

폐경여성에서 비타민 K 섭취와 골밀도와의 상관관계(I) : 식이편

홍 주 영* · 조 여 원

경희대학교 식품영양학과, 경희분당차병원 영양연구소*

Correlation of Dietary Vitamin K Intakes and Bone Mineral Density in Postmenopausal Women

Hong, Ju Young* · Choue, Ryowon

Division of Nutrition Research,* Kyung Hee Bundang CHA Hospital, Seoul, Korea
Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul, Korea

ABSTRACT

Vitamin K takes part in both blood coagulation and bone metabolism via the carboxylation of glutamate residues. This study was performed to examine the relationship between dietary phyloquinone intake and bone mineral density(BMD) among postmenopausal Korean women (n=70, age=56). The bone mineral density of the lumbar spine and femoral neck were measured by dual X-ray absorptiometry(DEXA). Daily intakes of phyloquinone and calcium were assessed using a food frequency questionnaire. As a results, body weight, height and body mass index were not correlated with BMD. However, the number of years since monopause and daily intakes of calcium were significantly correlated with BMD. Although daily intakes of phyloquinone were not correlated with the BMD, women with relatively high BMD consumed more phyloquinone than those with lower BMD. The average daily phyloquinone and calcium intakes of the 70 postmenopausal women were 725.8µg/day, ten times more than the American RDA and 406.7mg/day, 1/2 of the American RDA for those nutrients, respectively. The major food sources for phyloquinone were seaweed, spinach and kale, whereas the food sources of calcium were milk, sardines, and yogrut. Further studies are needed to clarify the effects of dietary phyloquinone on its serum levels and BMD. (*Korean J Nutrition* 30(3) : 299~306, 1997)

KEY WORDS : bone mineral density · vitamin K · postmenopause women · undercarboxylated osteocalcin · phyloquinone.

서 론

한국인의 평균수명이 70세를 상회하고 전체 인구중에 노년층이 차지하는 비율이 점차 증가함에 따라 골다공증에 대한 사회적, 의학적 관심이 증가하고 있다. 일부 보고에 의하면 우리나라의 골다공증 환자는 200만명 이상이며, 이중 5%인 10만명 정도가 골다공증에 의한 골절 채택일 : 1997년 3월 17일

을 경험하고 있는 것으로 추정하고 있다¹⁾.

신체의 기본을 유지하고 있는 골격은 일생을 통해 매우 활발한 대사가 일어나는 조직으로, 성장기에서 30대까지 새로운 골격조직의 형성이 지속적으로 이루어진 후 연령증가에 따라 골소실이 일어난다. 골다공증과 관계되는 가장 중요한 두가지 인자는 골성숙시의 최대 골밀도와 그 이후의 골 소실율이라고 할 수 있다²⁾. 골밀도는 성장 전체과정에서 점진적으로 증가하나 사춘기에는 급속하게 증가하며, 약 25세경에 최대 골밀도에 도달한 후

35~40세까지는 그대로 유지되고 그 이후부터는 골 소실이 일어난다. 골 소실은 일반적으로 남녀 모두에서 매 10년마다 3~5% 정도의 소실율을 나타내고, 특히 여성의 경우 폐경이후 45~74세에서는 평균 감소율이 9%에 까지 이르고 있다^{3,4)}.

골다공증은 다양한 원인에 의하여 발생하고 여러 종류의 병인과 관련되어 있으며, 유전, 호르몬, 식사내용, 연령, 인종, 성별, 경제수준, 활동량 등의 영향을 받는다⁵⁾. 그러나 이러한 요인들이 상대적으로 어느 정도의 영향력을 차지하고 있는지에 대한 연구는 아직 미비한 상태이다.

최근 골다공증 발생에 영향을 미치는 요인들 중에서 비타민 K에 관한 연구가 유럽등지에서 활발히 전개되고 있다. 비타민 K의 주요 기능은 혈액응고시 glutamic acid를 carboxylation 시키는 역할을 하는 것 외에도 골 대사에서 carboxylation을 통하여 중요한 역할을 한다⁶⁻¹⁰⁾. 골에는 콜라겐 다음으로 많은 단백질로 일명 Gla-protein으로 불리는 osteocalcin이라는 것이 있다. Osteocalcin은 분자량(4.9kd)이 작은 비교적 단백질로서 유일하게 칼슘과 결합할 수 있는 아미노산인 gamma-carboxyglutamic acid(GLA)를 3개 포함하고 있으며, 골조직과 치아조직에서만 특이하게 발견된다¹¹⁾. Glutamic acid는 비타민 K에 의하여 carboxylation이 되어야 무기질과 결합할 수 있으며, 비타민 K의 결핍으로 carboxylation이 되지 않은 osteocalcin은 under-carboxylation된 상태로 혈액으로 흘러나오게 된다. 따라서 혈액중에 carboxylation이 안된 under-carboxylated osteocalcin(ucOsteocalcin)의 증가는 비타민 K 결핍증의 가능성을 시사한다¹²⁾.

