

## 일부 폐경 후 여성의 영양소 섭취수준에 따른 골밀도와 소변 중 골대사 지표 비교연구

김 미 현\* · 이 다 홍\*\*§

강원대학교 식품영양학과,\* 원광대학교 식품영양학과\*\*

### A Comparative Study of Bone Mineral Density and Urinary Bone Metabolic Makers according to the Nutrients Intake Levels in Postmenopausal Women

Kim, Mi-Hyun\* · Lee, Da Hong\*\*§

Department of Food and Nutrition,\* Kangwon National University, Samcheok 245-711, Korea

Department of Food and Nutrition,\*\* Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

#### ABSTRACT

To elucidate the relationship among the levels of nutrients intake, bone mineral density (BMD) and the urinary biochemical markers of bone metabolism, this survey is conducted with 225 postmenopausal women over 50 years of age. The urinary biochemical markers including deoxypyridinoline (DPD) and Ca excretion were measured. Bone mineral densities of lumbar spine (L2-L4), femoral neck, ward's triangle and trochanter were measured with dual-energy X-ray absorptiometry and the nutrient intake data obtained by 24 hr recall method. Mean age of all subjects was 64.8 years old, and the BMDs of the subjects were 0.86 g/cm<sup>2</sup> (lumbar spine), 0.60 g/cm<sup>2</sup> (femoral neck), 0.49 g/cm<sup>2</sup> (trochanter), and 0.41 g/cm<sup>2</sup> (ward's triangle). The results were compared among 3 groups with different nutrient intake levels classified by the percentage of Dietary Reference Intakes (DRIs) for Koreans as follows: low < 75% DRIs, 75% DRI ≤ adequate < 125% DRIs, high ≥ 125% DRIs. Bone mineral density of adequate protein intake group was significantly higher than those of low and high protein intake groups (p < 0.05). Urinary DPD excretion was lowest in protein and calcium adequate intake groups (p < 0.05, p < 0.05), respectively. In relation to urinary Ca excretion, it is revealed to be considerably lower in the groups taking protein and vitamin C adequate intake (p < 0.05, p < 0.05). The percent DRI of protein and calcium were positively correlated with the BMD of the femoral neck after adjusted age (p < 0.05, p < 0.05). These results showed that there are probably some relationships between nutrient intake levels and urinary biochemical markers. For postmenopausal women with adequate nutrition especially protein, calcium and vitamin C, has an important role to postpone bone resorption and to prevent the decrease of bone density. (*Korean J Nutr* 2007; 40(8): 719~727)

**KEY WORDS :** nutrient intake levels, bone mineral density, urinary deoxypyridinoline, urinary Ca, postmenopausal women.

#### 서 론

골다공증은 골량의 감소, 골조직의 미세구조 파괴 등을 특징으로 하는 전신적인 질환이다. 골다공증은 골절의 위험도를 증가시켜 최근 사회의 고령화와 동반하여 삶의 질 향상을 위해 고려해야 할 중대한 문제로써 주목받고 있다.<sup>1)</sup> 보건복지부가 발표한 통계연보에 따르면 2003년 한국 여

성의 평균 수명은 80.8세로, 2000년 79.5세와 비교하여 꾸준히 증가하고 있는 추세이며, 이에 따라 폐경 후 여성의 비율도 높아지고 있다.<sup>2)</sup> 또한 2030년에는 여성의 일생 중 폐경 후 기간이 차지하는 비율이 43%가 될 것으로 예측되며 여성의 평균 수명 증가에 따라 전체 인구에 대한 폐경 후 여성의 점유율도 급격히 증가하고 있다.<sup>3)</sup> 또한 미국의 경우 골다공증과 관련된 골절로 인한 비용이 2002년도 보고에서 175억 달러였으며,<sup>4)</sup> 우리나라의 경우도 골다공증의료보험 급여가 2001년 358억 7천만 원인 것으로 나타났고, 연령이 증가할수록 입원치료 건수가 증가하고 있다.<sup>5)</sup>

골다공증을 일으키는 원인으로는 골의 생리적 연령의 증가, 유전적, 체질적인 요인, 폐경, 호르몬의 대사이상, 영양

접수일 : 2007년 8월 17일

채택일 : 2007년 11월 14일

§To whom correspondence should be addressed.

E-mail : jmdhh@hanmail.net

문제, 생활양식 등의 다원적 요인들을 들 수 있다.<sup>6,7)</sup> 골밀도에 영향을 미치는 여러 요인 중에 영양소 및 식품의 섭취 상태는 중요한 인자로 인식되고 있으며, 골다공증의 예방과 치료에 있어 영양소와의 상관성에 관한 연구는 비교적 많이 진행되어 왔다.<sup>8,9)</sup>

장기간에 걸친 골대사불균형의 결과로 나타나는 골다공증과 관련하여 식이 중 특히 단백질과 칼슘이 중요한 인자로 연구되어 왔고,<sup>10)</sup> 비타민 D,<sup>11,12)</sup> 단백질,<sup>13,14)</sup> 비타민 K,<sup>15)</sup> 식염의 영향 등<sup>16)</sup>도 보고되고 있다. 이와 같이 골밀도에 영향을 미치는 식이요인에 대한 연구가 지속적으로 진행되는 가운데, 원인규명 연구를 바탕으로 한 칼슘, 붓소, 비타민 D, 비타민 K의 보충실험도 이루어지고 있다.<sup>17-19)</sup> 그러나 지금까지 대부분의 골다공증 연구는 영양소섭취를 비롯한 관련요인들과 골밀도 자체와의 상관성, 영양소 중에서도 칼슘과 비타민 D의 섭취수준 및 이들의 보충실험을 통해 골밀도에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구에 치중되어 있고 골대사지표물질과 다양한 영양소별 섭취수준과의 관련성 연구는 미비한 실정이다.

한편, 골다공증의 위험이 높은 우리나라 폐경 후 여성의 영양섭취상태를 살펴보면, 2005 국민건강·영양조사<sup>20)</sup>에 나타난 바와 같이 50세 이상 여성에서 영양소별 영양섭취기준 미만을 섭취한 대상자가 에너지의 경우 50~64세 27.6%, 65세 이상 28.2%, 단백질 50~64세 23.3%, 65세 이상 26.5%, 칼슘 50~64세 65.8%, 65세 이상 73.6%, 철 50~64세 19.9%, 65세 이상 33.9%, 티아민 50~64세 49.8%, 65세 이상 71.2%, 리보플라빈 50~64세 60.3%, 65세 이상 79.9%, 니아신 50~64세 34.4%, 65세 이상 55.1%, 비타민 C 50~64세 49.9%, 65세 이상 67.9%로 영양소 전반에 걸쳐 섭취상태가 양호하지 못한 비율이 높은 것으로 나타나고 있다.

