

한국여성의 연령별 골밀도와 그에 미치는 영향인자에 관한 연구(1)

골밀도와 영양소 섭취 및 에너지 소비량과의 관계
- 대구지역을 중심으로 -

이희자·최미자

계명대학교 가정대학 식품영양학과

The Effect of Nutrient Intake and Energy Expenditure on Bone Mineral Density of Korean Women in Taegu

Lee, Hee Ja · Choi, Mi Ja

Department of Food and Nutrition, Keimyung University, Taegu, Korea

ABSTRACT

The purpose of present study was to assess the change of bone mineral density(BMD) by age and the dietary factors influencing on BMD in Korean women in Taegu. The subjects were 242 healthy female in the range of 7-67 years old, and were divided into 4 age groups. BMD of lumbar spine, femur(neck, ward's triangle, trochanter) and total body was measured by dual energy X-ray absorptiometry. The nutrient intake measured by convenient method was similar to or more than the level of RDA. The significant relationship between nutrient intake and BMD was observed. Particularly for lumbar spine and total body in group 4(50-67 yr), such as energy, carbohydrate, protein, fat, Ca, animal Ca, meat Ca, Fe, thiamin and niacin were found significantly positive correlations. By analysis of multiple regression, significant relationships were shown between protein and lumbar spine and total body BMD in group 4, between ascorbic acid and total body BMD in group 2(17-34 yr). Energy expenditure showed better correlations with BMD rather than nutrient intake. BMD was significantly greater in subjects consuming a mean dietary Ca intake more than 125% of RDA compared with less than 75% of RDA. In high Ca intake group($\geq 125\%$ of RDA), there were the significantly negative correlations between animal (meat) Ca and BMD in each bone of 7-9 years. The excessive intake of animal protein in this age group was found. And the correlations between BMD and past milk consumption were significant in all skeletal sites of group 1(7-16 yr). This study confirms that the most effective way of preventing osteoporosis and the fractures is to maximize peak bone mass in early life and to minimize bone loss through the balanced adequate intake of Ca and other nutrients and regular physical activity. (*Korean J Nutrition* 29(6) : 622~633, 1996)

KEY WORDS : bone mineral density(BMD) · Ca · dual energy X-ray absorptiometry · osteoporosis · energy expenditure.

서 론

최근 평균 수명의 증가와 경제적 발전에 따른 개인의 건강에 대한 관심이 고조되어 골다공증에 대한 관심이 높아지고 있으나 일부 보고에 의하면 아직도 인식도는 비교적 낮은 편이다¹⁾. 골다공증은 골량이 감소하여 경미한 충격에도 골절을 일으키기 쉬운 대사성 골질환의 하나로²⁾ 대부분의 환자에서 골절이 발생할 때까지 증상이 없이 서서히 진행되므로 많은 골다공증 환자들이 효과적인 치료 시기를 상실하고 골절에 의한 통증, 경제적인 손실, 신체 장애, 저하된 삶의 질 등을 경험하게 된다. 또한 골다공증 환자를 위한 안전하고 효과적인 확실한 치료방법이 없기 때문에 예방이 가장 중요하며, 현재까지 알려진 최선의 치료는 성장기 동안의 최대 골량(peak bone mass)을 극대화하고 골소실 위험 인자를 피하는 것이다.

골량 형성에 영향을 미치는 주요 인자로는 유전적 요인과 환경적 요인으로 나눌 수가 있으며 주 환경인자는 생활 양식, 신체활동, 칼슘 등의 식이인자 등³⁻¹⁷⁾이 확인되었으나 이것은 대부분 연령분포가 매우 넓은 연구 결과나 혹은 폐경 후 여성을 대상으로 한 외국 연구에 기반을 둔 것이며, 이것을 모든 여성에게 모든 골격 부위에 바로 적용하기에는 다소 무리가 있다. 미국은 우리나라와 비교하여 칼슘 섭취량이 많음에도 불구하고, 1994년 NIH(National Institutes of Health)가 개최한 회의에서 현재 미국인을 위한 칼슘 권장량을 상향 조정하여야 한다고 발표하였다¹⁸⁾. 1995년 한국인 영양권장량 6차 개정시 영양학자들은 골다공증의 예방 차원에서 일부 연령층의 칼슘 섭취량을 상향 조정하였으나¹⁹⁾ 선진국에 비하면 아직도 상당히 낮은 수준이고, 아직도 우리나라 식생활에서 칼슘은 가장 결핍되기 쉬운 영양소 중의 하나이다. 최근 국민 영양 조사보고²⁰⁾에 따르면 1일 평균 칼슘 섭취량은 1990년 517mg, 1991년 518mg, 1992년 538mg, 1993년 523mg이었고 1993년 대도시의 성인 1일 칼슘 섭취량은 528mg, 농촌은 455mg으로 현재 700mg의 1일 섭취 권장량을 충족시키지 못하고 있다고 보고되었다. 특히 권장량의 75%미만 가구수가 전 가구수의 51%를 차지할 정도이고, 전체 칼슘 섭취량 중 식물성 식품으로부터 섭취하는 칼슘이 59%로 나타나 칼슘 급원에 있어서도 큰 차이를 보이고 있다²⁰⁾. 더욱이 짜게 먹는 식습관으로 인해 신 세뇨관에서 나트륨-칼슘 교환이 증가되어 소변내 칼슘 배설의 증가는 더욱 큰 것으로 보고되고 있다²¹⁾. 따라서 우리나라 국민의 칼슘 영양문제로 칼슘 섭취의 양적 부족뿐만 아니라

이용률이 낮은 칼슘 급원의 섭취에도 주목해야 한다.

그리고 우리나라의 경우 한국인의 골밀도 정상치 및 최대 골량 형성 시기에 관한 연구도 미미한 실정이며, 특히 성장기 아동 및 청소년이나 젊은 여성에 대한 연구는 찾기 어려운 실정이다. 또한 국내 골다공증에 관한 연구²²⁾²³⁾는 조사 대상자가 병원을 자의적으로 방문한 여성인 경우가 대부분이기 때문에 조사 대상자의 선별에 있어 제한성이 있다고 보여진다. 따라서 골다공증의 예방적 측면에서는 건강한 사람을 대상으로 한 연령별 골밀도의 측정으로 정상치의 기준 설정과 골밀도에 미치는 여러 영향 인자들에 관한 연구는 매우 중요하다고 여겨진다.

이에 본 연구는 아동기에서 노년기에 이르는 242명의 여성을 대상으로 요추와 대퇴골 및 전신의 골밀도를 이중 에너지 방사선 골밀도 측정기(dual energy X-ray absorptiometry)로 측정하여 연령별 골밀도와 영양소 특히 칼슘 섭취량 및 에너지 소비량과의 관계를 조사하여 골다공증 예방을 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

연구 방법

1. 조사대상 및 기간

1992년 12월부터 1993년 5월까지 대구시에 거주하는 7~67세의 여성 중 예비조사를 통하여, 자궁이나 난소를 적출하여 폐경이 된 여성, 단순 척추 방사선 검사상 압박 골절이 있는 여성, 폐 질환, 갑상선 질환, 당뇨병 및 뇌하수체 질환 등 내분비 대사성 질환이나 혹은 만성 질환이 있는 경우, 호르몬 치료 등으로 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용한 과거력이 있는 여성은 대상에서 제외하고 이 연구에 협조적인 건강한 여성 242명을 선정하여 조사하였다.

2. 질문지의 작성 및 구성

본 연구에서 사용한 질문지는 개인별 면담으로 조사하였고, 13세 이하인 어린이들의 경우는 그들의 어머니와 함께 면담하였다. 조사 대상자의 영양 섭취 조사는 문수재 등²⁴⁾에 의해 한국인에게 적용될 수 있도록 고안된 간이 영양 섭취 조사 방법(convenient method)을 면담에 적합하도록 문항을 나누어서 조사하였다.

