

우리나라 폐경전 여성에서 칼슘, 단백질, 인의
섭취상태가 골밀도에 미치는 영향

오재준 · 홍은실 · 백인경* · 이호선* · 임현숙*

연세대학교 의과대학 세브란스병원 건강증진센터, 영양과*

Effects of Dietary Calcium, Protein, and Phosphorus Intakes on Bone Mineral Density in Korean Premenopausal Women

Oh, Jai-Joon · Hong, Eun-Sil · Baik, In-Kyung* · Lee, Ho-Sun* · Lim, Hyun-Sook*

Health Promotion Center, College of Medicine, Yonsei University, Seoul, Korea
Dietary Department, College of Medicine,* Yonsei University, Seoul, Korea

ABSTRACT

Effects of dietary calcium(Ca), protein, and phosphorus(P) intake on bone mineral density (BMD) were investigated in 129 Korean premenopausal women(age 31 - 54 years) without diagnosed disease. BMD was measured at the spine(vertebrae L2-4) and femur(neck, Ward's triangle and trochanter). By stepwise multiple regression analysis it was shown that protein, Ca, and P intakes affected most significantly on BMD at the vertebrae L2-4, protein and P intakes affected most significantly on BMD at the femoral neck and Ward's triangle, and body mass index(BMI) affected most significantly on BMD at the trochanteric region. When age-matched BMD % at the vertebrae L2-4 and all femoral sites was grouped by three levels(<90%, 90 - 99%, >=100%), only at the vertebrae L2-4 >=100% and 90 - 99% groups had higher Ca intakes than <90% group. When Ca, protein, and P intakes of the recommended level for Korean(RDA) were grouped by three levels(Ca or P : <=650mg/d, 650 - 750mg/d, >=750mg/d, Protein : <=55g/d, 55 - 60g/d, >=65g/d), only at the vertebrae L2-4 >55g/d of protein intake had higher age-matched BMD % than <=55g/d intake, >=750mg/d of Ca and P intakes had higher age-matched BMD % than <=650mg/d. In RDA range of Ca, protein, and P intakes, age-matched BMD % of the vertebrae L2-4 and all femoral sites was greater than 90%. Correlation between Ca intake and vertebral BMD was examined closer. There was more significant linear correlation between vertebral BMD and Ca intake below 800 mg/d($r=0.346$, $p<0.0001$) than above($r=0.376$, $p<0.019$), implying a threshold effect and vertebral BMD was better expressed as a function of the logarithm of calcium intake($r=0.3881$, $p<0.0001$). These results suggest that Ca, protein, and P intakes greater than RDA help to maintain proper BMD in middle-aged premenopausal women. Especially dietary Ca have important role in increasing the vertebral BMD and 800mg/d of Ca intake is optimum amount. (Korean J Nutrition 29(1) : 59~69, 1996)

KEY WORDS : calcium · protein · phosphorus · bone mineral density.

서 론

골격조직은 치밀골(cortical bone)과 해면골(trabecular bone)로 이루어져 있고 노령화에 따른 치밀골과 해면골의 손실은 점진적인 골결핍을 초래하여 골절의 위험을 증가시킨다¹⁾. 골절의 위험은 남성보다 여성의 경우 더욱 심각하여 50세 이후 골절이 발생할 위험율이 남성에서 13%, 여성에서 40% 가량된다고 한다²⁾. 이와 같은 차이는 남성의 경우 노령화와 함께 일정 수준으로 골밀도가 감소하지만 여성의 경우 폐경에 이르면 그 감소율이 커지기 때문이다³⁾. 즉 여성에서 30대 중반에 최대골질량을 이룬 후, 10년마다 3%의 골질량의 감소를 보이다가 폐경후에는 9%씩의 급격한 감소를 이루므로 여성에서의 골밀도는 폐경전 최대골질량, 폐경진행기의 골손실, 폐경후 노령화되면서 일어나는 골손실과 관련된다³⁾.

골손실은 폐경의 요인뿐 아니라 운동과 휴연, 칼슘, 단백질, 인, 알콜, 카페인 섭취와 같은 영양적 요인에 의해서 영향받는다^{4~7)}. 그중 칼슘, 단백질, 인은 식이요인 가운데서 중요시되고 있어 골밀도 및 골절과 관련되어 가장 많이 논의되어 온 영양소들이다.

이제까지의 연구는 폐경전이나 후의 여성에서 적극적인 칼슘 보충이 골손실 및 골절의 위험을 감소시킨다고 비교적 일관된 결과를 보여주었다^{8~11)}. 그에 반해, 일상의 칼슘 섭취량과 골밀도 사이의 관계는 아직 확실하게 밝혀지지 않고 있다. Ramsdale 등¹²⁾을 비롯한 많은 연구자들^{13~15)}은 골밀도와 칼슘 섭취간에 유의적인 양의 상관관계를 보여준 반면, 전혀 관련성이 없다는 상반된 보고들^{16~18)}도 있었다. 또한 단백질과 인의 섭취에 있어서도 비슷한 결과를 보여준다. 단백질 섭취량이 증가할수록 소변으로의 칼슘 배설이 증가되어 칼슘의 음의 균형을 초래하므로 단백질 섭취량과 골밀도간에 음의 상관성을 보여주었다^{15~19)}. 그러나 일부에서는 단백질 섭취시 칼슘 균형이 변하지 않고²⁰⁾ 골밀도와 단백질 섭취량간에 양의 상관관계를 갖는다고 보고했다^{20~21)}. 인의 섭취는 hypocalciuric effect를 가지므로 단백질의 hypercalciuric effect를 상쇄시켜 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 갖지만²²⁾, 과다한 인의 섭취는 2차적인 hyperparathyroidism으로 인한 골격의 재흡수(resorption)를 증가시키므로 골손실을 초래한다고 한다²³⁾.

이와같이 칼슘, 단백질, 인 등의 섭취에 있어서 나타나는 상반된 결과는 동서양의 식생활 차이 때문으로 여겨진다. 서양의 경우 이미 충분한 칼슘과 과다한 육류 단백질을 섭취하는데 비해 동양권에서는 칼슘 섭취량이 적고 급원도 칼슘의 이용율이 낮은 식물성 식품으로부터 얻기

때문이다. 우리나라의 경우, 국민 1인당 평균 칼슘 섭취량이 1일 538mg으로 영양권장량의 77% 수준이고 섭취량의 62% 가량은 식물성 식품에 의존하고 있으며 단백질 섭취량은 점차로 증가하는 추세에 있으나 역시 1/2 정도를 식물성 식품에 의존하고 있다²⁴⁾. 따라서 우리나라에서 칼슘, 단백질, 인 등의 식이요인이 골밀도에 미치는 영향은 서양의 보고와는 다르리라 여겨진다. 특히 골격조직 가운데서 영양 및 호르몬의 영향을 많이 받는 해면골은 척추골의 대부분을 차지하므로²⁵⁾ 식이요인이 척추 골밀도에 미치는 영향은 주목할 만하다. 실제로 우리나라 폐경후 여성을 대상으로 한 연구에 의하면 단백질, 칼슘, 인의 섭취량이 증가할수록 척추골의 골밀도가 증가함을 보여주었다. 또한 이들에서 적절한 골밀도를 유지하기에 칼슘 600mg/d의 섭취량은 부족한 것으로 나타났고, 만약 700mg/d 이상을 섭취할 경우 척추골의 골밀도가 유의적으로 증가했다²⁶⁾. 그러나 아직 폐경전 여성에서 척추골을 비롯한 골밀도에 식이요인이 미치는 영향과 골격 건강을 유지하기에 적절한 칼슘 섭취량에 대한 연구는 미흡하다.

