

## 폐경전 40대 한국 여성들의 영양 섭취 상태와 골밀도와의 관계\*

이종호 · 최미숙 · 백인경 · 문수재 · 임승길\*  
안광진\* · 송영득\* · 이현철\* · 허갑범\*

연세대학교 생활과학대학 식품영양학과  
연세대학교 의과대학 내과학교실\*

### Nutrient intake and Bone Mineral Density in Korean Premenopausal Women

Lee, Jong-Ho · Choi, Mi-Sook · Paik, In-Kyoung · Moon, Soo-Jae · Lim, Seong-Kil\*  
Ahn, Kwang-Jin\* · Song, Young-Duk\* · Lee, Hyun-Chul\* · Huh, Kap-Bum\*

*Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, Yonsei University*  
*Department of Internal Medicine, College of Medicine, Yonsei University\*, Seoul, Korea*

#### ABSTRACT

It was hypothesized that variations within the range of usual calcium(Ca) and sodium(Na) intakes of Korean influence bone mineral density(BMD) in healthy premenopausal women. The relationship of nutrient intake, urinary excretion, physical activity and circulating IGF-1 level with spine(L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub>) and femur BMD was determined in 47 normal premenopausal women. There was a positive relationship between BMD of the lumbar spine and body weight. The BMD of femoral neck was positively correlated with Ca and protein intakes from animal source and circulating IGF-1 level. There was a negative relationship between femur BMD and both Na intake and urinary excretion. The complex interrelations between femur BMD and these variables indicating nutritional status was examined. Using backward stepwise multiple regression analysis. From this analysis, Ca intake from animal origin was the only significant independent predictor of femur BMD. In the basis of femur BMD, three groups were divided. Premenopausal women of femur BMD < 0.84g/cm<sup>2</sup> showed depressed Ca intake of animal origin in later and early life and enhanced urinary Na excretion, compared to women of femur BMD ≥ 0.96g/cm<sup>2</sup>. There was a positive relationship between urinary Na and Ca excretion. This study suggests that dietary Ca is a major constituent affecting femur BMD in healthy normal premenopausal women. Premenopausal women, who have diets low in Ca and high in Na, can also show depressed femur BMD because of a decrease in net Ca absorption and an increase in urinary Ca loss.

**KEY WORDS** : bone mineral density · calcium · sodium.

\*본 연구는 연세대학교 학술연구비로 이루어진 것임.

채택일 : 1992년 3월 18일

## 서 론

나이가 들면서 골격 성분이 빠져나가 단위 부피당 골질량이 감소하게 되는데 특히 같은 나이, 성별과 비교하여 감소되어 있는 경우를 골결핍증(osteopenia) 그리고 골소실로 인해 조그마한 외상으로도 골절을 일으키게 되는 질병을 골다공증(osteoporosis) 이라고 한다<sup>1)</sup>. 골다공증은 노인층에서 압과 심장 순환기 계통 질환과 함께 가장 흔한 질병으로 치료시 경비 뿐만 아니라 장기간의 시간을 요하므로 환자 자신과 주변 사람들에게 상당한 부담을 주게 된다<sup>1)</sup>. 골다공증 환자들 중 가장 많은 부분을 차지하는 폐경기성 골다공증은 폐경기 직전에 각 개인이 도달한 골질량과 폐경기 후에 일어나는 급격한 골소실의 속도와 관련지어 진다<sup>2)3)</sup>. 따라서 골다공증 예방을 위한 2가지 방법은 골질량을 증가시키거나 골소실을 감소시키므로써 예방할 수 있다<sup>4)</sup>. 골질량형성에 영향을 주는 요인으로는 유전적 요소, 육체적 운동 및 영양소 섭취 상태 등이 있다<sup>2)5)</sup>.

육체적 운동과 골밀도와의 관계는 연구에 사용한 운동의 종류, 강도, 기간 및 빈도에 따라 결과들이 다르기는 하지만 특히 weight bearing exercise는 골질량을 증가시키는 것으로 알려져 있다<sup>6)7)</sup>. 운동시 골질량의 증가는 physical fitness 효과로 인한 혈액 내 IGF-1(insulin-like growth factor-1)의 증가로 조골세포를 자극함으로써 이루어질 것이라고 추정되고 있다<sup>6)8)</sup>. 그러나 IGF-1과 골밀도와의 관계를 조사한 연구들에서 연구대상자들의 식이 섭취량을 분석하지 않았기 때문에 열량 및 특히 동물성 단백질 섭취량에 예민하게 반응하는 IGF-1<sup>9)10)</sup>이 운동을 통한 physical fitness의 효과를 반영하는 골밀도와의 관계를 나타내는 지수로 사용할 수 있는지의문이다.

영양소 중 골밀도와 가장 관련이 깊은 것은 Ca으로 최대 골질량에 도달할 때까지 뿐만 아니라 평생을 통한 적절한 식이 Ca 섭취량의 중요성이 보고되고 있다<sup>7)11)12)</sup>. 미국의 경우 일일 평균 Ca 섭취량이 약 743mg이고 이 중 약 55%를 흡수율이

높은 우유 및 유제품과 같은 동물성 식품으로부터 섭취하고 있다<sup>11)13)</sup>.