칼슘 평가를 보완하기 위하여 Ca index를 구하였다. 즉 한국인의 주된 칼슘 급원 식품 45종을 선택하여 각 식품별로 1인 1회분에 들어 있는 칼슘 함량에 따라 고(>100mg/1인분, 17종), 중(30~100mg/1인분, 15종), 저(<30mg/1인분, 13종) 칼슘 섭취군으로 나누어 각각 3점, 2점, 1점의 가중치를 주었다. 다시 그 섭취량과 빈도를 감안하기 위하여 이들 식품의 섭취 빈도(주 5회 이

상은 4점, 주 3회 이상은 3점, 주 1~2회는 2점, 한달에 1회는 1점, 전혀 안 먹는다는 0점)와 섭취량(많이 먹음은 3점, 보통 먹음은 2점, 적게 먹음은 1점)을 조사하여 곱한 값을 총 Ca index로 산출하여 사용하였다.

과거(유아 및 아동기, 청소년기)의 우유 섭취 실태를 조사하기 위하여 우유 섭취 빈도(주 5회 이상은 4점, 주 3회 이상은 3점, 주 1~2회는 2점, 한 달에 1회는 1점, 전혀 안 먹는다는 0점)와 1회 섭취량(반컵은 1점, 1컵은 2점, 2컵 이상은 3점)을 조사하여 곱한 값을 우유 섭취 점수로 사용하였다.

에너지 소비량(energy expenditure, EE)을 구하기 위하여 한국인의 영양 권장량(5차 개정, 1989, 한국인을 대상으로 조사한 활동 상태에 따른 에너지 소비량)에 따라서 평상시 24시간 동안의 활동 내용 및 7단계로 나누어진 활동 상태에 따른 소비 시간량을 측정하기 위하여 설문지를 자가 기록하게 한 후, 활동 상태에 따른 해당 에너지 소비량 가중치(Kcal/Kg/hr)를 곱하여 하루 중 활동 및 에너지 소비량(Kcal/Kg/day)을 구하였고, 여기에 체중을 곱하여 1일 에너지 소비량(Kcal/day)을 산출하였다.

3. 골밀도 측정

연구 대상자들의 연령 및 신장, 체중을 측정한 후, 정확도와 예민도가 높으며 검사 시간이 짧고 방사선 노출이 적은 이중 에너지 방사선 골밀도 측정기²⁵⁾²⁶⁾(dual energy X-ray absorptiometry, DEXA; Lunar Radiation corp., Madison, Wisconsin, U.S.A)를 이용하여 체중이 실리는 부위인 요추(lumbar spine, LS)와 대퇴골의 세 부위 즉 대퇴경부(femoral neck, FN), ward's triangle(WT), 대퇴전자부(trochanter, TC) 및 전신(total body, TB)의 골밀도를 측정하였다. 요추 골밀도는 전후면 투영(Anteroposterior projection, AP)으로 측정하였고, 요추 골밀도로 표현되는 수치는 제 2요추에서 제 4요추까지의 골밀도의 평균 수치를 사용하였다.

4. 자료 처리 및 분석방법

연령별 골밀도 분포 변화를 파악하기 위해 curve estimate를 실시하여 연구 대상자들을 네군으로 나누어 연령군별 평균과 표준편차를 구하고, 유의성 검증은 one-way ANOVA를 사용하였으며, 다중 범위 비교(multiple range tests)는 scheffe test를 이용하였다. 골밀도와 여러 변수와의 상관성은 Pearson의 correlation coefficient로 구하였다. 골밀도와 관련인자의 상관성을 검토함에 있어 연령에 대한 차이를 배제하고 분석(Partial correlation coefficient)하였다. 단계적 다

중 회귀 분석(multiple regression analysis, step-wise method)을 통하여 골밀도에 미치는 상대적인 강도를 측정하였다. 이상의 모든 통계 분석은 SPSS 통계 Package Program을 사용하였고 유의수준은 0.05미만으로 하였다.

연구결과

1. 조사 대상자들의 실태 조사 결과

조사 대상자의 연령 분포는 7세부터 67세까지로 총 242명의 여성으로 구성되었으며, curve estimate한 결과 모든 조사 대상자를 통합하여 전체적으로 골밀도와 영향 인자와의 관련성을 검토하는 것은 적절치 못하므로 연령을 구분하여 관련성을 파악하는 것이 바람직하게 나타났다. 즉 골 성장이 많이 이루어지는 청소년기까지를 1군(7~16세)으로 하고, 본 연구에서 요추의 골밀도가 최고치에 이르렀던 34세까지를 2군(17~34세)으로 하였다. 본 연구 대상자의 평균 폐경 연령이 48.18 ± 3.95 세였으므로 49세까지를 3군(35~49세)으로 정하고, 그 이후를 4군(50~67세)으로 나누었다. 이 네군에 대한 curve estimate를 실시한 결과 Table 1에 나타난 바와 같이 model 역시 적합하였다. 이와 같이 연령을 네군으로 나누어 관련 인자들의 각 부위별 골밀도에 대한 관련성을 알아보는 것은 통계적으로 타당함을 뒷받침하여 주었다.

본 조사 대상자들의 군별 평균 연령은 1군이 12.2세, 2군은 26.6세, 3군은 42.3세, 4군은 55.7세이었다. 연령군별 모든 신체 계측 인자들의 평균치간에는 통계적으로 유의적인 차이를 보여 체형이 연령에 따라 차이가 있음을 알 수 있었다. 네군간의 각 부위별 골밀도 평균치간에는 모든 부위에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 요추와 대퇴부의 골밀도는 2군에서 가장 높은 수치를 나타낸 후 점차 감소하였다(Table 2).

2. 영양소 섭취, Ca index, 과거 우유 섭취 점수 및 에너지 소비량의 연령군별 비교

(1) 영양소 섭취의 연령군별 비교

각 영양소별로 살펴볼 때 연령군간에 통계적으로 유의한 차이를 보인 영양소는 동물성 단백질, 동물성 칼슘, 우유 칼슘이었다(Table 3). 동물성 단백질의 평균 섭취

Table 1. Curve estimate of bone mineral density(BMD) in lumbar spine (method : quadratic)

Variable	B	SE B	β	sig T	R square
Age g4	0.657750	0.052716	3.531753	0.0000	0.40498
Age g4**2	-0.127862	0.010734	-3.371574	0.0000	
(constant)	0.389001	0.054311		0.0000	
F=79.97390 sig F=0.0000					

g4 : group 1, group 2, group 3, group 4

Table 2. Anthropometric data and bone mineral density(BMD) compared by age groups

Age group	G1	G2	G3	G4
age range	7 - 16	17 - 34	35 - 49	50 - 67
N	83	57	55	47
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)
Age(yr)	12.2 (2.7)	26.6 (5.0)	42.3 (4.4)	55.7 (3.8)
Height(cm)	148.19(11.74) ^a	159.33(5.16) ^b	155.89(4.81) ^b	153.87(4.54) ^c
Weight(kg)	42.02(11.22) ^a	53.70(6.86) ^b	57.89(8.29) ^b	56.77(6.34) ^b
BMI(kg/m ²)	18.75(2.91) ^a	21.15(2.47) ^b	23.82(3.21) ^c	23.98(2.54) ^c
BMD LS	0.92(0.20) ^a	1.21(0.11) ^b	1.19(0.14) ^b	0.98(0.16) ^a
(g/cm ²) FN	0.81(0.15) ^a	0.92(0.15) ^b	0.91(0.11) ^b	0.78(0.14) ^a
WT	0.76(0.14) ^a	0.89(0.18) ^b	0.84(0.14) ^b	0.66(0.15) ^c
TC	0.76(0.18) ^a	0.86(0.19) ^b	0.81(0.12) ^a	0.72(0.11) ^c
TB	0.96(0.11) ^a	1.15(0.08) ^b	1.16(0.09) ^b	1.04(0.09) ^c

Values with different superscripts within the row are significantly different at p < 0.05

BMD : Bone mineral density, LS : Lumbar spine, FN ; Femoral neck, WT ; Ward's triangle, TC ; Trochanter- TB ; Total body

Table 3. Nutrient intake, energy expenditure, Ca index and past milk intake index compared by age groups

