

우리나라 일부 폐경전·후 여성의 골밀도와 그에 영향을 미치는 체형 및 식이인자에 관한 연구

승정자[†] · 백수경 · 이행신* · 김미현 · 최선희 · 이소연 · 이다홍

숙명여자대학교 식품영양학과
*한국보건산업진흥원 식품산업단

A Study of Body Anthropometry and Dietary Factors Affecting Bone Mineral Density in Korean Pre- and Postmenopausal Women

Chung-Ja Sung[†], Soo-Kyung Baek, Haeng-Shin Lee*, Mi-Hyun Kim,
Sun-He Choi, So-Yean Lee and Da-Hong Lee

Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

*Dept. of Food Industry, Korea Health Industry Development Institute, Seoul 156-050, Korea

Abstract

The objective of this study is to examine the factors affecting bone mineral density in pre- and postmenopausal women. The subjects were 30 Korean premenopausal women with mean ages of 33.6 years, and 30 Korean postmenopausal women with mean ages of 63.3 years without diagnosed diseases. Data for food and nutrient intake were obtained by the 24-hour recall method. BMD of lumbar spine and femoral neck were measured by the dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA). Anthropometric measurement were made, and a blood sample was taken for assay osteocalcin. The results are summarized as follows: 16.67% of the subjects in the premenopausal women and 87.33% of the subjects in the postmenopausal women were classified as osteoporosis or osteopenia. The nutrient intake of the premenopausal women was adequate to the Korean RDA level excepting energy, Ca, Fe, and vitamin B₂, while that of the postmenopausal women was less than the Korean RDA level excepting phosphorus and vitamin C. In the premenopausal women, BMD of lumbar spine is correlated significantly with anthropometric measurement such as weight, waist circumference, BMI, and body fat mass. BMD of femoral neck for the premenopausal women is correlated significantly with weight, BMI, waist circumference, body fat mass, hip circumference, and BMDs of both site are negatively correlated with lean body mass, total body water, but they are not related with intake of nutrients in this study. In the postmenopausal women group, BMDs of both site are not significantly correlated with anthropometric measurement, but BMD of lumbar spine showed positive relation with intake of energy, protein, and carbohydrate. In conclusion, adequate nutrient intake, especially energy, protein have been suggested to prevent the loss of bone mineral density in the postmenopausal women. Also, adequate body weight and BMI have been suggested in the premenopausal women.

Key words: bone mineral density (BMD), osteoporosis

서 론

최근 평균 수명의 증가와 경제적 발전으로 개인의 건강에 대한 관심은 더욱 증가하고 있다. 그 중 골다공증은 골격대사의 변화로 인한 질병으로 골격의 화학적 조성에는 변화가 없고 단위용적당 질량이 감소되어 척추, 요골 및 대퇴부의 골절이 쉽게 초래되는 질병으로(1) 그 발병률이 증가하고 있다. 특히 여성은 폐경후 여성호르몬인 에스트로겐의 분비감소로 골밀도는 더욱 감소하게 되어 골다공증의 발생위험이 높아진다. 여성은 30대 중반에 최대골질량에 도달하며, 그 후 10

년마다 3%의 감소속도로 골질량의 감소를 보이고, 폐경후 9%로 급격한 감소를 보인다고 보고되어 있다(2). 따라서 최대 골질량의 확보와 골손실 위험인자를 감소시키는 것이 골다공증의 예방에 중요하다고 할 수 있다(3). 현재 우리나라의 경우 골다공증 유병율은 높으나 이에 대한 관리의 아직도 미흡한 편이며, 발생률과 정도를 파악하기 위한 통계자료와 연구자료도 부족한 실정이다.

골밀도에 영향을 주는 인자는 매우 복합적인 것으로 인종, 성별(4)과 같은 유전적 요인, 영양소섭취요인(5), 체격지수(6), 신체조성, 알코올, 흡연, 카페인(7,8), 신체활동(9,10)과

[†]Corresponding author. E-mail: scj@sookmyung.ac.kr
Phone: 82-2-710-9465, Fax: 82-2-701-2926

같은 환경적인 요인, 호르몬(11), 폐경과 난소절제의 영향(12), 그리고 초경의 지연(13) 등이 그 주요 요인으로 알려져 있다. 특히 척추골의 대부분을 차지하는 해면골이 영양 및 호르몬의 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있어(14) 영양소 섭취가 척추골밀도에 미치는 영향은 클 것으로 생각된다. 식이 요인에 의한 영향에 관한 과거의 연구결과들을 살펴보면 다음의 요인들을 찾아 볼 수 있다. 칼슘(15,16), 단백질(17-19), 비타민(20-23), 무기질(24) 등의 영향이 보고된 바 있으며, 그 중에서도 부적절한 칼슘의 섭취, 인의 과잉 섭취로 인한 칼슘/인의 높은 섭취비율, 동물성 단백질의 다량 섭취(25,26)는 낮은 골질량을 형성하는 것으로 보고되고 있다. 최근에는 식이 중에 함유된 골다공증의 예방인자로서 이소플라본(27-30)이 대두되고 있으나 이소플라본을 이용한 국내·외의 intervention 연구는 아직 미비한 실정이다.

1998년 이루어진 국민건강·영양조사(31)에 의하면 성인의 칼슘 평균 섭취량은 1일 1인당 476.5 mg으로 권장량 700 mg의 73.7%에 미치고 있으며, 섭취량의 58.2%를 흡수율이 낮은 식물성 식품에 의존하고 있는 것으로 조사되었고, 현재 까지 항상 권장량에 미달되게 섭취되는 영양소로 지적되고 있다. 특히 현재 중년기 여성의 경우 이들의 성장기나 청·장년기의 기간인 1970년 초반에는 평균 1일 1인당 칼슘의 섭취량이 400 mg정도로 나타난 조사치(32)를 볼 때 이 시기의 부적절한 칼슘의 섭취는 낮은 최대 골질량을 형성하였을 것으로 판단되며, 이는 현재 중년 여성이 높은 골다공증의 위험을 가지고 있을 것으로 쉽게 유추할 수 있다. 이는 Lee와 Yu(33)의 농촌성인 여성들의 골밀도 영향요인 분석에서도 조사 대상자 49세 이하 연령군의 50%, 50세 이상에서 86.4%가 골감소증 또는 골다공증으로 분류되었다고 보고된 연구결과에서도 확인할 수 있었다. 또한 서구화되는 식생활은 동물성 단백질의 다량섭취, 과잉 인의 섭취로 인한 칼슘/인의 높은 비율을 유발하여 폐경기 이후 중년 여성뿐만 아니라 폐경전이나 젊은 여성에게도 골다공증의 위험을 높이고 있다. 골다공증의 치료가 호르몬제제와 같은 약품에 의존할 경우 그 부작용이 높다는 보고도 있다(34).

따라서, 일상 식이를 하는 여성에게서 칼슘, 인, 그리고 동물성단백질을 포함한 영양소와 이소플라본과 같은 식생활요인이 골밀도 및 골대사에 미치는 영향을 분석하는 연구가 필요할 것으로 본다. 그러므로 본 연구에서는 폐경전·후의 여성을 대상으로 식생활요인이 골밀도와 골대사 인자와의 상관관계를 규명하여 골다공증 예방을 위한 기초자료로 사용하고자 한다.

연구 방법

조사대상자

본 연구에서는 서울과 경기도 구리시 및 그 주변에 거주하는 폐경전 여성 30명과 폐경후 여성 30명 총 60명을 대상으로

하였으며 조사기간은 1999년 5월부터 7월까지 실시되었다.