따라서 본 연구는 중년의 폐경전 여성에서 척추 및 대퇴부의 골밀도를 측정하고 식사섭취 양상을 조사하고 칼슘, 단백질, 인 등의 식이요인이 골밀도에 미치는 영향을 상호간의 상관관계 및 다중회기분석법을 통해 살펴보고자 한다. 또한 칼슘, 단백질, 인을 권장량 정도로 섭취할 때의 골밀도치를 조사해 봄으로써 폐경전 여성들의 골격 건강을 유지하기에 충분한 섭취량인지를 살펴보며, 어느 정도의 섭취량이 골밀도치를 효과적으로 증가시키는데 적정한지의 최적 섭취량을 알아보고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 대상

1994년 1월부터 1995년 1월까지 연세대학교 의과대학 세브란스병원 건강증진센터에 내원한 30대 이상의 폐경전 여성중에서 임신부 및 수유부, 난소척제술을 받은 자, 골대사에 영향을 미치는 질환(갑상선질환, 신장질환, 당뇨질환, 위장계질환 등) 및 약물 복용의 기왕력이 있는 자를 제외한 129명을 연구대상으로 하였다.

2. 방법

1) 인체 계측

인체 계측으로 신장, 체중을 측정하였고 체질량지수(Body Mass Index : BMI, kg/m²)는 체중(kg)을 신장(m)의 제곱으로 나눈 값을 사용하였으며 체지방량(lean body mass : LBM, kg)은 신장과 체중을 이용하

여 Boddy²⁷⁾가 제시한 공식에 의해 계산하였다. 체지방량(body fat mass : Fat, kg)은 체중에서 lean body mass를 뺀 값을 사용하였다.

2) 1일 식품 섭취량 조사

평소의 1일 식품 섭취량은 우리나라 음식에 맞게 변형시킨 식품군을 이용한 질문지(dietary frequency questionnaire)²⁸⁾를 사용하여 40여 가지의 식품들의 섭취량에 대해서 조사하였다. 영양섭취 상태는 우리나라 식품분석표²⁹⁾를 사용하여 열량, 탄수화물, 단백질, 지방, 칼슘, 인 등의 섭취 상태를 분석하였다.

3) 골밀도 측정

골밀도 측정은 dual-energy X-absorptionmetry (Lunar DPX-L: Lunar Radiation Corporation, Madison, WI, USA)를 이용하여 척추골(Vertebrae L2-4: L2-4)과 대퇴부의 Femoral Neck(FN), Trochanteric region(FT), Ward's triangle(FW), 네 부위의 골밀도(Bone Mineral Density: BMD)를 측정하였다. 골밀도는 g/cm²의 측정치와 그 보정값인 age matched BMD% (BMD 보정값)을 이용하여 나타내었다.

3. 통계 방법

연구자료는 SPSS-PC 통계 package를 이용하여 통계처리하였다. 대상자들의 연령, 체중, 신장, BMI, LBM, BFat 및 섭취 영양소와 골밀도 측정치간의 상관관계(Pearson correlation)를 살펴보았다. 또한 골밀도에 독립적으로 영향을 미치는 요인을 찾아내고 다른 요인들과의 상대적 강도를 살펴보기 위해 단계적 다중회귀분석법(Stepwise multiple regression analysis)을 사용하였다. BMD 보정값을 90% 미만, 90~99%, 100% 이상의 세 집단으로 나누어 이들 군간의 변수들의 차이를 비교하고, 단백질, 칼슘, 인의 권장량에 따라 BMD 보정값에 차이가 나는지를 비교하기 위해 Student-Newman-Keuls(SNK) 검정법을 사용하였다. 또 골밀도치를 증가시키기 위한 최적의 영양 섭취량을 알아보고자 섭취량의 변수를 로그형으로 전환하여 골밀도와의 상관관계(Pearson correlation)를 살펴보았다.

모든 측정치는 평균±표준오차로 표시하였고 p값이 0.05 이하일 때를 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다³⁰⁾.

결과 및 고찰

1. 연령, 인체계측치, 골밀도 측정치 및 영양 섭취 상태

대상자들의 연령은 30대가 16%, 40대가 64%, 50대

가 20%의 분포를 보였고 평균 연령은 45세 가량이었다. 평균 신장, 체중, LBM 및 BFat는 각각 157.9cm, 57.6kg, 44.8kg 및 12.9kg 이었으며, BMI는 전체 대상자 중에서 19kg/m²이하인 자가 6%, 19~24kg/m²가 61%, 24kg/m²이상이 23%로 평균 BMI는 23.1kg/m²이었다. 또한 골밀도 측정치는 L2-4이 1.16g/cm², FN이 0.89g/cm², FW 및 FT는 각각 0.78g/cm² 및 0.75g/cm² 이었다.

영양 섭취상태는 평균 열량 섭취량이 1800kcal, 총열량 섭취량에 대한 탄수화물, 단백질, 지방의 열량섭취 백분율은 64:16:20(%) 이었다. 또한 평균 체중에 대한 평균 단백질 섭취량은 1.29g/kg 이었고 칼슘과 인의 비율은 0.66:1 이었다(Table 1).

2. 골밀도와 연령, 인체계측치, 영양 섭취량간의 상관관계 및 회귀방정식

L2-4 및 대퇴부의 골밀도(BMD)에 영향을 미치는 요인을 알아내기 위해 연령, 인체계측치 및 영양 섭취량과의 상관관계와 회귀방정식을 살펴본 결과, Table 2, 3, 4, 5에 나타난 바와 같다.

L2-4 BMD는 체중, BMI, LBM, BFat 및 총열량 섭취량과 열량 1000kcal당 단백질, 지방, 칼슘, 인 등의 섭취량과 양의 상관관계를, 연령 및 열량 1000kcal당 당질 섭취량과는 음의 상관관계를 나타냈다. FN, FW, FT등의 대퇴부의 BMD는 체중, BMI, BFat과 총열량, 열량 1000kcal당 단백질 및 인의 섭취량과 유의적인 양의 상

Table 1. Characteristics in 129 Subjects

Variable	Mean±S.E.(Range)
Age(years)	45.05±0.46 (31~54)
Height(cm)	157.9±0.44 (146.4~174.9)
Weight(kg)	57.64±0.70 (41.6~83.6)
BMI(kg/m ²)	23.11±0.26 (17.5~33.0)
LBM(kg)	44.83±0.17 (40.2~51.7)
Fat(kg)	12.92±0.56 (1.31~33.41)
BMD(g/cm ²)	
Vertebrae L2-4	1.16±0.01 (0.714~1.498)
Femoral Neck	0.89±0.01 (0.169~1.159)
Ward's triangle	0.78±0.01 (0.472~1.058)
Trochanteric region	0.75±0.01 (0.516~1.004)
Daily Nutrients Intake	
Calorie(kcal)	1800.64±30.81 (708~3233)
Carbohydrate(g)	283.80±5.53 (22~559)
Protein(g)	73.57±1.75 (30~125)
Fat(g)	40.40±0.83 (18~79)
Ca(mg)	695.03±16.09 (241~1389)
P(mg)	1047.37±28.41 (111.6~1913)