	G1		G2		G3		G4	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
<u>Daily nutrient intake</u>								
Energy (kcal)	2,008	546	1,812	443	1,995	530	1,910	344
CHO %kcal	64	8	64	7	62	9	65	8
(g)	320	88	289	68	307	85	309	60
Protein %kcal	16	2	16	2	17	3	16	3
(g)	83	29	75	23	87	30	78	22
Animal	34	17	28	11	35	17	27	14
Plant	49	18	47	16	53	18	52	14
Fat %kcal	20	6	19	5	21	7	19	5
(g)	44	19	40	15	47	22	40	15
Ca (mg)	777	218	727	195	781	209	766	179
Animal	262	115 ^a	214	87 ^a	237	106 ^a	187	78 ^b
Dairy	149	77 ^a	117	72 ^a	113	74 ^a	89	63 ^b
Meat	113	66	97	44	125	71	98	61
Plant	515	155	513	162	544	159	580	150
Fe(mg)	17.3	5.3	16.5	5	18.6	5.5	17.9	4.6
Vit A(R.E)	1,307	420	1,272	384	1,333	412	1,386	400
Vit B ₁ (mg)	1.1	0.4	1.0	0.2	1.1	0.3	1.1	0.3
Vit B ₂ (mg)	1.3	0.4	1.2	0.4	1.3	0.5	1.2	0.4
Niacin(mg)	20.0	5.6	18.2	4.6	20.1	5.4	19.7	3.7
Vit C(mg)	55.7	19.1	54.5	15.4	55.7	20.2	58.0	19.4
<u>Ca index</u>								
Ca index	230	93	228	75	212	72	211	77
<u>Past milk intake index</u>								
Infant, child	6.0	2.3 ^a	3.4	3.1 ^b	1.2	2.1 ^c	0.5	1.1 ^c
Adolescent	-	-	4.2	3.0 ^a	1.6	2.2 ^b	0.7	1.3 ^b
<u>Energy expenditure</u>								
EE(kcal)	1,878	549 ^a	2,782	582 ^b	2,842	536 ^b	2,745	457 ^b

Values with different superscripts within the row are significantly different at p < 0.05

CHO : Carbohydrate, EE : Energy expenditure

우유 칼슘이었다(Table 3). 동물성 단백질의 평균 섭취량은 3군이 가장 높았고 4군이 가장 낮았으며, 동물성 및 우유 칼슘 섭취량은 1군이 가장 높았고 4군이 가장

낮았다. 총 칼슘 섭취량 중 식물성 식품으로 섭취하는 비율은 1군이 66%, 2군이 71%, 3군이 70%, 4군이 76%로 모든 연령군에서 총 칼슘 섭취량의 2/3 이상을 흡수

율이 낮은 식물성 식품에 의존하였다.

각 군별 열량 및 영양소의 평균 섭취량을 제 6차 한국인 영양 권장량(RDA)과 비교해보면 1군과 3군은 모든 영양소를 RDA 이상으로 섭취하였고 2군은 열량과 철분을 제외하고는 모두 RDA의 95% 이상을 섭취하였으며, 4군은 RDA의 96%를 섭취하는 열량을 제외하고는 모두 RDA 이상으로 섭취하였다(Table 4).

(2) 에너지 소비량의 연령군별 비교

하루 중 단위 체중당 에너지 소비량(Kcal/Kg/day)은 1군이 가장 적었고, 나머지 2~4군 사이에는 유의성은 없었으나 2군이 가장 높았다. 체중을 곱하여 구한 1일 에너지 소비량(Kcal/day)은 Table 3에 나타난 바와 같이 1군이 가장 적었고, 나머지 2~4군 사이에는 유의성은 없었으나 3군이 가장 높았다. 섭취 열량을 기준으로 에너지 소비량의 백분율을 계산한 결과 2군이 가장 높았고 다음이 4군, 3군 순이었으며, 1군의 경우 에너지 소비량이 섭취 열량보다 낮았다.

(3) Ca index의 연령군별 점수 및 간식 방법에 의한 칼슘 섭취량과의 상관관계

Ca index는 칼슘 섭취량에 대한 평가를 보완하기 위해서 병행하였는데, Ca index값은 1군에서 가장 높게 나타났고 연령이 증가할수록 점수는 낮아졌으나 유의적인 차이는 없었다(Table 3).

간식 방법에 의해서 얻어진 칼슘 섭취량과 Ca index에서 얻어진 칼슘 섭취 상태와의 상관성은 $r=0.38$ ($p<0.001$)로 통계적으로 유의하였고, 군별로는 4군이 가장 높은 상관관계($r=0.59$, $p<0.001$)를 나타내었다.

(4) 과거 우유 섭취 점수의 연령군별 비교

유아기와 아동기 및 청소년기로 나누어 우유 섭취량과 섭취 빈도를 조사하여 과거의 우유 섭취 점수를 구한 결과, 연령군간에 유의적인 차이를 보였다. 과거의 우유 섭취 점수는 연령이 어릴수록 높았다(Table 3).

3. 고밀도와 영양소 섭취, Ca index, 과거 우유 섭취, 에너지 소비량과의 관련성

(1) 고밀도와 영양소 섭취, Ca index, 과거 우유 섭취 및 에너지 소비량과의 상관 관계

영양소 섭취량 및 Ca index와 고밀도와의 상관성을 검

토한 결과는 Table 5와 같으며 이들의 상호 관련성은 4군에서 가장 뚜렷한 관계를 보였다. 2군에서 칼슘, 철분이 대퇴전자부 고밀도와 양의 상관 관계가 있는 것을 제외하고는 다른 부위의 고밀도와는 유의한 상관성이 없었다. 4군에서 요추 고밀도와 유의적인 상관성이 있는 영양소는 탄수화물, 단백질, 동물성 단백질, 지방, 동물성 칼슘, 육류 칼슘, 철분, 티아민, 나이아신과 열량이었다. 전신 고밀도와 유의적인 상관성이 있는 영양소는 단백질량 및 %열량, 칼슘, 동물성 칼슘, 철분과 열량이었다.

평균 칼슘 섭취량을 RDA의 75% 이하 섭취군과 125% 이상 섭취군의 고밀도를 비교하여 Table 6에 나타내었다. 대부분의 고밀도는 칼슘 섭취량이 RDA 75% 이하 섭취군보다 125% 이상 섭취군의 경우가 유의하게 높거나 높은 경향을 나타내었다. 특히 1군에서는 칼슘 섭취량이 많은 경우가 적은 경우보다 모든 부위의 고밀도가 통계적으로 유의하게 더 높았다.

칼슘 섭취량을 RDA 75% 이하와 125% 이상 섭취하는 군으로 나누어 고밀도와의 상관성을 조사한 결과 1군의 조사 대상자 중 7~9세 사이에서는 RDA의 75% 이하 섭취하는 경우에서 칼슘은 요추 고밀도와 양의 상관관계($r=0.997$, $p<0.05$)가 있었다. RDA 125% 이상 섭취하는 경우 동물성 칼슘은 요추($r=-0.95$, $p<0.01$) 및 전신($r=-0.83$, $p<0.05$) 고밀도와 음의 상관관계가 있었고, 육류 칼슘은 ward's triangle($r=-0.85$, $p<0.05$) 및 대퇴전자부($r=-0.98$, $p<0.01$)의 고밀도와 음의 상관관계가 있었다. 이 연령층에서 칼슘 섭취량이 RDA 75% 이하인 경우 단백질 특히 동물성 단백질의 섭취가 RDA보다 낮았으나, 칼슘 RDA의 125% 이상 섭취군의 경우 단백질(총단백질 RDA의 246%) 특히 동물성 단백질(총단백질 RDA의 106%)의 섭취량이 매우 높았다. 2군에서 칼슘 RDA의 125% 이상 섭취군의 경우 칼슘은 대퇴경부($r=0.70$, $p<0.05$), ward's triangle($r=0.70$, $p<0.01$) 및 전신($r=0.65$, $p<0.05$) 고밀도와 양의 상관관계가 있었다. 3군에서 칼슘 RDA 75% 이하 섭취군의 경우 동물성 칼슘과 대퇴전자부 고밀도($r=0.89$, $p<0.01$)는 양의 상관관계가 있었다. 4군에서 칼슘 RDA의 125% 이상 섭취군의 경우 칼슘과 요추($r=0.59$, $p<0.05$) 고밀도는 양의 상관관계가 있었다(Table 7). 7~9세 사이를 제외한 모든 연령층에서는 단백질 섭취량이 RDA 수준보다 높은 경우라도 동물

Table 4. Nutrient intake expressed as percentage of RDA(%)