조사 내용 및 방법

신체계측: 신체계측으로 신장과 체중은 신체 자동계측기(Fatness measuring system, DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여, 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 측정하였다. 체질량 지수(BMI, body mass index)는 체중(kg)을 신장(m)의 제곱으로 나눈 값을 사용하였다. 체지방 함량(LBM, lean body mass), 체지방 함량(body fat%)과 총수분 함량(TBW, total body water)은 체지방 측정기(bio-electrical impedance analyzer, TBF-105 TANITA, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 연령과 신장을 기준으로 계산하였다. 허리둘레와 엉덩이둘레는 줄자를 이용하여 측정하였고 이를 기준으로 WHR(waist hip ratio)을 계산하였다. 혈압은 자동혈압기(Fully automatic blood pressure monitor, BP-750A, NISSEI, Japan)를 사용하여 수축기 혈압과 확장기 혈압을 측정하였다.

혈액 채취 및 분석: 모든 연구대상자로부터 12시간 공복 상태에서 해당일 아침 8시에서 9시 사이에 진공 채혈관을 이용하여 정맥혈을 10 cc를 채취하였다. 채취된 혈액은 2500 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 -70°C 에서 냉동 보관하였다가 분석시 사용하였다. 오스테오칼신 분석은 IRMA 법으로 RADIM SpAa dei Mare, 125-00040 Pomezia Italia의 kit를 이용하여 측정하였다.

골밀도 측정: 골밀도 측정은 DEXA(Dual Energy X-ray Absorptiometry, Norland)를 이용하여 요추(lumbar spine)와 대퇴경부(femoral neck) 두 부위를 측정하였다.

식이섭취조사: 조사대상자의 골밀도에 영향을 미치는 식이 요인을 조사하기 위해 식품 및 영양소섭취실태를 조사하였다. 24시간 회상법을 이용하여 3일간 식이 섭취 상태를 조사하였으며 식이섭취조사는 음식명과 그에 포함된 식품 재료명과 섭취량을 기록하도록 하였다. 영양소섭취실태는 조사된 자료를 기초로 하여 개인별 1일 식품 및 영양소 섭취량을 영양평가프로그램(Can-Pro, Computer Aided Nutritional analysis program for professionals, 한국영양학회 부설 영양정보센터)으로 분석하여 산출하였으며, Can-Pro로 분석할 수 없는 미량원소의 경우에는 식품성분표(35), Food composition and nutrient tables(36) 및 식품미량원소함량표(37)를 참조하여 섭취한 식품의 재료별 중량에 따라서 환산하였다. 이를 한국인 영양권장량(제 7차 개정, 한국영양학회)과 비교하여 개인별 영양권장량에 대한 섭취비율을 구하였다. Isoflavone 섭취량은 주요 isoflavone인 genistein과 daidzein 및 소량의 glycyetin을 분석한 Franke와 Custer(38)의 자료를 사용하여, 대두는 904 $\mu\text{g/g}$, 두부는 355 $\mu\text{g/g}$, 삶은 콩나물 125 $\mu\text{g/g}$, 된장은 일본식 미소된장의 분석치인 230 $\mu\text{g/g}$, 두유 125 $\mu\text{g/g}$ 으로 주된 급원식품인 대두 식품 중의 함량만을 산출하였다.

통계처리: 본 실험에서 얻은 모든 결과의 평균과 표준편차를 구하였고, 폐경전 여성군과 폐경후 여성군간의 신체계

측, 영양소 섭취상태, 혈액분석 수치 등의 모든 변수는 SAS (Statistical Analysis System) program을 이용하였고, T-test로 두 군간의 유의성을 검정하였다. 본 조사 대상자는 나이의 분포 범위가 넓고 이러한 나이의 분포는 골밀도 및 골대사 지표와 변수들의 상관관계분석시 영향을 줄 수 있기 때문에 변수들 사이의 상관관계는 나이를 고정한 partial correlation coefficient(r)로 분석하여 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

연령, 신체계측치 및 혈압측정치

조사대상자의 평균연령은 폐경전 여성군이 33.6세, 폐경후 여성군이 63.3세였다. 폐경전 여성군의 신장, 체중은 160.7 cm, 55.2 kg으로 우리나라 연령별 체위기준치의 158 cm, 55 kg과 거의 같았으며, 폐경후 여성군은 151.9 cm, 57.4 kg으로 체위기준치 157 cm, 57 kg에 비해 신장이 약간 적었다. 신장과 체중에 따른 BMI 수치는 폐경전 여성군이 21.3 kg/m²로써, 폐경후 여성군의 24.9 kg/m²보다는 낮았으나(p<0.001), 두 군 모두 정상범위에 속하였다. 반면에 체지방함량(%)은 폐경전 여성군이 26.7%에 반해 폐경후 여성군이 37.3%로 연령이 높은 폐경후 여성군의 체지방함량이 유의적으로 높았다(p<0.001). 수축기 혈압은 폐경전 여성군이 113.4 mmHg, 폐경후 여성군이 146.1 mmHg이고, 확장기 혈압은 폐경전 여성군이 69.7 mmHg, 폐경후 여성군이 85.2 mmHg로 모두 폐경전 여성군에서 유의적으로 낮게 나타났다(p<0.001)(Table 1).

Table 1. Anthropometric measurements in subjects

	Premenopausal (n=30)	Postmenopausal (n=30)	Significance
Age (yr)	33.6± 8.5	63.3± 7.8	p<0.001
Height (cm)	160.7± 5.3	151.9± 4.4	p<0.001
Weight (kg)	55.2± 9.2	57.4± 7.7	N.S. ¹⁾
BMI (kg/m ²)	21.3± 2.9	24.9± 3.6	p<0.001
Waist (cm)	69.4± 8.2	84.3± 7.4	p<0.001
Hip (cm)	91.6± 5.9	98.5± 7.1	p<0.001
WHR	0.8± 0.1	0.9± 0.0	p<0.001
Body fat (%)	26.7± 5.8	37.3± 8.6	p<0.001
LBM (%)	73.3± 5.8	62.7± 8.6	p<0.001
TBW (%)	53.5± 4.3	45.8± 6.3	p<0.001
SBP (mmHg)	113.4±12.6	146.1±23.5	p<0.001
DBP (mmHg)	69.7± 9.7	85.2±12.7	p<0.001

¹⁾N.S.: Not significant

Table 2. Bone mineral density and osteocalcin in subjects

		Premenopausal (n=30)	Postmenopausal (n=30)	Significance
Lumbar spine	T-score	0.46±2.17	-3.18±2.61	p<0.001
	BMD (g/cm ²)	1.02±0.13	0.80±0.16	p<0.001
Femoral neck	T-score	-0.38±1.78	-3.45±1.92	p<0.001
	BMD (g/cm ²)	0.83±0.09	0.67±0.10	p<0.001
Osteocalcin	ng/mL	7.03±2.53	8.02±2.47	N.S. ¹⁾