BMI(Body Mass Index), LBM(Lean Body Mass),

BFat(Body Fat), BMD(Bone Mineral Density),

Ca(Calcium), P(Phosphorus)

Table 2. Pearson Correlation Coefficients : Relation of BMD and Age, Anthropometric measurements, and Nutrients Intake

Variables	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m ²)	LBM (kg)	BFat (kg)	Calorie (kcal)	CHO/Cal (g/kcal)	Pro/Cal (g/kcal)	Fat/Cal (g/kcal)	Ca/Cal (mg/kcal)	P/Cal (g/kcal)
BMD(g/cm ²)												
Vertebrae L2-4	-.1831 [†]	.0928	.2596**	.2359*	.2187*	.2516*	.3070**	-.3130**	.4772**	.1470 [†]	.2111*	.3739**
Femoral Neck	.0464	-.0215	.1877 [†]	.2182*	.1022	.1910 [†]	.2625**	-.0806	.2181*	-.0003	.0854	.2001 [†]
Ward's triangle	-.1061	.0555	.1919 [†]	.1825 [†]	.1535 [†]	.1733 [†]	.2841**	-.1438	.2622**	.0784	.0138	.2275*
Trochanteric region	.1772 [†]	.0040	.3105**	.3382**	.1894 [†]	.3118**	.2416*	-.0130	.1507 [†]	.0079	-.0285	.1671 [†]

** p<0.001, *p<0.01, [†]p<0.05 (n=129)

BMD(Bone Mineral Density), BMI(Body Mass Index), LBM(Lean Body Mass, kg), BFat(Body Fat, kg), CHO/Cal(Carbohydrate/1000 Calorie : g/kcal), Pro/Cal(Protein/1000 Calorie : g/kcal), Fat/Cal(Fat/1000 Calorie : g/kcal), Ca/Cal(Calcium/1000 Calorie : mg/kcal), P/Cal(Phosphorus/1000 Calorie : mg/kcal)

Table 3. Stepwise Multiple-Regression Analysis : Model 1

Dependent Variables	Independent Variables	B	SE B	Beta
Vertebrae L2-4	Protein	5.67E-3	9.89E-4	0.73**
	Calorie	-1.56E-4	5.65E-5	-0.35*
	Weight	4.37E-3	1.50E-3	0.22*
	Age	-4.43E-3	2.23E-3	-0.15 [†]
	(Constant)	0.97	0.13	
Femoral Neck	Protein	1.91E-3	5.19E-4	0.31**
	(Constant)	0.75	0.04	
Ward's triangle	Protein	2.33E-3	5.44E-4	0.36**
	(Constant)	0.61	0.04	
Trochanteric region	BMI	9.86E-3	2.87E-3	0.29**
	Protein	1.03E-3	4.15E-4	0.21 [†]
	(Constant)	0.45	0.07	

** p<0.001, *p<0.01, [†]p<0.05 (n=129), E : Exponent

Independent variables : Age, Weight, BMI, Lean body mass, Body fat mass, and nutrients intake(Calorie, Carbohydrate, Fat, Protein)

Table 4. Stepwise Multiple-Regression Analysis : Model 2

Dependent Variables	Independent Variables	B	SE B	Beta
Vertebrae L2-4	Ca	2.73E-4	6.89E-5	0.32**
	Weight	4.78E-3	1.60E-3	0.24*
	Age	-4.94E-3	2.43E-3	-0.17 [†]
	(Constant)	0.91	0.14	
	Femoral Neck	8.92E-5	3.01E-5	0.26*
Ward's triangle	Calorie	0.73	0.06	
	(Constant)	1.02E-4	3.19E-5	0.27*
	Calorie	0.60	0.06	
Trochanteric region	BMI	4.88E-5	2.91E-3	0.29*
	Calorie	9.88E-3	2.40E-5	0.17 [†]
	(Constant)	0.44	0.07	

** p<0.001, *p<0.01, [†]p<0.05 (n=129), E : Exponent

Independent variables : Age, Weight, BMI, Lean body mass, Body fat mass, and nutrients intake(Calorie, Carbohydrate, Fat, Protein)

관관계를 나타냈으며 FW과 FT BMD는 LBM과, FT BMD는 연령과도 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다 (Table 2).

연령 및 인체계측치와 식이 요인이 골밀도에 영향을 미치는 정도를 알아보기 위해 단계적 다중회귀법을 이용

하여 회귀식 및 β 값을 통한 변수의 상대적 강도를 나타내었다(Table 3, 4, 5). 식이 요인 가운데서 단백질, 칼슘, 인은 상호간에는 높은 상관성(Pearson correlation coefficients : 단백질과 칼슘-0.633, 단백질과 인-0.7135, 칼슘과 인-0.6854)을 나타내었기 때문에

Table 5. Stepwise Multiple-Regression Analysis : Model 3

Dependent Variables	Independent Variables	B	SE B	Beta
Vertebrae	P	2.01E-4	3.79E-5	0.42**
L2-4	Weight	3.76E-3	1.57E-3	0.19†
	(Constant)	0.73	0.09	
Femoral Neck	P	1.16E-4	3.19E-5	0.31**
	(Constant)	0.77	0.04	
Ward's triangle	P	1.39E-4	3.36E-5	0.34**
	(Constant)	0.64	0.04	
Trochanteric region	BMI	9.73E-3	2.86E-3	0.28**
	P	6.79E-5	2.55E-5	0.22*
	(Constant)	0.46	0.07	

**p<0.001, *p<0.01, †p<0.05 (n=129), E : Exponent

Independent variables : Age, Weight, BMI, Lean body mass, Body fat mass, and nutrients intake(Calorie, Carbohydrate, Fat, Protein)

Model 1, 2, 3으로 각각 나누어 단백질, 칼슘, 인의 섭취량을 독립변수로 분리하여 투입한 후 회귀방정식을 구하였다.