Group	Energy	Protein	Vit A	Vit C	Vit B ₁	Vit B ₂	Niacin	Ca	Fe
G1	105	148	215	111	110	107	159	103	113
G2	87	121	180	100	98	98	137	98	92
G3	100	145	190	102	107	109	155	112	104
G4	96	131	198	105	106	101	152	109	150

Table 5. Age adjusted partial correlation coefficients(r) among nutrients, Ca index, energy expenditure and BMD

Group	Variable	LS	FN	WT	TC	TB
G1	EE	0.48***	0.62***	0.64***	0.08 ^{NS}	0.66***
G2	Ca	-0.02 ^{NS}	0.23 ^{NS}	0.15 ^{NS}	0.26*	0.16 ^{NS}
	Fe	-0.10 ^{NS}	0.18 ^{NS}	0.11 ^{NS}	0.26*	0.12 ^{NS}
	EE	0.44**	0.52***	0.48***	0.09 ^{NS}	0.68***
G3	EE	0.27 ^{NS}	0.55***	0.42***	0.41*	0.43*
G4	Energy	0.43**	0.21 ^{NS}	0.23 ^{NS}	0.20 ^{NS}	0.29*
	CHO(g)	0.34*	0.21 ^{NS}	0.21 ^{NS}	0.20 ^{NS}	0.21 ^{NS}
	Protein %	0.26 ^{NS}	0.06 ^{NS}	0.09 ^{NS}	0.11 ^{NS}	0.29*
	(g)	0.40**	0.14 ^{NS}	0.17 ^{NS}	0.13 ^{NS}	0.31*
	Animal protein	0.34*	0.00 ^{NS}	0.06 ^{NS}	0.01 ^{NS}	0.25 ^{NS}
	Fat(g)	0.32*	0.11 ^{NS}	0.16 ^{NS}	0.11 ^{NS}	0.22 ^{NS}
	Ca	0.27 ^{NS}	0.23 ^{NS}	0.11 ^{NS}	0.09 ^{NS}	0.34*
	Animal Ca	0.35*	0.10 ^{NS}	0.11 ^{NS}	0.01 ^{NS}	0.32*
	Meat Ca	0.29*	-0.03 ^{NS}	0.03 ^{NS}	0.01 ^{NS}	0.20 ^{NS}
	Fe	0.32*	0.15 ^{NS}	0.10 ^{NS}	0.10 ^{NS}	0.30*
	Vit B1	0.31*	0.15 ^{NS}	0.22 ^{NS}	0.24 ^{NS}	0.22 ^{NS}
	Niacin	0.39**	0.19 ^{NS}	0.21 ^{NS}	0.18 ^{NS}	0.26 ^{NS}
	EE	0.42**	0.41**	0.30*	0.16 ^{NS}	0.43**

*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001, NS: not significant CHO: Carbohydrate, EE: Energy expenditure

Table 6. BMD compared by lower & higher Ca intake groups (< 75% vs ≥ 125% RDA)

Age range	Ca intake	LS		FN		WT		TC		TB	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
G1 (7-9 years)	< 75%	0.5872	0.054	0.6127	0.008	0.5940	0.071	0.5867	0.015	0.7547	0.018
	≥ 125%	0.7322	0.071	0.7497	0.052	0.7202	0.053	0.6523	0.067	0.8510	0.048
			*		*		*		*		*
G1 (10-16 years)	< 75%	1.0266	0.120	0.8461	0.153	0.7660	0.153	0.7591	0.113	1.0043	0.066
	≥ 125%	0.9349	0.146	0.8272	0.101	0.7546	0.131	0.7058	0.088	0.9602	0.096
		NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	*	*	*
G2 (20-34 years)	< 75%	1.2179	0.129	0.8595	0.214	0.8288	0.250	0.7647	0.209	1.1303	0.051
	≥ 125%	1.2122	0.117	0.9330	0.198	0.8742	0.239	0.9389	0.223	1.1337	0.094
		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	*
G3 (35-49 years)	< 75%	1.1836	0.320	0.8972	0.099	0.8555	0.140	0.7293	0.099	1.1607	0.057
	≥ 125%	1.1811	0.161	0.8972	0.111	0.8259	0.145	0.8207	0.118	10.1698	0.087
		NS	NS	*	NS	NS	NS	*	*	*	*
G4 (50-67 years)	< 75%	0.8890	0.320	0.6800	0.223	0.6710	0.115	0.6710	0.115	0.9613	0.213
	≥ 125%	1.0115	0.161	0.8208	0.117	0.7412	0.122	0.7412	0.122	1.0823	0.091
		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*p < 0.05, NS : not significant, BMD : Bone mineral density(g/cm³)

성 단백질의 섭취량은 단백질 RDA 수준보다 낮았다. 따라서 골밀도는 칼슘 섭취량이 적은 경우보다 칼슘 섭취량이 많은 경우가 더 높았고, 칼슘 섭취량이 많더라도 단백질의 조성에 따라 골밀도에 미치는 상관성은 차이가 있었다.

과거의 우유 섭취 점수와 골밀도와의 관계를 조사한 결과 1군에서는 모든 부위의 골밀도와 유의적인 양의 상관관계(요추 r=0.22, p<0.05, 대퇴경부 r=0.23, p<0.05, ward's triangle r=0.24, p<0.05, 대퇴전자부 r=0.26, p<0.05, 전신 r=0.26, p<0.05)를 나타내

었다. 그러나 다른 군에서는 대체로 양의 상관성은 있었으나 통계적인 유의성은 없었다(Table 8).

에너지 소비량과 골밀도와의 상관성을 연령군별로 볼 때, Table 5에 나타난 바와 같이 1군, 2군, 4군의 대퇴전자부와, 3군의 요추 골밀도를 제외하고는 모두 유의한 양의 상관관계가 있었다. 그 상관 정도는 요추보다 대퇴골에서 대체로 높았으며, 1군이나 2군이 3군이나 4군보다 대체로 높은 상관관계를 보였다. 그리고 영양소 섭취량보다는 에너지 소비량이 골밀도와의 상관 정도가 더 높았다.

Table 7. Correlation coefficients(*r*) between BMD and Ca(lower & higher) intake groups

Age group	Variables		<i>r</i>
	% of Ca RDA		
G1 7-9 yr	< 75% of RDA	Ca - LS	0.997*
		Meat Ca - WT	-0.85*
	≥ 125% of RDA	Meat Ca - TC	-0.98***
		Animal Ca - LS	-0.95**
		Animal Ca - TB	-0.83*
G2	≥ 125% of RDA	Ca - FN	0.70*
		Ca - WT	0.70**
		Ca - TB	0.65*
G3	< 75% of RDA	Animal Ca - TC	0.89**
G4	≥ 125% of RDA	Ca - LS	0.59*

p* < 0.05, *p* < 0.01, ****p* < 0.001**Table 8.** Correlation coefficients(*r*) between BMD and past milk intake index in group 1(7-16years)

Variable	LS	FN	WT	TC	TB
Past milk intake index	0.22*	0.23*	0.24*	0.26*	0.26*

**p* < 0.05

(2) 골밀도와 영양소 섭취, 에너지 소비량과의 다중 회귀 분석

영양소 섭취량 및 에너지 소비량과 골밀도와의 관련성을 좀 더 정확히 파악하기 위해 단계적 다중 회귀 분석을 한 결과는 Table 9와 같으며, model의 적합성 여부를 검증한 결과 모두 적합하였다.

1군에서 요추, 대퇴경부, ward's triangle, 전신 골밀도에는 에너지 소비량이 양의 영향을 나타내었다. 2군에서 요추, 대퇴경부, ward's triangle, 전신 골밀도에는 에너지 소비량이 양의 영향을 나타내었고, 전신 골밀도에는 아스코르브산도 양의 영향을 나타내었다. 3군의 경우 대퇴경부, ward's triangle, 전신의 골밀도에는 에너지 소비량이 양의 영향을 나타내었다. 4군의 경우 요추, 대퇴경부, ward's triangle, 전신 골밀도에는 에너지 소비량이 양의 영향을 나타내었고, 요추와 전신의 골밀도에는 단백질도 양의 영향을 나타내었다.