이에 본 연구에서는 골다공증의 위험이 높은 폐경이후 여성에서 영양소섭취수준과 골밀도 및 비교적 시료의 수집이 쉬워 많은 사람들의 대상으로 한 실험에서 골대사의 지표물질로 측정이 가능한 소변의 디옥시피리디놀린과 칼슘의 배설량을 비교해 봄으로써 폐경 후 여성의 골격건강을 위한 영양섭취기준마련의 기초 자료를 제시하고자 하였다.

## 연구방법

### 연구대상자

본 연구는 2005년 8월부터 3개월간 전라북도 W 병원에 건강검진을 받으러 온 50세 이상의 폐경 후 여성 중 본 연구에 참여할 것으로 동의한 225명을 선정하여 신체계측,

식이섭취조사, 골밀도 측정 및 소변을 수거하였다.

### 신체계측 및 골밀도 측정

신장과 체중은 가벼운 옷차림 상태에서 맨발로 직립자세를 취하게 하고, 신장 자동계측기 (Fatness measuring system, DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여 측정하였다. 측정된 신장과 체중을 이용하여 체질량지수 (BMI: body mass index = kg/m<sup>2</sup>)를 계산하였다. 신체둘레는 줄자를 이용하여 허리둘레, 엉덩이 둘레를 측정하였고, 허리와 엉덩이둘레를 기준으로 WHR (waist hip ratio)을 산정하였다. 혈압은 자동혈압기 (Fully automatic blood pressure monitor, BP-750A, ITOco, Japan)를 사용하여 측정하였다. 또한 연구대상자들의 연령 및 신장, 체중을 측정한 후, 이중에너지 방사선 골밀도 측정기 (dual energy X-ray absorptiometry: DEXA, Hologic, USA)를 이용하여 요추 (lumbar spine, L2~L4)와 대퇴골의 대퇴경부 (femoral neck), 대퇴전사부 (trochanter), 와드삼각부 (ward's triangle)의 골밀도를 측정하였다.

### 식이조사

식이조사는 조사원이 직접 인터뷰를 하면서 식기와 음식 모형을 제시하여 1일간의 24시간 회상법에 의해 식이섭취를 조사하였다. 식이조사 결과는 영양분석 프로그램 (Canpro 2.0)을 이용하여 영양소 섭취량을 분석하였다.

### 소변수집 및 분석

소변을 채뇨 용기에 수집하여 -20℃ 냉동고에 보관하였다가 분석에 사용하였다. 소변 디옥시피리디놀린은 경쟁적 효소 면역 방법으로 Pylilink-D kit (Metra Biosystems, U.S.A)를 사용하여 분석한 후 소변 중 크레아티닌 수치로 보정하였다.

소변의 크레아티닌 함량은 Jaffe 반응을 이용한 kit (Crea, Boehringer Mannheim, Germany)를 이용하여 자동생화학분석기 (HITACHI 7600, Japan)로 측정하였다.

### 통계분석

본 실험에서 얻은 모든 결과는 연구대상자의 영양소섭취수준의 권장섭취량에 따른 섭취수준을 각 영양소별로 75% 미만, 75~125%, 125% 이상의 세 군으로 나누어 평균과 표준편차를 구하였고, 각 군간 비교는 SAS program (version 8.1)을 이용하여 ANOVA 실시 후 p < 0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다. 또한, 영양소의 권장섭취량에 대한 섭취수준과 골밀도 및 골대사지표간의 연계를 보정한 상관관계를 알아보기 위하여 부분상관관계분석 (partial correlation)을 실시하였다.

## 결 과

### 연구대상자의 신체계측과 골밀도

연구대상자의 연령, 신체계측과 골밀도 측정결과는 Table 1과 같다. 연구대상자의 평균 연령은 63.9세였으며, 이들의 신장과 체중은 150.7 cm, 59.9 kg으로 이로부터 산출한 BMI는 평균 26.1로 과체중에 속하였다.

연구대상자의 골밀도 (bone mineral density: BMD) 측정 결과, 요추 (L2~L4)는 0.86 g/cm<sup>2</sup>이었으며, 대퇴경부가 0.61 g/cm<sup>2</sup>, 대퇴전자부는 0.48 g/cm<sup>2</sup>, 와드삼각부는 0.42 g/cm<sup>2</sup>를 나타냈다. WHO가 규정한 골다공증 기준을 적용하여 정상군 (T값 ≥ -1), 골감소증군 (-2.5 < T값 < -1), 골다공증군 (T값 ≤ -2.5)으로 구분한 결과, 와드삼각부는 전체 대상자 중 79.1%, 대퇴경부는 전체의 67.6%가 골다

**Table 1.** Anthropometric measurements and bone mineral density of subjects

Variables	Mean ± SD
Age (years)	63.9 ± 6.8
Height (cm)	150.7 ± 4.4
Weight (kg)	59.9 ± 7.6
BMI (g/m <sup>2</sup> )	26.1 ± 2.9
BMD (g/cm <sup>2</sup> )	
Lumbar spine (L2 - L4)	0.86 ± 0.10
Femoral neck	0.61 ± 0.09
Trochanter	0.48 ± 0.09
Ward's triangle	0.42 ± 0.11
T-score	
Lumbar spine (L2 - L4)	-1.98 ± 1.62
Femoral neck	-2.90 ± 1.00
Trochanter	-2.54 ± 1.12
Ward's triangle	-3.49 ± 1.10

**Table 2.** Status of bone health in postmenopausal women

		Total (n = 225)	50 - 59 yrs	60 - 69 yrs	70 - 79 yrs	n (%)
Lumber spine	Osteoporosis	106 (47.1)	28 (33.3)	33 (42.3)	45 ( 70.0)	$\chi^2 = 65.7505$ df = 4, p < 0.001
	Osteopenia	81 (36.0)	24 (28.6)	45 (57.7)	12 ( 20.0)	
	Normal	38 (16.9)	32 (38.1)	0 ( 0.0)	6 ( 10.0)	
Femoral neck	Osteoporosis	152 (67.6)	32 (38.1)	63 (80.8)	57 ( 90.0)	$\chi^2 = 56.1320$ df = 4, p < 0.001
	Osteopenia	69 (30.7)	48 (57.1)	15 (19.2)	6 ( 10.0)	
	Normal	4 ( 1.7)	4 ( 4.8)	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)	
Trochanter	Osteoporosis	120 (53.3)	24 (28.6)	45 (57.7)	51 ( 80.0)	$\chi^2 = 60.9448$ df = 4, p < 0.001
	Osteopenia	85 (37.8)	40 (47.6)	33 (42.3)	12 ( 20.0)	
	Normal	20 ( 8.9)	20 (23.8)	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)	
Ward's triangle	Osteoporosis	178 (79.1)	52 (61.9)	63 (80.8)	63 (100.0)	$\chi^2 = 34.2909$ df = 4, p < 0.001
	Osteopenia	43 (19.1)	28 (33.3)	15 (19.2)	0 ( 0.0)	
	Normal	4 ( 1.7)	4 ( 4.8)	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)	

공증인 것으로 나타났다 (Table 2).