Table 3에서 Model 1는 연령, 체중, BMI, LBM, BFat과 열량, 탄수화물, 지방, 단백질 섭취량 등의 독립변수에 대한 종속변수 L2-4 및 대퇴부 골밀도의 회귀방정식을 구하였다. 이를 통해 볼 때 네 부위의 골밀도가 모두 단백질 섭취량에 의해 영향을 받고 특히 L2-4 BMD에서는 단백질 섭취량의 β 값이 가장 큰 것(0.73, p<0.001)으로 나타나 다른 부위의 골밀도에 비해 더 밀접한 관련을 갖는 것으로 나타났다. 그외 열량 섭취량, 체중, 연령 등도 L2-4 BMD에 독립적으로 영향을 미치는 것으로 나타났으며, FT BMD에서는 BMI가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Model 2는 Model 1과 동일한 종속변수에 단백질 대신 칼슘 섭취량을 독립변수로 투입하여 회귀방정식을 구하였다. 그 결과, L2-4 BMD는 칼슘, 체중, 연령의 영향을 받는 것으로 나타났고 그 중 칼슘 섭취량의 β 값이 가장 큰 것(0.32, p<0.001)으로 나타나 다른 변수보다 밀접한 관련을 갖는 것으로 나타났다. FN 및 FW BMD에서는 열량 섭취량이 독립적으로 영향을 미쳤고, FT BMD에서는 BMI가 가장 큰 영향을 미쳤으며 열량 섭취량도 영향을 미치는 것으로 나타났다(Table 4).

Model 3는 Model 1, 2와 같은 종속변수에 단백질 및 칼슘 대신 인의 섭취량을 독립변수로 투입하여 회귀방정식을 구하였다. 그 결과 인의 섭취량이 L2-4 및 대퇴부의 BMD에 독립적으로 영향을 미치고 그 가운데서 L2-4 BMD가 가장 큰 β 값을 갖는 것으로 나타났으며 체중도 독립적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. FT BMD에서는 Model 1, 2와 같이 BMI가 가장 큰 영향을 미쳤다(Table 5).

이상의 결과를 미루어 보았을 때 폐경전 중년 여성에

서 골밀도치가 연령, 체중, 체질량지수 및 열량, 단백질, 칼슘, 인의 식이요인과 관련됨을 보여주었다. 특히 척추골의 골밀도는 단백질, 칼슘, 인 등의 식이 요인과 밀접한 관련을 갖고 대퇴부와 달리 척추의 골격 건강을 유지하는데 칼슘 섭취가 중요함을 보여주었다.

체내에 보유하고 있는 총 칼슘량은 평균 1000~1200g 정도이고 그중 99% 가량이 골격에 존재하며 1% 가량이 응혈작용(blood clotting), 신경자극(nerve excitation), 세포내 전달(intracellular signalling), 근수축(muscle contraction) 등의 기능조절에 관여한다. 따라서 체내 칼슘의 음의 균형은 골격으로부터의 칼슘 손실을 의미한다^[19]. 다시 말해, 하루 25~30mg의 칼슘 부족은 1년이면 체내 총 칼슘의 1%인 10g의 칼슘이 손실되고, 10년이면 100g의 칼슘이 손실되므로 매일의 칼슘 손실은 결국 골손실과 직결된다^[19]. 특히 여성의 경우 폐경전에 이미 척추골 및 대퇴골의 손실이 있고^[20], 폐경후에는 estrogen의 분비부족으로 인한 급격한 골손실이 있으므로^[21] 체내 칼슘의 음의 균형을 막기 위해서는 칼슘 섭취가 중요하다. 많은 연구에서 폐경전, 폐경진행기 및 폐경후 여성에서의 칼슘 보충이 골밀도치를 증가시키거나 그 손실을 감소시킨다고 보고했다^[8~11]. 그러나 일상의 칼슘 섭취량과 골밀도 사이의 관계에 대해서는 논의가 계속되어 왔다.

폐경전 여성에서 현재 및 과거의 칼슘 섭취량을 합한 평소(lifetime) 칼슘 섭취량이 1일 500mg 이상일 때 여성의 골밀도와 유의한 양의 상관성을 나타냈고^[31], 칼슘 섭취량과 척추의 골밀도는 선형^[14] 및 로그형^[32]의 관련성을 갖는다고 했다. 그러나 한편으로는 칼슘 섭취와 골밀도 간에 관련이 없다는 연구^[16~18]도 끊임없이 보고되었다.

우리나라에서도 칼슘 섭취와 골밀도 사이의 관계에 대한 몇 가지 연구가 보고되었는데, 주로 폐경후 여성들 대상으로 하였다^{[26][33][34]}. 드물게 폐경전 여성들 대상으로 한 연구^[35]에서는 척추골보다 대퇴골이 동물성 식품을 급원

64 / 우리나라 폐경전 여성에서 칼슘, 단백질, 인의 섭취상태가 골밀도에 미치는 영향

Table 6. Difference of Mean(SE) daily Protein, Calcium, and Phosphorus Intakes by % age matched BMD

% Age matched BMD	<90	90~99	>=100
Vertebral L2-4 (No)	(26)	(38)	(65)
Age(years)	46.50± 1.01	44.13± 0.74	45.00± 0.68
BMI(kg/m ²)	23.41± 0.51	22.61± 0.40	23.29± 0.40
LBM(kg)	45.01± 0.37	44.51± 0.27	44.95± 0.26
BFat(kg)	13.54± 1.14	11.54± 0.81	13.46± 0.89
Protein(g)	58.58± 2.85b	74.03± 3.31a	79.31± 2.29a
Calcium(mg)	595.54± 32.82b	699.71± 27.57a	732.09± 22.79a
P(mg)	817.68± 55.57b	1063.93± 50.18a	1129.56± 37.84a
Femoral Neck (No)	(12)	(44)	(73)
Age(years)	42.33± 1.73b	43.68± 0.76b	46.32± 0.56a
BMI(kg/m ²)	22.33± 0.50	22.99± 0.47	23.31± 0.34
LBM(kg)	44.73± 0.73	44.95± 0.28	44.78± 0.22
BFat(kg)	11.32± 1.17	13.03± 1.02	13.10± 0.75
Protein(g)	67.92± 5.21ab	68.27± 2.66b	77.70± 2.42a
Calcium(mg)	654.25± 51.72	666.70± 23.71	718.81± 22.93
P(mg)	891.93± 104.44ab	968.13± 44.44b	1120.68± 36.98a
Ward's triangle (No)	(43)	(34)	(52)
Age(years)	43.98± 0.84	44.29± 0.91	46.42± 0.63
BMI(kg/m ²)	22.71± 0.41	23.04± 0.50	23.49± 0.43
LBM(kg)	44.91± 0.30	44.50± 0.28	44.99± 0.29
BFat(kg)	12.49± 0.87	12.23± 1.01	13.69± 0.98
Protein(g)	66.14± 2.30b	72.53± 3.13ab	80.40± 3.08a
Calcium(mg)	646.40± 22.59	698.62± 25.34	732.90± 30.44
P(mg)	928.52± 42.64b	1052.65± 47.12ab	1142.19± 49.41a
Trochanteric region(No)	(9)	(38)	(82)
Age(years)	44.33± 2.12ab	43.34± 0.92b	45.91± 0.52a
BMI(kg/m ²)	22.08± 0.48	23.12± 0.44	23.22± 0.34
LBM(kg)	43.65± 0.59b	45.36± 0.36a	44.72± 0.19ab
BFat(kg)	9.69± 1.03	13.84± 1.03	12.84± 0.72
Protein(g)	62.00± 4.03	71.34± 3.08	75.88± 2.27
Calcium(mg)	605.78± 52.82	682.18± 25.76	710.78± 21.41
P(mg)	858.16± 73.01	986.78± 53.17	1096.21± 35.37