이상의 결과에서 영양 섭취 및 에너지 소비량이 골밀도에 미치는 영향은 연령군에 따라서 상대적 비중이 다르게 나타났다. 즉 1, 2, 3군에서는 에너지 소비량이, 4군에서는 에너지 소비량뿐만 아니라 특히 단백질 섭취량이 요추 골밀도에 미치는 정도가 컸다.

고찰

최대 골량 형성에 영향을 미치는 주 환경요인으로 영양상태와 신체 활동량 및 운동량과 같은 기계적 자극의 강도들이 복합되어 결정된다⁶⁾. 영양 인자 특히 칼슘 섭

취는 최대 골량 형성에 매우 중요할 뿐만 아니라 적절치 못한 칼슘 섭취는 골소실의 위험인자가 된다. 아동기와 청소년기 동안 적절한 식이 칼슘은 골격을 구성하고 골격 소실을 감소시키므로 성장기 동안 부적절한 칼슘 섭취는 골량을 최대화시키는 것을 방해할 수 있다. 골량은 30대까지 계속 증가하며²³⁾²⁷⁾ 40대 이후 적절한 칼슘 섭취는 이미 형성된 골격을 유지하는데 필요하다.

Matkovic 등²⁸⁾은 Yugoslavia의 두 지역 주민을 대상으로 연구한 바 역시 1일 800~1000mg 정도로 칼슘을 높게 섭취하는 군이 칼슘 섭취량이 낮은 군보다 골량이 더 많았고 대퇴골 골절율은 더 낮았다. Yano 등²⁹⁾은 하와이에 거주하는 일본노인을 대상으로 주요 혼란인자(confounders)를 통제하고 분석한 결과 칼슘, 우유, 비타민 D의 섭취량은 남녀 모두의 골량과 유의적인 양의 관계가 있었다. Freudenheim 등³⁰⁾은 35~65세 여성을 대상으로 단면적 연구와 추적 연구를 함께 실시하였는데 첫째 골밀도 측정시 폐경 후 여성에게서만 척골(Ulna) 골밀도와 아스코르브산과 나이아신이 유의적인 관계가 있었다. 4년간의 추적연구에서는 폐경 후 여성의 칼슘 섭취가 높을수록 상완골(Humerus) 골량의 소실율이 적었으며, 영양제를 먹지 않은 폐경 후 여성에게서만 열량, 단백질, 칼슘, 인, 아연, 엽산이 요골 골밀도 변화에 유의적인 양의 영향을 미쳐, 칼슘을 제외한 다른 영양소들도 여성의 골소실과 관련이 있다고 하였다. 본 연구에서도 영양소 섭취량과 골밀도의 상관성을 검토한 결과, 4군(50~67세)에서는 열량, 탄수화물, 총 단백질, 동물성 단백질, 지방, 동물성 및 육류 칼슘, 철분, 티아민, 나이아신이 요추 골밀도와 양의 상관관계를 보였고, 단계적 다중 회귀 분석 결과에서도 4군의 요추 골밀도에 단백질은 양의 영향을 나타내었다. 본 연구 대상자들의 영양 섭취 상태가 대체로 RDA 수준과 비슷하거나 충분한 양으로 섭취하고 있었던 점을 고려해 볼때 4군에서만 여러 영양소 인자가 상관성을 나타낸 것은 estrogen이 상

Table 9. Stepwise multiple regression models for BMD on nutrients and energy expenditure

Group	Dep. var	Indep. var	B	SE B	β	sig T'	R - square	
G1	LS	EE	2.90250E - 4	2.4214E - 5	0.799680	0.0000	0.63949	
		Constant	0.372026	0.047173		0.0000		
	FN	EE	2.01129E - 4	1.96155E - 5	0.753591	0.0000	0.56790	
		Constant	0.438135	0.038242		0.0000		
	WT	EE	1.60266E - 4	2.1584E - 5	0.638745	0.0000	0.40799	
		Constant	0.46262432	0.042081		0.0000		
	TB	EE	1.82377E - 4	1.1442E - 5	0.870772	0.0000	0.75824	
		Constant	0.615101	0.022291		0.0000		
G2	LS	EE	8.37389E - 5	2.3708E - 5	0.429990	0.0008	0.18489	
		Constant	0.976472	0.067360		0.0000		
	FN	EE	1.36941E - 4	3.0168E - 5	0.522047	0.0000	0.27253	
		Constant	2.539733	0.085715		0.0000		
	WT	EE	1.47355E - 4	3.5963E - 5	0.483597	0.0001	0.23387	
		Constant	0.4777059	0.102178		0.0000		
	TB	Ascorbic	0.001041	4.8216E - 4	0.212448	0.0353	0.47732	
		EE	8.49789E - 5	1.2743E - 5	0.656075	0.0000		
		Constant	0.854556	0.044609		0.0000		
	G3	FN	EE	1.09349E - 4	2.3989E - 5	0.530692	0.0000	0.28163
			Constant	0.603241	0.069364		0.0000	
		WT	EE	9.43341E - 5	3.2655E - 5	0.368828	0.0056	0.13603
Constant			0.572772	0.094423		0.0000		
TC		EE	8.95015E - 5	2.7763E - 5	0.404894	0.0022	0.16394	
		Constant	0.558307	0.080278		0.0000		
TB		EE	7.37062E - 5	2.1134E - 5	0.432030	0.0010	0.18665	
		Constant	0.953237	0.061111		0.0000		
G4	LS	EE	1.39368E - 4	4.2504E - 5	0.403217	0.0020	0.35158	
		Protein	0.002754	9.0281E - 4	0.375125	0.0039		
		Constant	0.381216	0.127848		0.0047		
	FN	EE	1.34264E - 4	4.0346E - 5	0.448422	0.0018	0.20108	
		Constant	0.414436	0.111838		0.0006		
	WT	EE	1.17595E - 4	4.5841	0.360698	0.0138	0.13010	
		Constant	0.338436	0.127071		0.0108		
	TB	EE	8.09900E - 5	2.4327E - 5	0.422490	0.0018	0.30944	
		Protein	0.001224	5.1672E - 4	0.300660	0.0223		
		Constant	0.723302	0.073174		0.0000		
	G1	LS	F=143.68068	sig F=0.0000	G3	FN	F=20.77853	sig F=0.0000
		FN	105.14229	0.0000		WT	8.34504	0.0056
WT		55.13392	0.0000	TC		10.39254	0.0022	
TB		254.04831	0.0000	TB		12.16259	0.0010	
G2	LS	12.47564	0.0008	G4	LS	11.92887	0.0001	
	FN	20.60477	0.0000		FN	11.07450	0.0018	
	WT	16.78903	0.0001		WC	6.58872	0.0138	
	TB	24.65691	0.0000		TB	9.85829	0.0003	

대적으로 많이 결핍되는 이 연령층에서의 영양소 역할이 더 큼을 시사해 준다.

그리고 과거의 우유 섭취 실태를 조사한 결과, 특히 1군에서는 모든 골격 부위의 골밀도와 과거의 우유 섭취 점수는 유의적인 양의 상관관계가 있었다. Sandler 등³¹⁾은 폐경기 여성을 대상으로 우유 섭취 상태를 질문지

를 통해 조사한 후 폐경 후의 요골 골밀도와의 관계를 검토하였다. 그 결과 아동기와 청소년기 시절의 우유 섭취 효과는 폐경 후 요골 골밀도를 높히는데 영향을 미쳤는데, 이는 아동기와 청소년기 시절의 우유 섭취가 성장 발달에 필요할 뿐만 아니라 최대 골량 형성 및 골량 유지에 필요하다고 하였다.

Andon 등³⁾은 폐경 후 여성의 평균 칼슘 섭취량을 조사하여 평균값(606mg)을 기준으로 두군으로 나누었을 때 평균 이하 섭취군(402mg)에 비해 평균 이상 섭취군(878mg)의 요추 골밀도가 유의하게 더 높았으며 식이 칼슘이 폐경 후 여성의 골격 건강을 유지하는 중요 인자가 될 수 있다고 하였다. Dawson-Hughes 등⁴⁾도 폐경 후 여성에게서 777mg 이상의 칼슘 섭취군에 비해 405mg 이하 칼슘 섭취군이 요추 골감소율이 유의하게 더 컸다고 하였다. Holbrook 등⁵⁾도 칼슘 섭취량이 470mg 칼슘 섭취군에 비해 765mg 섭취군이 골절 위험성이 유의하게 감소하였으며, 식이 칼슘 섭취량과 대퇴골 골절률간에는 음의 상관관계가 있다고 보고하였다. 이러한 결과들은 평균 칼슘 섭취량을 RDA와 비교하여 RDA의 75% 이하 섭취하는 경우와 125% 이상 섭취하는 경우의 골밀도를 비교하였을 때 대부분의 골밀도는 칼슘 섭취량이 높은군의 골밀도가 높았다는 본 연구 결과와도 유사하였다.