¹⁾N.S.: Not significant

골밀도 및 골대사지표

폐경전·후 여성의 골밀도와 osteocalcin함량은 Table 2와 같다. DEXA에 의해 측정된 부위별 평균 골밀도는, 폐경전 여성군에서 요추 1.02 g/cm², 대퇴경부 0.83 g/cm²이었다. 이 수치는 Kim 등의 연구(39)에서 보고된 29~45세 연령층의 요추 1.21 g/cm², 대퇴경부 0.94 g/cm²와 Oh 등(19)의 폐경전 여성을 대상의 보고에서 요추 1.16 g/cm², 대퇴경부 0.89 g/cm²보다 낮은 수준이었다. 폐경후 여성군에서는 요추 0.80 g/cm², 대퇴경부 0.67 g/cm²로 Lee 등(40)의 폐경후 여성을 대상으로 한 보고에서 요추 0.99 g/cm², 대퇴경부 0.81 g/cm²의 수치보다 낮은 수준이었다. T-score는 특징인과 최대 골밀도를 나타내는 젊은 성인의 정상 최대 골밀도치와의 차이를 정상 골밀도치의 표준편차로 나누어 얻어내는 숫자이다. 이러한 T-score에 의한 골밀도의 해석방법에 의하여, 요추(Lumbar Spine)의 경우 T-score가 폐경전 여성군이 0.46으로 정상범위인 -1 이내에 속한 반면, 폐경후 여성군에서는 평균이 -3.18로 나타나 골다공증 기준치인 -2.5보다 훨씬 낮은 수치를 보이고 있었다(p<0.001). 대퇴경부(Femoral neck)에서도 같은 경향을 보여서, 폐경후 여성군이 -3.45로 폐경전 여성군의 -0.38보다 유의적으로 낮았다(p<0.001). 그러나 같은 군내에서도 요추보다는 대퇴경부의 골밀도가 낮은 것으로 나타났다. osteocalcin 골밀도나 골형성 지표와 유의적인 상관관계를 보여 골전환율의 지표로 많이 사용되고 있다. osteocalcin 함량은 유의적이지는 않았으나 폐경후 여성군이 8.02 ng/mL로써 폐경전 여성군의 7.03 ng/mL보다 높았다. 폐경후 여성은 골전환율이 빨라지면서 osteocalcin 농도가 높아진다.

또한 폐경전·후 여성의 골밀도 분포는 두 그룹간의 차이를 잘 드러내 주고 있다. 요추의 T-score 값에 따라 -1 이상을 정상 그룹, -1~-2.5을 위험군, -2.5이하를 골다공증군으로 보았을 때, 그 결과는 Table 3과 같다. 폐경전 여성군은 골다공증이 2명에 불과했으나, 폐경후 여성군에서는 22명(73.33%)이 골다공증으로 나타났다. 이는 여성의 경우 폐경에 따른 호르몬 변화가 골밀도 감소에 심각한 영향을 미치고 있음을 잘 드러낸 결과로, 이 수치는 99년 1년 동안 내원한 수진자를 대상으로 한 조사(41)에서 60대 여성의 26.5%, 70대 이상 여성의 32.3%가 골다공증이라고 보고한 수치보다 훨씬 높은 수준이었다.

Table 3. Distribution of subjects according to the T score of lumbar spine (unit: N (%))

	Osteoporosis	Risk	Normal	Total
Premenopause	2(6.67)	3(10.00)	25(83.33)	30(100.00)
Postmenopause	22(73.33)	3(10.00)	5(16.67)	30(100.00)
Significance	$\chi^2=30.00$ ($df=2$) $p<0.01$			

영양소 및 식품군별 섭취량

영양소 섭취량: 조사대상 폐경전·후 여성의 하루평균 영양소 섭취량과 한국인 영양권장량과 비교한 백분율은 Table 4와 같다. 평균에너지, 단백질, 지방을 비롯하여 거의 모든 영양소에서 폐경후 여성군이 폐경전 여성군보다 낮게 섭취하고 있었다. 그러나 비타민 C 섭취량은 폐경후 여성군이 111.9 mg을 섭취하여 폐경전 여성군의 75.8 mg보다 유의적으로 높았다($p<0.05$). 또한 총 단백질 섭취량은 폐경전 여성군이 높았으나, 식물성 단백질 섭취는 폐경후 여성군이 38.9 g으로 폐경전 여성의 35.0 g보다 높았으며, 식물성 칼슘 섭취량도 폐경후 여성군이 높았으나 유의적이지는 않았다. 이러한 결과는 폐경후 여성군이 폐경전 여성군보다 식물성 식품으로부터

영양소섭취량의 섭취가 높다는 것을 반영해 주고 있다. 이소플라본의 섭취량은 폐경후 여성군이 34.9 mg을 섭취하여 폐경전 여성군의 16.9 mg보다 높았다($p<0.05$). 농촌 지역 폐경기 여성을 대상으로 한 Sung 등(42)의 연구에서는 이소플라본의 섭취량이 27.3 mg이라고 보고하였고, Lee 등(43)은 한국 중년 여성이 대두 식품을 통한 이소플라본 섭취량이 24.41 mg이라고 보고하였다. Cassidy 등(44)은 폐경전 여성에서 이소플라본의 섭취는 난포기의 증가에 의한 생리주기길이의 연장이 일어나 유방암 발병을 낮추는 효과가 있다고 보고하였고, Washburn 등(45)은 폐경초기 여성에게 34 mg의 이소플라본이 함유된 식이를 6주간 제공시 대조군보다 안면홍조, 혈액성상이 개선되는 효과가 있었다고 보고하였고, Alekel 등(46)은 폐경초기 여성에게 80.4 mg의 이소플라본을 24주간 섭취시킨 결과 요추에서의 골 손실이 줄어드는 효과가 있었다고 보고하였다. 폐경후 여성에서 호르몬 대체요법으로 이소플라본이 에스트로겐과 유사한 구조를 가지면서 약한 에스트로겐 기능을 하는 것으로 보고되었다(47). 이상과 같은 효과 면에서 폐경전·후 여성에게 대두를 통한 이소플라본의 섭취

Table 4. Mean nutrient intakes and percent RDA of nutrient intake

	Premenopausal	%RDA	Postmenopausal	%RDA
Food (g)	1254.2± 336.2***		944.9± 269.0	
Energy (kcal)	1679.7± 355.4*	84.0±17.8	1440.4± 402.8	79.0±21.2
Protein (g)	67.5± 20.1**	122.7±36.5**	54.0± 15.8	98.2±28.6
Animal protein	32.5± 15.6***		15.2± 9.7	
Plant protein	35.0± 8.7		38.9± 13.4	
Fat (g)	46.2± 12.5***		27.7± 14.4	
Animal	20.4± 9.8***		7.1± 5.6	
Plant	25.8± 8.6		20.5± 13.8	
Cholesterol (mg)	237.0± 92.2***		111.6± 103.0	
Carbohydrate (g)	248.7± 50.8		245.2± 70.9	
Crude fiber (g)	5.3± 1.8		6.0± 2.2	
Ash (g)	17.4± 4.8		17.5± 5.1	
Calcium (mg)	494.6± 201.6	70.7±28.8	470.8± 199.1	68.0±28.6
Animal	235.0± 143.2		165.8± 158.4	
Plant	259.6± 83.9		305.0± 125.0	
Phosphorus (mg)	1011.4± 277.3	144.5±39.6	932.7± 304.0	133.2±43.4
Iron (mg)	12.0± 6.4	74.8±40.1	10.7± 4.2	89.1±34.6
Animal	3.1± 2.0***		1.6± 1.1	
Plant	9.0± 5.7		9.3± 3.9	
Sodium (mg)	3740.3±1232.2		3891.4±1350.0	
Potassium (mg)	2255.7± 556.4		2343.3± 763.8	
Magnesium (mg)	158.4± 154.2		162.6± 97.6	
Copper (mg)	1.4± 1.8		1.2± 0.5	
Vit. A (R.E.)	706.7± 276.5*	101.0±39.5**	498.6± 288.6	71.2±41.2
Retinol (µg)	118.8± 73.6***		33.9± 33.3	
Carotene (µg)	3112.8±1433.0		2570.1±1613.2	
Vit. B ₁ (mg)	1.1± 0.3	105.2±28.0	1.0± 0.3	99.5±32.5
Vit. B ₂ (mg)	1.0± 0.4***	82.3±29.3***	0.7± 0.2	54.8±20.5
Niacin (mg)	13.3± 3.8*	102.6±29.0*	11.2± 3.6	86.2±27.9
Vit. C (mg)	75.8± 31.2	108.3±44.6	111.9± 67.3*	159.8±99.1*
Isoflavones (mg)	16.9± 14.1		34.9± 27.1*	

