

폐경 후 여성의 영양소섭취수준에 따른 골대사 지표물질의 관련성 분석*

이행신[†] · 이다홍¹⁾ · 승정자¹⁾

한국보건산업진흥원 식품산업단, 숙명여자대학교 식품영양학과¹⁾

Relationship between Nutrient Intake and Biochemical Markers of Bone Metabolism in Korean Postmenopausal Women

Haeng-Shin Lee,[†] Da-Hong Lee,¹⁾ Chung-Ja Sung¹⁾

Department of Food Industry, Korea Health Industry Development Institute, Seoul, Korea
Department of Food and Nutrition,¹⁾ Sookmyung Women's University, Seoul, Korea

ABSTRACT

To delineate the relationship between the nutrient intake from diet and the serum biochemical markers of bone metabolism, 56 postmenopausal women of 50 to 77 years of age were recruited. The biochemical markers including osteocalcin, calcium, phosphorus, estradiol and free testosterone were measured in fasting blood. Bone mineral density(BMD) was measured also by dual energy X-ray absorptiometry, and the nutrient intake of each individual subject was estimated by 24-hour recall of 3 days. The age of the subjects was 64.8 ± 7.7 years, and the BMDs of the subjects were $0.86 \pm 0.26\text{g/cm}^2$ (Lumbar spine), $0.60 \pm 0.10\text{g/cm}^2$ (Femoral neck), $0.49 \pm 0.10\text{g/cm}^2$ (Trochanter), and $0.41 \pm 0.14\text{g/cm}^2$ (Ward's triangle). There were no significant differences among age and nutrient intake level groups due to the small sample size. The biochemical markers showed certain degree of relationship with nutrient intake levels. The results were compared among 3 groups with different nutrient intake level classified by the percentage of Recommended Daily Allowances(RDA) for Koreans as follows : low $< 75\%$ RDA, $75\% \text{ RDA} \leq$ adequate $< 125\%$ RDA, high $\geq 125\%$ RDA. The low energy and low riboflavin groups showed significantly higher serum osteocalcin levels than those of the high intake groups($p < 0.05$). On the other hand, there was a trend for serum Ca level to be higher with high nutrient intake. In this case, protein and thiamin were the only nutrients that reached a statistical significance($p < 0.05$). And the groups with low intake for protein and Ca showed significantly lower serum free testosterone levels than that of other intake groups($p < 0.05$). This study suggests an important role of nutrient intake levels on blood biochemical markers of bone metabolism. (Korean J Community Nutrition 6(5) : 765~772, 2001)

KEY WORDS : postmenopause · osteocalcin · calcium · estradiol · testosterone.

서론

골다공증은 골량이 감소하는 병태로 최근 사회의 고령화와 동반하여, 중대한 문제로써 주목받고 있다. 우리나라의 주

채택일 : 2001년 11월 26일

*본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2000-0-220-007-3) 지원으로 수행되었음.

[†]Corresponding author : Haeng-Shin Lee, Department of Food Industry, Korea Health Industry Development Institute, 57-1 Noryangjin-Dong, Dongjak-Gu, Seoul 156-800, Korea
Tel : (02) 2194-7445, Fax : (02) 823-9542
E-mail : leehs@khidi.or.kr

요사망원인별 사망률추이를 살펴보면, 근골격계 및 결합조직 질환의 사망률이 인구 십만명 당 1989년 2.1명이었던 것이 1998년에 5.3명으로 증가하였으며, 이중 여자는 2.5명에서 7.5명으로 남자보다 증가율이 더 높다(통계청 1999). 또한 WHO의 보고(1999)에 의하면, 유럽에서는 매 30초마다 한 명씩은 골다공증에 의한 골절을 겪는다고 하였으며, 유럽과 미국에서는 골다공증성 골절에 의해 소비되는 의료비가 270억 달러에 이를 것이라고 추정하고 있다. 또한 미국에서는 골관련 질환의 중요성을 인식하고, 이미 국가의 지원 하에 National Health and Nutrition Examination Survey III(NHANES III)에서 전국적 규모의 역학

조사 및 연구가 진행 중에 있다(CDC 1998).

퇴행성골다공증을 일으키는 원인으로서는 골의 생리적 연령의 증가를 기초로, 유전적·체질적인 요인, 폐경, 다양한 호르몬의 대사이상, 영양문제, 생활양식 등의 다원적 요인을 들 수 있다(김숙희 1993; 이희자·최미자 1996; 이희자 등 1996).

특히 골밀도에 영향을 미치는 여러 요인 중에 영양소 및 식품의 섭취상태는 중요한 인자로 인식되고 있으며, 골다공증의 예방과 치료에 있어 영양소와의 상관성에 관한 연구는 비교적 많이 진행되어 왔다(Munger 등 1999; Calvo 1994; Dawson 등 1997; Vermeer 등 1995). 골다공증은 장기간에 걸친 골대사의 결과로 나타나며, 식이 중 특히 단백질과 칼슘이 중요한 인자로 연구되어 왔다(Lawrence & Smith 1989; Feskanich 등 1996; Johnston 등 1992; Matkovic 등 1989; Recker 등 1992). 그 외 비타민 D(홍희옥·유춘희 1994), 단백질(오주환 등 1997), 비타민 K(홍주영·조여원 1997; 홍주영 등 1999), 식염의 영향(최미자·조현주 1996) 등도 보고되고 있다.

이와같이 골밀도에 영향을 미치는 식이요인에 대한 분석 연구가 지속적으로 진행되는 가운데, 원인규명 연구를 바탕으로 한 칼슘, 홍화씨분말, 붕소, 비타민 D, 비타민 K의 보충실험도 이루어지고 있다(김은미 등 1999; 김희선·유춘희 1999; 전선민 등 1998; 정혜경 등 1996; 정혜경 등 1998; 홍주영·조여원 1999; 홍희옥 등 1994).

그러나 지금까지 대부분의 골다공증 연구는 영양소섭취를 비롯한 관련요인들과 골밀도 자체와의 상관관계를 알아내는 데 초점이 맞추어져 있었으며, 영양소 중에서도 주로 칼슘과 비타민 D의 섭취수준 및 이들의 보충실험을 통해 골밀도에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구에 치중되어 있었다.

