효소 및 무기질대사에 미치는 PTH와 calcitonin 호르몬의 효과와 인산화 반응. *한국영양학회지* 28(8) : 737-748

정혜경 · 김종연 · 이현숙 · 김종여(1997) : 흰쥐에서 칼슘과 인의 섭취비율이 체내 칼슘 및 골격대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 30(7) : 813-824

최은진 · 이현숙(1996) : 일부 농촌지역 폐경 여성의 골격상태에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. *한국영양학회지* 29 : 1013-1020

한국영양학회(1995) : 한국인 영양권장량 제 6 차 개정

홍주영 · 조여원(1997) : 폐경 여성에서 비타민 K 섭취와 골밀도의 상관관계 (I) : 식이편. *한국영양학회지* 30 : 299-306

홍주영 · 조여원 · 백진영 · 조항준 · 송유봉(1999) : 폐경 후 여성에서 비타민 K와 골대사와의 상관성에 관한 연구. *한국영양학회지* 32(3) : 287-295

Andon MB, Smith KT, Bracker M, Statoris D, Saltman P, Strause L (1991) : Spinal bone density and calcium intake in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 54 : 927-929

Calvo MS(1994) : The effect of high phosphorus intake on calcium homeostasis. *Adv Nutr Res* 9 : 183-207

Christiansen C, Riis BJ, Rdbro P(1990) : Screening procedure for woman at risk of developing postmenopausal osteoporosis. *Osteoporosis Int* 1 : 35-40

Desimone DP, Stevens J, Edwards J(1989) : Influence of body and race on bone mineral density of the midradius, hip. *J bone Miner Res* 4(6) : 827-830

Dowson-Hughes B, Dallal GE, Krall RA, Sadowski L(1990) : A controlled trial of the effect of calcium supplementation on bone density in postmenopausal women. *N Engl J Med* 323 : 878-883

Elders PJM, Lips P, Netelenbos C(1994) : Long-term effect of calcium supplementation on bone loss in perimenopausal women. *J Bone Miner Res* 9(7) : 963-970

Epstein S, Bryce G, Hinman JW, Miller ON, Riggs BL, Hui SL, Johnston CC Jr(1986) : The influence of age on bone mineral regulating hormones. *Bone* 7(6) : 421-425

Ericksen EF, Langdahl BL(1997) : The pathogenesis of osteoporosis. *Horm Res* 48(suppl 5) : 78-82

Freudentheim JOL, Johnson NE, Smith EL(1986) : Relationships between usual nutrient intake and bone-mineral content of 35 - 65 years of age : Longitudinal and cross-sectional analysis. *Am J Clin Nutr* 44 : 863-876

Gler CC, Steiger P, Selvidge R(1990) : Comparative assessment of dual photon absorptiometry and dual energy radiography. *Radiology* 174 : 223-228

Gordin JM, Süteri PK, McDonald PC(1993) : Source of estrogen production in postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 36 : 207-218

Holbrook TL, Barrett-Connor E(1993) : The association of life time weight and weight control patterns with mineral density in an

- adult community. *Bone & Mineral* 20 : 141-149
- Holbrook TL, Barrett-Connor E, Wingard DL(1988) : Dietary calcium intake and risk of hip fracture : 14-years prospective population study. *Lancet* 2 : 1046-1049
- Hu JF, Zhao XH, Jia JB(1993) : Dietary calcium and bone density among middle-aged and elderly women in China. *Am J Clin Nutr* 58 : 219-227
- Kerstetter JE, Allen LH(1994) : Protein intake and calcium homeostasis. *Adv Nutr Res* 9 : 167-181
- Lacey JM, Anderson JJB, Fujita T, Yoshimoto Y, Koch GG(1991) : Correlates of cortical mass among premenopausal and postmenopausal Japanese women. *J Bone Mine Res* 6(7) : 651-659
- Liel Y, Edwards J, Shary J, spicer KM, Gordon L(1988) : The effects of race and body habitus on bone mineral density of radius, hip and spine in premenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 66(6) : 1247-1250
- Mazess RB, Barden HS(1991) : Bone density in premenopausal women : effect of age, dietary intake, physical activity, smoking and birth-control pills. *Am J Clin Nutr* 53 : 132-142
- Metz JA, Anderson JJB, Gallagher Jr PN(1993) : Intakes of calcium, phosphorus, and protein and physical activity level are related to radial bone mass in young adult women. *Am J Clin Nutr* 58 : 537-542
- Ramsdale SJ, Bassey EJ, Pye DJ(1994) : Dietary calcium intake related to bone mineral density in premenopausal women. *British J Nutr* 71 : 77-84
- Smith EL, Giligan C, smith PE(1989) : Calcium supplementation and bone loss in middle aged women. *Am J Nutr* 50 : 833-842
- Sowers MR, Clark MK, Hollis B(1992) : Radial bone mineral density in pre- and perimenopausal women : A prospective study of rates and risk factors for loss. *J Bone Mine Res* 7(6) : 647-657
- Stevenson JC, Lees B, Devenport M(1989) : Determinants of bone density in normal women : risk factors for future osteoporosis? *BMJ* 298(8) : 924-928
- Wahner HW, Dunn WL, Brown ML(1988) : Comparison of dual-energy absorptiometry and dual-photon absorptiometry for bone mineral measurements of the lumbar spine. *Radiology* 63 : 1075-1084
- Wardlaw GH(1996) : Putting body weight and osteoporosis into perspective. *Am J Clin Nutr* 63(suppl) : 433S-436S