Values in the group with different superscripts are significantly different from each other($p<0.05$)

If any combination matches, the difference between means is not significant

으로 하는 칼슘 섭취량과 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다. 그러나 본 연구는 폐경전 여성에서 칼슘 섭취량이 골밀도와 유의한 관련을 나타낼 뿐 아니라 특히 척추 골과 관련이 있으리라 가정하였다. 그 이유는 폐경전에 이미 척추골로부터 골손실이 있고, 척추골은 95% 가량이 해면골로 이루어져 있으므로 교체율(turnover)이 빠르고 영양 및 호르몬의 영향을 대퇴골보다 더 많이 받으며, 여성에서는 치밀률보다 해면골의 손실율이 크기 때문이다²³⁾. 그에 비해 대퇴골은 주로 치밀률로 이루어져 있고 물리적 부하(mechanical load)를 더 받는다고 한다²³⁾. 실제로 청소년기 및 폐경후 여성에서 척추 골밀도가 칼슘의 섭취량과 유의적인 양의 상관관계를 가졌는데³⁶⁾³⁷⁾, 본 연구의 30대 이후 폐경전 여성에서도 같은 결과를 보여주었다.

칼슘 섭취와 마찬가지로 단백질 및 인의 섭취가 골밀

도에 미치는 영향도 계속 논의의 대상이 되어왔다. 단백질 섭취는 hypercalciuric effects를 갖고 인의 섭취는 2차적인 parathyroid hormone(PTH) 및 골격의 재흡수(resorption)를 증가시키므로 이들 영양소들의 섭취가 골밀도와 음의 상관성을 나타낸다고 보고한다²³⁾. 그러나 본 연구에서는 골밀도와 단백질, 인의 섭취량간에 유의적인 양의 상관관계를 보여주었다. 이는 보통의 일상식에서 단백질은 인과 함께 존재하므로 인의 hypocalciuric effects로 단백질의 hypercalciuric effects를 상쇄시켜 골손실률을 유도하지 않는다는 보고²²⁾와 동물성 단백질 섭취를 증가시켰을 때 노증 칼슘 배설에 영향을 주지 않으면서 칼슘의 흡수율을 증가시키므로²⁰⁾ 단백질 및 인의 섭취량은 골밀도치와 유의적인 양의 상관관계를 나타낸다는 보고들⁷⁾²⁰⁾²²⁾과 일치한다.

다른 연구에서 보고된 바와 같이¹⁶⁾¹⁷⁾ 본 연구에서도

골밀도가 체중이나 체질량지수와 유의적인 양의 상관성을 나타냈고 골격 부위 가운데서는 대퇴골의 trochanteric region이 가장 큰 영향을 받았다. 이렇게 체중이 골밀도와 관련된 이유는 골격에 대한 물리적 부하나 체지방의 역할 때문이다. 체지방에서는 androgens이 endogenous estrogens으로 전환되므로³⁸⁾ 폐경전 여성에서 체지방량과 골밀도간에 유의적인 양의 상관성을 보인다³⁹⁾⁴⁰⁾는 것이다. 본 연구 결과에서는 골밀도치가 체지방량 및 체지방량과 유의적인 양의 상관관계를 보였으므로 골밀도에 대한 물리적 부하 및 체지방의 역할을 동시에 설명할 수 있다.

3. 골밀도 보정값에 따른 단백질, 칼슘, 인의 섭취량의 차이

네 부위의 골밀도의 보정값을 90% 미만, 90~99%, 100% 이상으로 나누어 연령, BMI, LBM, BFat 및 칼슘, 단백질, 인의 섭취량의 차이를 비교하였다(Table 6).

L2-4 BMD의 보정값이 100% 이상 및 90~99%인 군의 단백질, 칼슘, 인의 섭취량은 90% 미만인 군보다 유의적인 증가를 보였다. FN BMD의 보정값이 100% 이상인 군의 연령은 90% 미만 및 90~99%인 군보다, 보정값이 100% 이상인 군의 단백질 및 인의 섭취량은 90~99%인 군보다 유의적인 증가를 보였다. 또 FW BMD의 보정값이 100% 이상인 군의 단백질 및 인의 섭취량은 각각 90% 미만인 군보다 유의적인 증가를 보였으며, FT BMD의 보정값이 100% 이상인 군의 연령은 90~99%인 군보다, 90~99%인 군의 LBM은 90% 미만인 군보다 유의적인 증가를 보였다(Table 6).

상관관계 및 회귀식에서 척추의 골밀도만이 칼슘 섭취량과 유의적인 관련을 보인 것과 마찬가지로 척추 골밀도의 보정값이 90% 이상일 경우 그 이하보다 증가된 칼슘을 섭취하는 것으로 나타났다. 이때의 칼슘 섭취량은 700mg 이상인 것으로 나타나 우리나라 성인 여성을 위한 칼슘 권장량이 건강한 골밀도를 유지하는데 적절함을 반영해 주어 폐경후 여성에서와 동일한 결과를 보여주었다²⁶⁾. 그외 척추와 femoral neck, Ward's triangle의 골밀도 보정값이 90% 이상을 유지하기 위해서는 충분한 단백질 및 인의 섭취가 필요함을 알 수 있었다.

4. 단백질, 칼슘, 인의 권장량에 따른 BMD 보정값의 차이

앞의 결과에서 적절한 골밀도를 유지하기 위해 어느 정도의 단백질, 칼슘, 인의 섭취량이 필요한지를 알 수 있었는데 실제로 한국 성인 여성의 섭취 권장량에 따른 BMD 보정값의 차이를 비교해 봄으로써 권장량의 섭취가 골격 건강을 유지하는데 적절한지를 살펴보았다.

전체 대상자 가운데서 단백질 권장량인 60(± 5)g 범위내로 섭취하는 대상자 비율은 16%, 권장량 범위 이하는 20%, 권장량 이상은 64% 임을 알 수 있었다. 또한 칼슘 및 인의 권장량 700(± 50)mg 범위내에서 섭취하는 대상자 비율은 전체의 23% 및 52%, 권장량 범위 이하는 41% 및 12%, 권장량 이상은 모두 36% 이었다(Table 7).