*Significantly different between groups by T-test ($p<0.05$)**Significantly different between groups by T-test ($p<0.01$)***Significantly different between groups by T-test ($p<0.001$)

를 더욱 증가시키는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 또한, 영양권장량에 대한 백분율을 비교해보면 칼슘 섭취율은 폐경전 여성군에서는 70.7%, 폐경후 여성군에서는 68.0%로 모두 낮은 섭취수준을 보였고, 식물성 식품으로부터의 칼슘의 섭취비율이 폐경전 여성군에서 약 53%, 폐경후 여성군이 약 65%로써 흡수율을 생각할 때 영양상태가 불량함을 예측할 수 있다. Cho와 Lim의 연구(48)에서 총에너지섭취량, 동물성 단백질 등의 섭취량이 권장량보다 부족하고 노인기에서 채식 위주의 식습관으로 질적인 면에서의 문제점을 지적하였는데 본 연구에서도 폐경후 여성군에서 같은 양상을 보였다. 하루 평균 인의 섭취량은 폐경전 여성군에서 1011.4 mg, 폐경후 여성군은 932.7 mg으로 각각 권장량의 144%, 133%로 섭취하여 Ca/P섭취비율이 0.49, 0.50 정도에 불과했다. Calvo (49)는 장기적으로 인의 섭취비율이 높고, 칼슘의 섭취량이 적을 때 2차적인 parathyroidism을 유발해 calcium 조절 호르몬이 골 손실의 속도를 늦추기 위해 정상적으로 수행하는 항상성 유지에 위한 기작에 손상이 올 수 있음을 지적하였다. 철의 섭취량은 폐경전 여성군이 권장량의 74.8%로 섭취하고 있었고, 폐경후 여성은 89.1%로 권장량에 크게 미달되지 않았으나 주된 급원이 식물성 식품인 것을 감안할 때 칼슘의 경우와 같이 흡수율 면에서 불량함을 예측할 수 있다. 이와 같이 폐경후 여성군이 전반적으로 낮은 영양소 섭취실태를 보이는 것과 함께 폐경전 여성군의 철 및 칼슘 섭취비율이 낮은 것은 매우 우려되는 현상이라 볼 수 있다.

식품군별 섭취량: 식품군별 섭취량에서는 난류, 버섯류, 어패류, 우유 및 유제품류, 유지류, 육류, 음료류가 폐경전 여성군이 폐경후 여성군보다 유의적으로 섭취량이 많았는데 (Table 5), 특히, 난류, 음료류의 경우 폐경전 여성군의 섭취량이 폐경후 여성군보다 유의적으로 많았다(p<0.001). 그러나 두류와 해조류는 폐경후 여성군이 폐경전 여성군보다 섭취량이 유의적으로 많은 것으로 나타났다(p<0.01). 식품군별 섭취량과 영양소섭취량에서 나타난 바와 같이 폐경전 여성군은 동물성 식품 및 음료류의 섭취가 폐경후 여성군에 비하여 높게 나타났는데, 동물성 식품 특히 동물성 단백질의 섭

Table 5. The intake from each food group in subjects (unit : g)

	Premenopausal (n=30)	Postmenopausal (n=30)	Significance
Potatoes	24.2 ± 21.6	33.5 ± 60.5	N.S. ¹⁾
Cereals	292.1 ± 91.3	296.1 ± 137.3	N.S.
Fruits	206.4 ± 183.7	136.1 ± 118.8	N.S.
Eggs	27.6 ± 19.7	9.9 ± 17.3	p<0.001
Sugars	9.1 ± 6.6	4.9 ± 10.6	N.S.
Soy foods	40.3 ± 30.7	70.7 ± 52.3	p<0.01
Mushrooms	1.3 ± 2.2	0.4 ± 1.2	p<0.05
Fishes	51.9 ± 50.4	26.5 ± 27.9	p<0.05
Milk	112.5 ± 104.5	51.7 ± 86.8	p<0.05
Oils	7.5 ± 3.2	5.3 ± 3.8	p<0.05
Meats	61.1 ± 54.2	25.2 ± 24.1	p<0.01
Beverage	174.7 ± 167.2	12.0 ± 29.7	p<0.001
Processed food	2.2 ± 5.9	10.2 ± 35.9	N.S.
Seasonings	27.8 ± 12.0	21.8 ± 13.6	N.S.
Seeds	2.4 ± 6.2	1.9 ± 4.2	N.S.
Vegetables	211.3 ± 70.3	230.5 ± 89.5	N.S.
Seaweeds	1.7 ± 1.9	10.8 ± 16.7	p<0.01
Other	0.2 ± 0.6	0.0 ± 0.0	N.S.

¹⁾N.S. : Not significant

취는 체액을 산성화시켜 소변으로의 칼슘 배설을 증가시키므로 과잉섭취는 골다공증의 위험요인이 될 수 있는 것으로 예측된다. 또한 음료 중 특히 탄산음료 중에 다량 함유되어 있는 인은 체내의 균형을 위하여 뼈의 칼슘 용해를 증가시키므로 또 다른 위험요인으로 작용할 수 있어 폐경전 여성군의 식품 섭취 경향에 문제점이 지적된다.

상관관계

신체계측치와 골밀도 및 골대사지표와의 상관관계: 신 체계측치와 골밀도 및 osteocalcin과의 상관관계는 Table 6 과 같다. 폐경전 여성의 경우는 요추 및 대퇴부골밀도에 BMI가 가장 큰 양의 상관관계를 보이고 그 외에도 체중, 허리둘레, 엉덩이둘레, 체지방이 양의 상관관계를 보인 반면(p<0.05), 제지방, 총수분함량은 음의 상관관계를 보였다(p<0.05). Yu 등(50)의 연구에서 체중이 가장 강한 인자인 것과 일치하며, 젊고 체중이 적게 나가는 여성에게 골다공증 위험율이 높다

Table 6. Correlation coefficient of bone mineral density and anthropometric measurement

	Premenopausal			Postmenopausal		
	Lumbar spine	Femoral neck	Osteocalcin	Lumbar spine	Femoral neck	Osteocalcin
Height (cm)	0.0902	0.1402	-0.1241	-0.0852	0.0922	-0.1032
Weight (kg)	0.4116* ¹⁾	0.4340*	-0.2891	0.1051	0.0090	-0.2287
BMI (kg/m ²)	0.4637*	0.4750*	-0.2887	0.1152	-0.0454	-0.1365
Waist (cm)	0.3945*	0.4088*	-0.2041	0.1322	-0.0231	0.0251
Hip (cm)	0.3024	0.3751*	-0.1182	-0.0115	0.0089	-0.0007
WHR	0.3296	0.2991	-0.1964	0.2689	-0.0441	0.0428
Body fat (%)	0.3939*	0.3730*	-0.2343	0.0248	-0.1004	-0.2243
LBM (%)	-0.3939*	-0.3730*	0.2343	-0.0248	0.1004	0.2243
TBW (%)	-0.3939*	-0.3730*	0.2343	-0.0248	0.1004	0.2243
SBP (mmHg)	0.0573	-0.0493	0.0929	-0.0175	-0.1372	-0.3236
DBP (mmHg)	0.0292	-0.0635	0.2089	0.1294	0.0395	-0.0356

¹⁾Partial correlation coefficient, *Significance at p<0.05.