따라서, 본 연구에서는 골밀도가 이미 저하되어있는 폐경 이후 여성의 특정영양소와 골밀도와의 관련성보다는 영양소섭취수준이 골형성 및 골흡수에 관여하는 골대사지표물질을 직접적으로 비교해 봄으로써, 폐경 이후 여성의 영양소섭취수준이 골대사지표물질과 어떠한 관련성이 있는지 알아보고자 하였다.

조사대상 및 방법

1. 조사대상 및 기간

2000년 9월, 전북 익산시에 거주하는 50~77세의 폐경 여성을 대상으로 본 연구에 협조적인 건강한 여성 56명을 선정하여 조사하였다.

2. 연구방법

1) 신체계측

조사대상자의 연령과 신장, 체중 등을 측정하였으며, 식습관, 운동, 흡연, 알콜 습관 등의 일반사항을 조사하였다.

2) 식품 및 영양 섭취조사

식이섭취조사는 조사원이 직접 인터뷰를 하면서 식기와 음식모형을 제시하여 3일간의 식이섭취를 회상법에 의해 조사하였다. 식이섭취조사 결과는 영양분석 프로그램 Canpro(한국영양학회 1998)와 식품성분표(한국농촌생활연구소 1996)의 데이터를 이용하여 일반 영양소 섭취량을 분석하였다.

3) 골밀도의 측정

조사대상자들의 연령 및 신장, 체중을 측정한 후, 이중에너지 방사선 골밀도 측정기(Dual energy X-ray absorptiometry; DEXA, Hologic, USA)를 이용하여 요추(lumbar spine, L1-L4)와 대퇴골의 대퇴경부(femoral neck), 대퇴전자부(trochanter), 와드삼각부(Ward's triangle)의 골밀도를 측정하였다. 요추의 골밀도로 표현되는 수치는 제 2 요추에서 제 4 요추까지의 골밀도의 평균을 사용하였다.

4) 혈액채취

12시간 공복 상태에서 해당일 아침에 정맥혈 20ml를 채취하고 상온에서 30분간 방치 후 2,500rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 다음 -70℃에서 냉동 보관하여 분석에 사용하였다.

5) 골대사 지표물질의 측정

혈청 오스테오칼신의 농도는 Competitive 법에 의하여 OSCA test osteocalcin kit.(Brahms, Germany)를 사용하여 γ -counter(COBRA 5010 Quantumn, USA)에서 활성을 측정하였다. 혈청 칼슘은 OCPC(O-Cresolphthalein complexone)와 알칼리 용액에서 보라색의 복합물을 형성하는 원리를 이용하여 자동생화학분석기(HITACHI 747, Japan)로 측정하였으며, 혈청 인은 H_2SO_4 환경에서 인 이온과 molybdate가 반응하여 phosphomolybdate 복합물을 생성하는 원리에 의해 Phos kit.(Boehringer mannheim)를 이용하여 자동생화학분석기(HITACHI 747, Japan)로 측정하였다. 혈청 에스트라디올(Estradiol)은 Competitive RIA kit(DPC; Diagnostic Products Co.)를 이용하여 γ -counter(Covra 5010 II, PACKARD사, USA)에서 activity를 측정하였고, 혈청 유리 테스토스테론의 농도도

RIA kit(DSL : Diagnostic System Laboratories Inc.)에 의해 Y-counter(COBRA 5010 Quantumn, USA)에서 활성을 측정하였다.

3. 통계처리

실험의 결과는 조사대상자의 영양소섭취수준에 따라, 각 영양소별로 한국인 영양권장량 대비 75% 미만, 75~125%, 125% 이상의 세 군으로 나누어 평균과 표준편차를 구하였고, 각 군의 평균간 차이는 SAS를 이용하여 ANOVA 실시 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 조사대상자들의 신체계측과 골밀도

조사대상자의 평균연령은 64.8 ± 7.7 세였으며, 이들의 신장과 체중은 151.1 ± 5.6 cm, 60.0 ± 8.5 kg으로 한국인 체위기준치(한국영양학회 2000)에서 제시한 65~74세 연령의 신장 및 체중(154cm 와 54kg)에 비해 키는 약간 작았으며, 상대적으로 체중은 높았다. 따라서 이로부터 산출한 BMI는 평균 26.2 ± 3.1 로 한국인의 체위기준치에서 제시하고 있는 22.8보다 높게 나타났다.

조사대상자의 골밀도(Bone Mineral Density : BMD) 측정 결과, 요추(L2-L4)는 0.86 ± 0.26 g/cm²이었으며, 대퇴경부가 0.60 ± 0.10 g/cm², 대퇴전자부는 0.49 ± 0.10 g/cm², 와드삼각부는 0.41 ± 0.14 g/cm²를 나타냈다(Table 1). 이와 같은 부위에 따른 골밀도의 차이는 이현주 · 이현옥(1999)

의 연구에서 60세 이상의 경우, 요추 > 대퇴경부 > 대퇴전자부 > 와드삼각부 순이었던 것과 동일하였으며, 외국의 경우에도 Mazess 등(1988)의 연구에서 70대 여성의 골밀도가 와드삼각부가 가장 낮았던 것과도 유사하였다.

WHO가 규정한 골다공증 기준을 적용하여 정상군($T \geq -1$), 골감소증군($-2.5 < T < -1$), 골다공증군($T \leq -2.5$)으로 구분한 결과, 와드삼각부는 전체 대상자 중 81.7%, 요추는 전체의 46.7%가 골다공증인 것으로 나타났다(Table 2). 이러한 결과는 일부 60세 이상의 여성을 대상으로 골밀도를 측정한 Lee(1999)의 연구에서 대상자의 46%가 요추와 대퇴골에서 골다공증에 해당하는 골밀도를

Table 1. Physical characteristics of subjects (n = 60)

Variable	Mean \pm SD
Age(years)	64.8 \pm 7.7
Height(cm)	151.1 \pm 5.6
Weight(kg)	60.0 \pm 8.5
BMI(kg/m ²) ¹⁾	26.2 \pm 3.1
BMD(g/m ²) ²⁾	
Lumbar spine(L2-L4)	0.86 \pm 0.26
Femoral neck	0.60 \pm 0.10
Trochanter	0.49 \pm 0.10
Ward's triangle	0.41 \pm 0.14
T-score	
Lumbar spine(L2-L4)	-2.01 \pm 1.54
Femoral neck	-2.91 \pm 1.03
Trochanter	-2.55 \pm 1.14
Ward's triangle	-3.53 \pm 1.24