단백질 권장량 범위의 BMD 보정값은 L2-4가 100.0%, FN이 105.3%, FW이 99.6%, FT이 108.3%로 나타났고 칼슘 권장량 범위의 BMD 보정값은 L2-4이 100.7%, FN이 102.1%, FW이 94.7%, FT이 103.3%,

Table 7. Difference of Mean(SE) % age matched BMD by daily Protein, Calcium, and Phosphorus intakes

Variables Level	Low	RDA range	High
Protein(g) (subjects no)	<=55 (26)	55 - 60 (20)	>=65 (83)
Femoral Neck	101.54 \pm 2.40	105.25 \pm 2.93	104.37 \pm 1.36
Ward's triangle	93.15 \pm 2.79	99.55 \pm 3.60	99.22 \pm 1.86
Trochanteric region	105.08 \pm 2.84	108.30 \pm 2.50	107.88 \pm 1.59
Calcium(mg) (subjects no)	<=650 (53)	650 - 750 (29)	>=750 (47)
Femoral Neck	103.42 \pm 1.68	102.14 \pm 2.62	105.64 \pm 1.69
Ward's triangle	96.70 \pm 2.13	94.72 \pm 3.32	101.62 \pm 2.35
Trochanteric region	107.28 \pm 1.80	103.34 \pm 2.80	109.98 \pm 2.03
P(mg) (subjects no)	<=650 (15)	650 - 750 (67)	>=750 (47)
Vertebral L2-4	90.2 \pm 1.70b	100.19 \pm 2.05ab	105.48 \pm 1.94a
Femoral Neck	98.40 \pm 2.60	103.99 \pm 1.62	105.78 \pm 1.72
Ward's triangle	91.60 \pm 3.88	96.99 \pm 2.02	102.04 \pm 2.36
Trochanteric region	103.73 \pm 3.41	106.37 \pm 1.72	110.22 \pm 2.06

The difference of means among three levels(Low : intake less than RDA, RDA : Recommended Dietary Allowance, High : intake more than RDA) are not significant

66 / 우리나라 폐경전 여성에서 칼슘, 단백질, 인의 섭취상태가 골밀도에 미치는 영향

인 권장량 범위의 BMD 보정값은 L2-4이 100.2%, FN이 104.0%, FW이 97.0%, FT이 106.4% 이었다 (Table 7, Fig. 1). 또한 단백질, 칼슘, 인 등의 권장량 범위를 기준으로 그 이상과 이하의 세 집단간 BMD 보정값의 차이를 살펴본 결과, L2-4에서만 1일 단백질 섭취량을 65g 이상 섭취할 때가 55g 이하 섭취할 때보다, 칼슘 및 인의 섭취량을 750mg 이상 섭취할 때가 650mg 이하 섭취할 때보다 유의적인 증가를 보였다 (Table 7, Fig. 1).

위의 결과로부터 한국인 성인 여성의 단백질, 칼슘, 인의 권장량 정도의 섭취는 폐경전 여성에서 건강한 골격

을 유지할 수 있는 양임을 알 수 있다. 또한 권장량 이상의 섭취군은 그 이하의 섭취군보다 유의적인 골밀도의 증가를 나타내었으므로 폐경전의 골밀도 감소뿐 아니라 폐경후의 급격한 감소를 감안한다면 권장량 이상의 섭취가 더욱 바람직함을 알 수 있다. 그러나 실제로 연구 대상자 가운데서 칼슘, 단백질, 인의 영양권장량 이상을 섭취하는 비율은 칼슘이 60%, 단백질이 80%, 인이 88%로 나타나 권장량 이하의 칼슘을 섭취하는 대상자가 단백질 및 인의 경우보다 많음을 알 수 있었다. 이는 우리나라 중년 여성의 칼슘 섭취량은 낮고 단백질 섭취량은 증가하는 추세에 있음을 반영해준다²⁰⁾.

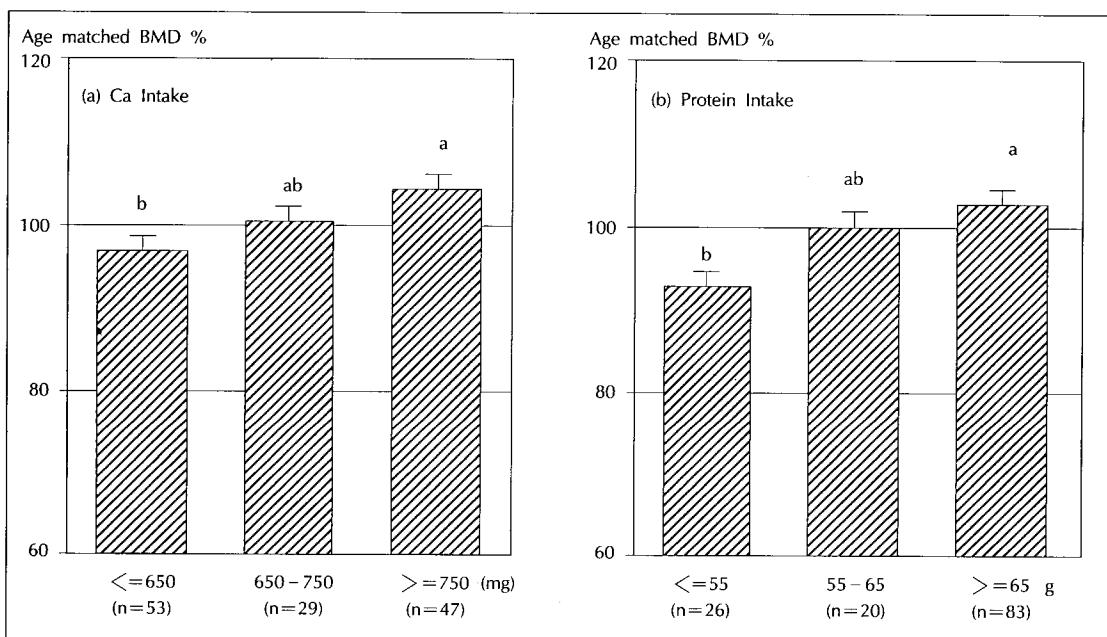


Fig. 1. Difference of Mean(SE) % age matched BMD of vertebral L2-4 (a) by daily Ca Intake, (b) by daily protein Intake Values in the group with different superscripts are significantly different from each other($p<0.05$). If any combination matches, the difference between means is not significant.

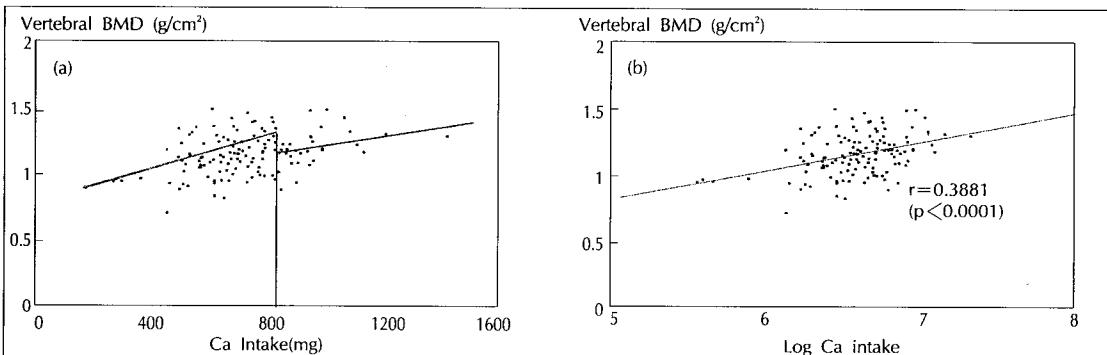


Fig. 2. Pearson correlation coefficients : Relation of vertebral BMD and daily Ca Intake.

(a) Regression lines are shown calcium intake $\leq 800\text{mg}$ ($r=0.346$, $p<0.0001$) and $> 800\text{ mg}$ ($r=0.376$, $p<0.019$).

For all levels of calcium intake $r=0.378$, $p<0.0001$.

(b) Relation of vertebral BMD and the logarithm of daily Ca Intake.