Plantalech등¹³⁾이 이와 관련하여 폐경전, 조기폐경, 폐경후 여성과 비타민 K의 antagonist인 warfarin 치료환자를 대상으로 조사한 연구에서 조기폐경, 폐경후 여성 및 warfarin 치료그룹에서 폐경전 여성에 비해 혈중 ucOsteocalcin이 유의성있게 높은 것을 보고하였다. 또한 Knapen등¹⁴⁾은 폐경여성에게 비타민 K를 보충시킨 후, 혈중 osteocalcin의 농도가 유의성 있게 증가됨을 발표하여 비타민 K가 폐경여성의 골질량 손실에 중요한 역할을 하는 것을 보고하였다. 또한 이들의 연구를 살펴보면, 폐경전 여성에서보다 폐경후 여성에서 비타민 K의 보충효과가 더욱 크게 나타나 특히 폐경후 여성에서 비타민 K의 중요성을 강조하고 있다.

비타민 K가 bone mineral density(BMD)에 미치는 영향을 연구한 Szulc등¹⁵⁾의 보고에 의하면, 혈중 ucOsteocalcin이 높은 노인여성들에서 낮은 그룹에 비하여 BMD가 낮게 나타났다. 즉, 혈중 ucOsteocalcin이 높은 노인여성의 경우 골밀도가 낮은 것으로 나타나 폐경

후 여성에서 비타민 K의 결핍이 ucOsteocalcin에 영향을 미치는 동시에 BMD에 영향을 미쳐 비타민 K가 골밀도에 중요한 인자가 됨을 시사하고 있다.

또한 혈중 ucOsteocalcin이 노인 여성에서 골절과 연관성이 있다는 연구보고도 있다. Szulc등¹⁶⁾의 연구에 의하면 골절을 경험한 그룹에서 정상 그룹보다 ucOsteocalcin이 유의성 있게 높게 나타났으며, 골절을 경험한 환자에게서 혈중 비타민 K의 농도도 현저하게 낮게 나타나 비타민 K가 골절과 연관성이 있음을 시사하고 있다¹⁷⁾.

비타민 K의 공급은 장내합성과 식이섭취로 이루어진다. 비타민 K 중에서 비타민 K₁(phylloquinone)은 짙푸른 채소에 많이 함유되어 있으며, 비타민 K₂(menaquinone)은 육류, 생선, 그리고 된장같은 발효음식에 함유되어 있다¹⁸⁻²¹⁾. 장내 박테리아에 의하여 menaquinone 합성이 가능하나 과연 합성되는 양이 인체에 필요한 비타민 K 공급에 공헌할만 한가에 대하여는 논쟁의 여지가 많다.

미국의 경우, 비타민 K의 하루 권장량을 체중 1kg당 1μg으로 정하고 있다. 그러나 몇몇 학자들은 이 권장량은 비타민 K가 혈액응고에 작용하기에는 충분한 양이나 골대사를 염두에 둔다면 결코 충분한 양이 아니라고 주장하고 있다²²⁻²⁷⁾. 체내에서 비타민 K상태를 판정하기 위하여 일반적으로 prothrombin time을 측정하고 있으나, 이는 간에서 비타민 K의 부족여부를 반영하는 것이기 때문에 골격과 같은 다른 부위에서의 상태를 판정하기에는 무리가 있다²⁸⁾. Sokoll 등²⁹⁾의 연구에 의하면, 저용량의 warfarin 투여는 prothrombin time에 영향을 주지않으나, 혈중 ucOsteocalcin 농도에는 약 3배의 증가를 보여 골격이 간보다 비타민 K 부족에 더 예민하게 반응하는 것을 보고하였다.