### 연구대상자의 영양소섭취수준상태

연구대상자의 영양소섭취기준<sup>21)</sup>과 권장섭취량에 대한 섭취비율은 Table 3과 같다. 열량섭취량은 1일 평균 1,316.1 kcal (권장섭취량의 77.0%), 단백질 섭취량이 55.6 g (권장섭취량의 123.5%)이었다. 비타민 A 섭취량은 601 mgRE (권장섭취량의 100.2%), 비타민 C 섭취량은 80.3 mg (권장섭취량의 86.0%), 티아민 섭취량은 0.9 mg (권장섭취량의 84.1%), 리보플라빈 섭취량은 0.7 mg (권장섭취량의 57.1%), 니아신 섭취량은 12.0 mgNE (권장섭취량의 86.0%), 칼슘 섭취량은 441.9 mg (권장섭취량의 55.2%), 아연 섭취량은 7.6 mg (권장섭취량의 100.4%)이었다. 칼슘은 권장섭취량의 55.2%로 가장 낮은 섭취수준을 보였으며, 리보플라빈이 57.1%, 에너지가 77.0%, 티아민이 84.1%, 비타민 C가 86.0% 등의 순으로 권장섭취량에 못 미치는 수준을 섭취하였다.

연구대상자의 영양소 섭취상태를 한국인 영양권장량의 권

**Table 3.** Daily nutrient intakes and the percentage of Recommended Intakes (RI) for Koreans of subjects

Nutrients	Intake	% RI
Energy (Kcal)	1316.1 ± 318.5 <sup>1)</sup>	77.0 ± 18.6
Protein (g)	55.6 ± 17.6	123.5 ± 39.0
Vitamin A (mgRE)	601.0 ± 302.0	100.2 ± 50.3
Vitamin C (mg)	80.3 ± 38.4	86.0 ± 32.2
Thiamin (mg)	0.9 ± 0.3	84.1 ± 27.3
Riboflavin (mgNE)	0.7 ± 0.2	57.1 ± 20.3
Niacin (mg)	12.0 ± 4.5	86.0 ± 32.2
Calcium (mg)	441.9 ± 194.7	55.2 ± 24.3
Phosphorus (mg)	881.5 ± 262.0	125.9 ± 37.4
Iron (mg)	8.9 ± 1.7	99.0 ± 30.4
Zinc (mg)	7.6 ± 2.0	100.4 ± 27.0

1) mean ± standard deviation

장섭취량 대비 75% 미만, 75~125%, 125% 이상으로 구분하여 파악한 결과 (Table 4), 전체 연구대상자의 93.8%가 칼슘 권장섭취량의 75% 미만을 섭취하는 것으로 나타나 가장 심각하였으며, 티아민과 리보플라빈도 연구대상자의 각각 45.3%와 97.3%가 권장섭취량의 75% 미만을 섭취하고 있었다. 또한 권장섭취량 대비 평균 섭취비율은 100%가 넘어 양호한 섭취수준을 보이는 비타민 A와 아연의 경우는 각각 연구대상자의 40.4%와 16.9%가 권장섭취량의 75% 미만을 섭취하고 27.1%, 16.4%가 권장섭취량의 125% 이상을 섭취하여 양극화된 섭취양상을 보였다.

#### 연구대상자의 영양소섭취수준에 따른 골밀도 비교

영양소섭취수준에 따른 골밀도를 비교한 결과는 Table 5와 같다. 요추와 대퇴전자부, 와드전자부의 골밀도는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 (Table에 제시하지 않음), 단백질을 권장섭취량의 75% 미만 섭취하는 연구대상자의 대퇴경부 골밀도가 0.56 g/cm<sup>2</sup>로, 단백질 권장섭취량의 75~125%를 섭취하는 군의 골밀도 0.60 g/cm<sup>2</sup>, 권장섭취량의 125% 이상을 섭취하는 군의 골밀도 0.59 g/cm<sup>2</sup>에 비하여 유의적으로 낮았다 (p < 0.05).

#### 연구대상자의 영양소섭취수준에 따른 소변 디옥시피리디놀린 배설량 비교

본 연구대상자의 소변 디옥시피리디놀린 함량은 평균 5.2 nmol/mmol Cr이었고, 소변 디옥시피리디놀린 농도를 영양소 섭취수준에 따라 비교한 결과 (Table 6), 단백질의 경우 권장섭취량의 75~125%를 섭취하는 군의 소변 디옥시피리디놀린 농도가 4.96 nmol/mmol Cr으로 권장섭취량의 125% 이상을 섭취하는 군이 5.53 nmol/mmol Cr인 것

**Table 4.** Distribution of subjects by nutrient intake levels classified by the percentage of Dietary Reference Intakes (DRIs) for Koreans

Nutrients	Nutrient intake level		
	Low <sup>1)</sup>	Adequate	High
Total (n = 225)			
Energy	111 (49.3)	111 (49.3)	3 ( 0.4)
Protein	7 ( 3.1)	119 (52.9)	99 (44.0)
Vitamin A	91 (40.4)	73 (32.4)	61 (27.1)
Vitamin C	118 (52.4)	81 (36.0)	26 (11.6)
Thiamin	102 (45.3)	105 (46.7)	18 ( 8.0)
Riboflavin	219 (97.3)	6 ( 2.7)	0
Niacin	98 (43.6)	92 (40.9)	35 (15.6)
Calcium	211 (93.8)	11 ( 4.9)	3 ( 1.3)
Phosphorus	7 ( 3.1)	115 (51.1)	103 (45.8)
Iron	44 (19.6)	137 (60.8)	44 (19.6)
Zinc	38 (16.9)	150 (66.7)	37 (16.4)

1) low < 75% DRIs, 75% DRI ≤ adequate < 125% DRIs, high ≥ 125% DRIs

에 비해 유의적으로 낮았다 (p < 0.05). 칼슘의 경우 75~125%를 섭취하는 군의 소변 디옥시피리디놀린 농도가 5.09 nmol/mmol Cr으로 권장섭취량의 75% 미만과 125% 이상을 섭취하는 하는 군에서 각각 5.41nmol/mmol Cr, 5.42 nmol/mmol Cr에 비하여 유의적으로 낮았다 (p < 0.05).