그러나 7~9세 사이에서 칼슘 RDA의 75% 이하 섭취하는 경우 칼슘은 골밀도와 매우 높은 양의 상관성을 보였으나, RDA 125% 이상 섭취하는 경우 동물성 칼슘과 육류 칼슘은 골밀도와 음의 상관관계가 있었다. 다른 연령군에서는 단백질 섭취량이 RDA 수준보다 높더라도 동물성 단백질의 섭취량이 낮았고, 골밀도는 칼슘과 양의 상관성을 나타내었으나, 이 연령층에서는 단백질의 섭취량이 RDA 수준보다 매우 높았을 뿐 아니라 특히 동물성 단백질의 섭취량이 매우 높았다. 따라서 칼슘 섭취량이 많더라도 단백질의 조성에 따라 골밀도에 미치는 상관성은 차이가 있었다. Metz 등⁶⁾은 24~28세 여성을 대상으로 요골 골밀도를 측정한 결과 RDA보다 다소 적게 섭취한 칼슘은 골밀도에 양의 영향을 미쳤으나 RDA보다 상당히 많이 섭취한 단백질과 인은 골밀도에 음의 영향을 미쳤다고 보고하였다. 이러한 결과들은 식이 단백질의 섭취량이 칼슘의 대사에 영향을 미친다는 선행 연구와 유사하였다³²⁻³⁶⁾. 단백질의 섭취량이 적정 수준 이하일 때는 단백질이 칼슘의 흡수를 촉진하며, 단백질 섭취량이 권장량을 초과할 때는 칼슘 흡수의 촉진 효과가 사라진다. 한편 지나친 단백질 섭취는 고칼슘요증(hypercalciuria)의 원인이 되며 폐경 후 여성의 칼슘 요구량을 증가시킨다. 식이 단백질과 인의 섭취량은 칼슘의 대사 및 필요량에 영향을 미치는데, 주로 세뇨관의 분획 재흡수 과정을 통제하여 소변 배설량을 조절하며 서로 길항적으로 작용한다³²⁻³⁶⁾. 즉 단백질의 섭취량이 증가하면 세뇨관에서의 분획 재흡수가 억제되고 따라서 칼슘의 소변 배설량이 증가한다. 반면 인의 섭취량이 증가하면 분획 재흡수가 촉진되어 칼슘의 소변 배설량이

감소된다. 단백질과 인은 칼슘의 소변 배설량 및 체내 저장에 서로 상반된 영향력을 행사하는데, 단백질과 인의 섭취량이 동시에 증가하는 경우 즉 대표적인 예로 우유, 달걀 및 육류를 섭취하는 경우에는 칼슘의 섭취량이 매우 중요하여 즉 칼슘의 섭취량이 권장량 수준일 때는 이들 성분이 칼슘의 균형 상태에 별다른 영향을 미치지 못한다³²⁻³⁶⁾.

이처럼 칼슘의 중요성은 누구나 인정하지만 골다공증 발병과 예방 치료에 있어서 칼슘의 역할에 대해서 논란의 대상이 되고 있는데^{7,8)}, 이는 기본적인 칼슘 섭취와 연구 대상의 연령에 있어서 차이점이 논쟁의 요인이 되고 있는 것 같다. Welten 등⁷⁾의 13세부터 28세까지 15년간의 추적 연구에 의하면 남녀 모두의 최대 요추 골량 형성에 칼슘 섭취량(M/F 13~17 years : 1100/944mg, 21years : 1403/1112mg, 27years : 1435/1204mg)은 유의적인 변수가 되지 못한다. 비해, 규칙적으로 행하는 체중을 실은 운동과 체중은 최대 골량을 형성하는 주요한 요인이었다. 이는 4군을 제외한 연령층에서 에너지 소비량이 영양소보다 골밀도와 유의적인 관련성이 더 높았다는 본 연구 결과와도 유사하였다.

폐경 후 기간 동안 칼슘 섭취를 높혀도 모든 부위의 골소실을 완전히 방지할 수는 없다고 보고되었다. 일부 연구^{9,37)}에 의하면 폐경 초기 여성에게서 고 칼슘 보충은 요골에 대해서 중 정도의 반응을 보였으나 요추에서는 반응이 없었다. 초기 폐경 여성을 대상으로 칼슘 보충을 한 결과 칼슘 보충을 실시한 첫 해에는 효과가 있었으나 두번째 해에는 효과가 없었다는 보고¹⁰⁾도 있다. 1일 500mg의 칼슘을 보충한 2년간의 연구¹¹⁾에 의하면 평상시 칼슘 섭취량이 1일 650mg인 초기 폐경 여성에서는 요추, 대퇴경부, 요골의 골소실을 감소시키지 못했다. 폐경된지 6년이나 그 이상인 폐경 후기 여성에서는 칼슘 보충에 대해 반응을 보였으나 그 반응 정도는 평상시 칼슘 섭취량에 따라 달랐다. 즉 반응 정도는 평상시 칼슘 섭취량이 1일 400mg 이하인 경우 1일 500mg의 보충은 요추, 대퇴경부 및 요골 골밀도에 유의할 정도의 효과가 있었다. 1일 500mg 칼슘의 증가는 1일 400~650mg의 칼슘 섭취를 하는 자들에게는 골밀도 증가가 있었으나 통계적으로 유의하지는 않았다. Recker 등¹²⁾에 의하면 1일 1,000mg의 칼슘은 평균 식이 칼슘량이 1일 580mg인 여성의 요골 위위부(distal radius)의 골소실을 감소시키지 못했다. 요골과 전신 골량을 분석한 결과 칼슘 보충은 피질골의 골소실을 약간 감소시켰다. 전체 뼈속에 있는 칼슘의 약 80%가 피질골에 있음을 고려한다면 대퇴골 골질의 예방을 위해서 이러한 사실은 매우 의미가 있을 것이다. 칼슘의 일상 섭취량이 적은 집단일수

록 칼슘 보충 효과는 더 크다고 한다¹³⁾. 일반적으로 폐경 직후에 일어나는 골소실을 estrogen으로는 예방이 되지만 칼슘 투여만으로는 예방이 되지 않는다³⁵⁾고 하며, 또한 칼슘은 내부의 estrogen과 상호 보완적인 영향을 준다¹⁴⁾고 한다. 1일 1,000mg의 칼슘 투여는 척추의 골소실을 예방할 수 없었으나 0.3mg의 estrogen과 함께 1일 1,500mg의 칼슘을 동시에 보충한 경우 그 효과는 estrogen 0.625mg을 투여한 것과 같은 예방 효과를 보여 estrogen 절감 효과를 가져온다고 한다¹⁵⁾. 이처럼 칼슘 섭취 증가 효과는 골격 부위, 폐경 후 기간, 평상시 칼슘 섭취량에 따라 차이가 있었다고 한다¹⁶⁾. 이상의 자료들은 영양소 섭취량이 골밀도에 미치는 영향 정도가 연령군별로, 영양 섭취 상태에 따라, 골격 부위에 따라 차이가 있었던 본 연구 자료와 유사하였다.