본 연구는 혈중 비타민 K와 osteocalcin 농도 및 골밀도와의 상관관계를 연구하는 첫 단계로서, 우리나라 폐경여성의 비타민 K 섭취실태를 분석하고 혈중 비타민 K의 농도를 반영하는 비타민 K 섭취량과 골밀도와의 관련성을 조사하여 골다공증의 예방과 치료에 기본자료를 제시하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상

1995년 1월부터 1996년 10월까지 차병원 세원 종합건진에 내원한 폐경여성을 연구대상으로 하였다. 골밀도에 영향을 미치는 여러 인자 중 연령에 의한 영향을 배제하기 위하여, 56세의 같은 연령의 폐경여성을 조사대

상자로 제한하였다. 선정된 60명 중에서 자궁이나 난소를 적출하여 폐경이 된 여성이나, 호르몬 치료 등으로 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용한 과거력이 있는 여성은 대상에서 제외하였으며, 이중 식이섭취조사에 응한 25명을 최종 연구대상자로 하였다. 또한 폐경여성의 비타민 K 식이섭취를 광범위하게 조사하기 위하여 1996년 10월중에 내원한 70명의 폐경여성을 추가로 연구대상으로 하였으며, 이와 비교하기 위하여 20대 여성 60명을 폐경 전 여성의 비타민 K 섭취량 조사를 위한 연구대상자로 하였다.

2. 골밀도 측정

이중 에너지 방사선 골밀도 측정기(DEXA : Dual Energy X-ray Absorptiometry, Lunar radiation corp., Madison, Wisconsin, USA)를 이용하여 요추(lumbar spine)와 대퇴골의 대퇴경부(femoral neck)의 골밀도를 측정하였다. 요추 골밀도는 전후면 투영(anteroposterior projection)으로 측정하였고, 요추 골밀도로 표현되는 수치는 제 2요추(L2)에서 제 4요추(L4)까지의 골밀도 평균치를 사용하였다. 조사대상자의 골밀도는 성별, 연령, 체중, 인종 등을 고려하여 보정한 골밀도에 대한 상대적인 비율로 나타났다.

3. 비타민 K와 칼슘 섭취량 측정

연구대상자들의 일일 비타민 K 섭취량은 예비조사를 통하여 개발된 비타민 K 식품섭취 빈도조사표(food frequency questionnaire)를 이용하여 측정하였다. 아직 우리나라에는 식품중 비타민 K의 함량이 분석되어 있지 않아 조사대상자의 비타민 K 섭취량은 일본²⁰⁾²¹⁾, 미국¹⁸⁾ 등에서 분석 발표된 자료를 종합하여 분석하였다. 비타민 K 섭취량을 조사하는데 이용된 식품의 비타민 K 함량을 Table 1에 나타내었다. 일일 평균 칼슘섭취량은 반정량 식품섭취 빈도 조사표를 이용하여 측정하였다.

4. 통계분석

자료의 통계분석을 위해 SAS(Statistical Analysis System)을 이용하여 평균, 표준편차 등을 산출하였고, 체중, 신장, BMI, YSM(year since menopause) 등과 영양소섭취량(비타민 K, 칼슘), 골밀도 측정치 사이의 상관관계는 Pearson correlation coefficient로 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 연구대상자의 신체적 특성, 폐경연령 및 골밀도

조사대상자의 연령, 신장, 체중 및 BMI 등의 신체적

특과 폐경연령 및 골밀도 등을 Table 2에 나타내었다. 조사대상자의 연령은 모두 56세이었으며, 평균 신장과 체중은 각각 156.4cm, 57.3kg으로 나타났다. 또한 이들의 평균 BMI는 23.3으로 그 범위가 17.1에서 28.5까지 다양하였다. 한편 조사대상자들의 평균 폐경후 기간은 6.0년이었으며, 같은 연령임에도 폐경연령이 42세부터

Table 1. Vitamin K contents of selected foods($\mu\text{g}/100\text{g}$)*

식품	함량	식품	함량
해조류		육, 가금, 난류	
김	3.6	쇠고기	0.3
다시마(生)	66.3	돼지고기	0.2
미역(生)	2083.7	닭고기	0.2
채소류		달걀	4.0
시금치	478.5	어패류	
감자	0.2	대구	0.1
양파	4.9	도미	0.2
브로콜리	205.0	연어	0.4
당근	4.0	고등어	4.5
풋고추	6.0	참치	0.1
토마토	6.0	조개	0.2
오이	21.0	굴	0.1
양배추	339.0	문어	0.1
케일	618.0	우유 및 유제품	
양상추	129.0	우유	0.3
유지류		버터	5.6
식용유	147.9	치즈	1.8
참기름	4.7	곡류, 두류	
올리브유	42.1	쌀밥	0.1
마아가린	50.9	잡쌀	0.4
과일류		밀가루	0.2
포도	8.0	식빵	0.4
사과	6.0	보리	7.0
배	6.0	콩	20.0
복숭아	4.0	차류	
딸기	3.0	커피	19.5
바나나	1.0	녹차	35.7
수박	0.3	홍차	262.0