우리나라의 경우 Ca 섭취량 전국 평균이 495mg으로 한국인 영양 권장량<sup>14)</sup>의 83%로서 낮은 실정이고 섭취량 중 약 54%가 Ca 생체 이용률(bioavailability)이 낮은 식물성 식품으로부터 섭취되고 있다<sup>15)</sup>. 이러한 양은 식이 Ca 섭취 중 10내지 40% 정도 흡수되는 것을 고려하면 하루 250 내지 300mg의 Ca의 obligatory loss조차 만족시키기 못한다. 이상과 같이 저조한 Ca 섭취량과 그 중 반 이상이 생체 이용률이 낮은 식물성 식품이 급원이라는 것 이외에도 고염분 섭취로 인한 신세뇨관에서 Na-Ca 교환이 증가되어 소변내 Ca 배설의 증가로 인한 골소실도 크리라 예상됨으로 우리나라 여성들은 폐경 전 이미 골질량에 많은 감소가 있으리라 여겨진다.

본 연구는 우리나라 40대 여성들의 경우 저조한 Ca 섭취량과 짜게 먹는 식습관이 골격 건강에 나쁜 영향을 주어 폐경전 이미 골소실을 초래하였으리라는 가설을 밑받침으로 행해졌다. 또한 영양소 섭취량 및 배설량, 일일 활동량과 혈청 IGF-1과 골밀도의 상관관계를 조사함으로써 폐경전 여성들의 골격 건강에 영향을 주는 요인들을 찾아 볼 것이다.

## 실험대상 및 방법

폐경기 전 40대 여성 47명이 연구대상으로 참여하였으며 이들은 일상 생활적 요인이외에는 골대사에 영향을 주는 질환이나 약물 복용 등의 기왕력이 없었으며 월수입 200만원 이상의 생활 환경을 가진 주부들이었다. 연구 대상자들은 24시간 기억 회상법(24-hr usual food intake)과 식품군을 이용하는 질문지(dietary frequency questionnaire)를 사용하여 평상시 음식 섭취량을 조사하였다. 영양 섭취 상태 분석은 우리나라 식품 분석표<sup>16)</sup>를 사용하여 열량, 당질, 지방, 단백질과 Ca 등의 섭취 상태를 조사하였다. 과거 20대의 Ca 섭취량을 측정하기 위해 Ca 질문지들<sup>17)18)</sup> 우리나라 식품 섭취 경향으로 수정하여 사용하였다. 각각의 대상자마다 기초대사 열량을 Harris-Benedict 방정식<sup>19)</sup>으로 구

## 영양 섭취 상태와 골밀도와의 관계

하고 필요 열량은 육체적 활동량<sup>20)</sup>과 식품의 특이동적 작용을 위한 열량을 가산하였다. 인체계측으로 신장, 체중 측정하였고 체지방량은 near-infrared(NIR)을 이용한 체지방 측정기(Futrex 5,000)를 이용하여 측정하였으며, 표준체중은 신장에서 100을 뺀 값에 0.9를 곱한 값을 사용하였다.

골밀도 측정은 153-Gd 동위 원소를 이용한 Lunar사의 DP-3 Dual Photon Absorptiometry를 이용하여 척추골(L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub>)과 대퇴 경부에서 골밀도를 측정하였다. 생화학적 검사로는 연구 대상자들의 공복시 혈청을 사용하여 IGF-1은 radioimmunoassay kit(Byk-Sangtec Diagnosica, Germany)로 측정하였다. 24시간 소변 중 비색법으로 creatinine을 정량하였고 Na과 Ca은 Atomic Absorption Spectrophotometer(Buck 200A)를 사용하여 측정하였다.

Table 1. Characteristics and mean bone mineral density(BMD) of 47 female participants

	Mean±SE	Range
Age(yr)	43.8±0.45	38-50
Body Weight(kg)	57.9±0.94	44-73
% Ideal body weight	112.0±1.53	90-134
Height(cm)	157.5±0.67	147.8-169.5
Body mass index(kg/cm <sup>2</sup> )	23.2±0.32	18.6-28.3
Body fat(%)	30.0±0.49	20.7-38.2
BMD L <sub>2</sub> -L <sub>4</sub> (g/cm <sup>2</sup> )	1.3±0.01	1.012-1.509
BMD Femur(g/cm <sup>2</sup> )	0.9±0.02	0.730-1.190

Table 2. Daily energy expenditure, calorie and nutrient intakes, serum IGF-I, and urinary calcium, sodium, and creatinine excretions

	Mean±SE	Min-Max
Calorie intake(kcal/d)	2060.0±48.2	1262-2903
Total energy expenditure(kcal/d)	2233.7±41.9	17550-3089
Physical activity(kcal)	741.3±33.8	450-1456
Protein intake(g)/BW(kg)	1.5±0.05	0.80-2.69
Calcium(mg/d)	628.4±19.7	298-958
Animal calcium(mg/d)	222.8±20.6	14-578
Urinary calcium(mg/d)	192.0±10.8	76.0-362.4
Sodium intake(mg/d)	7619.7±189.2	3968-11833
Urinary sodium(mg/d)	6947.6±432.2	1907-13525
Urinary creatinine(mg/d)	995.3±44.1	486.3-1702.2
Serum IGF-I(ng/ml)	111.8±6.2	51.8-241.9

BW : Body weight

본 연구 자료는 SPSS package program을 이용하여 통계처리하였다. Na 및 Ca의 소변 배설량과 영양소 섭취량, 운동량 등의 요인들과 골밀도와 상관관계를 살펴보기 위하여 전체 연구 대상자를 상대로 이들 사이의 상관관계(Pearson Correlation)를 조사하였다. 골밀도와 상관관계를 보인 영양상태를 나타내는 변수들을 가지고 단계별 투입방식에 의한 다중회귀분석(stepwise multiple regression analysis)를 이용하여 가장 관련이 깊은 변수를 찾아 회귀식을 만들었다. 또한 영양소 섭취 상태와 밀접한 관계를 보인 대퇴 경부의 골밀도를 기준으로 세 군으로 나누어 영양소 섭취 상태, 소변 배설량과 운동량을 비교하였고 그룹간의 평균치는 LSD(least significant difference)를 이용하여 p값이 0.05이하일 경우 통계학적으로 유의성있게 차이가 있다<sup>21)</sup>고 간주하였다.