현대 사회가 도시화 산업화됨에 따라 힘든 육체 노동에 참여하는 인구 비율이 급속히 감소하고 있으며 주택 구조 또한 변화하므로써 개방공간(open space)이 부족하여 여가를 위한 육의 신체 활동의 기회가 줄어들게 되었다. 이러한 까닭으로 체중이 부하된 활동(load bearing activity)의 결여는 대퇴골 골절의 주요한 위험 요소가 되고 있어, 신체 활동은 특히 도시 노인들의 대퇴골 골절을 막기 위한 가장 중요한 공중 보건 전략 방법으로 권장되고 있다. 이처럼 운동이 골량 유지와 증가에 긍정적인 역할을 한다는 것은 이미 잘 알려져 있다⁷⁾⁹⁾¹⁷⁾³⁷⁾ 노인층 뿐만 아니라 어린이와 젊은이들을 비롯한 모든 사람들에게 평생에 걸친 규칙적인 적절한 운동 특히 체중이 실리는 운동 뿐만 아니라 활발한 신체 활동을 하는 생활양식은 골밀도 유지 및 증가를 위해서 필수적이다. 본 연구에서도 영양소 및 에너지 소비량과 골밀도와의 관련성 검토에서 에너지 소비량이 영양소보다 유의적인 관련성이 더 높았다. 이러한 결과들은 운동이나 활동적인 생활양식이 골소실을 막고 골밀도를 유지 증가하는데 중요한 큰 몫을 차지한다는 것을 제시한다. 그러나 본 연구 대상자의 영양 상태는 RDA와 비슷하거나 충분한 수준이어서 모든 군에서 골밀도에 미치는 에너지 소비량의 영향이 영양소의 영향보다 크게 나타났으므로, 영양 상태가 좋지 않은 군을 대상으로 하여 영양소가 골밀도에 미치는 영향을 조사할 필요가 있고, 과거의 영양소 섭취 및 식습관이 현재의 골밀도에 많은 영향을 미치리라 보므로, 각 연령군마다 충분한 수의 연구 대상자를 선정하여 충분한 기간동안의 추적 연구(longitudinal study)가 요구된다.

에너지 소비량을 많은 사람을 대상으로 직접 정확하게 측정하기에는 현실적으로 어려우므로 질문지 작성법에 따른 연구²¹⁾³⁸⁾³⁹⁾가 많다. 하루 중 24시간을 활동 강도에

따라 11단계로 나누어 조사한 선행 연구²¹⁾³⁸⁾³⁹⁾에 의하면 에너지 소비량이 섭취량보다 높게 나타났었다. 특히 본 연구와 동일한 방법으로 에너지 섭취량을 조사한 최은정³⁹⁾의 연구에 의하면 51~60세 여성의 경우 섭취 열량을 기준으로 에너지 소비량의 백분율을 계산한 결과 대조군은 138%, 환자군은 164%로 에너지 소비량이 섭취량보다 훨씬 높게 나타났다. 영양 권장량(5차 개정)에 의거하여 하루 중 에너지 소비량을 구한 본 연구 결과 1군의 경우 에너지 소비량은 섭취 열량보다 낮았으나 나머지 2~4군에서는 에너지 소비량이 섭취 열량보다 더 높았다. 하루 중 단위 체중당 에너지 소비량(Kcal/Kg/day)은 1군이 가장 낮았고, 나머지 군에서는 유의성은 없었으나 2군이 3군보다 높았다. 그러나 체중을 곱하여 구한 1일 에너지 소비량(Kcal/day)은 유의성은 없었으나 3군이 2군보다 더 높았다. 이는 활동 상태에 따른 소비 시간량을 비교 분석한 결과 1군의 경우 수면시간(8.13±1.05 hr)과 가벼운 활동 시간(9.73±2.23 hr)은 가장 많았는데 비해 중등 활동 이상의 활동을 하는 시간(2.78±1.4 hr)은 적었기 때문이었다. 2~4군에서 에너지 소비량이 섭취 열량보다 더 높았던 것은 본 조사 대상자들이 여러가지 운동을 통한 여가활동을 많이 하고 있어서 이들의 높은 활동량의 영향으로 볼 수도 있다. 5차 개정 영양 권장량에 제시(중등 활동을 하는 사람의 1일 활동 시간)된 수면 8시간, 휴식 7시간, 가벼운 활동 8시간, 중등 활동 1시간과 비교해 볼 때 본 조사 대상자들의 경우 휴식 시간(중용히 누우 있기와 중중히 앉아 있기를 합한 시간 : 3.48±1.58)은 훨씬 적는데 비해 중등활동 이상의 활동을 하는 시간은 훨씬 많았다. 본 연구가 실시되던 시기에는 5차 개정 영양 권장량이 적용되던 때였으므로 5차 개정 영양 권장량에 따라서 활동상태에 따른 소비 시간량 측정 설문지를 작성하여 활동상태에 따른 해당 에너지 소비량 가중치(Kcal/Kg/hr)를 곱하여 하루 중 에너지 소비량(Kcal/Kg/day)을 구하였는데, 6차 개정 영양 권장량(1995)에 제시된 것과 비교하면 활동의 종류 분류가 다소 다르긴 하지만 6차 개정에서는 해당 에너지 소비량 가중치가 낮게 책정되어 있으므로 본 연구에서 사용된 에너지 소비량 가중치가 실지로 높아 하루 중 에너지 소비량이 전체적으로 높게 산출되었을 가능성이 많다고 볼 수 있다. 따라서 6차 개정 영양 권장량에 제시된 활동 상태에 따른 해당 에너지 소비량 가중치(Kcal/Kg/hr)를 적용하여 하루 중 에너지 소비량을 구한다면 본 연구에서 얻어진 에너지 소비량치보다 낮을 것으로 예상된다. 그러나 본 연구 대상자들에게 모두 동일한 방법을 적용하였기 때문에 에너지 소비량의 상대평가에서는 큰 무리가 없다고 생각되어져서 여

러 상관 분석에 사용하였다. 본 연구 결과를 통해서도 활동의 강도와 지속시간 및 체중은 에너지 소비량에 많은 영향을 미치는 것임을 알 수 있었으므로 운동군과 비운동군으로 나누어 신체 활동량 및 골밀도를 측정하여 신체 활동량이 골밀도에 영향을 미치는지 검증 할 필요성이 있다.

요약 및 결론

골다공증 예방을 위한 기초 자료를 제공하기 위하여 7세에서 67세에 이르는 242명의 여성을 대상으로 이중 에너지 방사선 골밀도 측정기(DEXA)를 이용하여 요추와 대퇴골 및 전신의 골밀도를 측정하였다. 조사 대상자를 네군으로 나누어 영양소 섭취 상태 및 에너지 소비량과 골밀도와의 관계를 조사하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 17~34세(2군)에서 칼슘과 철분이 골밀도와 유의적인 양의 상관관계가 있었고, 다중 회귀 분석 결과 아스코르브산도 유의적인 양의 영향을 나타내었다. 50~67세(4군)에서는 여러 영양소 인자들이 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었고, 다중 회귀 분석 결과 단백질이 유의적인 양의 영향을 나타내었다.

2) 칼슘 RDA의 125% 이상 섭취군과 75% 이하 섭취군을 비교하였을 때 골밀도는 칼슘 섭취가 많은 군이 유의적으로 더 높거나 높은 경향을 나타내었다.

3) 7~9세에서 칼슘을 RDA의 125% 이상 섭취하는 군의 골밀도는 칼슘(동물성 칼슘, 육류 칼슘)과 음의 상관관계가 있었는데, 이 경우 단백질 중 동물성 단백질의 섭취량이 총단백질 RDA의 106%이었다.

4) 7~16세(1군)에서 모든 골격 부위의 골밀도와 과거의 우유 섭취점수는 유의적인 양의 상관관계가 있었다.

5) 에너지 소비량은 모든 연령군에서 골밀도에 유의적인 양의 영향을 나타내었다.