1) Booth SL, Sadowski JA, Pennington JAT. Phylloquinone(vitamin k₁) content of foods in the U.S. Food and Drug Administration's total diet study. J Agric Food Chem 43 : 1574-1579, 1995

2) Booth SL, Sadowski JA, Weihrach JL, Ferland G. Vitamin K₁(phylloquinone) content of foods : a provisional table. J Food Comp Anal 6 : 109-120, 1993

3) Hirauchi K, Sakano T, Notsumoto S, Nagaoka T, Morimoto A, Fujimoto K, Masuda S, Suzuki Y. Measurement of K vitamins in foods by High-Performance Liquid Chromatography with fluorometric detection. Vitamins(Japan) 63(3) : 147-151, 1989

4) Sakano T, Notsumot S, Nagaoka T, Morimoto A, Fujimoto K, Masuda S, Suzuki Y, Hirauchi K. Measurement of K vitamins in food by high-performance liquid chromatography with fluorometric detection. Vitamins(Japan), 62(8) : 393-398, 1988

Table 2. Characteristics of the study subjects

Variables	Mean ± SD(Range)	
Age(yrs)	56	
Height(cm)	156.4 ± 5.4	(148.2 - 163.7)
Weight(kg)	57.3 ± 7.3	(44.7 - 69.2)
BMI(kg/m ²)	23.3 ± 2.6	(17.1 - 28.5)
YSM(yrs)	6.0 ± 4.0	(0 - 14)
Bone mineral density		
Lumbar spine(g/cm ²)	1.0578 ± 0.2470	(0.6290 - 1.5810)
Femoral neck(g/cm ²)	0.8414 ± 0.1746	(0.6550 - 1.3170)

BMI : Body mass index

YSM : Number of years since menopause

56세까지 다양한 차이를 나타내었다. 요추와 대퇴경부의 평균 골밀도는 각각 1.0578g/cm², 0.8414g/cm²로, 요추의 경우 0.6290에서 1.5810, 대퇴부는 0.6550에서 1.3170의 범위를 보였다.

2. 신체적 특성과 골밀도의 관계

조사대상자의 체중, 신장 및 BMI와 골밀도와의 상관관계는 유의성이 없는 것으로 나타났다. 그러나 여러연구³⁰⁾³¹⁾ 결과에서 체중과 BMI는 골밀도와 양의 상관관계가 있음을 지적하고 있으며, 또한 Wardlaw³²⁾의 연구에서는 BMI가 22~24 이하인 경우, 골다공증의 위험도가 높아지는 반면, BMI가 26~28 이상인 경우에는 골다공증의 위험에 대하여 제한적인 보호효과가 있음을 보고하고 있으나, Table 3에 나타난 본 연구결과에 의하면 같은 연령의 폐경여성에 있어서 신장, 체중 및 BMI는 골밀도와 유의적인 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

3. 폐경연령과 골밀도의 관계

같은 연령의 폐경여성에 있어서 폐경후 기간(years since menopause)에 따라 골밀도에 유의적인 차이가 있음이 나타났다. Fig. 1에 의하면 폐경후 기간이 길수록 골밀도가 상대적으로 낮아지는 것을 알 수 있다. 일반

Table 3. Correlation of body weight, height, and BMI with bone mineral density

Variables	Bone mineral density(g/cm ²)	
	Lumbar spine	Femoral neck
	r	(p)
Height(cm)	0.3795(0.06)	0.3264(0.11)
Weight(kg)	0.2225(0.29)	0.1679(0.42)
BMI(kg/m ²)	-0.0211(0.92)	-0.0796(0.71)

r : Correlation coefficient

적으로 최대 골밀도가 완성된 후에는 일정기간동안 골밀도가 유지되나 여성의 경우, 30대 이후부터 골소실이 시작되고 폐경후에는 그 속도가 수배 이상 촉진되는 것으로 보고되고 있다²⁾. 특히 한국여성의 경우, 폐경직후 10년동안의 골소실이 12%까지 달하고 있다³³⁾³⁴⁾. 본 연구 결과에 의하면 폐경여성에 있어서 현재의 연령 그 자체보다 폐경연령 즉 폐경후의 기간이 골밀도에 영향을 미치는 중요한 인자의 하나가 되고있다.