#### 연구대상자의 영양소섭취수준에 따른 소변 칼슘 배설량 비교

본 연구대상자의 소변 칼슘배설량은 0.45 mg/mg Cr이었고, 소변 칼슘배설량을 영양소 섭취수준에 따라 비교한 결과 (Table 7), 단백질 섭취수준이 권장섭취량의 75~125%

**Table 5.** Comparison of bone mineral density of femoral neck by nutrient intake levels (g/cm<sup>2</sup>)

Nutrients	Nutrient intake level		
	Low	Adequate	High
	BMD	BMD	BMD
Energy	0.60 ± 0.11 <sup>1)</sup>	0.61 ± 0.10	0.53 ± 0.04
Protein	0.56 ± 0.14 <sup>2b)</sup>	0.60 ± 0.10 <sup>a)</sup>	0.59 ± 0.11 <sup>a)</sup>
Vitamin A	0.59 ± 0.10	0.59 ± 0.11	0.65 ± 0.11
Vitamin C	0.59 ± 0.09	0.62 ± 0.12	0.66 ± 0.08
Thiamin	0.60 ± 0.11	0.61 ± 0.10	0.61 ± 0.09
Riboflavin	0.60 ± 0.10	0.64 ± 0.12	
Niacin	0.60 ± 0.11	0.59 ± 0.09	0.66 ± 0.12
Calcium	0.60 ± 0.10	0.73 ± 0.13	0.59 ± 0.03
Phosphorus	0.61 ± 0.10	0.61 ± 0.11	0.60 ± 0.10
Iron	0.60 ± 0.11	0.61 ± 0.10	0.60 ± 0.10
Zinc	0.61 ± 0.11	0.62 ± 0.11	0.56 ± 0.07

1) mean ± standard deviation

2) abc: values in a row with different superscript letters were significantly different among the three groups at p < 0.05 by general linear model

**Table 6.** Comparison of urinary DPD excretion by nutrient intake levels (nmol/mmol Cr)

Nutrients	Nutrient intake level		
	Low	Adequate	High
Energy	5.43 ± 0.44 <sup>1)</sup>	5.38 ± 0.55	5.50 ± 0.88
Protein	5.29 ± 0.85 <sup>2b)</sup>	4.96 ± 0.55 <sup>b)</sup>	5.53 ± 0.49 <sup>a)</sup>
Vitamin A	5.27 ± 0.31	5.59 ± 0.69	5.40 ± 0.55
Vitamin C	5.43 ± 0.43	5.32 ± 0.56	5.58 ± 0.72
Thiamin	5.52 ± 0.54	5.39 ± 0.45	4.90 ± 0.59
Riboflavin	5.46 ± 0.52	5.22 ± 0.43	
Niacin	5.55 ± 0.46	5.39 ± 0.51	5.09 ± 0.61
Calcium	5.41 ± 0.52 <sup>a)</sup>	5.09 ± 0.99 <sup>b)</sup>	5.42 ± 0.18 <sup>a)</sup>
Phosphorus	5.62 ± 0.34	5.46 ± 0.60	5.33 ± 0.41
Iron	5.56 ± 0.32	5.31 ± 0.82	5.47 ± 0.68
Zinc	5.37 ± 0.52	5.24 ± 0.67	5.74 ± 0.63

1) mean ± standard deviation

2) abc: values in a row with different superscript letters were significantly different among the three groups at p < 0.05 by general linear model

**Table 7.** Comparison of urinary ca excretion by nutrient intake levels (mg/mg Cr)

Nutrients	Nutrient intake level		
	Low	Adequate	High
Energy	0.45 ± 0.04 <sup>1)</sup>	0.45 ± 0.02	0.46 ± 0.10
Protein	0.46 ± 0.02 <sup>b2)</sup>	0.44 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.49 ± 0.02 <sup>a</sup>
Vitamin A	0.46 ± 0.04	0.46 ± 0.04	0.46 ± 0.02
Vitamin C	0.45 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.42 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.45 ± 0.04 <sup>a</sup>
Thiamin	0.45 ± 0.04	0.46 ± 0.06	0.45 ± 0.09
Riboflavin	0.42 ± 0.07	0.42 ± 0.04	
Niacin	0.47 ± 0.09	0.48 ± 0.07	0.48 ± 0.06
Calcium	0.43 ± 0.06	0.43 ± 0.02	0.44 ± 0.02
Phosphorus	0.46 ± 0.06	0.45 ± 0.07	0.46 ± 0.04
Iron	0.43 ± 0.04	0.42 ± 0.04	0.43 ± 0.06
Zinc	0.44 ± 0.01	0.46 ± 0.06	0.46 ± 0.08

1) mean ± standard deviation

2) abc: values in a row with different superscript letters were significantly different among the three groups at p < 0.05 by general linear model

**Table 8.** Correlation among nutrient intake levels, bone mineral density of femoral neck, urinary ca and DPD after adjusted age

% RI of nutrients	BMD of femoral neck	Urinary Ca	DPD
Energy	-0.1710	0.1020	-0.0801
Protein	0.1642 <sup>*1)</sup>	0.2100 <sup>**</sup>	0.0854
Vitamin A	-0.0505	-0.1620 <sup>*</sup>	0.0612
Vitamin C	-0.0077	0.2003 <sup>**</sup>	0.0666
Thiamin	-0.0459	0.0920	-0.0903
Riboflavin	0.1199	0.2037	-0.0266
Niacin	0.1023	0.1643 <sup>*</sup>	-0.1089
Calcium	0.2001 <sup>**</sup>	-0.0151	0.0485
Phosphorus	0.1389 <sup>*</sup>	0.0230	-0.0661
Iron	-0.1100	0.0280	-0.0202
Zinc	0.0694	0.0329	-0.0774

1) Person's correlation coefficient

\*: Significance at p < 0.05, \*\*: Significance at p < 0.01

인 군의 소변 칼슘농도가 0.44 mg/mg Cr로 75% 미만 섭취군과 125% 이상 섭취군이 각각 0.46 mg/mg Cr, 0.49 mg/mg Cr인 것에 비해 유의적으로 낮은 것으로 나타났다 (p < 0.05). 또한 비타민 C의 경우도 섭취수준이 권장섭취량의 75~125%인 군의 소변 칼슘농도가 0.42 mg/mg Cr로 75% 미만 섭취군과 125% 이상 섭취군에 비해 유의적으로 낮은 것으로 나타났다 (p < 0.05).

**연구대상자의 영양소섭취수준과 골밀도, 소변 칼슘과 디옥시파리디놀린 배설량의 상관관계**

본 연구 영양소섭취수준과 골밀도, 소변 칼슘과 디옥시파리디놀린 배설량과의 관련성을 분석하기 위하여 연령을 보

정한 후 부분 상관관계분석법으로 분석하여 Table 8에 제시하였다. 단백질, 칼슘, 인의 권장섭취량에 대한 섭취 비율은 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 보였다 (각 p < 0.05, p < 0.01, p < 0.05). 또한 단백질 (p < 0.01)과 비타민 C (p < 0.01), 나이아신 (p < 0.05)의 섭취량은 소변 중 칼슘 배설량과 유의적인 양의 상관관계를 비타민 A의 섭취량 (p < 0.05)은 소변 칼슘배설량과 유의적인 음의 상관관계를 나타내었다.