1) BMI : Body Mass Index

2) BMD : Bone Mineral Density

Table 2. Status of bone health in postmenopausal women

n(%)

Status of bone health		Total (n = 60)	50 - 59 yrs (n = 20)	60 - 69 yrs (n = 21)	70 - 77 yrs (n = 19)	χ^2
Lumbar spine	Osteoporosis ¹⁾	28(46.7)	7(35.0)	7(33.3)	14(73.7)	$\chi^2 = 14.5291$ df = 4, p < 0.0058
	Osteopenia	20(33.3)	6(30.0)	12(57.1)	2(10.5)	
	Normal	12(20.0)	7(35.0)	2(9.5)	3(15.8)	
Femoral neck	Osteoporosis	41(68.3)	8(40.0)	16(76.2)	17(89.5)	$\chi^2 = 13.3737$ df = 4, p < 0.0096
	Osteopenia	17(28.3)	10(50.0)	5(23.8)	2(10.5)	
	Normal	2(3.3)	2(10.0)	0(0.0)	0(0.0)	
Intratrochanter	Osteoporosis	20(33.3)	4(20.0)	5(23.8)	11(57.9)	$\chi^2 = 17.2231$ df = 4, p < 0.0017
	Osteopenia	30(50.0)	8(40.0)	14(66.7)	8(42.1)	
	Normal	10(16.7)	8(40.0)	2(9.5)	0(0.0)	
Trochanter	Osteoporosis	33(55.0)	6(30.0)	12(57.1)	15(79.0)	$\chi^2 = 14.5737$ df = 4, p < 0.0057
	Osteopenia	23(38.3)	10(50.0)	9(42.9)	4(21.0)	
	Normal	4(6.7)	4(20.0)	0(0.0)	0(0.0)	
Ward's triangle	Osteoporosis	49(81.7)	13(65.0)	17(81.0)	19(100)	$\chi^2 = 8.8350$ df = 4, p < 0.0654
	Osteopenia	10(16.7)	6(30.0)	4(19.0)	0(0.0)	
	Normal	1(1.7)	1(5.0)	0(0.0)	0(0.0)	

1) Osetoporosis : T-score ≤ -2.5 , Osteopenia : $-2.5 < T\text{-score} \leq -1$, Normal : $-1 < T\text{-score}$

2) Significance by χ^2 -test

보였고, 정상 골밀도를 가진 여성은 9%에 불과한 것과 더불어 우리 나라 노인의 골다공증 발병률에 대한 심각성을 보여주었다.

2. 영양소섭취와 골밀도와의 관련성

조사대상자들의 영양소섭취량을 권장량과 비교하여 보면 (Table 3), 리보플라빈이 71.1%로 가장 낮은 섭취수준을 보였으며, 칼슘이 85.1%, 에너지가 87.6%로 권장량에 못 미치는 수준을 섭취하였다. 이는 1998년 국민건강·영양조사(보건복지부 1999)에서 65세 이상에서 칼슘과 리보플라빈이 56.8%와 55.2%로 다른 영양소에 비해 가장 낮은 섭취비율을 보인 것과 비슷하였다.

조사대상자의 영양소 섭취상태를 한국인 영양권장량대비 75%미만, 75~125%, 125%이상으로 구분하여 파악한 결과(Table 4), 전체 조사대상자의 64.3%가 권장량의 75% 미만을 섭취하는 리보플라빈이 가장 심각하였으며, 칼슘과 에너지도 각각 41.1%와 32.1%의 조사대상자가 권장량의 75%미만을 섭취하고 있었다. 또한 전체적인 평균 섭취량은

권장량의 100%가 넘어 양호한 섭취수준을 보인다 할지라도 비타민 A와 철, 티아민의 경우는 각각 조사대상자의 25%와 23.2%, 19.6%가 권장량의 75%미만을 섭취하여 양극화된 섭취양상을 보였다.

영양소섭취수준에 따른 골밀도를 비교한 결과(Table 5), 요추와 대퇴전자부, 와드삼각부의 골밀도는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 단백질을 권장량의 75% 미만 섭취하는 조사대상자의 대퇴경부 골밀도가 $0.51 \pm 0.07\text{g/cm}^2$ 로, 단백질 권장량의 75~125%를 섭취하는 군의 대퇴경부 골밀도가 $0.61 \pm 0.10\text{g/cm}^2$ 를 나타낸 것에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 이는 이현주·이현옥(1999)이 40세 이상 폐경 여성 216명을 대상으로 한 연구에서도 단백질 섭취량과 대퇴경부, 와드삼각부의 골밀도가 유의적인 양의 상관관계를 나타냈고, 이희자·최미자(1996)의 연구에서도 50~67세의 요추

Table 3. Daily nutrient intakes and the Percentage of Recommended Daily Allowances(RDA) for Koreans of subjects

Nutrients	Intake	RDA% ¹⁾
Energy(kcal)	1558.9 ± 428.6	87.6 ± 24.1
Protein(g)	68.5 ± 28.1	124.6 ± 51.1
Vitamin A(RE)	885.4 ± 555.2	126.5 ± 79.3
Vitamin C(mg)	96.6 ± 39.5	138.1 ± 56.5
Thiamin(mg)	1.09 ± 0.48	108.5 ± 47.6
Riboflavin(mg)	0.85 ± 0.35	71.1 ± 29.0
Niacin(mg)	15.2 ± 7.22	117.1 ± 55.5
Calcium(mg)	595.7 ± 248.5	85.1 ± 35.5
Phosphorus(mg)	1094.9 ± 397.0	156.4 ± 56.7
Iron(mg)	12.1 ± 4.0	100.9 ± 33.6

1) Percentage of Recommended Daily Allowances(RDA) for Koreans

Table 4. Distribution of subjects by nutrient intake levels classified by the percentage of Recommended Daily Allowances(RDA) for Koreans