## 연구결과

연령, 인체 측정치와 골밀도 :

대상자의 평균 연령은 44세로 38세부터 49세까지 분포되어 있었다. 평균 체중은 57.9kg, 이상체중비는 112% 이었으며 평균 키는 157.5cm, 체지방량은 30% 이었다. 연구 대상자들의 평균 골밀도 측정치는 요추부에서 1.25g/cm<sup>2</sup>, 대퇴 경부에서 0.9g/cm<sup>2</sup>이었다(Table 1).

영양 섭취, 활동량 및 생화학적 검사 :

연구 대상자들의 평균 일일 열량 섭취량은 2060 kcal 이었고 열량 소모량은 2233kcal 이었으며 이중 741kcal는 육체적 활동량을 위해서 사용하였다(Table 2). 단백질 섭취량은 체중 1kg 당 1.5g 이었고 이중 약 33%는 동물성 단백질로 섭취하였다. Ca 섭취량은 하루 628mg으로 한국인 영양 권장량<sup>14)</sup>과 비슷하였고 이중 35%는 동물성 식품을 급원으로 섭취하였다. 소변내 Ca 배설량은 평균 192mg이었다. 일일 Na 섭취량은 7619mg으로 약 19g의 염분을 섭취하였고 이중 91%가 소변내 배설되었다. 소변내 creatinine 배설은 하루 995mg 이었고 혈청 IGF-1의 수준은 1ml 당 112.7ng이었다(Table 2).

제요소와 골밀도와의 상관성 :

제요소와 대퇴 경부 및 척추골의 골밀도와의 상관관계는 Table 3에 표시하였다. 나이와 대퇴 경부 골밀도와는 음의 상관관계를 보여주었고 척추골과는 무관하였다. 체중과 이상 체중 백분율은 척추골의 골밀도와 양의 상관관계를, 그리고 대퇴

경부 골밀도와는 무관한 것으로 나타났다. 체지방량, 일일 열량 소모량, 육체적 활동량, 열량 섭취량, 총 단백질 및 Ca 섭취량, 소변내 Ca 배설량과 골밀도와는 무관한 것으로 나타났다. 동물성 식품으로부터 섭취된 단백질과 Ca의 양 그리고 혈청 IGF-1과 대퇴 경부의 골밀도와는 양의 상관관계를 보여주었고 척추골의 골밀도와는 상관성이 없었다. Na 섭취량 및 배설량과 대퇴 경부의 골밀도와는 음의 관계를 보여주었고 척추골의 골밀도와는 상관성이 없었다. 이상과 같이 대퇴 경부의 골밀도와 영양 상태와의 관계를 보여 주며 대퇴 경부의 골밀도와 상관관계를 갖는 영양 상태를 나타내는 변수들인, 동물성 식품으로 부터 섭취되는 단백질 및 Ca, Na 섭취량 및 배설량, 그리고 IGF-1을 가지고 다시 단계별 투입 방식에 의한 다중 회귀분석(step-wise multiple regression analysis)을 행하였다. 이 분석 결과 동물성 Ca 섭취만이 대퇴 경부 골밀도의 유의적인 독립 변수가 되고, 그 회귀식은 BMD Femur-0.81881+4.005845×10<sup>-4</sup>× 동물성 Ca 섭취량 (r=0.5192 p=0.0017)으로 나타났다. 동물성 식품

Table 3. Pearson correlation coefficients of age, body weight, fat mass, nutrient intakes, IGF-I and urinary Ca and sodium excretion with bone mineral density(BMD)

Variables	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	
	Lumbar spine	Femoral neck
	r	r
Age(yr)	-0.2092	-0.3098*
Body Weight(kg)	0.4026**	0.1199
% Ideal body weight	0.3103*	-0.0382
Body fat (%)	0.0598	-0.2171
Total energy expenditure(kcal/d)	0.1408**	0.1067
Physical activity(kcal/d)	0.0268**	0.0605
Total calorie intake(kcal/d)	0.1043**	-0.0324
Protein intake(g/d)	-0.0283**	-0.0927
Animal protein intake(g/d)	0.1871**	0.3813**
Ca intake(mg/d)	-0.0177**	0.2019
Animal Ca intake(mg/d)	0.1317	0.4458**
Na intake(mg/d)	-0.1255	-0.2590*
Serum IGF-I(ng/ml)	0.2138	0.3334*
u-Na/creatinine(mmol/mmolc)	-0.0878**	-0.3422*
u-Ca/creatinine(mmol/mmolc)	-0.0288	-0.0871

r : coefficient

\*p<0.05 \*\*p<0.005

영양 섭취 상태와 골밀도와의 관계

으로 부터 섭취되는 Ca양과 동물성 단백질양, Na 섭취량 및 배설량 그리고 IGF-1과의 관계는 Table 4에 나타내었다. 동물성 Ca 섭취량과 동물성 단백질양, 혈청 IGF-1 농도와는 양의 상관관계를 보여 주었고 Na 섭취량 및 배설량과는 음의 상관관계를 보여 주었다.