는 기존의 연구결과(3)와 일치하는 것이다. 체지방, 체지방이 양의 상관관계를 보인 여러 연구(6,51)와 반대로 본 연구에서는 체지방이 음의 상관관계를 보였다. 본 조사대상 폐경 후 여성군에서는 신체계측치가 골밀도에 유의적인 상관관계를 보이지 않아 영향을 크게 미치지 않는 것으로 나타났는데, Choi와 Chung의 연구(52)에서는 폐경후 여성에서 체중, 신장 등이 골밀도와 상관관계를 보인다고 보고하였다. osteocalcin은 조골세포에서 합성되어 뼈세포의 기질에 결합하고 새롭게 생성된 osteocalcin의 일부가 혈액중으로 유리되며 폐경후에 골전환율이 빨라지면서 이의 농도가 증가한다고 하며(53), osteocalcin은 척추의 골격에서 골상태를 나타내는 지표로서 활용할 수 있다고 한다(54). 본 연구에서 폐경전 여성군에서는 요추($p<0.05$)와 대퇴경부($p<0.01$)에서 유

의적인 음의 상관관계를 보였고, 폐경후 여성군에서는 요추 및 대퇴경부의 골밀도와 음의 상관관계를 보였으나 유의적이지 않았다(Table 7).

영양소섭취량과 골밀도 및 골대사지표와의 상관관계 : 영양소섭취량과 골밀도 및 골대사지표와의 상관관계는 Table 8에 나타나 있다. 폐경전 여성군은 대부분의 영양소에서 골밀도 및 골대사지표인 오스테오칼신과 유의한 상관관계를 보이지 않았으나, 폐경후 여성군은 대퇴경부에서 에너지와 단백질, 탄수화물이 양의 상관관계를 나타냈다($p<0.05$). 이는 Choi와 Chung(52)의 폐경후 여성에서 에너지가 양의 상관관계를 보인다는 것과 일치하며, 단백질이 요추골밀도와 양의 상관관계를 보여 기존의 몇 연구(19,39)와 같은 결과를 보였으나, 단백질섭취량과 골밀도간에 음의 상관관계를 보인다

Table 7. Correlation coefficient of bone mineral density and osteocalcin

	Premenopausal			Postmenopausal		
	Lumbar spine	Femoral neck	Osteocalcin	Lumbar spine	Femoral neck	Osteocalcin
Lumbar spine	-	0.7000 ^{***1)}	-0.4739 ^{**}	-	0.4872 ^{**}	-0.0780
Femoral neck	0.7000 ^{***}	-	-0.4323 [*]	0.4872 ^{**}	-	-0.1695

¹⁾Partial correlation coefficient

*Significance at $p<0.05$, **Significance at $p<0.01$, ***Significance at $p<0.001$.

Table 8. Correlation coefficient of bone mineral density, osteocalcin and nutrient intakes

	Premenopausal			Postmenopausal		
	Lumbar spine	Femoral neck	Osteocalcin	Lumbar spine	Femoral neck	Osteocalcin
Food (g)	0.0184	-0.2594	-0.2343	-0.0726	0.3060	-0.3981 ^{*1)}
Energy (kcal)	0.0629	-0.2238	-0.1983	0.0914	0.4583 [*]	-0.3768 [*]
Protein (g)	-0.0239	-0.3197	-0.0290	0.0582	0.4190 [*]	-0.4675 [*]
Animal protein	-0.0862	-0.3592	0.0714	0.0704	0.3347	-0.2655
Plant protein	0.0910	-0.1202	-0.1861	0.0171	0.2490	-0.3568
Fat (g)	0.0163	-0.1655	-0.1110	0.1080	0.2829	-0.2034
Animal fat	-0.1141	-0.3562	0.0616	-0.1387	0.0731	-0.3364
Plant fat	0.1472	0.1520	-0.2374	0.1709	0.2671	-0.0743
Cholesterol (mg)	0.0908	-0.0715	-0.2689	-0.0934	0.3263	-0.2803
Carbohydrate (g)	0.1592	-0.1252	-0.3136	0.0641	0.4312 [*]	-0.3283
Crude fiber (g)	-0.0330	-0.0574	-0.2406	-0.1478	-0.0554	-0.4549 [*]
Ash (g)	0.0918	-0.2199	-0.0899	-0.1545	0.0838	-0.3202
Calcium (mg)	0.0158	-0.2716	-0.2172	0.1313	0.2360	-0.3675
Animal calcium	0.0295	-0.2412	-0.1621	0.1923	0.2935	-0.1436
Plant calcium	-0.0124	-0.2411	-0.2454	-0.0340	0.0037	-0.3968 [*]
Phosphorus (mg)	-0.0078	-0.3127	-0.1492	-0.0017	0.2417	-0.3952 [*]
Iron (mg)	0.1077	-0.1084	-0.1398	-0.1084	0.0610	-0.4516 [*]
Animal iron	-0.1590	-0.2485	0.1885	-0.1458	0.1604	-0.3143
Plant iron	0.1687	-0.0439	-0.2219	-0.0732	0.0189	-0.3821 [*]
Sodium (mg)	0.1488	-0.1723	-0.1495	-0.1093	-0.0547	-0.2996
Potassium (mg)	0.0019	-0.2317	-0.1697	0.0292	0.3187	-0.4014 [*]
Magnesium (mg)	-0.1365	-0.1053	0.0029	0.1507	0.0463	-0.3067
Copper (mg)	-0.1111	-0.0382	0.0043	0.0103	0.3663	-0.3230
Vit. A (R.E.)	0.0122	-0.1436	-0.3047	-0.2020	-0.1202	-0.1317
Retinol (μg)	0.0647	-0.0217	-0.2845	0.0276	0.3332	-0.2675
Carotene (μg)	-0.0260	-0.1466	-0.1884	-0.1420	-0.0854	-0.2076
Vit. B ₁ (mg)	0.0822	-0.2425	-0.2403	-0.1481	0.1635	-0.3501
Vit. B ₂ (mg)	0.0384	-0.2852	-0.1211	0.0352	0.2235	-0.3071
Niacin (mg)	0.0051	-0.3237	0.0197	-0.0563	0.1950	-0.3627
Vit. C (mg)	-0.1471	-0.2565	-0.1521	-0.1260	0.2280	-0.1921
Isoflavones (mg)	-0.1662	0.1381	0.1804	-0.0692	-0.0354	-0.3676 [*]

¹⁾Partial correlation coefficient, *Significance at $p<0.05$.