Nutrients	Nutrient intake level ¹⁾		
	Low N(%)	Adequate N(%)	High N(%)
Energy	18(32.1)	36(64.3)	2(3.6)
Protein	4(7.1)	31(55.4)	21(37.5)
Vitamin A	14(25.0)	16(28.6)	26(46.4)
Vitamin C	4(7.1)	23(41.1)	29(51.8)
Thiamin	11(19.6)	30(53.6)	15(26.8)
Riboflavin	36(64.3)	17(30.4)	3(5.4)
Niacin	10(17.9)	29(51.8)	17(30.4)
Calcium	23(41.1)	27(48.2)	6(10.7)
Phosphorus	0(0.0)	19(33.9)	37(66.1)
Iron	13(23.2)	30(53.6)	13(23.2)

1) low : <75% RDA, 75% RDA ≤ adequate < 125% RDA, high ≥ 125% RDA

Table 5. Comparison of bone mineral density and T-score of femoral neck by nutrient intake levels

(unit : g/cm³)

Nutrients	Nutrient intake level ¹⁾					
	Low		Adequate		High	
	BMD	(T-score)	BMD	(T-score)	BMD	(T-score)
Energy	0.60 ± 0.11	(-2.90 ± 1.13) ²⁾	0.60 ± 0.10	(-2.93 ± 1.01)	0.55 ± 0.03	(-3.49 ± 0.29)
Protein	0.51 ± 0.07	(-3.80 ± 0.74) ³⁾	0.61 ± 0.10	(-2.81 ± 1.04) ^{a)}	0.60 ± 0.10	(-2.95 ± 1.02) ^{ab)}
Vitamin A	0.58 ± 0.11	(-3.14 ± 1.06)	0.60 ± 0.10	(-2.93 ± 1.04)	0.61 ± 0.10	(-2.83 ± 1.03)
Vitamin C	0.58 ± 0.09	(-3.17 ± 0.86)	0.59 ± 0.09	(-3.08 ± 0.94)	0.61 ± 0.11	(-2.80 ± 1.12)
Thiamin	0.58 ± 0.09	(-3.19 ± 0.93)	0.62 ± 0.11	(-2.77 ± 1.1.)	0.58 ± 0.09	(-3.11 ± 0.94)
Riboflavin	0.61 ± 0.11	(-2.86 ± 1.10)	0.58 ± 0.09	(-3.14 ± 0.89)	0.61 ± 0.11	(-2.87 ± 1.08)
Niacin	0.58 ± 0.08	(-3.18 ± 0.77)	0.61 ± 0.11	(-2.82 ± 1.06)	0.59 ± 0.11	(-3.02 ± 1.13)
Calcium	0.62 ± 0.12	(-2.74 ± 1.16)	0.58 ± 0.09	(-3.14 ± 0.94)	0.61 ± 0.08	(-2.81 ± 0.82)
Phosphorus		-	0.61 ± 0.11	(-2.86 ± 1.12)	0.60 ± 0.10	(-2.99 ± 0.99)
Iron	0.58 ± 0.09	(-3.10 ± 0.88)	0.62 ± 0.12	(-2.77 ± 1.19)	0.57 ± 0.07	(-3.20 ± 0.68)

1) low : <75% RDA, 75% RDA ≤ adequate < 125% RDA, high ≥ 125% RDA

2) Mean ± SD

3) Values in a row with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test($p < 0.05$)

골밀도가 열량, 탄수화물, 단백질, 지방, 칼슘, 철, 티아민, 나이아신과 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다고 한 결과와도 비슷한 경향을 보였다. 따라서 단백질 섭취가 성장기에 있어 최대골질량의 형성과 유지 뿐만 아니라(Lawrence & Smith 1989), 노인에게 있어 골격 건강을 유지하는데 중요한 요인인 것으로 보여진다.

3. 영양소 섭취기준과 골대사지표와의 관련성

본 조사대상자들의 각 영양소별 권장량 대비 섭취비율과 골형성과 골흡수에 관여하는 생화학적 지표인 혈청의 오스테오칼신, 칼슘, 인, 에스트라디올 및 유리 테스토스테론과의 상관관계를 분석하였다. 그 결과, 통계적인 유의성은 없었으나 혈청 오스테오칼신은 에너지를 비롯한 모든 영양소와 음의 상관관계를 보였으며, 혈청 칼슘은 모든 영양소에서 양의 상관관계를 나타내 혈청 오스테오칼신과 혈청 칼슘이 영양소섭취와 가장 밀접한 관련성을 보여주었다(Table 6).

이와같이 영양소 섭취량에 따라 혈청 오스테오칼신과 혈청 칼슘이 일정한 상관성을 나타냄에 따라, 조사대상자의 영양소 섭취수준을 한국인의 영양권장량 대비 75% 미만, 75~125%, 125% 이상을 섭취하는 세 군으로 구분하여 혈청의 오스테오칼신, 칼슘과 인, 성호르몬(에스트라디올과 유리 테스토스테론)과의 관련성을 분석하였다.

1) 혈청 오스테오칼신

골형성이 촉진된 경우 혈청 오스테오칼신은 증가하나, 골흡수가 촉진된 경우에도 혈청 오스테오칼신이 혈액에 유출되어 증가한다. 따라서, 혈청 오스테오칼신은 골형성과 골흡수 양쪽의 지표이면서 골대사 회전 지표로서 이용되고 있다(岡野一年 2000). 본 조사대상자의 혈청 오스테오칼신은 평균 12.68 ± 5.25ng/ml이었는데, 정윤석 등(1995)이 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구에서 오스테오칼신의 평균이 22.4ng/ml이었던 것보다는 낮았으나, 홍주영 등(1999)

의 폐경 후 여성이 평균 12.1ng/ml인 것과는 비슷하였다. 이는 정기옥 등(1999)이 평균 연령이 45.8세인 폐경 전 여성을 대상으로 측정한 오스테오칼신이 6.1ng/ml인 것과 송정자 등(2001)이 평균연령 33.6세 여성을 대상으로 측정한 7.03ng/ml 보다는 높은 것으로 나타남에 따라 폐경 후에 혈청 오스테오칼신이 증가되었음을 보여주었다.