대퇴 경부 골밀도에 따른 제요소들의 비교 :

Table 3에서 보여지는 바와 같이 식이내 동물성

식품으로 부터 섭취되는 Ca, 단백질과 Na 섭취 및 배설과 대퇴 경부의 골밀도가 유의적인 상관성을 보여주어 대퇴 경부의 골밀도에 따라 골밀도가 0.84 이하, 0.85~0.95사이, 0.96g/cm<sup>2</sup> 이상의 세 군(tertile)으로 나누어 제요소들을 비교하였다. 대퇴 경부와 척추골의 골밀도는 대퇴 경부의 골밀도가 0.96 g/cm<sup>2</sup> 이상인 군에서 가장 높았다(Table 5). 나이, 체중, 이상체중 백분율, 키, 체질량지수, 총체지방

Table 4. Pearson correlation coefficients of animal protein and sodium intakes, urinary sodium, serum IGF-I with animal calcium intake

Variables	Animal calcium intake	
	r	r
Animal protein intake(g/d)	0.4201	0.002***
Sodium intake(mg/d)	-0.3716	0.005**
Urinary sodium/creatinine(mmol/mmol)	-0.3750	0.012*
Serum IGF-I(ng/ml)	0.5395	0.000***

r : coefficient p : probability

\*p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.005

Table 5. Effects of age, anthropometry, physical activity, nutrient intake, urinary sodium and calcium excretions on bone mineral density(BMD) of femoral neck<sup>1,2</sup>

Parameters	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	BMD of femoral neck		
		=<0.84 (16)	0.85-0.95 (16)	0.96=< (15)
Age(yr)		45.1±0.69	42.9±0.61	43.4±0.97
Body Weight(kg)		57.7±1.86	56.3±1.21	59.9±1.74
% Ideal body weight		112.2±2.56	112.1±2.29	111.7±3.28
Height(cm)		159.1±0.96	155.9±1.40	159.2±1.46
Body Mass index(kg/cm <sup>2</sup> )		23.4±0.58	22.9±0.46	23.5±0.66
Body fat(%)		30.6±0.73	31.1±0.82	28.9±0.94
BMD Femur(g/cm <sup>2</sup> )		0.795±0.01 <sup>c</sup>	0.880±0.01 <sup>b</sup>	1.034±0.02 <sup>a</sup>
BMD L <sub>2</sub> -OL <sub>4</sub> (g/cm <sup>2</sup> )		1.187±0.02 <sup>b</sup>	1.252±0.02 <sup>b</sup>	1.314±0.03 <sup>a</sup>
Physical activity(kcal/d)		732.9±59.7	723.1±37.4	796.7±77.2
Total calorie intake(kcal/d)		2122.1±85.9	2001.3±71.4	2056.4±95.2
Protein intake(g/d)		91.0±5.04	79.8±4.04	89.5±6.06
Animal protein intake(g/d)		24.9±2.90 <sup>b</sup>	26.2±3.48 <sup>ab</sup>	35.7±4.01 <sup>a</sup>
Ca intake(mg/d)		571.3±38.5	695.5±35.5	656.2±22.1
Ca intake(20s)(mg/d)		495.8±36.2	575.6±38.5	587.0±72.7
Serum IGF-I(ng/ml)		95.2±7.89 <sup>b</sup>	113.4±8.10 <sup>ab</sup>	126.6±14.5 <sup>a</sup>
u-Ca(mg/d)		184.1±20.0	218.1±19.5	170.2±14.5
u-Na(mg/d)		8166±815.7 <sup>a</sup>	6661±564.7 <sup>ab</sup>	5808±711.4 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Values are means±S.E.

<sup>2</sup> Values are same row with different superscripts are significantly different(p<0.05) from each other. If any latter combination matches, the differences between means is not significant.

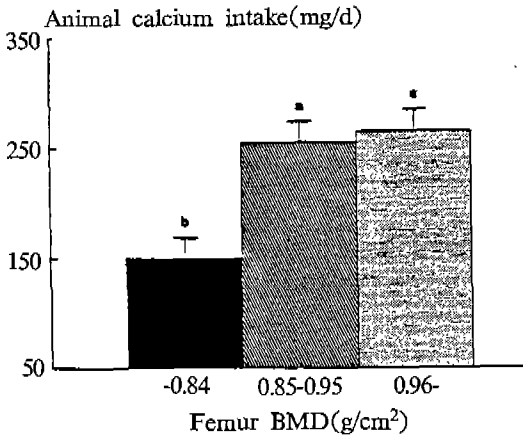


Fig. 1. Usual calcium intake from animal sources in three groups different in bone mineral density (BMD) of the femoral neck.  
 \* Values with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ) from each other.

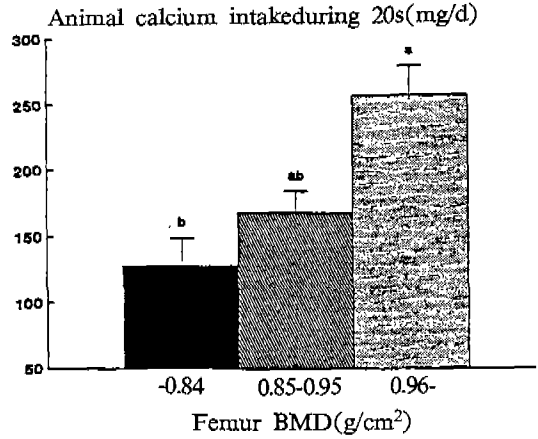


Fig. 2. Calcium intake from animal sources in the early period (age 20 to 29 year) of life in three groups different in bone mineral density (BMD) of the femoral neck.  
 \* Values with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ) from each other. If any letter combination matches, the differences between means is not significant.