Table 9. Correlation coefficient of bone mineral density, osteocalcin and the intake from each food group

	Premenopausal			Postmenopausal		
	Lumbar spine	Femoral neck	Osteocalcin	Lumbar spine	Femoral neck	Osteocalcin
Potatoes	-0.2757	-0.0290	0.1632	-0.1299	-0.0365	0.0810
Cereals	0.1230	-0.1308	-0.2675	0.1848	0.2908	-0.2101
Fruits	0.1464	0.1696	-0.2742	-0.0634	0.2524	-0.0776
Eggs	0.1387	0.0687	-0.3741 ¹⁾	-0.2651	0.0575	-0.2717
Sugars	0.0860	-0.0294	-0.1335	0.0496	0.3530	-0.3113
Soy foods	-0.0147	0.1792	0.0396	0.0049	0.0494	-0.2211
Mushrooms	-0.1433	-0.0483	0.1537	-0.1396	-0.0548	-0.0318
Fishes	0.0815	-0.1016	-0.0310	0.2643	0.3740*	0.0422
Milk	-0.0145	-0.3140	-0.0446	0.1722	0.3132	-0.1802
Oils	-0.1602	-0.2623	-0.0721	-0.0735	0.1433	0.0379
Meats	-0.2000	-0.3406	0.3654	-0.0452	0.0380	-0.3969*
Beverage	-0.0913	-0.2028	-0.0297	-0.2551	0.1243	-0.1080
Processed food	-0.2561	-0.2811	0.1993	-0.2347	-0.3224	-0.0273
Seasonings	0.2873	0.0531	-0.2468	-0.1285	-0.3858*	-0.0916
Seeds	0.1480	0.1884	-0.1288	0.1295	0.2207	-0.2056
Vegetables	-0.0826	-0.2474	-0.1230	-0.3423	-0.2394	-0.2216
Seaweeds	-0.1234	-0.3621	-0.0348	0.1330	0.0793	-0.1171
Other	0.2675	0.2414	0.0021	-	-	-

1) Partial correlation coefficient, *Significance at p<0.05.

는 상반된 보고들(49,55)도 있다. 골대사지표인 osteocalcin 은 폐경후 여성군에서 에너지, 단백질, 조섬유, 식물성칼슘, 인, 철, 칼륨, 이소플라본과 유의적인 음의 상관관계를 보였다. 이것은 폐경후 골 교체율이 빨라지면서 증가되는 오스테오칼신의 농도가 일상식을 통한 이소플라본의 섭취로 감소되는 효과가 있음을 의미하는 것으로서, 폐경후 여성의 이소플라본 섭취량을 증가시키면 폐경으로 인한 골손실을 완화하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 또한 폐경후 여성군이 에너지, 단백질 등의 섭취량이 영양권장량보다 적음에도 불구하고 오스테오칼신 농도와 음의 상관관계를 갖는 것으로 볼 때, 폐경후 여성의 영양소 섭취량을 개선시키면 폐경으로 인한 골 손실의 증가를 완화하는데 효과를 볼 것으로 생각된다. 성인 여성을 대상으로 한 New 등(56)의 연구에서는 대상자들의 칼슘섭취량이 1일 평균 1101 mg일 때, 오스테오칼신의 농도와 인의 섭취량 간에 양의 상관관계를 보였다. Teegarden 등(57)은 폐경전 여성을 대상으로 한 연구에서 칼슘의 섭취량이 1일 600 mg 미만인 일상 식이에서 인의 섭취량의 증가는 골밀도와 양의 상관관계를 보인다고 보고하였다. 본 연구의 폐경후 여성군의 1일 칼슘 섭취량은 1일 평균 470.8 mg으로 낮은 섭취량을 보였고 인의 섭취량 증가가 골 대사에 긍정적인 효과를 준 것으로 생각된다. 칼륨은 폐경후 여성에서 골 용해를 감소시키고 골 형성 속도를 증가시킨다는 보고(58)가 있으며, New 등(56)은 섬유소를 포함하여 칼륨, 마그네슘, 아연 등이 함유된 야채, 과일의 섭취는 성인 여성의 골 대사에 이로운 작용을 한다고 보고하였다.

식품섭취상태와 골 밀도 및 골 대사지표와의 상관관계 : 식품군별 섭취량과 골 밀도 및 골 대사지표와의 상관관계는 (Table 9) 폐경전 여성군의 경우는 난류의 섭취량과 osteocalcin 음의 상관관계를 보였고(p<0.05), 폐경후 여성군에서는 육류의 섭취량과 오스테오칼신의 함량이 음의 상관관

계를 나타냈다(p<0.05). 생선류의 섭취량은 대퇴경부 골 밀도와 양의 상관관계를 보였고(p<0.05), 향신료의 섭취량은 대퇴경부 골 밀도와 음의 상관관계를 나타내었다(p<0.05).

요 약

본 연구는 폐경전·후의 여성들의 골격 상태를 살펴보고, 일반영양소 및 isoflavones, 칼슘, 인의 섭취량이 골 밀도 및 골 대사에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하기 위하여 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다. 본 연구의 조사 대상자는 폐경전 여성군 30명과 폐경후 여성군 30명 총 60명이었으며, 연구수행은 3일간의 24시간 식이섭취조사와, 신체계측, 혈액 채취 및 골 밀도 측정을 통하여 이루어졌다. 본 연구를 통하여 획득된 결과는 다음과 같다. 조사대상자의 평균 연령은 폐경 이전 여성군은 33.6세, 폐경이후 여성군이 63.3세이고, 폐경 이전 여성군의 골 밀도는 요추 1.02 g/cm², 대퇴경부 0.83 g/cm²이고, 폐경이후 여성군에서는 요추 0.80 g/cm², 대퇴경부 0.67 g/cm²이며 폐경이후 여성군에서 T-score로 판단했을 때 골다공증군이 73.33%이고, 골감소증은 10.0%, 정상군은 16.67%이고 폐경이전 여성군에서는 골다공증군이 6.67%이고, 골감소증은 10.0%, 정상군은 83.33%이었다. 폐경이전 여성군은 단백질, 인, vitamin B₁, niacin, vitamin C의 섭취량이, 폐경이후 여성군에서는 인, vitamin C가 권장량 이상으로 섭취하였으나, 폐경이전 여성군에서 총 에너지는 권장량의 84.0%, 칼슘은 권장량의 70.7%, 철은 권장량의 74.8%, vitamin B₂은 권장량의 82.3%로 섭취하였고, 폐경이후 여성군에서는 총 에너지는 권장량의 79.0%, 칼슘은 권장량의 68.0%, 철은 권장량의 89.1%, vitamin B₂은 권장량의 54.8%, niacin은 권장량의 86.17%로 섭취하여 특히 폐경이후 여성군에서 영양소의 섭취가 크게 부족하였다. 폐경이후 여성군에서는

식물성 식품이 영양소의 섭취량에 기여도가 높게 나타났고, 두류, 해조류의 섭취량이 폐경이전 여성군보다 유의적으로 많았다. 폐경이전 여성군에서는 폐경후 여성군보다 난류, 버섯류, 어류, 유제품류, 육류, 음료류의 섭취가 유의적으로 많았다. 폐경이전 여성군의 요추골밀도는 체중, BMI, 허리둘레, 체지방함량과 대퇴경부골밀도는 체중, BMI, 허리둘레, 엉덩이둘레, 체지방과 양의 상관관계를 보였고, 제지방량, 총수분함량과는 두 부위 모두 음의 상관관계를 보였다. 폐경이후 여성군에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 영양소 및 식품섭취량과 골 밀도 및 골 대사지표와의 상관관계에서는 폐경이전 여성에서는 모든 영양소가 골 밀도 및 osteocalcin과 유의적인 상관관계를 보이지 않았고, 폐경이후 여성군에서는 에너지, 단백질, 탄수화물이 요추골밀도와 양의 상관관계를 나타냈다. 본 연구에서 얻어진 조사자료에 따르면, 조사 대상자의 폐경후 여성군의 대부분이 골감소증 또는 골다공증을 가지고 있어 심각한 상황으로 판단되었으며, 골 밀도 손실을 최소화하기 위해서는 에너지, 단백질, 이소플라본 등의 식이 요인들을 식품의 질을 고려하여 충분한 양으로 섭취하여야 할 것으로 생각된다. 한편, 폐경전 여성에서는 현재의 식이섭취보다는 체중, 체질량지수 등의 체형요인이 골 밀도에 유의한 영향을 주는 것으로 조사되어 지나친 저체중의 선호는 폐경전 여성에 있어 골다공증의 위험을 높일 수 있으므로 올바른 체형인식 및 이를 위한 적당한 영양소섭취가 요구되어진다.