**고 찰**

**연구대상자의 신체특징과 골밀도**

평균 연령이 63.9세인 본 연구대상자의 신장과 체중은 150.7 cm, 59.9 kg으로 한국인 체위기준치<sup>21)</sup>에서 제시한 65~74세 연령의 신장 및 체중 (154 cm, 54 kg)에 비해 키는 약간 작았으며, 상대적으로 체중은 높았다. 따라서 이로부터 산출한 BMI는 평균 26.1로 한국인의 체위기준치에서 제시하고 있는 22.8보다 높게 나타났다.

조사대상자의 골밀도 측정결과, 요추 (L2~L4)는 0.86 g/cm<sup>2</sup>이었으며, 대퇴경부가 0.61 g/cm<sup>2</sup>, 대퇴전자부는 0.48 g/cm<sup>2</sup>, 와드삼각부는 0.42 g/cm<sup>2</sup>를 나타내었는데, 이와 같은 부위에 따른 골밀도의 차이는 Lee와 Lee의 연구<sup>22)</sup>에서 60세 이상의 경우, 요추 > 대퇴경부 > 대퇴전자부 > 와드삼각부 순이었던 것과 동일하였으며, 외국의 경우에도 70대 여성의 골밀도에서 와드삼각부가 가장 낮았던 것과도 유사하였다.<sup>23,24)</sup>

WHO가 규정한 골다공증 기준을 적용하여 대상자의 골밀도 상태를 진단한 결과 와드삼각부는 전체 대상자 중 79.1%, 대퇴경부는 전체의 67.6%가 골다공증인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 일부 폐경 후 여성을 대상으로 골밀도를 측정한 Lee 등<sup>25)</sup>의 연구에서 대상자의 81.7%가 와드삼각부에서 그리고 68.3%가 대퇴경부에서 골다공증에 해당하는 골밀도를 보였고, 정상 골밀도를 가진 여성은 각각 1.7%, 3.3%에 불과한 결과와 유사하여 우리나라 노인의 골다공증 발병률에 대한 심각성을 보여주었다.

**연구대상자의 영양소섭취수준상태**

연구대상자의 영양소섭취기준과 권장섭취량<sup>21)</sup>에 대한 섭취비율을 분석결과 열량 섭취량은 1일 평균 1,316.1 kcal (권장섭취량의 77.0%), 단백질 섭취량이 55.6 g (권장섭취량의 123.5%)로 Bae와 Sung<sup>26)</sup>의 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구에서 열량은 권장섭취량의 67.4%, 단백질은 86.2%를 섭취한 것으로 보고하였는데 이에 비하여 본 연구대

상자들의 열량 및 단백질 섭취량이 더 높은 것으로 나타났다. 비타민 A 섭취량은 601  $\mu\text{g}$  RE (권장섭취량의 100.2%), 비타민 C 섭취량은 80.3 mg (권장섭취량의 86.0%), 티아민 섭취량은 0.9 mg (권장섭취량의 84.1%), 리보플라빈 섭취량은 0.7 mg (권장섭취량의 57.1%), 니아신 섭취량은 12.0 mg NE (권장섭취량의 86.0%), 칼슘 섭취량은 441.9 mg (권장섭취량의 55.2%), 아연 섭취량은 7.6 mg (권장섭취량의 100.4%)이었다. 칼슘은 권장섭취량의 55.2%로 가장 낮은 섭취수준을 보였으며, 리보플라빈이 57.1%, 티아민이 84.1%, 비타민 C가 86.0% 등의 순으로 권장섭취량에 못 미치는 수준을 섭취하였다. 이는 50세 이상에서 칼슘과 리보플라빈이 71.6%와 71.9%로 다른 영양소에 비해 가장 낮은 섭취비율을 보였다는 2005년 국민 건강·영양조사<sup>20)</sup>와 유사한 결과를 나타내었다.

연구대상자의 영양소 섭취상태를 한국인영양섭취기준의 권장섭취량 대비 75% 미만, 75~125%, 125% 이상으로 구분하여 파악한 결과 전체 연구대상자의 93.8%가 칼슘 권장량의 75% 미만을 섭취하는 것으로 나타나 가장 심각하였으며, 티아민과 리보플라빈도 연구대상자의 각각 45.3%와 97.3%가 권장량의 75% 미만을 섭취하고 있었다. 이는 2005년 국민건강·영양조사<sup>20)</sup>에서 50~64세의 영양섭취기준 미만을 섭취한 대상자의 비율이 칼슘 65.8%, 티아민 49.8%로 나타난 경향과 일치한다.

### 연구대상자의 영양소섭취수준과 따른 골밀도

영양소섭취수준에 따른 골밀도를 비교한 결과 단백질을 권장섭취량의 75% 미만 섭취하는 연구대상자의 대퇴경부 골밀도가 단백질 권장섭취량의 75~125%를 섭취하는 군과 권장섭취량의 125% 이상을 섭취하는 군의 골밀도에 비하여 유의적으로 낮았다 ( $p < 0.05$ ). 본 연구에서 단백질섭취수준에 따른 비교시 대상자의 분포가 불균일하고 군간의 연령적 차이가 고려되지 않았기 때문에 이점을 보완하기 위하여 단백질의 권장섭취량 대비 섭취 비율과 대퇴경부 골밀도간의 연령을 보정한 부분 상관관계 분석을 통하여 재검증한 결과에서도 유의적인 양의 상관관계를 보였다 ( $p < 0.05$ ). Devine 등<sup>13)</sup>도 폐경 후 여성에서 단백질섭취와 골밀도가 양의 상관관계를 나타내었다고 하였으며, Lee와 Choi<sup>27)</sup>의 연구에서도 50~67세의 요추골밀도가 열량, 탄수화물, 단백질, 지방, 칼슘, 철, 티아민 니아신과 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다고 한 결과와도 비슷한 경향을 보였다. 따라서 단백질섭취가 성장기에 있어 최대골질량의 형성과 유지뿐만 아니라,<sup>28,29)</sup> 폐경이후 여성에 있어 골격건강을 유지하는데 중요한 요인인 것으로 보여 진다.<sup>30)</sup> 본 연구 대상

자의 경우 단백질의 섭취 부족이 골밀도에 부정적 영향이 있음을 알 수 있었다.