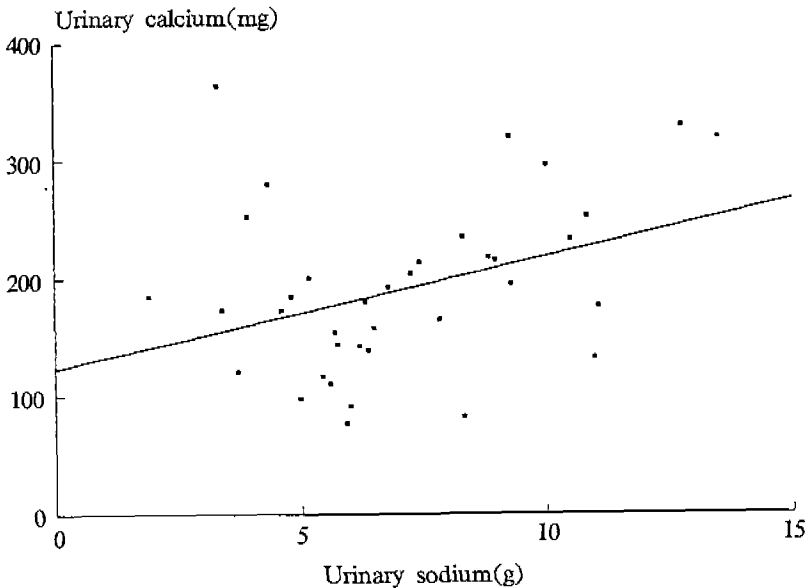


Fig. 3. Relationship between urinary sodium and calcium excretion ( $r = 0.3608$ ,  $p = 0.012$ ).

량, 육체적 활동량과 일일 열량 섭취량은 세 군간에 유의적인 차이가 없었다. 총 단백질 섭취량은 세 군간에 유의적인 차이가 없었으나 동물성 식품으로부터 섭취하는 단백질의 양은 대퇴 경부의 골밀도가 높은 군에서 낮은 군과 비교하여 많았다(Table 5).

현재 및 과거 20대의 총 Ca 섭취량 역시 세 군간에 유의적인 차이가 없었으나(Table 5) 동물성 식품으로부터 섭취하는 현재 Ca의 양은 대퇴 경부의 골밀도가 낮은 0.84g/cm<sup>2</sup> 이하의 군과 비교하여 나머지 두 군이 유의성 있게 많았다(Fig. 1). 과거 20

대에 동물성 식품으로 부터 섭취했던 Ca의 양은 대퇴 경부 골밀도가 높은 군에서 낮은 군과 비교하여 많았다(Fig. 2). 혈청 IGF-1의 농도는 골밀도 높은 0.96g/cm<sup>2</sup> 이상의 군에서 골밀도가 낮은 군과 비교하여 유의성 있게 높았다(Table 5). 소변내 Ca 분비량은 대퇴 경부 골밀도가 0.96g/cm<sup>2</sup> 이상인 군에서 다소 적었으나 세 군간에 유의성있는 차이는 없었다. Na 배설량은 골밀도가 낮은 군에서 골밀도가 높은 0.96g/cm<sup>2</sup> 이상인 군과 비교하여 많았다(Table 5).

Ca 및 Na의 일일 소변 배설량 :

일일 소변 Na 배설량은 Ca의 배설량과 양의 상관관계를 보여 주었다(Fig. 3).

## 고 찰

본 연구의 결과는 적추골의 골밀도는 체중과 밀접한 관계가 있고 대퇴 경부의 골밀도는 영양 상태와 관련이 있는 것으로 나타났다. 특히 우유 및 유제품 등의 생체 이용율이 높은 식품의 섭취가 적으면서 짜게 먹을 경우 저조한 Ca 흡수와 소변내 Ca 배설량의 증가라는 이중 효과로 대퇴 경부의 골밀도에 나쁜 영향을 줄 수 있는 것으로 보여졌다.

대퇴 경부의 골밀도는 동물성 식품으로 부터 섭취하고 있는 Ca 및 단백질 섭취량, Na 섭취량 및 배설량 그리고 혈청내 IGF-1 수준과 상관관계를 보여 주었다. 이러한 요인들 중 대퇴경부의 골밀도와 가장 연관성이 있는 요인을 다중회귀분석을 통하여 찾아낸 결과 동물성 식품으로 부터 섭취되는 Ca양 만이 대퇴 경부 골밀도의 유의적인 독립변수이었다. 따라서 동물성 식품으로 부터 섭취하는 Ca을 제외한 다른 영양 상태를 나타내는 변수들은 대퇴 경부의 골밀도와 다소 관계는 있었지만 주로 동물성 Ca과의 밀접한 상관성으로 인하여 상관관계를 나타내는 것처럼 보여졌다고 생각된다. 이러한 결과는 골격 건강에 가장 영향을 미치는 영양소는 Ca이며, Ca 섭취량은 해면골보다는 피질골에 영향을 주며<sup>22)</sup> Ca 섭취량이 많은 경우 대퇴 경부의 골소실을 막아줄 뿐만아니라 골질량을 증가 시킬 수 있다는<sup>7)</sup> 보고들과 일치한다.