감사의 글

본 연구는 1999년 과학기술부/KISTEP의 여자대학 연구기반 확충사업(99-N6-02-01-A-01) 연구비 지원에 의해 수행된 연구결과에 일부입니다.

문헌

- Spencer, H. and Kramer, L. : NIH consensus conference: Osteoporosis, factors contributing to osteoporosis. *J. Nutr.*, **116**, 316-319 (1986)
- Mazess, R.B. : On aging bone loss. *Clin. Orthop.*, **165**, 239-252 (1982)
- Lee, H.J. and Choi, M.J. : The effect of nutrient intake and energy expenditure on bone mineral density of Korean women in Taegu. *Korean J. Nutr.*, **29**, 622-633 (1996)
- McKay, H.A., Petit, M.A., Khan, K.M. and Schutz, R.W. : Life-style determinants of bone mineral: a comparison between prepubertal Asian- and Caucasian-Canadian boys and girls. *Calcif. Tissue Int.*, **66**, 320-324 (2000)
- New, S.A., Bolton-Smith, C., Grubb, D.A. and Reid, D.M. : Nutritional influences on bone mineral density: a cross-sectional study in premenopausal women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **65**, 1831-1839 (1997)
- Douchi, T., Oki, T., Nakamura, S., Ijuin, H., Yamamoto, S. and Nagata, Y. : The effect of body composition on bone density in pre- and postmenopausal women. *Maturitas*, **27**, 55-60 (1997)
- Mazess, R.B. and Barden, H.S. : Bone density in premenopausal women : effects of age, dietary intake, physical activity, smoking, and birth-control pills. *Am. J. Clin. Nutr.*, **53**, 132-142 (1991)
- Grainge, M.J., Coupland, C.A., Cliffe, S.J., Chilvers, C.E. and Hosking, D.J. : Cigarette smoking, alcohol and caffeine consumption, and bone mineral density in postmenopausal women: The Nottingham EPIC study group. *Osteoporos. Int.*, **8**, 355-363 (1998)
- Mayoux-Benhamou, M.A., Leyge, J.F., Roux, C. and Revel, M. : Cross-sectional study of weight-bearing activity on proximal femur bone mineral density. *Calcif. Tissue Int.*, **64**, 179-183 (1999)
- Shimegi, S., Yanagita, M., Okano, H., Yamada, M., Fukui, H., Fukumura, Y., Ijuki, Y. and Kojima, I. : Physical exercise increases bone mineral density in postmenopausal women. *Endocr. J.*, **41**, 49-56 (1994)
- Wild, R.A., Buchanan, J.R., Myers, C., Lloyd, T. and Demers, L.M. : Adrenal androgens, sex-hormone binding globulin and bone density in osteoporotic menopausal women: is there a relationship? *Maturitas*, **9**, 55-61 (1987)
- Choi, E.J. and Lee, H.O. : Influencing factors on the bone status of rural menopausal women. *Korean J. Nutr.*, **29**, 1013-1020 (1996)
- Son, S.M. and Lee, Y.N. : Bone densities of the middle aged women residing in the city and related factors-2. Study on the factors affecting bone densities of middle aged women. *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.*, **27**, 1279-1284 (1998)
- Aloia, J.F. : The gain and loss of bone in the human lifecycle. *Adv. Nutr. Res.*, **9**, 1-33 (1994)
- Sentipal, J.M., Wardlaw, G.M., Mahan, J. and Matkovic, V. : Influence of calcium intake and growth indexes on vertebral bone mineral density in young females. *Am. J. Clin. Nutr.*, **54**, 425-428 (1991)
- Kardinaal, A.F., Ando, S., Chaeles, P., Charzewska, J., Rotily, M., Vaananen, K., Van Erp-Baart, A.M., Heikkinen, J., Thomsen, J., Maggiolini, M., Deloraine, A., Chabros, E., Juvin, R. and Schaafsna, G. : Dietary calcium and bone density in adolescent girls and young women in Europe. *J. Bone Miner. Res.*, **14**, 583-592 (1999)
- Kerstetter, J.E., Mitnick, M.E., Gundberg, C.M., Caseria, D. M., Ellison, A.F., Carpenter, T.O. and Insogna, K.L. : Changes in bone turnover in young women consuming different levels of dietary protein. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **84**, 1052-1055 (1999)
- Cooper, C., Atkinson, E.J., Hensrud, D., Wahner, H.W., O'Fallon, W.M., Riggs, B.L. and Melton 3rd, L.J. : Dietary protein intake and bone mass in women. *Calcif. Tissue Int.*, **58**, 320-325 (1996)
- Oh, J.J., Hong, E.S., Baik, I.K., Lee, H.S. and Lim, H.S. : Effects of dietary calcium, protein, and phosphorus intakes on bone mineral density in Korean premenopausal women. *Korean J. Nutr.*, **29**, 59-69 (1996)
- Sairanen, S., Karkkainen, M., Tahtela, R., Laitinen, K., Makela, P., Lamberg-Allardt, C. and Valimaki, M.J. : Bone mass and markers of bone and calcium metabolism in postmenopausal women treated with 1,25-dihydroxy-vitamin D (calcitriol) for four years. *Calcif. Tissue Int.*, **67**, 122-127 (2000)
- Hall, S.L. and Greendale, G.A. : The relationship of dietary vitamin C intake to bone mineral density: results from the PEPI study. *Calcif. Tissue Int.*, **63**, 183-189 (1998)
- Shiraki, M., Shiraki, Y., Aoki, C. and Miura, M. : Vitamin K₂ (menatetrenone) effectively prevents fractures and sustains lumbar bone mineral density in osteoporosis. *J. Bone Miner. Res.*, **15**, 515-521 (2000)
- Melhus, H., Michaelsson, K., Kindmark, A., Bergstrom, R.,