5. L2-4 BMD 증가를 위한 최적의 칼슘 섭취량

L2-4 BMD치가 식이요인과 가장 깊은 관련을 보여주었고 권장량 이상의 단백질, 칼슘, 인의 섭취량은 골밀도치를 더욱 증가시킬 수 있었음을 앞의 결과로부터 알 수 있었으므로 L2-4 BMD를 증가시키기 위한 최적의 섭취량에 대해서 알아보고자 했다. 이는 식이 섭취량의 변수를 로그형으로 전환시킨 후 L2-4 BMD와의 상관관계 (*Pearson correlation*)를 살펴보아 직선형의 상관성보다 더 강한 상관관계를 보인다면, 식이 섭취량 증가에 따른 골밀도 증가의 역치값을 찾아 낼 수 있으리라 예상하였다.

척추 골밀도와 식이 섭취량의 로그형 상관관계가 선형보다 Pearson Correlation Coefficients가 커던 영양소는 단백질, 칼슘, 인 가운데 칼슘 섭취량이었다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 칼슘 섭취량이 800mg 이상일 때보다 그 이하일 때 L2-4 BMD와 칼슘 섭취량간에 강한 양의 상관성을 나타냈다. 이러한 결과는 800mg의 섭취까지 골밀도 증가율이 가장 크고 그 이후부터는 증가율이 감소됨을 의미한다. 따라서 척추의 골밀도는 직선형보다는 로그형 칼슘 섭취량과 더욱 강한 상관관계를 나타내고, 800mg의 칼슘 섭취가 골밀도치를 증가시키는 역치 다시 말해 최적치임을 알 수 있었다(Fig. 2b).

이렇게 본 연구에서 골밀도치를 증가시키는데 800mg/d이 최적치로 나타난 결과는 Kanders등의 보고³⁹와 일치한다. 또한 Parfitt 등도 폐경전에는 칼슘의 흡수율이 40%이므로 800mg/d을 섭취해야 한다고 보고⁴⁰했고 미국의 NIH Consensus Conference에서는 폐경전 여성에게 1일 1000mg의 칼슘 섭취가 폐경후 노년기의 골다공증을 줄일 수 있다고 보고하였다⁴².

이상의 결과를 통해 볼 때, 폐경전 여성의 골격 건강을 위해 열량, 단백질, 칼슘, 인 등의 식이 섭취가 중요함을 알 수 있었다. 특히 척추골의 골밀도는 대퇴부보다 식이요인과 밀접한 관련성을 나타냈고 단백질, 칼슘, 인의 섭취를 권장량 이상으로 증가시켜 섭취할 수록 높은 골밀도치를 유지할 수 있었다. 그러나 아직 우리나라 폐경전 여성에서 칼슘 섭취를 권장량 이상으로 섭취하는 대상이 적으므로 칼슘 섭취량에 대한 강조가 필요하리라 여겨지고, 폐경후 급격한 골손실을 고려해 볼 때, 폐경전 여성에게 어느 정도의 칼슘 섭취량이 바람직할 것인가에 대해서는 계속적인 연구가 요구된다.

결 론

31~54세 사이의 폐경전 여성 129명을 대상으로 칼슘, 단백질, 인 등의 섭취 상태가 척추 및 대퇴부의 골밀

도에 미치는 영향에 대해서 조사하였다. 단계적 다중회귀분석법을 통해 체중, 체질량지수, 제지방량, 체지방량 및 영양섭취 상태 가운데서 척추(L2-4)의 골밀도는 단백질, 칼슘, 인의 섭취량과 유의적인 양의 상관관계를 갖을 뿐 아니라 다른 변수들보다 이들 식이요인들이 가장 큰 영향을 미쳤다. Femoral neck, Ward's triangle의 골밀도는 단백질, 인, 열량 섭취량과 trochanteric region은 체질량지수, 단백질, 열량, 인의 섭취량과 유의적인 양의 상관관계를 가졌으며 특히 trochanteric region의 골밀도는 체질량지수의 영향을 가장 많이 받았다. 골격부위 가운데서는 척추 골밀도의 회귀식에서 단백질, 칼슘, 인의 β 값이 가장 커 식이요인의 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났다. 이는 척추 및 대퇴부 골밀도의 보정값을 90% 미만, 90~99%, 100% 이상으로 나누었을 때 척추에서 골밀도 보정값이 100% 이상 및 90~99% 이상인 군이 90% 미만인 군보다 단백질, 칼슘, 인의 섭취량 모두 유의적인 증가를 나타냈음을 통해서도 알 수 있었다.

본 연구의 폐경전 여성에서 칼슘, 단백질, 인의 권장량이 골격 건강을 유지하기에 적절한지를 살펴보기 위해 한국인 영양권장량을 기준으로 하여 골밀도 보정값의 차이를 비교하였다. 그 결과, 단백질 권장량 범위의 BMD 보정값은 L2-4가 100.0%, FN이 105.3%, FW이 99.6%, FT이 108.3%를 나타냈고 칼슘 권장량 범위의 BMD 보정값은 L2-4이 100.7%, FN이 102.1%, FW이 94.7%, FT이 103.3%를, 인 권장량 범위의 BMD 보정값은 L2-4이 100.2%, FN이 104.0%, FW이 97.0%, FT이 106.4%를 나타내어 권장량의 섭취가 골격 건강을 위해서 적절함을 알 수 있었다. 또한, 1일 단백질 섭취량을 65g 이상 섭취할 경우는 55g 이하 섭취할 때보다, 칼슘 및 인 섭취량을 750mg 이상 섭취할 경우는 650mg 이하 섭취할 경우보다 유의적인 골밀도 보정값의 증가를 보였다. 또한 칼슘 섭취량을 800mg까지 섭취할 때가 그 이상 섭취할 때보다 골증가율이 높아 척추의 골밀도는 직선형보다 로그형 칼슘 섭취량과 더욱 강한 상관관계를 나타냈다.

이상의 결과를 통해 볼 때, 폐경전 여성의 골격 건강을 위해 단백질, 칼슘, 인 등의 식이 섭취가 중요함을 알 수 있었다. 특히 척추의 골밀도는 식이요인과 밀접한 관련이 있고 대퇴골보다 칼슘 섭취가 중요함을 알 수 있었다. 또한 폐경전에 단백질, 칼슘, 인을 한국인 권장량정도 섭취한다면 적절한 골밀도치를 유지할 수 있으리라 여겨지고 권장량 이상의 섭취는 골밀도치를 증가시키며 칼슘 섭취에 있어서는 800mg/day 까지의 섭취량이 골밀도치를 증가시키는데 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 폐

경전 여성에서 골격 건강을 유지하기 위해서는 권장량 이상의 단백질, 칼슘, 인을 섭취해야 할 것이며 특히 폐경전에는 칼슘의 섭취가 다른 영양소 섭취에 비해 미흡 하므로 칼슘 섭취에 대한 강조가 필요하리라 여겨진다.

■ 감사의 글

본 연구를 위해 골밀도 측정과 자료 수집에 협조해주신 연세대학교 의과대학 세브란스병원 건강증진센터 골밀도 검사실의 정용식 선생님께 감사를 드립니다.