대퇴 경부의 골밀도를 기준으로 세 그룹으로 나누어 비교한 결과 20대 및 현재의 총 Ca 섭취량은 골밀도가 0.84g/cm<sup>2</sup> 이하인 군에서 다소 적었으나 통계적으로 유의적인 차이는 보이지 않았다. 그러나 우유 및 유제품 등을 포함하는 동물성 식품으로 부터 섭취되는 Ca 양은 대퇴경부의 골밀도가 0.84g/cm<sup>2</sup>이하인 군에서 가장 낮아서 Ca 섭취량의 약 26% 정도를 동물성 식품으로 부터 섭취하였다. 반면에 대퇴 경부의 골밀도가 0.96g/cm<sup>2</sup> 이상인 그룹에서는 20대 및 현재 모두 총 Ca 섭취량의 약 42% 가량을 동물성 식품으로 부터 섭취하였다. 이러한 것은 미국의 경우 흡수율이 높은 우유 및 유제품이 Ca 섭취의 55% 이상을 기여하는 반면<sup>22)</sup>, 식물성 식품으로 부터 Ca 섭취는 20% 미만인 것과<sup>13)</sup> 비교하여 볼 때 본 연구 대상자들은 생체 이용율이 높은 식품의 Ca 섭취가 무척 적은 것을 알 수 있다. 식물성 식품에 들어 있는 phytate, oxalate와 섬유소 등은 Ca 흡수 방해물질로 알려져 있다<sup>5)22)</sup>. 예를 들어 시금치와 같은 식물성 식품으로 부터 섭취되는 Ca 흡수율은 5% 미만인 반면에 우유 및 유제품과 같은 동물성 식품으로 부터 섭취되는 Ca 흡수율은 약 25% 정도로 보고되고 있다<sup>5)</sup>. 따라서 본 연구의 결과는 대퇴 경부의 골밀도에 총 Ca 섭취량 자체도 중요하겠지만 채식 위주의 식사에서는 식이내 Ca 중 체내에서 흡수율이 높은 동물성 식품으로 부터의 Ca 섭취 구성 비율의 중요성을 제시해 준다. 또한 대퇴경부의 골밀도가 0.96g/cm<sup>2</sup> 이상인 군은 0.85에서 0.95g/cm<sup>2</sup> 사이인 군과 비교하여 동물성 식품으로 부터 현재 Ca 섭취량은 비슷하지만 과거 20대 섭취량은 하루 약 90mg정도 더 많았다. 이러한 결과는 생체 이용율이 높은 Ca의 섭취가 최대 골질량을 이루는 데에 명백한 기능을 한다는것<sup>5)</sup>을 제시해 준다.

혈청 IGF-1의 농도는 physical fitness를 통한 대퇴 경부의 골밀도를 반영한다는 보고들<sup>6)8)</sup>과는 달리 본 연구에서는 동물성 식품으로 부터 섭취되는 Ca 양과 밀접한 관계가 있어 대퇴 경부 골밀도와 상관성이 있는 것으로 나타났다. 세 군간에 나이, 체중, 키, 육체적 활동량, 총 단백질 및 열량 섭취량이 비슷하였고 단지 동물성 식품으로 부터 섭

취되는 단백질 및 Ca이 유의적인 차이를 보여 주었던 것으로 미루어 보아 IGF-1은 동물성 식품의 섭취량과 관계가 있다고 사료된다. 본 연구에 참여한 대상자들이 아파트에 거주하는 중년 주부들로 육체적 활동량이 거의 비슷하였던 것이 골밀도와 운동과의 관계가 없었던 것으로 나타난 부분적인 이유가 될 것이고 이러한 것이 IGF-1의 농도가 운동을 통한 골밀도를 반영하는 지수가 될 수 없었던 원인으로 될 것이다. 한편 연구 대상자들이 운동 및 단백질 섭취 상태가 다양할 경우 IGF-1과 골밀도와의 상관성의 변화는 현재까지 행해진 연구들로는 예상할 수 없다. 혈청 IGF-1의 수준은 일반적으로 성장 호르몬의 activity를 반영하고 성장 호르몬의 성장 촉진 작용은 IGF-1을 통해서 수행되며<sup>23)</sup> 골격 재형성(remodeling)시에도 관여하는 것으로 알려졌다<sup>24)</sup>. 운동, 스트레스, 수면, 영양상태 등은 혈청 IGF-1 농도에 영향을 주며<sup>25)</sup> 특히 열량이 제한된 경우나 혹은 열량은 충분하더라도 단백질 섭취량이 적은 경우 감소되며 단백질의 증가와 함께 정상으로 회복됨으로 단백질 섭취상태를 나타내는 영양 지표로 사용되어 지기도 한다<sup>9)</sup><sup>26)</sup>. 따라서 혈청 IGF-1 농도가 운동량을 통한 골밀도를 반영하는 지수로 사용될 수 있는지는 좀 더 연구되어 저야 할 것이고 연구시에는 운동량 뿐만 아니라 단백질 섭취 상태도 반드시 고려되어야 할 것이다.

본 연구에서 나타난 동물성 단백질 섭취량과 대퇴경부 골밀도와의 상관관계 역시 동물성 식품으로부터 섭취되는 Ca 양과 동물성 단백질이 밀접한 관계가 있기 때문에 나타난 것으로 보여진다. 총 단백질 섭취량은 세 군간에 비슷하였으나 동물성 식품 섭취 정도는 대퇴 경부 골밀도가 0.84g/cm<sup>2</sup> 이하인 군에서 적어 총 단백질 섭취 중 동물성 단백질 섭취 비율은 27%이었고 대퇴 경부 골밀도가 0.96g/cm<sup>2</sup> 이상인 군에서는 40%이었다. 단백질 총 섭취량 중 식물성 단백질과 비교하여 풍부한 필수 아미노산을 갖고 있고 소화 흡수율이 좋은<sup>14)</sup> 동물성 단백질 섭취 비율은 미국의 경우 약 65 내지 70%인 것<sup>22)</sup>과 비교하면 본 연구 대상자들의 동물성 단백질 섭취 비율은 저조한 상태이다. 동물성

식품 섭취 상태의 차이점으로 인하여 미국인과 비교하여 한국인의 경우 신장에서 요농축능이 저하되어 있고 삼투 물질의 구성 비율이 다르다고 한다<sup>27)</sup>. 예를 들어 하루 배설되는 평균 염분 및 요소의 양은 한국인에서는 각각 19g 및 8.8g인데 비해, 미국인에서는 각각 5g 및 14g으로 알려져 있다. 따라서 우리나라 사람들이 짜게 먹는 이유를 양질의 단백질을 적게 섭취하기 때문에 사구체 여과율 및 신혈장류량을 유지하기 위한 보상 작용으로 다량의 식염을 섭취할 것이라고 가설 짓기도 한다<sup>27)</sup>. 본 연구에서도 동물성 식품의 섭취량이 감소할수록 염분 섭취량과 소변내 염분 배설량이 증가하는 것을 보여 주었다.