### 연구대상자의 영양소섭취수준과 소변 디옥시피리디놀린 배설량

소변의 디옥시피리디놀린은 골조직에서 발견되며, 파골세포에 의해 콜라겐이 분해되면서 유리되며 특이도가 높아 골용출을 반영하는 뚜렷한 생화학적 표지자다.<sup>31-34)</sup> 따라서 골용출이 촉진된 경우 소변 디옥시피리디놀린 배설은 증가한다.<sup>31-34)</sup> 본 연구대상자의 소변 디옥시피리디놀린은 평균 5.2 nmol/mmol Cr이었는데 이는 Lee 등<sup>35)</sup>이 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구에서 보고된 5.8 nmol/mmol Cr과 Yun<sup>36)</sup>의 폐경 후 여성의 평균 6.0 nmol/mmol Cr과 비교 시 낮은 수준이었다. 또한 Iki 등<sup>37)</sup>이 30~45세의 폐경 전 여성을 대상으로 한 연구에서 측정된 소변의 디옥시피리디놀린 배설량이 4.6 nmol/mmol Cr보다는 높은 것으로 나타남에 따라 폐경 후에 소변 디옥시피리디놀린 배설이 증가됨을 보여주었다.

소변 디옥시피리디놀린 배설량을 영양소 섭취수준에 따라 비교한 결과 단백질의 경우 권장량의 75~125%를 섭취하는 군의 소변 디옥시피리디놀린 배설량이 4.96 nmol/mmol Cr으로 권장량의 125% 이상을 섭취하는 군 5.53 nmol/mmol Cr에 비해 유의적으로 낮았다 ( $p < 0.05$ ). 칼슘의 경우 75~125%를 섭취하는 군의 소변 디옥시피리디놀린 배설량이 5.09 nmol/mmol Cr으로 권장량의 75% 미만과 125% 이상을 섭취하는 군의 5.41 nmol/mmol Cr, 5.42 nmol/mmol Cr에 비하여 유의적으로 낮았다 ( $p < 0.05$ ). 그러나 영양소섭취수준과 소변 디옥시피리디놀린의 배설량간의 연령을 보정한 부분상관관계 분석에는 유의적인 상관성이 제시되지 않았다. 쥐를 이용한 Chan 등<sup>38)</sup>의 연구에서는 식이성 단백질의 섭취증가는 골용출 인자인 소변 중의 하이드록시프롤린의 배설량을 증가시키는 것으로 나타났다으며, 폐경 전 젊은 여성을 대상으로 한 Kerstetter 등<sup>39)</sup>의 연구에서 골용출 인자인 소변 중 N-텔로렙타이드 배설이 유의적으로 높았던 결과가 제시되어 지나친 고단백의 단백질의 섭취가 소변 중 디옥시피리디놀린의 배설량과 관계가 있음을 알 수 있다.

### 연구대상자의 영양소섭취수준에 따른 소변 칼슘 배설량 비교

본 연구대상자의 소변 칼슘배설량은 0.45 mg/mg Cr으로 Sargent 등<sup>40)</sup>이 성인을 대상으로 한 소변 칼슘 배설량은 0.22 mg/mg Cr보다 높은 수준이었다. 체내 칼슘의 99%는 골격과 치아에 존재하며 골질량을 증가시켜 골격을 유지하는데 중요하다. 혈청 칼슘은 몇 가지 조절 메카니즘과 되먹임 기전을 통해 항상 일정하게 조절되므로, 소변의 칼슘

배설량이 골밀도를 판정하는 골대사의 매우 중요한 지표로서 보고되었다. 고단백식이의 섭취는 신장의 산 부하를 증가시키고 동시에 소변으로의 칼슘배설을 증가시킨다.<sup>38)</sup> Teegarden 등<sup>41)</sup>은 칼슘섭취를 1일 중 1,400~1,500으로 증가시킨 경우 젊은 여성군에서 식이 단백질이나 인과 연관된 소변 또는 대변으로의 칼슘 배설을 감소시킬 것으로 생각된다고 하였다. 한편 단백질의 종류에 따라서는 다른 경향으로 노년기의 남성을 대상으로 한 연구<sup>42)</sup>에서 식물성 단백질 : 동물성 단백질이 1 : 1 비율인 고단백 식이는 소변으로의 칼슘배설을 일상식이의 경우와 유사하게 배설하였고, 소변으로의 인, 크레아티닌배설도 안정적인 수치를 보였다. 폐경 전 젊은 여성을 대상으로 한 Kerstetter 등<sup>39)</sup>의 연구에서 저단백식이 (0.7 g/kg)보다 고단백식이 (2.1 g/kg)를 섭취할 때 소변 중의 칼슘 배설이 많았다. 고단백식이의 섭취는 골용출 속도가 증가되는 것을 보였다. 쥐를 이용한 Chan 등<sup>38)</sup>의 연구에서도 식이성 단백질의 섭취증가는 골용출 인자인 소변 중의 하이드록시프롤린의 배설량을 증가시키는 것으로 나타났다. 본 연구결과에서도, 단백질 섭취수준이 권장량의 75~125%인 군의 소변 칼슘농도가 0.44 mg/mg 로 75% 미만 섭취군과 125% 이상 섭취군이 각각 0.46 mg/mg, 0.49 mg/mg인 것에 비해 유의적으로 낮은 것으로 나타났고 ( $p < 0.05$ ), 단백질의 섭취수준과 소변 중 칼슘배설량 연령을 보정한 부분상관관계 분석에서도 유의적인 ( $p < 0.05$ ) 양의 상관관계를 나타내어 소변 칼슘이 단백질 섭취수준에 영향을 받고 있음을 보여주었다.

비타민 C는 콜라겐 합성을 증진시키고 알칼라인 포스파타제 활성도를 자극하는 것으로 알려져 있다.<sup>43)</sup> 또한 조골세포의 골기질을 형성하는데 필수적인 요소이며, 세포에서 골세포의 증식을 자극한다.<sup>44)</sup> Hall and Greendale<sup>45)</sup>는 하루에 칼슘 500 mg을 섭취하고, 비타민 C 100 mg을 섭취한 폐경 후 여성의 대퇴경부 골밀도가 유의적으로 증가하였다고 하였다. 그러나 본 연구 결과에서는 비타민 C의 섭취수준이 75% 미만 섭취군과 125% 이상 섭취군보다 75~125% 섭취한 군에서 소변 칼슘 배설량이 유의적으로 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). 또한 비타민 C의 섭취수준과 소변 중 칼슘배설량 연령을 보정한 부분상관관계 분석에서도 비타민 C의 섭취량이 증가 할수록 소변 칼슘배설량이 증가하는 유의적인 양의 상관관계를 나타내어 이상의 연구결과들과 상반된 결과가 제시되었다. 본 연구결과에서는 걱정 범위의 비타민 C의 섭취가 골대사에 긍정적인 영향을 줄 수 있으며, 과잉의 섭취의 문제점이 제시 될 수 있어 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