혈청 오스테오칼신 농도를 영양소섭취수준에 따라 비교해 보면(Table 7), 에너지의 경우 권장량의 75%미만을 섭취하는 군의 혈청 오스테오칼신 농도가 13.90 ± 4.20ng/ml로 권장량의 125% 이상을 섭취하는 군이 6.03 ± 0.57ng/ml인 것에 비해 유의적으로 높았다(p < 0.05). 또한 리보플라빈에서도 권장량의 75%미만 섭취군의 혈청 오스테오칼신 농도가 13.44 ± 4.99ng/ml로 권장량의 125%이상을 섭취하는 군이 7.53 ± 2.17ng/ml인 것 보다 유의적으로 높았다(p < 0.05). 그 외에 다른 영양소에서도 유의적이지는 않으나 영양소섭취수준이 낮은 군에서 혈청 오스테오칼신의 농도가 높게 나타나, 영양소 섭취와 혈청 오스테오칼신과의 관련가능성을 보여주었다.

2) 혈청 칼슘과 인

본 조사대상자의 혈청 칼슘과 인은 각각 8.55 ± 0.90mg/dl과 3.74 ± 0.47mg/dl로 칼슘과 인의 정상범위인 0.5~11.0mg/dl 와 2.5~4.5mg/dl에 속하였으며(곽성규 등 1997), 최은진 · 이현옥(1996)이 일부 농촌지역 폐경 여성을 대상으로 한 연구에서 혈청 칼슘과 인이 각각 9.28mg/dl와 3.43mg/dl 인 것과 비슷한 수준이었다. 반면 고령자는 영양섭취의 저하 등으로 혈청 단백질 특히 알부민분화가 저하되기 때문에, 혈청 칼슘농도가 저하될 가능성이 있는데(岡野一年

Table 7. Comparison of serum osteocalcin concentration by nutrient intake levels (unit : ng/ml)

Nutrients	Nutrient intake level ¹⁾		
	Low	Adequate	High
Energy	13.90 ± 4.20 ^a	12.43 ± 5.61 ^{ab}	6.30 ± 0.57 ^b
Protein	13.50 ± 1.90 ²⁾	12.77 ± 4.89	12.39 ± 6.25
Vitamin A	11.97 ± 3.36	11.77 ± 5.63	13.63 ± 5.82
Vitamin C	12.55 ± 5.48	12.17 ± 4.42	13.11 ± 5.92
Thiamin	12.39 ± 5.39	13.80 ± 4.54	10.65 ± 6.13
Riboflavin	13.44 ± 4.99 ³⁾	11.98 ± 5.73 ^{ab}	7.53 ± 2.17 ^b
Niacin	15.36 ± 3.87	12.17 ± 5.56	11.99 ± 5.16
Calcium	13.08 ± 5.25	12.68 ± 5.65	11.15 ± 3.43
Phosphorus	-	12.17 ± 4.55	12.95 ± 5.61
Iron	13.24 ± 2.94	13.06 ± 6.15	11.26 ± 4.82

1) low : <75% RDA, 75% RDA ≤ adequate < 125% RDA, high ≥ 125% RDA

2) Mean ± SD

3) Values in a row with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test(p < 0.05)

Table 6. Correlation coefficients between the percentage of Recommended Daily Allowances(RDA) for Koreans and serum biomarkers in postmenopausal women

Nutrients	Osteocalcin	Calcium	Phosphorus	Estradiol	Testosterone
Energy	-0.134 ¹⁾	0.043	-0.040	-0.148	-0.052
Protein	-0.114	0.073	-0.016	-0.010	0.053
Vitamin A	-0.060	0.006	-0.144	0.114	0.058
Vitamin C	-0.030	0.002	0.007	-0.162	0.093
Thiamin	-0.135	0.178	0.066	-0.010	-0.050
Riboflavin	-0.112	0.056	-0.127	0.001	0.119
Niacin	-0.178	0.157	-0.067	-0.094	0.009
Calcium	-0.116	0.036	-0.001	-0.123	0.200
Phosphorus	-0.124	0.133	-0.005	-0.141	0.053
Iron	-0.156	0.022	-0.073	-0.051	0.108

1) Pearson's correlation coefficients

2000), 본 연구결과에서도(Table 8), 단백질 섭취수준이 권장량의 75%인 군의 혈청 칼슘농도가 $7.73 \pm 1.15\text{mg/dl}$ 로, 75~125% 섭취군과 125% 이상 섭취군이 각각 $8.60 \pm 0.79\text{mg/dl}$ 와 $8.64 \pm 0.96\text{mg/dl}$ 인 것에 비해 유의적으로 낮은 것으로 나타나($p < 0.05$), 혈청칼슘이 단백질 섭취수준에 영향을 받고 있음으로 보여주었다. 또한 티아민에서도 권장량의 75%미만을 섭취하는 군에서 유의적으로 낮은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 그러나 혈청 인의 경우는 영양소섭취수준에 따라 특별한 농도차이를 보이지는 않았다(Table 9).

3) 혈청 성호르몬

본 조사대상자의 혈청 에스트라디올의 농도는 $14.80 \pm 57.24\text{pg/ml}$ 로 나타났는데, 이는 한인권 등(1989)의 연구에서 대조군의 에스트라디올의 농도는 126.7pg/ml 이었으며, 폐경 후 여성의 평균 수준은 36.3pg/ml 이었던 것과 최

은진·이현옥(1996)의 연구에서 폐경 후 5년 미만인 군이 $7.25 \pm 49\text{pg/dl}$ 이고 폐경 후 10년인 군이 $4.85 \pm 2.2\text{pg/dl}$ 인 것에 비하면 본 조사 대상자의 에스트라디올의 농도는 매우 낮은 편이었으며, 영양소섭취수준에 따른 특별한 경향은 보이지 않았다(Table 10).

테스토스테론의 경우, Baran 등(1978)이 성선기능저하증 환자에게 테스토스테론을 투여한 결과 골밀도가 정상화되었음을 보고한 바 있으며, 남성 뿐만 아니라 여성에서도 남성호르몬이 골밀도를 유지하는데 관여하는 것으로 알려져 있다(Dixon 등 1989). 본 조사대상자들의 혈청 유리 테스토스테론의 농도는 $0.41 \pm 0.34\text{pg/ml}$ 을 나타냈는데, 이는 원영준 등(1997)이 폐경 여성 67명을 대상으로 한 연구에서 골밀도가 정상인 28명의 혈청 유리 테스토스테론 농도가 $0.69 \pm 0.18\text{pg/ml}$ 를 나타낸 것에 비하면 낮은 것으로 나타났다.