염분 섭취량이 증가되어 소변내 Na 배설량이 증가할수록 Ca 배설량도 증가되는 양의 상관 관계를 보여주어 짜게 먹는 것이 음의 Ca 균형을 초래할 수 있다는 것을 보여주었다. 그러나 대퇴경부의 골밀도를 기준으로 세 그룹으로 나눈 경우에는 대퇴 경부 골밀도가 0.96g/cm<sup>2</sup> 이상인 군과 비교하여 소변내 Ca양이 다른 두 군들에서 다소 많았으나 그룹간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 일반적으로 소변내 Na 양이 2300mg 증가하는 경우 신세뇨관에서 Na-Ca 교환을 통하여<sup>5)</sup> Ca 소변배설량은 개인적인 차이는 있지만 약 22 내지 107mg 증가한다고 알려졌다<sup>28)</sup>. Ca 흡수율이 10 내지 40%인 것을 고려하면 소변내 약 30mg의 Ca은 식이내 Ca 요구량을 300mg 까지도 증가시킬 수 있다<sup>29)</sup>. 또한 하루 약 5g의 염분 섭취량 증가는 소변내 Ca 배설을 증가시켜 10년후에는 Ca 저장의 약 10%를 이동할 수 있을 것이라는 보고<sup>30)</sup>도 되어지고 있다. 따라서 대퇴 경부 골밀도가 0.96 이상인 경우와 비교하여 0.95 이하인 경우 통계적으로 유의적인 차이는 아니지만 다소 증가된 소변 Ca의 배설은 개인적인 차이는 있겠지만 Ca 섭취량이 적고 흡수율이 저조한 경우 음의 Ca 균형을 초래하리라 생각된다. 이러한 것은 짜게 먹는 경우 혈청내 parathyroid hormone과 소변내 hydroxyproline이 증가한다는 보고<sup>28)</sup>를 미루어 보아도 골격 소실이 이루어질 수 있다는 것을 예상할 수 있다.

영양 섭취 상태와 밀접한 관계를 보인 대퇴 경부



골밀도와는 달리 척추골의 골밀도는 체중과 양의 상관관계를 보여 주었다. 이러한 것은 무거운 체중은 골격에 mechanical load를 줄 수 있어 저체중보다는 다소 과체중의 경우 척추골의 골밀도가 높다는 보고들과 일치된다<sup>5)</sup>. 한편 대퇴 경부의 골밀도는 나이와 음의 상관 관계를 보여주고 척추골의 골밀도는 무관한 것으로 나타난 이유는 대퇴 경부의 골밀도는 폐경전에 약 30%가 감소되며 척추골의 골밀도는 주로 폐경 후에 나타난다는<sup>1)</sup> 나이에 따라 골소실이 일어나는 골격 부위가 다른 것이 부분적인 이유가 되리라 여겨진다.

본 연구의 결과로 소변내 Ca 배설량이 많으면서 생체 이용율이 낮은 Ca 섭취로 절대적인 Ca 흡수량의 감소는 일시적인 혈청 Ca 감소를 초래하리라 예상할 수 있다. 감소된 혈청 Ca은 parathyroid hormone을 분비시켜 뼈의 재흡수를 통한 Ca을 유리시키며, 신장에서 Ca의 재흡수 촉진 및 vitamin D를 활성화 시키고 장내에서 vitamin D를 통한 Ca 흡수를 촉진시키는 보상 작용을 일으킬 것<sup>28)31)</sup>이다. 그러나 나이가 들면서 장내 Ca 흡수를 저하와 신장 능력의 감소로 보상 기전은 감퇴될 것<sup>28)31)</sup>이므로 생체 이용율이 낮은 칼슘 섭취와 짜게 먹는 식습관은 본 연구 대상이었던 폐경전에도 문제이겠지만 특히 노인층의 골격 건강에 더 많은 영향을 주리라 여겨지며 여기에 대한 연구 역시 시급하다고 간주된다.

## 결 론

폐경전 여성 47명에게 골밀도와 영양소 섭취 상태 및 배설량, 육체적 활동량 및 혈청 IGF-1과 골밀도의 상관 관계를 조사하였다. 척추골의 골밀도는 체중과 밀접한 관계가 있었고 대퇴 경부의 골밀도는 동물성 식품으로 부터 섭취하고 있는 Ca 및 단백질 섭취량과 혈청내 IGF-1 농도와는 양의 상관 관계를 그리고 Na 섭취량 및 배설량과는 음의 상관 관계를 보여 주었다. 대퇴골의 골밀도에 영향을 주는 영양 상태를 나타내는 요인들 중 다중 회귀분석을 통하여 찾아낸 동물성 식품으로 부터 섭취되는 Ca 양만이 대퇴 경부 골밀도의 유의적인

독립변수이었다.

대퇴 경부의 골밀도를 기준으로 세 군으로 나누어 비교한 결과 총 Ca 섭취량은 세군간에 유의적인 차이는 없었으나 골밀도가 0.96g/cm<sup>2</sup> 이상인 군과 비교하여 0.84g/cm<sup>2</sup>이하인 군에서는 동물성 식품으로 부터 섭취되는 Ca의 양이 20대 및 현재 모두에서 유의성있게 적었으며 소변내 Na 배설량은 유의성있게 많았다. 소변내 Na 배설량은 Ca 배설량과 양의 상관관계를 보여 주었다.