- Holmberg, L., Mallmin, H., Wolk, A. and Ljunghall, S. : Excessive dietary intake of vitamin A is associated with reduced bone mineral density and increased risk for hip fracture. *Ann. Intern. Med.*, **129**, 770-778 (1998)
24. Tucker, K.L., Hannan, M.T., Chen, H., Cupples, L.A., Wilson, P.W. and Kiel, D.P. : Potassium, magnesium, and fruit and vegetable intakes are associated with greater bone mineral density in elderly men and women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **69**, 727-736 (1999)
25. Munger, R.G., Cerhan, J.R. and Chiu, B.C-H. : Prospective study of dietary protein intake and risk of hip fracture in postmenopausal women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **69**, 147-152 (1999)
26. Barzel, U.S. and Massey, L.K. : Excess dietary protein can adversely affect bone. *J. Nutr.*, **128**, 1051-1053 (1998)
27. Anderson, J.J., Ambrose, W.W. and Garner, S.C. : Orally dosed genistein from soy and prevention of cancellous bone loss in two ovariectomised rat models. *J. Nutr.*, **125**, 799S (1995)
28. Potter, S.M., Baum, J.A., Teng, H., Stillman, R.J., Shay, N. F. and Erdman, Jr. J.W. : Soy protein and isoflavones: their effects on blood lipids and bone density in postmenopausal women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **68** (suppl), 1375S-1379S (1998)
29. Arjmandi, B.H., Getlinger, M.J., Goyal, N.V., Alekel, L., Hasler, C.M., Juma, S., Drum, M.L., Holis, B.W. and Kukreja, S.C. : Role of soy protein with normal or reduced isoflavone content in reversing bone loss induced by ovarian hormone deficiency in rat. *Am. J. Clin. Nutr.*, **68** (suppl), 1358S-1363S (1998)
30. Setchell, K. : Phytoestrogens: the biochemistry, physiology, and implications for human health of soy isoflavones. *Am. J. Clin. Nutr.*, **68** (suppl), 1333S-1346S (1998)
31. 98 National nutrition survey report. Ministry of health and welfare (1999)
32. 70 National nutrition survey report. Ministry of health and welfare (1971)
33. Lee, J.S. and Yu, C.H. : Some factors affecting bone mineral density of Korean rural women. *Korean J. Nutr.*, **32**, 935-945 (1999)
34. Love, R.R., Barden, H.S., Mazess, R.B., Epstein, S. and Chappel, R.J. : Effects of tamoxifen on lumbar spine bone mineral density in postmenopausal women after 5 year. *Arch. Intern. Med.*, **22**, 2585-2588 (1994)
35. 농촌진흥청 농촌생활연구소 : 식품성분표. 5차 개정판, 상록사 (1996)
36. Souci, S.W., Fachmann, W. and Kraut, H. : *Food composition and nutrient tables*. Medpharm, Germany (1994)
37. 鈴木表夫 : 食品微量元素含量表. 제1出版, Japan (1993)
38. Franke, A.A. and Custer, L.J. : High-performance liquid chromatography assay of isoflavonoids and coumestrol from human urine. *J. Chromatogr. B.*, **662**, 47-60 (1994)
39. Kim, K.R., Kim, K.H., Lee, E.K. and Lee, S.S. : A study on the factors affecting bone mineral density in adult women - Based on the mothers of the elementary school students -. *Korean J. Nutr.*, **33**, 241-249 (2000)
40. Lee, J.H., Lim, S.K., Won, Y.J., Kwon, S.H., Cha, B.S., Song, Y.D., Lee, H.C., Hu, K.B. and Jung, B.C. : Estrogen receptor gene polymorphism, urinary estrogen metabolites and bone mineral density in Korean postmenopausal women. *J. Kor. Soc. Endocrinol.*, **11**, 468-478 (1996)
41. 아산재단 서울중앙병원 건강증진센터 : 건강의학 통계연보. 제 3호 (2000)
42. Sung, C.J., Choi, S.H., Kim, M.H., Park, M.H., Ko, B.S. and Kim, H.K. : A study on dietary isoflavone intake from soy foods and urinary isoflavone excretion and, menopausal symptoms in Korean women in rural areas. *Korean J. Community Nutrition*, **5**, 120-129 (2000)
43. Lee, S.K., Lee, M.J., Yoon, S. and Kwon, D.J. : Estimated isoflavone intake from soy products in Korean middle-aged women. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **29**, 948-956 (2000)
44. Cassidy, A., Bingham, S. and Setchell, K.D. : Biological effects of a diet of soy protein rich in isoflavones on the menstrual cycle of premenopausal women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **60**, 333-340 (1994)
45. Washburn, S., Burke, G.L., Morgan, T. and Anthony, M. : Effect of soy protein supplementation on serum lipoproteins blood pressure, and menopausal symptoms in perimenopausal women. *Menopause*, **6**, 7-13 (1999)
46. Alekel, D.L.A., Germain, A.St., Peterson, C.T., Hanson, K. B., Stewart, J.W. and Toda, T. : Isoflavone-rich soy protein isolate attenuates bone loss in the lumbar spine of perimenopausal women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **72**, 844-852 (2000)
47. Adlercreutz, H. and Mazur, W. : Phyto-oestrogens and western diseases. *Ann. Med.*, **29**, 95-120 (1997)
48. Cho, Y.S. and Lim, H.S. : The nutrition and health survey of aged people in a rural area-1. The relationship between the food habit and the health responses to the Todai Health Index. *Korean J. Nutr.*, **19**, 315-322 (1986)
49. Calvo, M.S. : Dietary phosphorus, calcium metabolism and bone. *J. Nutr.*, **123**, 1627-1633 (1993)
50. Yu, C.H., Lee, Y.S. and Lee, J.S. : Some factors affecting bone density of Korean college women. *Korean J. Nutr.*, **31**, 36-45 (1998)
51. Ho, S.C., Wong, E., Chan, S.G., Lau, J., Chan, C. and Leung, P.C. : Determinants of peak bone mass in Chinese women aged 21~40 years III. Physical activity and bone mineral density. *J. Bone Miner. Res.*, **12**, 1262-1271 (1997)
52. Choi, M.J. and Chung, Y.J. : The relationship between food habit, nutrient intakes and bone mineral density and bone mineral content in adult women. *Korean J. Nutr.*, **31**, 1446-1456 (1998)
53. Choi, S.H. : A study on bone metabolism and urinary isoflavones concentration associated with dietary intake of soybean and soy products in Korean postmenopausal women. *Ph.D. Dissertation*, Sookmyung Women's University (2000)
54. Krall, E.A., Dawson-Hughes, B., Hirst, K., Gallagher, J.C., Sherman, S.S. and Dalsky, G. : Bone mineral density and biochemical markers of bone turnover in healthy elderly men and women. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, **52**, M61-67 (1997)
55. Schuette, S.A., Zemel, M.B. and Linkswiler, H.M. : Studies on the mechanism of protein-induced hypercalciuria in older men and women. *J. Nutr.*, **110**, 305-315 (1980)
56. New, S.A., Robins, S.P., Campbell, M.K., Martin, J.C., Garon, M.J., Bolton-Smith, C., Grubb, D.A., Lee, S.J. and Reid, D.M. : Dietary influences on bone mass and bone metabolism: further evidence of a positive link between fruit and vegetable consumption and bone health?. *Am. J. Clin. Nutr.*, **71**, 142-151 (2000)
57. Teegarden, D., Lyle, R.M., McCabe, G.P., McCabe, L.D., Proulx, W.P., Michon, K., Knight, A.P., Johnston, C.C. and Weaver C.M. : Dietary calcium, protein, and phosphorus are related to bone mineral density and content in young women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **68**, 749-754 (1998)
58. Sebastian, A., Harris, S.T., Ottawa, J.H., Todd, K.M. and Morris, R.C. : Improved mineral balance and skeletal metabolism in postmenopausal women treated with potassium bicarbonate. *N. Engl. J. Med.*, **330**, 1776-1781 (1994)