결론적으로 이상의 결과를 종합하면 영양 섭취 상태가 비교적 양호하였던 본 연구 대상자들의 경우 영양소 섭취량 보다 에너지 소비량이 골밀도와 더 유의적인 관련성이 있는 중요한 인자였으며, 영양소가 골밀도에 미치는 영향 정도는 50~67세(4군)에서 가장 두드러져 연령군별로 차이가 있었다. 그리고 과거 우유 섭취는 7~16세(1군)에서 현재의 골밀도와 유의적인 관련성이 있었으므로 어린 시절부터 우유 마시는 습관이 골밀도에 영향을 미치는 중요한 요인으로 지적되었다. 칼슘 섭취량이 많은 경우 골밀도는 높았으나 특히 육류 칼슘과 동물성 단백질의 섭취량이 지나친 경우 오히려 골밀도와

음의 상관관계를 나타내어 식이 칼슘과 단백질의 조성에 따라 골밀도에 미치는 상관성은 차이가 있었다. 따라서 칼슘 급원 식품을 섭취함에 있어서 섭취량 뿐만 아니라 섭취 식품의 균형이 매우 중요하므로 평소 균형 잡힌 식품 섭취 습관의 중요성이 지적되었다. 또한 생활 주기에 따라서 골밀도에 미치는 환경 인자들 간에는 차이가 다소 있었으므로 골량의 최대화 골소실의 최소화를 위하여 생활 주기에 따른 단계적인 교육이 요구되어진다. 그러나 최대 골량 형성을 위하여 어린 시절의 칼슘 섭취 및 신체 활동량은 유익한 것으로 보이며, 또한 골소실이 진행되는 폐경 후의 기간에도 칼슘을 포함한 영양소의 적당한 섭취 및 신체 활동 역시 골 건강에 유익하게 보여졌으므로, 전반적으로 활발한 신체 활동, 어렸을 때부터 평생에 걸친 균형잡힌 영양 섭취 특히 지속적인 칼슘 섭취가 골밀도에 유리함을 확인할 수 있었다. 그리고 신체 활동량이 많을수록 골밀도가 높은 것을 감안할 때 구체적으로 운동을 지속적으로 하는 운동군과 비운동군을 비교하여 검증할 필요성이 있으므로 다음 연구에 요구되어진다.

Literature cited

- 1) 김문찬 · 최정화 · 김태훈. 여성에서 폐경과 연관된 골다공증에 대한 인식도 조사. *가정의학회지* 16(5) : 298-305, 1995
- 2) Christiansen C, Riis BJ, Rdbro P. Screening procedure for woman at risk of developing postmenopausal osteoporosis. *Osteoporosis Int* 1 : 35-40, 1990
- 3) Andon MB, Smith KT, Bracker M, Statoris D, Saltman P, Strause L. Spinal bone density and calcium intake in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 54 : 927-929, 1991
- 4) Dawson-Hughes B, Jacques P, Shipp C. Dietary calcium intake and bone loss from the spine in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 46 : 685-687, 1987
- 5) Holbrook TL, Barret-Connor E, Wingard DL. Dietary calcium intake and risk of hip fracture : 14-year prospective population study. *Lancet* 2 : 1046-1049, 1988
- 6) Metz JA, Anderson JB, Gallagher Jr PN. Intakes of calcium, phorous, and protein, and Physical activity level are related to radial bone mass in young adult women. *Am J Clin Nutr* 58 : 537-542, 1993
- 7) Welten DC, Kemper HCG, Post GB. Weight-bearing activity during youth is a more important factor for peak bone mass than calcium intake. *J Bone Miner Res* 9 : 1089-1096, 1994
- 8) Riggs BL, Wahner HW, Melton LJ, Richeson LS. Dietary

- calcium intake and rates of bone loss in women. *J Clin Invest* 80 : 979-982, 1987
- 9) Ettinger B, Genant HK, Cann CE. Postmenopausal bone loss is prevented by treatment with low-dosage estrogen with calcium. *Ann Intern Med* 106 : 40-45, 1987
 - 10) Elder PJM, Netelenbos JC, Lips P. Calcium supplementation reduces vertebral bone loss in perimenopausal women : Controlled trial in 248 women between 46 and 55 years of age. *J Clin Endocrinol Metab* 73 : 533-540, 1991
 - 11) Dawson-Hughes B, Dallal GE, Krall RA, Sadowski L. A controlled trial of the effect of calcium supplementation on bone density in postmenopausal women. *N Engl J Med* 323 : 878-883, 1990
 - 12) Recher RR, Saville PD, Heaney RP. Effect of estrogens and calcium carbonate on bone loss in postmenopausal women. *Ann Intern Med* 87 : 649-655, 1977
 - 13) Calcium supplementation and bone loss in postmenopausal women. *Nutr Rev* 49 : 184-187, 1991
 - 14) Marx CW, Dailey GE III. Do estrogens improve BMD in osteoporotic women over age 65? *J Bone Miner Res* 7 : 1275-1279, 1992
 - 15) Ettinger B, Genant HK, Cann CE. Postmenopausal bone loss is prevented by treatment with low dosage estrogen with calcium. *Ann Intern Med* 106 : 40-45, 1987
 - 16) Petra JM, Lips P. Long term effect of calcium supplementation on bone mass in perimenopausal women. *J Bone Miner Res(suppl)*:pp963-970, 1994
 - 17) Oyster N, Marton M, Linnell S. Physical activity and osteoporosis in postmenopausal Women. *Med Sci Sports Exerc* 16 : 44-50, 1984
 - 18) Rowe PM. New US recommendations on calcium intake. *Lancet* 343 : 1559-1560, 1994
 - 19) 사단법인 한국영양학회. 한국인 영양권장량(제 6 차 개정). 1995
 - 20) 보건복지부. 1993 국민영양조사결과보고서. 1995
 - 21) 이종호 · 문수재 · 임승길 · 허갑범. 폐경 전 40대 한국여성의 영양 섭취와 골밀도와의 관계. *한국영양학회지* 25(2) : 140-149, 1992
 - 22) 한인권 · 민용기 · 정호연 · 장학철. 이중 에너지 방사선 흡수 계측기로 측정한 한국인 여성의 측면 요추 골밀도, *대한골대사학회지* 1(1) : 70-76, 1994
 - 23) 용석중 · 임승길 · 허갑범 · 박병문 · 김남현. 한국인 성인 남녀의 골밀도. *대한의학회지* 31 : 1350-1358, 1988
 - 24) 문수재 · 이기열 · 김숙영. 간식식 영양 조사법을 적용한 중년 부인의 영양실태. *연세 농촌*, 203-218, 1980
 - 25) Gler CC, Steiger P, Selvidge R. Comparative assessment of dual photon absorptiometry and dual energy radiography. *Radiology* 174 : 223-228, 1990
 - 26) Wahner HW, Dunn WL, Brown ML. Comparison of dual-energy absorptiometry and dual-photon absorptiometry for bone mineral measurements of the lumbar spine. *Radiology* 63 : 1075-1084, 1988
 - 27) Krall EA, Dawson-Hughes B. Heritable and life-style determinants of bone mineral density. *J Bone Miner Res* 8(1) : 1-9, 1993
 - 28) Matkovic V, Kostical K. Bone states and fracture rates in two regions on Yugoslavia. *Am J Clin Nutr* 32 : 540-549, 1979
 - 29) Yano K, Heibrum RD. The relationship between diet and bone mineral content of multiple skeletal sites in elderly Japanese American men and women living in Hawaii. *Am J Clin Nutr* 42 : 877-888, 1985
 - 30) Freudenheim JoL, Johnson NE, Smith EL. 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, 1986
 - 31) Sandler RB, Slemenda CW, Laporte RE, Cauley JA, Schramm MM. Postmenopausal bone density and milk consumption in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr* 42 : 270-274, 1985
 - 32) Zemel MB, Schutte SSA, Hegsted HM. Role of the sulfur-containing amino acids in porotein-induced hypercalciuria in men. *J Nutr* 111 : 545-552, 1981
 - 33) Tschope W, Ritz E. Sulfur-containing amino acids are a major determinant of urinary calcium. *Miner Electrolyte Metab* 11137-11139, 1985
 - 34) Breslau NA, Brinkley L, Hill KD, Pak C. Relationship of animal protein-rich diet to kidney stone formation and calcium metabolism. *J Clin Endocrinol Metab* 66 : 140-146, 1988
 - 35) Allen LH. Calcium bioavailability and absorption : A review. *Am J Clin Nutr* 35 : 783-808, 1982
 - 36) National Research Council. Recommended dietary allowances. *National Academy press*, 1989
 - 37) Riis B, Thomsen K, Christiansen C. Does calcium supplementation prevent postmenopausal bone loss? *N Engl J Med* 316 : 171-197, 1987
 - 38) 이은경 · 문수재 · 전형주 · 고병교 · 박승용 · 김현경 · 김봉균. 운동이 성인 남자의 신체 조성에 미치는 영향에 관한 연구. *한국영양학회지* 25(7) : 628-641, 1992
 - 39) 최은정. 폐경 이후 여성의 영양 섭취 및 활동 상태와 골밀도의 상관관계에 관한 연구. 연세대학교 석사학위논문, 1988