Literature Cited

- 1) Courpron P. Bone tissue mechanisms underlying osteoporosis. *Orthopedic Clin North Am* 12(3) : 513-545, 1981
- 2) Melton III LJ, Chrischilles EA, Cooper C, et al. Perspective. How many women have osteoporosis? *J Bone Mineral Research* 7(9) : 1005-1010, 1992
- 3) Mazess RB. On aging bone loss. *Clin Orthop* 165 : 239-252, 1982
- 4) Barth RW, Lane JM. Osteoporosis. *Orthop Clin North Am* 19(4):846-858, 1988
- 5) Cooper C, Atkinson EJ, Wahner HW, et al. Is caffeine consumption a risk factor for osteoporosis? *J Bone Mineral Res* 7(4) : 465-471, 1992
- 6) Nguyen TV, Kelly PJ, Sambrook PN, Gilbert C, et al. Lifestyle factors and bone density in the elderly : Implications for osteoporosis prevention. *J Bone Mineral Res* 9(9), 1339-1346, 1994
- 7) Tylavsky FA, Anderson JJB. Dietary factors in bone health of elderly lactovo-vegetarian and omnivorous women. *Am J Clin Nutr* 48 : 842-849, 1988
- 8) Baran D, Sorensen A, Grimes J, et al. Dietary modification with dairy products for preventing vertebral bone loss in premenopausal women : a three-year prospective study. *J Clin Endocrinol Metab* 70 : 264-270, 1990
- 9) Elders PJM, Lips P, Netelenbos C, et al. long-term effect of calcium supplementation on bone loss in perimenopausal women. *J Bone Mineral Research* 9(7) : 963-970, 1994
- 10) Reid IR, Ames RW, Evans MC et al. The effects of calcium supplementation on bone loss in postmenopausal women. *N Eng J Med* 328 : 460-464, 1993
- 11) Smith EL, Gilligan C, Smith PE, et al. Calcium supplementation and bone loss in middle aged women. *Am J Clin Nutr* 50 : 833-842, 1989
- 12) Ramsdale SJ, Bassey EJ, Pye DJ. Dietary calcium intake relates to bone mineral density in premenopausal women. *British J Nutr* 71 : 77-84, 1994
- 13) Hu JF, Zhao XH, Jia JB, et al. Dietary calcium and bone density among middle-aged and elderly women in China. *Am J Clin Nutr* 58 : 219-227, 1993
- 14) Ramsdale BJ, Bassey EJ, Pye DJ. Dietary calcium intake relates to bone mineral density in premenopausal women. *British J Nutr* 71 : 77-84, 1994
- 15) Metz JA, Anderson JJB, Gallagher Jr PN. 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, 1993
- 16) Mazess RB, Barden HS. 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
- 17) Stevenson JC, Lees B, Devenport M, et al. Determinants of bone density in normal women : risk factors for future osteoporosis? *BMJ* 298 : 8 : 924-928, 1989
- 18) Sowers MR, Clark MK, Hollis B, et al. Radial bone mineral density in pre- and perimenopausal women : A prospective study of rates and risk factors for loss. *J Bone Mineral Res* 7(6) : 647-657, 1992
- 19) Kerstetter JE, Allen LH. Protein intake and calcium homeostasis. *Adv Nutr Res* 9 : 167-181, 1994
- 20) 구제우 · 곽충실 · 최혜미. 한국성인 여성의 단백질 섭취 수준과 동 · 식물성 급원이 칼슘 및 인대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 24(2) : 124-131, 1991
- 21) Lacey JM, Anderson JJB, Fujita T, Yoshimoto Y, Koch GG, et al. Correlates of cortical bone mass among premenopausal and postmenopausal Japanese women. *J Bone Mineral Research* 6(7) : 651-659, 1991
- 22) Freudenheim JL, Johnson NE, Smith EL. Relationships between usual nutrient intake and bone-mineral content of women 35 - 65 years of age : longitudinal and cross-sectional analysis. *Am J Clin Nutr* 44 : 863-876, 1986
- 23) Calvo MS. The effects of high phosphorus intake on calcium homeostasis. *Adv Nutr Res* 9 : 183-207, 1994
- 24) 보건사회부. 92 국민영양조사보고서, 1994
- 25) Aloia JF. The gain and loss of bone in the human life cycle. *Adv Nutr Res* 9 : 1-33, 1994
- 26) 이보경 · 장우경 · 최경숙. 폐경후 여성의 골밀도에 대한 영양소 섭취실태의 영향. *한국영양학회지* 25(7) : 642-655, 1992
- 27) Boddy K, King PC, Hume R, et al. The relation of total body potassium to height, weight, and age in normal adults. *J Clin Pathol* 25 : 512-517, 1972
- 28) McDonald A, Horn LV, Slattery M, et al. The CARDIA dietary history : Development, implementation, and evaluation. *J Am Diet Assoc* 91 : 1104-1112, 1991
- 29) 농촌진흥청. 식품분석표. 4차 개정판, 1991
- 30) Marija IN. SPSS/PC+ V3.0 Update Manual, SPSS INC, 1988
- 31) Halioua L, Anderson JJB. Lifetime calcium intake and

- physical activity habits independent and combined effects on the radial bone of healthy premenopausal Caucasian women. *Am J Clin Nutr* 49 : 534-541, 1989
- 32) Kanders B, Dempster DW, Lindsay R. Interaction of calcium nutrition and physical activity on bone mass in young women. *J Bone Mineral Research* 3(2) : 145-154, 1988
- 33) 이종호 · 최미숙 · 백인경 등. 폐경전 40대 한국 여성들의 영양 섭취 상태와 골밀도와의 관계. *한국영양학회지* 25(2) : 140-149, 1992
- 34) 김혜경 · 윤진숙. 한국 노년기 여성의 골격상태에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. *한국영양학회지* 24(1) : 30-39, 1991
- 35) 최은정. 폐경이후 여성의 영양섭취 및 활동상태와 골밀도의 상관관계에 관한 연구. 연세대학교 대학원 석사논문 1987
- 36) Sentipal JM, Wardlaw GM, Mahan J, 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
- 37) Andon MB, Smith KT, Bracker M, et al. Spinal bone density and calcium intake in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 54 : 927-929, 1991
- 38) Ribot C, Tremolieres F, Pouilles JM. The effects of obesity on postmenopausal bone loss and the risk of osteoporosis. *Adv Nutr Res* 9 : 257-271, 1994
- 39) 송영득 · 임승길 · 정윤석 등. 폐경기전후 여성에서 체지방량과 골밀도와의 관계. *대한내분비학회지* 8(3) : 251-258, 1993
- 40) Lindsay R, Cosman F, Herringston B, et al. Bone mass and body composition in normal women. *J Bone Min Res* 7 : 55-63, 1992
- 41) Parfitt AM. Quantum concept of bone remodeling and turn over : Implications for the pathogenesis of osteoporosis. *Calcif Tissue Int.* 28 : 1-25, 1979
- 42) NIH Consensus Development Panel on optimal calcium intake. Optimal calcium intake. *JAMA* 272(24) : 1942-1948, 1994