Table 8. Comparison of serum calcium concentration by nutrient intake levels (unit : mg/dl)

Nutrients	Nutrient intake level ¹⁾		
	Low	Adequate	High
Energy	$8.28 \pm 0.84^{2)}$	8.68 ± 0.92	8.80 ± 0.85
Protein	$7.73 \pm 1.15^{b3)}$	8.60 ± 0.79^a	8.64 ± 0.96^a
Vitamin A	8.28 ± 0.94	8.79 ± 0.91	8.57 ± 0.86
Vitamin C	9.15 ± 0.51	8.53 ± 0.79	8.49 ± 1.00
Thiamin	8.15 ± 0.62^b	8.50 ± 0.96^{ab}	8.93 ± 0.82^a
Riboflavin	8.47 ± 0.91	8.69 ± 0.93	8.70 ± 0.62
Niacin	8.60 ± 0.68	8.40 ± 0.93	8.78 ± 0.94
Calcium	8.53 ± 1.00	8.57 ± 0.91	8.58 ± 0.35
Phosphorus	-	8.46 ± 1.03	8.60 ± 0.84
Iron	8.45 ± 0.95	8.64 ± 1.00	8.45 ± 0.54

1) low : <75% RDA, 75% RDA ≤ adequate < 125% RDA, high ≥ 125% RDA
 2) Mean ± SD
 3) Values in a row with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test($p < 0.05$)

Table 9. Comparison of serum phosphorus concentration by nutrient intake levels (unit : ng/ml)

Nutrients	Nutrient intake level		
	Low	Adequate	High
Energy	$3.42 \pm 0.43^{1)}$	3.36 ± 0.50	3.20 ± 0.42
Protein	3.10 ± 0.41	3.40 ± 0.44	3.39 ± 0.52
Vitamin A	3.40 ± 0.60	3.36 ± 0.51	3.37 ± 0.38
Vitamin C	3.65 ± 0.59	3.31 ± 0.52	3.38 ± 0.41
Thiamin	3.39 ± 0.47	3.32 ± 0.51	3.45 ± 0.40
Riboflavin	3.40 ± 0.45	3.35 ± 0.53	3.10 ± 0.35
Niacin	3.51 ± 0.36	3.37 ± 0.55	3.29 ± 0.37
Calcium	3.31 ± 0.53	3.43 ± 0.45	3.33 ± 0.34
Phosphorus	-	3.39 ± 0.47	3.36 ± 0.47
Iron	3.34 ± 0.42	3.46 ± 0.52	3.19 ± 0.35

1) Mean ± SD

Table 10. Comparison of serum estrogen concentration by nutrient intake levels (unit : pg/ml)

Nutrients	Nutrient intake level ¹⁾		
	Low	Adequate	High
Energy	$8.48 \pm 12.04^{2)}$	6.27 ± 8.78	7.08 ± 2.40
Protein	4.24 ± 1.58	8.69 ± 12.38	4.83 ± 2.93
Vitamin A	6.39 ± 6.93	5.54 ± 3.75	8.38 ± 13.27
Vitamin C	14.74 ± 22.59	6.40 ± 6.33	6.33 ± 8.86
Thiamin	4.93 ± 2.17	7.32 ± 9.74	8.10 ± 13.22
Riboflavin	6.96 ± 8.90	7.51 ± 12.86	6.23 ± 3.20
Niacin	4.08 ± 1.32	9.29 ± 13.09	4.90 ± 2.65
Calcium	10.21 ± 14.40	4.45 ± 2.12	6.23 ± 3.36
Phosphorus	-	8.05 ± 11.68	6.49 ± 8.66
Iron	7.27 ± 7.48	7.93 ± 12.31	4.74 ± 2.63

1) low : <75% RDA, 75% RDA ≤ adequate < 125% RDA, high ≥ 125% RDA
 2) Mean ± SD

Table 11. Comparison of serum free testosterone concentration by nutrient intake levels (unit : pg/ml)

Nutrients	Nutrient intake level ¹⁾		
	Low	Adequate	High
Energy	$0.40 \pm 0.36^{2)}$	0.41 ± 0.32	0.45 ± 0.78
Protein	$0.11 \pm 0.42^{b3)}$	0.46 ± 0.29^a	0.38 ± 0.39^{ab}
Vitamin A	0.36 ± 0.39	0.37 ± 0.35	0.45 ± 0.32
Vitamin C	0.28 ± 0.36	0.41 ± 0.35	0.42 ± 0.35
Thiamin	0.45 ± 0.40	0.38 ± 0.30	0.42 ± 0.40
Riboflavin	0.39 ± 0.35	0.44 ± 0.31	0.36 ± 0.57
Niacin	0.35 ± 0.34	0.44 ± 0.33	0.38 ± 0.39
Calcium	0.35 ± 0.33^b	0.39 ± 0.34^b	0.69 ± 0.34^a
Phosphorus	-	0.37 ± 0.33	0.42 ± 0.35
Iron	0.36 ± 0.33	0.39 ± 0.33	0.48 ± 0.41

1) low : <75% RDA, 75% RDA ≤ adequate < 125% RDA, high ≥ 125% RDA
 2) Mean ± SD
 3) Values in a row with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test($p < 0.05$)

영양소 섭취수준에 따라 혈청 유리 테스토스테론의 농도를 비교해 보면(Table 11), 단백질을 권장량의 75%미만을 섭취하는 군의 혈청 유리 테스토스테론 농도가 $0.11 \pm 0.42\text{pg/ml}$ 로, 75%~125%를 섭취하는 군이 $0.46 \pm 0.29\text{pg/ml}$ 인 것에 비해 유의적으로 낮았으며($p < 0.05$), 칼슘섭취에서도 권장량의 75%미만군과 권장량의 75~125%인 군의 혈청 유리 테스토스테론의 농도가 각각 $0.35 \pm 0.33\text{pg/ml}$ 과 $0.39 \pm 0.34\text{pg/ml}$ 으로 권장량의 125% 이상을 섭취한 군의 혈청 유리 테스토스테론 농도가 $0.69 \pm 0.34\text{pg/ml}$ 을 나타낸 것에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 이와같이 혈청 유리 테스토스테론이 골밀도와 관련성을 보인 것(Baran 등 1978 ; Dixon 등 1989 ; 원영준 등 1997)과 마찬가지로 단백질과 칼슘의 영양소 섭취수준에 따라서도 영향을 받는 것으로 사료된다.