이상의 결과로 미루어 보아 폐경전 건강한 여성의 대퇴 경부 골밀도에 가장 영향을 미치는 영양소는 Ca이며, 채식위주와 짜게 먹는 경우에는 절대적인 Ca 흡수량의 감소와 소변내 Ca 배설의 증가라는 이중 효과로 감소된 골밀도를 초래할 수 있다는 것을 보여 주었다. 따라서 폐경전에 골밀도를 최대한으로 유지하기 위해서는 평생을 통한 충분한 양의 생체 이용율이 높은 Ca를 섭취하며 짜게 먹지 않도록 권장하는 것이 바람직하다고 생각되어진다.

## Literature cited

- 1) Gallagher JC. The pathogenesis of osteoporosis. *Bone & Mineral* 9 : 215-227, 1990
- 2) Stevenson JC. Pathophysiology of osteoporosis. *Triangle* 27 : 47-52, 1988
- 3) Stevenson JC. Epidemiology of postmenopausal osteoporosis. In : Nordin BEC ed. *Osteoporosis Contributions to Modern Management*, pp.1-20, Parthenon Publ. Group, N.J. 1990
- 4) Natcovic V, Dekanic D, Kostial K. Calcium, teenagers and osteoporosis. In : Roche AF, Crussler JD, Redfern DE, ed. *Osteoporosis : Current Concepts*. pp.64-66, Ross Laboratories, Ohio, 1986
- 5) Einhorn TA, Levine B, Michel P. Nutrition and bone. *Orthopedic Clin North Am* 21 : 43-50, 1990
- 6) Davee AM, Rosen CJ, Alder RA. Exercise patterns and trabecular bone density in college women. *J Bone & Mineral Res* 5 : 245-250, 1990
- 7) Nelson ME, Fisher EC, Dilmanian FA, Dallal GE, Evans WJ. A 1-y walking program and increased dietary calcium in postmenopausal women : effe-

- cts on bone. *Am J Clin Nutr* 53 : 1304-1311, 1991
- 8) Kelly PJ, Eisman JA, Stuart MC, Pocock NA, Sambrook PN, Gwinn TH. Somatomedin-C, physical fitness and bone density. *J Clin Endocrinol Metab* 70 : 718-723, 1989
  - 9) Donahue SP, Phillips LS. Response of IGF-1 to nutritional support in malnourished hospital patients : a possible indicator of short-term changes in nutritional status. *Am J Clin Nutr* 50 : 962-969, 1989
  - 10) Underwood LE. Normal adolescent growth development. *Nutr Today* 26 : 22-16, 1991
  - 11) Nordin BEC. International patterns of osteoporosis. *Clin Orthop* 45 : 17-30, 1966
  - 12) Kelly PJ, Pocock NA, Sambrook PN, Eisman JA. Dietary calcium, sex hormones, and bone mineral density in men. *Br Med J* 300 : 1361-1364, 1990
  - 13) Heaney RP. Calcium bioavailability and absorption : a review. *Am J Clin Nutr* 35 : 783-808, 1982
  - 14) 한국 인구보건 연구원. 한국인을 위한 영양 권장량. 1989
  - 15) 보건사회부. 국민 영양 조사 보고서. 1987
  - 16) 농촌진흥청. 식품 성분표. 3차 개정판. 1986
  - 17) Fox TE, Loughridge JM, Shepherd R. A calcium questionnaire-validation using weighed intake. *Nutr Res* 10 : 603-613, 1990
  - 18) Musgrave KO, Giambalvo L, Leclerc HL, Cook RA, Rosen CJ. Validation of a quantitative food frequency questionnaire for rapid assessment of dietary calcium intake. *J Am Diet Assoc* 89 : 1484-1488, 1989
  - 19) Page CP, Hardin TC. Nutritional Assessment and Support. pp.27-139, Williams & Wilkins, MD, 1989
  - 20) Christian JL, Greger JL. Nutrition for living. pp. 111-139, Benjamin/Cummings Publ Co Inc, CA, 1991
  - 21) Zar JH, Biostatistical Analysis. pp.96-106, Prentice-Hall Incd, N.J. 1984
  - 22) Food and Nutrition Board. Recommended Dietary Allowances, pp.224-230, National Academy of Sciences, Washington DC, 1989
  - 23) Ross RJM, Buchanan CR. Growth hormone secretion : its regulation and the influence of nutritional factors. *Nutr Res Rev* 3 : 143-162, 1990
  - 24) Ganong WF. Review of Physiology. pp.326-337, Appleton & Lange, CA, 1989
  - 25) Bardley CA, Sodeman TM. Human growth hormone, its use and abuse. *Clinics in Lab Med* 10 : 473-477, 1990
  - 26) Clemmons DR, Underwood LE. Nutritional regulation of IGF-1 and IGF binding protein. *Ann Rev Nutr* 11 : 393-412, 1991
  - 27) 이병희. 생리학. pp.192-215 신광출판사, 서울, 1985
  - 28) Shortt C, Flynn A. Na-Ca inter-relationships with specific reference to osteoporosis. *Nutr Res Rev* 3 : 101-115, 1990
  - 29) Nordin BEC, Heaney RP. Ca supplementation of the diet : justified by present evidence. *Br Med J* 300 : 1056-1060, 1990
  - 30) Zarkadas M, Reyburn RG, Marliss EB, Block E, Mackey MA. Sodium chloride supplementation and urinary calcium excretion in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 50 : 1088-1094, 1989
  - 31) Boden SD, Kaplan FS. Calcium homeostasis. *Orthopedics Clin North America* 21 : 31-42, 1990