## 요 약

영양소 섭취수준과 골밀도 및 골대사 지표와의 관련성을 알아보고자 폐경 후 여성 225명을 대상으로 이들의 영양소 섭취량을 한국영양섭취기준의 권장섭취량 대비 75% 미만을 섭취하는 군과 75~125% 섭취군, 125% 이상을 섭취하는 군으로 구분하여 영양소 섭취수준에 따른 골밀도, 골대사 지표물질인 소변의 디옥시피리디놀린, 칼슘의 배설량을 비교분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 본 연구대상자의 골밀도 측정결과, 요추 (L2~L4)는  $0.86 \text{ g/cm}^2$ 이었으며, 대퇴경부가  $0.61 \text{ g/cm}^2$ , 대퇴전자부는  $0.48 \text{ g/cm}^2$ , 와드삼각부는  $0.42 \text{ g/cm}^2$ 를 나타냈다. 본 연구대상자를 정상군 ( $T \geq -1$ ), 골감소증 ( $-2.5 < T < -1$ ), 골다공증군 ( $T \leq -2.5$ )으로 구분한 결과, 와드삼각부는 전체 대상자중 79.1%, 대퇴경부는 전체의 67.6%가 골다공증인 것으로 나타났다.

2) 영양소섭취수준에 따른 골밀도를 비교한 결과, 단백질을 권장섭취량의 75% 미만 섭취하는 연구대상자의 대퇴경부 골밀도가 권장섭취량의 75~125%와 125% 이상을 섭취하는 군에 비해 유의적으로 낮았다 ( $p < 0.05$ ).

3) 소변 디옥시피리디놀린 배설량은 단백질을 권장섭취량의 75~125% 섭취하는 군에서 75% 미만과 125% 이상 섭취하는 군 보다 유의적으로 낮게 배설하는 것으로 나타났으며 ( $p < 0.05$ ), 또한 칼슘을 75% 미만 섭취한 군과 125% 이상 섭취한 군보다 75~125% 섭취한 군에서 소변의 디옥시피리디놀린의 배설이 유의적으로 낮게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).

4) 소변 칼슘배설량은 단백질 섭취수준이 권장섭취량의 75% 미만 섭취 군과 125% 이상 섭취 군보다 75~125% 섭취 군에서 유의적으로 낮았고 ( $p < 0.05$ ), 비타민 C의 경우도 권장섭취량의 75% 미만과 125% 이상 섭취군보다 75~125% 섭취 군에서 유의적으로 낮았다 ( $p < 0.05$ ).

5) 연령 보정 후 단백질, 칼슘의 권장섭취량에 대한 비율은 대퇴경부 골밀도 (각  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ )와 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 또한 단백질 ( $p < 0.01$ )과 비타민 C ( $p < 0.01$ ), 나이아신 ( $p < 0.05$ )의 섭취량은 소변 중 칼슘배설량과 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다.

이와 같이 폐경 후 여성에게서 영양소 섭취수준에 따라 골대사 지표물질의 농도에도 차이를 보였으며, 특히 단백질의 섭취수준과 칼슘, 비타민 C의 섭취량이 유의적으로 영향을 미쳐 부족하거나, 과잉되지 않는 적정 섭취 범위 내에서 골용출이 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 폐경 이후 여성의 골격건강을 위하여 영양소의 적정섭취가 중요하며 부족

뿐만 아니라 건강을 염려한 특정영양소의 과잉 섭취도 바람직하지 않은 요인임을 확인할 수 있었다.