요약 및 결론

영양소 섭취수준과 골대사지표와의 관련성을 알아보고자 50~77세의 폐경 여성 56명을 대상으로 이들의 영양소 섭취량을 한국인 영양권장량 대비 75% 미만을 섭취하는 군과 75~125% 섭취군, 125% 이상을 섭취하는 군으로 구분하여, 영양소 섭취수준에 따른 골대사지표물질인 혈청의 오스테오칼신, 칼슘, 인, 에스트라디올, 유리 테스토스테론의 농도를 비교하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 본 조사대상자의 골밀도(Bone Mineral Density : BMD) 측정 결과, 요추(L2-L4)는 $0.86 \pm 0.26\text{g/cm}^2$ 이었으며, 대퇴경부가 $0.60 \pm 0.10\text{g/cm}^2$, 대퇴전자부는 $0.49 \pm 0.10\text{g/cm}^2$, 와드삼각부는 $0.41 \pm 0.14\text{g/cm}^2$ 를 나타냈다.

2) 본 조사대상자를 정상군($T\text{값} \geq -1$), 골감소증군($-2.5 < T\text{값} < -1$), 골다공증군($T\text{값} \leq -2.5$)으로 구분한 결과, 와드삼각부는 전체 대상자 중 81.7%, 요추는 전체의 46.7%가 골다공증인 것으로 나타났다.

3) 영양소 섭취수준에 따른 골밀도를 비교한 결과, 단백질의 경우 권장량의 75% 미만 섭취하는 조사대상자의 대퇴경부 골밀도가 권장량의 75~125%를 섭취하는 군의 대퇴경부 골밀도에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$).

4) 혈청 오스테오칼신 농도는 에너지, 단백질, 비타민 A, 비타민 C, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 칼슘, 인, 철의 영양소섭취량과 유의적이진 않았지만 모두 양의 상관관계를 보였으며, 반면 혈청 칼슘은 각 영양소섭취량과 모두 음의 상관관계를 나타내는 일관적인 연관성을 보였다.

5) 영양소섭취수준에 따른 혈청 오스테오칼신 농도를 비

교해 보면, 에너지의 경우 권장량의 75%미만을 섭취하는 군의 혈청 오스테오칼신 농도가 권장량의 125% 이상을 섭취하는 군에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 또한 리보플라빈에서도 권장량의 75%미만 섭취군의 혈청 오스테오칼신의 농도가 권장량의 125%이상을 섭취하는 군보다 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$).

6) 영양소 섭취수준에 따른 혈청 칼슘농도는 단백질 섭취수준이 권장량의 75%인 군의 혈청 칼슘농도가 75~125% 섭취군과 125% 이상 섭취군에 비해 유의적으로 낮았으며($p < 0.05$), 티아민에서도 권장량의 75%미만을 섭취하는 군에서 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$).

7) 영양소 섭취수준에 따른 성호르몬의 농도를 비교한 결과, 혈청 에스트라디올의 경우는 특별한 경향을 나타내지 않았으나, 혈청 유리 테스토스테론에서는 단백질을 권장량의 75%미만을 섭취하는 군의 혈청 유리 테스토스테론 농도가 75~125%를 섭취하는 군에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 칼슘섭취에서도 권장량의 75%미만군과 권장량의 75~125%인 군의 혈청 유리 테스토스테론의 농도가 권장량의 125% 이상을 섭취한 군의 혈청 유리 테스토스테론 농도보다 유의적으로 낮았다($p < 0.05$).

이와 같이 이미 골밀도가 상당히 저하되어 있는 폐경 후 여성에게서 영양소 섭취수준에 따라 골대사 지표물질의 농도에도 차이를 보였으며, 특히 단백질의 섭취수준이 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 영양소섭취수준과 골대사 지표물질과의 관련 가능성을 시사해 주고 있으며, 폐경 이후 여성 중에서도 특히 영양불량인 여성의 적절한 영양섭취가 골흡수를 지연시키고, 골밀도 저하를 예방하는데 매우 중요한 요인임을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- 곽성규 · 민병욱 · 윤인국 · 이명환 · 정영주(1997) : 기초병리학, 정문각
 김은미 · 이연숙 · 장유경(1999) : 성장기 동안 고칼슘 식이를 섭취한
 흰쥐의 골격대사에 난소절제 및 칼슘 섭취수준이 미치는 영향.
한국영양학회지 32(2) : 150-157
 김숙희(1993) : 한국인의 Ca 영양과 골다공증. *한국영양학회지* 26(2)
 : 203-212
 김희선 · 유춘희(1999) : Ca 보충이 폐경이후 여성의 지질, Na, K 대
 사 및 혈압에 미치는 영향. *한국영양학회지* 32(1) : 30-39
 보건복지부(1999) : 1998년 국민건강 · 영양조사
 송정자 · 백수경 · 이행신 · 김미현 · 최선혜 · 이소연 · 이다홍(2001)
 : 우리나라 일부 폐경 전 · 후 여성의 골밀도와 그에 영향을 미
 치는 체형 및 식이인자에 관한 연구. *한국식품영양과학회지* 30
 (1) : 159-167
 오주환 · 송명희 · 이연숙(1997) : 골다공증 모델 흰쥐에서 고수준의
 단백질과 칼슘 섭취가 칼슘 섭취가 칼슘대사 및 신장기능에 미