#### Literature cited

- 1) Burckhardt P, Burnand B. The effect of treatment with calcitonin on vertebral fracture rate in osteoporosis. *Osteoporos Int* 1993; 3(1): 24-30
- 2) Korea National Statistical Office, Seoul, 2005. [http://www.kosis.nso.go.kr/cgi\\_bin/sws\\_999.cgi](http://www.kosis.nso.go.kr/cgi_bin/sws_999.cgi)
- 3) Park HM, Seo YS, Hur M. The distribution and transition of postmenopausal population in Korea. *J Korean Menopause* 1998; 4(1): 61-71
- 4) National Osteoporosis Foundation. 2002. Stand up to osteoporosis. Washington DC; NOF. USA.
- 5) Health Insurance Review Agency, 2003. Health Insurance Review and Evaluation Statistical Yearbook, Health Insurance Review Agency, Seoul
- 6) Kakudo K. Introduction for special issue of calcitonin and calcitonin receptor. *Cell Mol Biol* 2006; 1552(3): 1-2
- 7) Tissandie E, Gueguen Y, Lobaccaro JM, Aigueperse J, Souidi M. Vitamin D: metabolism, regulation and associated diseases. *Med Sci* 2006; 22(12): 1095-1100
- 8) Hogstrom M, Nordstrom P, Nordstrom A. n-3 Fatty acids are positively associated with peak bone mineral density and bone accrual in healthy men: the NO<sub>2</sub> Study. *Am J Clin Nutr* 2007; 85(3): 803-807
- 9) Komiya Y, Nakao H, Kuroda Y, Arizono K, Nakahara A, Miyachi M, Katoh. {Relationship of changes in radius bone mineral density during seven years working women around thirty years old with lifestyle, body measurement data laboratory data}. *Nippon Eiseigaku Zasshi* 2006; 61(3): 327-331
- 10) Kyriazopoulos P, Trovas G, Charopoulos J, Antonogiannakis E, Galanos A, Lyritis G. Lifestyle factors and forearm bone density in young Greek men. *Clin Endocrinol* 2006; 65(2): 234-238
- 11) Viljakainen HT, Palssa A, Karkkainen M, Jakobsen J, Cashman KD, Molgaard C, Lamberg-Allardt C. A seasonal variation of calcitropic hormones, bone turnover and bone mineral density in early and mid-puberty girls- a cross-sectional study. *Br J Nutr* 2006; 96(1): 124-130
- 12) Budak N, Cicek B, Sahin H, Tutus A. Bone mineral density and serum 25-hydroxyvitamin D level: is there any difference according to the dressing style of the female university students. *Int J Food Sci Nutr* 2004; 55(7): 569-575
- 13) Devine A, Dick IM, Islam AF, Dhaliwal SS, Prince RL. Protein consumption is an important predictor of lower limb bone mass in elderly women. *Am J Clin Nutr* 2005; 81(6): 1423-1428
- 14) Whiting SJ, Boyle JL, Thompson A, Mirwald RL, Faulkner RA. Dietary protein, phosphorus and potassium are beneficial to bone mineral density in adult men consuming adequate dietary calcium. *J Am Coll Nutr* 2002; 21(5): 402-409
- 15) Rennie JS, Fleming RH, McCormack HA, McCorquodale CC, Whitehead CC. Studies on effects of nutritional factors on bone structure and osteoporosis in laying hens. *Br Poult Sci* 1997; 38(4): 417-424
- 16) Mizushima S, Tsuchida K, Yamori Y. Preventive nutritional factors in epidemiology: interaction between sodium and calcium. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 1999; 26(7): 573-575
- 17) O'Connor E, Molgaard C, Michaelsen KF, Jakobsen J, Lamberg-Allardt CJ, Cashman KD. Serum percentage under carboxylated osteocalcin, a sensitive measure of vitamin status, and its relationship to bone health indices in Danish girls. *Br J Nutr* 2007; 97(4): 661-666
- 18) Salminen HS, Saaf ME, Johansson SE, Ringertz H, Strender LE. The effect of transvaginal estradiol on bone in aged women: A randomised controlled trial. *Maturitas* 2007; 57(4): 370-381
- 19) Kurtoglu F, Kurtoglu V, Celik I, Kececi T, Nizamlioglu M. Effects of dietary boron supplementation on some biochemical parameters, peripheral blood lymphocytes, splenic plasma cells and bone characteristics of broiler chicks given diets with adequate or inadequate cholecalciferol (vitamin D<sub>3</sub>) content. *Br Poult Sci* 2005; 46(1): 87-96
- 20) Ministry of Health and Welfare. Report of 2005 National Health and Nutrition Survey; 2006
- 21) The Korean Society of Nutrition. Dietary reference intake for Koreans; 2005
- 22) Lee HJ, Lee HO. A study on the Bone mineral Density and Related Factors in Korean Postmenopausal Women. *Korean J Nutrition* 1999; 32(2): 197-203
- 23) Aoki TT, Grecu EO, Srinivas PR, Prescott P, Benbarka M, Arcangeli MM. Prevalence of osteoporosis in women: variation with skeletal site of measurement of bone mineral density. *Endocr Pract* 2000; 6(2): 127-131
- 24) Ertungealp E, Seyisoglu H, Erel CT, Senturk LM, Gezer A. Changes in bone mineral density with age, menopausal status and body mass index in Turkish women. *Climacteric* 1999; 2(1): 45-51
- 25) Lee HS, Lee DH, Sung CJ. Relationship between Nutrient Intake and Biochemical Markers of Bone Metabolism in Korean Postmenopausal women. *Korean J Community Nutrition* 2001; 6(5): 765-772
- 26) Bae YJ, Sung CJ. A Comparison between Postmenopausal Osteoporotic Women and Normal Women of their Nutrient Intakes and the Evaluation of Diet Quality. *Korean J Community Nutrition* 2005; 10(2): 205-215
- 27) Lee HJ, Choi MJ. The Effect of Nutrient Intake and Energy Expenditure on Bone mineral Density of Korean Women in Taegu. *Korean J Nutrition* 1996; 29(6): 622-633
- 28) Cooper C, Atkinson EJ, Hensrud DD, Wahner HW, O'Fallon WM, Riggs BL, Melton 3rd LJ. Dietary protein intake and bone mass in women. *Calcif Tissue Int* 1996; 58(5): 320-325
- 29) Boniour JP, Ammann P, Chevallev T, Rizzoli R. Protein intake and bone growth. *Can J Appl Physiol* 2001; 26(s): 153-166
- 30) Ginty F. Dietary protein and bone health. *Proc Nutr Soc* 2003; 62(4): 867-876
- 31) Telci A, Cakatay U, Kurt BB, Kayali R, Sivas A, Akcay T, Gokyigit A. Changes in bone turnover and deoxyypyridinoline levels in epileptic patients. *Clin Chem Lab Med* 2000; 38(1): 47-50
- 32) Rubinacci A, Melzi R, Zampino M, Soldarini A, Villa I. Total and free deoxyypyridinoline after acute osteoclast activity inhibition. *Clin Chem* 1999; 45(9): 1510-1516



- 33) Kleerekoper M. Biochemical markers of bone remodeling. *Am J Med Sci* 1996; 312(6): 270-277
- 34) Sirtori P, Sosio C, Polo RM, Tenni R, Rubinacci A. A comparative study on biochemical markers of collagen breakdown in postmenopausal women. *Pharmacol Res* 1997; 36(3): 229-235
- 35) Lee DH, Sung CJ. Effect of soy isoflavone supplementation on bone metabolism markers and urinary mineral excretion in postmenopausal women. *Korean J Nutr* 2003; 36(5): 476-482
- 36) Yun ME. Effects of exercise and soy isoflavone supplementation on bone mineral densities and bone metabolism markers in postmenopausal women. Graduate school SookMyung Women's University; 2004
- 37) Iki M, Morita A, Ikeda Y, Sato Y, Akiba T, Matsumoto T, Nishino H, Kagamimori S, Kagawa Y, Yoneshima H. Biochemical markers of bone turnover predict bone loss in perimenopausal women but not in postmenopausal women-the Japanese Population-based. *Osteoporosis Osteoporos Int* 2006; 17(7): 1086-1095
- 38) Chan EL, Swaminathan R. The effect of high protein and salt intake for 4 months on calcium and hydroxyproline excretion in normal and oophorectomized rats. *J Lab Clin Med* 1994; 124(1): 37-41
- 39) Kerstetter JE, Mitnick ME, Gundberg CM, Caseria DM, Ellison AF, Carpenter TO, Insogna KL. Changes in bone turnover in young women consuming different levels of dietary protein. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84(3): 1052-1055
- 40) Sargent JD, Stukel TA, Kresel J, Klein RZ. Normal values for random urinary calcium to creatinine ratios in infancy. *J Pediatr* 1993; 123(3): 393-397
- 41) Teegard D, Lyle RM, McCabe GP, McCabe LD, Proulx WR, Michon K, Knight AP, Johnston CC, Weaver CM. Dietary calcium, protein and phosphorus are related to bone mineral density and content in young women. *Am J Clin Nutr* 1998; 68(3): 749-754
- 42) Morguti JC, Ferrioli E, Marchini JS. Urinary calcium loss in elderly men on a vegetable: animal (1 : 1) high-protein diet. *Gerontology* 1999; 45(5): 274-278
- 43) Morton DJ, Barrett-Connor EL, Schneider DL. Vitamin C supplement use and bone mineral density in postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 2001; 16(1): 135-140
- 44) Franceschi RT, Iyer BS. Relationship between collagen synthesis and expression of the osteoblast phenotype in MC3T3-E1 cells. *J Bone Mineral Res* 1992; 7(2): 235-246
- 45) Hall SL, Greendale GA. The relation of dietary vitamin C intake to bone mineral density: results from the PEPI study. *Calcif Tissue Int* 1998; 63(3): 183-189