- 치는 영향. *한국영양학회지* 30(6) : 605-613
- 원영준 · 임승길 · 권석호 · 차봉수 · 남수연 · 이지현 · 송영득 · 김경래 · 이현철 · 허갑범 · 정봉철(1997) : 폐경 후 여성에서 요중 안드로젠 대사물과 골밀도와의 상관관계. *대한내분비학회지* 12(3) : 450-462
- 이현주 · 이현옥(1999) : 폐경 여성의 골밀도 상태와 이에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. *한국영양학회지* 32(2) : 197-203
- 이희자 · 최미자(1996) : 한국여성의 연령별 골밀도와 그에 미치는 영향인자에 관한 연구(I) - 골밀도와 영양소 섭취 및 에너지 소비량의 관계(대구지역을 중심으로). *한국영양학회지* 29 : 622-633
- 이희자 · 최미자 · 이인규(1996) : 한국여성의 연령별 골밀도와 그에 미치는 영향인자에 관한 연구(II) - 골밀도와 신체측정치 및 체조성과의 관계(대구지역을 중심으로). *한국영양학회지* 29 : 778-787
- 전선민 · 김준한 · 이희자 · 이인규 · 문광덕 · 최명숙(1998) : 한국산 홍화씨 분말 보충식의 급여가 골절된 흰쥐의 골대사지표에 미치는 영향. *한국영양학회지* 31(6) : 1049-1056
- 정기욱 · 김미란 · 류순원 · 권동진 · 김진홍 · 임용택 · 이진우(1999) : 폐경 전, 후 여성에 있어서 골밀도 예측을 위한 골대사 표지물질의 의미. *대한폐경학회지* 5(1) : 55-63
- 정윤석 · 송민경 · 박덕배 · 김현만 · 임영애 · 광연식 · 이득주(1995) : 폐경기 여성에서 생화학적 골대사지표 검사의 비교. *대한골대사학회지* 별책 2(2) : 120-126
- 정혜경 · 장남수 · 이현숙 · 장영은(1996) : 칼슘 급원의 종류가 흰쥐의 체내 칼슘 및 골격대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 29(5) : 480-488
- 정혜경 · 이현숙 · 김종연 · 김종여(1998) : 성장기 흰쥐에서 붕소의 보충이 체내 칼슘 및 골격대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 31(6) : 1039-1048
- 최미자 · 조현주(1996) : 저칼슘 식이 섭취시 식염 첨가가 흰쥐의 골격대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 29(10) : 1096-1104
- 최은진 · 이현옥(1996) : 일부 농촌지역 폐경 여성의 골격상태에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. *한국영양학회지* 29(3) : 1013-1020
- 통계청(1999) : 1998 사망원인 통계연보
- 한국농촌생활연구소(1996) : 식품성분표, 제 5 개정판
- 한국영양학회(1998) : 영양분석 프로그램, Can-pro
- 한국영양학회(2000) : 한국인 영양권장량
- 한인권 · 박원근 · 최용환 · 신현호 · 김선우(1989) : 한국인 갱년기 여성의 골밀도 및 호르몬 변화에 관한 연구. *대한내분비학회지* 4(1) : 21-28
- 홍주영 · 조여원(1997) : 폐경여성에서 비타민 K 섭취와 골밀도와의 상관관계(1) - 식이편. *한국영양학회지* 30(3) : 299-306
- 홍주영 · 조여원 · 백진영 · 조항준 · 송유봉(1999) : 폐경 후 여성에서 비타민 K와 골대사와의 상관성에 관한 연구. *한국영양학회지* 32(3) : 287-295
- 홍주영 · 조여원(1999) : 폐경 후 여성에서 비타민 K 보충이 혈중 오스테오칼신의 카복시화에 미치는 영향. *한국영양학회지* 32(6) : 726-731
- 홍희옥 · 유춘희(1994) : Ca과 vitamin D 보충이 폐경 이후 여성의 뼈대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 27 : 1025-1036
- 岡野一年(2000) : 골다공증 - 원인부터 치료 · 관리까지. 도서출판 서광
- Baran DT, Bergfeld MA, Teitelbaum SL, Avioli LV(1978) : Effect of testosterone therapy on bone formation in an osteoporotic hypogonada male. *Calcif Tissue Res* 26(2) : 103-106
- Calvo MS(1994) : The effects of high phosphorus intake on calcium homeostasis. *Adv Nutr Res* 9 : 183-207
- CDC(1998) : Osteoporosis Among Estrogen-Deficient Women-United States, 1988-1994. Morbidity and Mortality Weekly Report
- Dawson HB(1997) : Effect of calcium and vitamin D supplementaion on bone density in men and women 65 years of age or older. *N Engl Med* 337 : 670-677
- Dixon JE, Rodin A, Murby B, Chapman MG, Forgelaman I(1989) : Bone mass in hirsute women with androgen excess. *Clin Endocrinol* 30(3) : 271-277
- Feskanich D, Willett WC, Stampfer MJ, Colditz GA(1996) : Protein consumption and bone fractures in women. *Am J Epidemiol* 143(5) : 472-479
- Johnston CC, Miller JZ, Slemenda CW(1992) : Calcium supplementation and increase in bone mineral density in children. *N Engl J Med* 327(2) : 82-87
- Lawrence GR, Smith JA(1989) : Pathogenesis, prevention and treatment of osteoporosis. *Ann Rev Med* 40 : 251-167
- Lee Liha(1999) : Implications of dietary factors to bone health in Korean elderly people. 8th Asain Congress of Nutrition. Proceedings s9-5, 226 Seoul, Korea
- Matkovic V, Kostical K, Simonovic I, Buzina R, Brodarec A, Nordin BEC(1989) : Bone statues and fracture rats in two regions on Yugoslavia. *Am J Clin Nutr* 32 : 540-549
- Mazess RB, Barden H, Ettinger M, Shultz E(1988) : Bone density of the radius, spine, and proximal femur in osteoporosis. *J Bone Miner Res* 3(1) : 13-18
- Munger RG, Cerhan JR, Chiu BCH(1999) : Prospective study of protein intake and risk of hip fracture in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 69(1) : 147-152
- Recker RR, Davies KM, Hinders S(1992) : Bone gain in young adult women. *JAMA* 268(17) : 2403-2408
- Vermeer C, Jie KSG, Knapen MHJ(1995) : Role of vitamin K in bone metabolism. *Annu Rev Nut* 15 : 1-22
- WHO(1999) : Osteoporosis : Both Health Organizations and individuals must act now to avoid an impending epidemic. Press Release