4. 비타민 K 및 칼슘의 섭취량과 골밀도의 관계

비타민 K 섭취량과 골밀도의 상관관계를 살펴본 결과 Fig. 2에 나타난 바와 같이 유의적인 관계는 없는 것으로 나타났다. 그러나 조사대상자 중 상대적으로 골밀도가 높은 그룹(요추와 대퇴부의 골밀도가 같은 연령의 평균 골밀도의 110% 이상에 해당되는 여성)은 골밀도가 낮은 그룹(요추와 대퇴부의 골밀도가 같은 연령의 평균 골밀도의 90% 이하인 여성) 보다 비타민 K 섭취가 많은 것으로 나타났다(Table 4). 요추와 대퇴부의 골밀도가 모두 110% 이상으로 연령에 비해 상대적으로 골밀도가 높은 그룹의 비타민 K 평균 섭취량은 833.5µg/day인데 반해, 골밀도가 낮은 그룹(두 부위의 골밀도가 모두 90% 이하)의 섭취량은 341.4µg/day로 두 그룹간에 유의적인 차이(p<0.05)를 나타냈다.

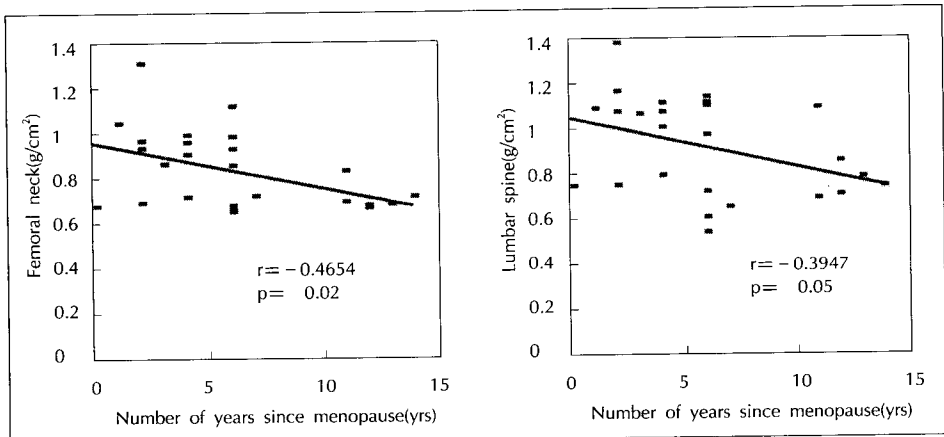


Fig. 1. Correlation between number or years since menopause and bone mineral density.

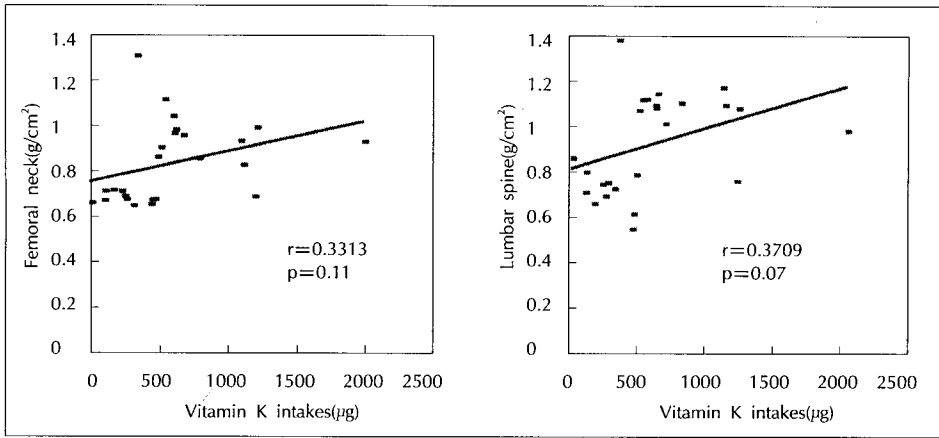


Fig. 2. Correlation between vitamin K intakes and bone mineral density.

Table 4. Daily average intakes of phylloquinone and calcium

	H-BMD group ¹⁾	L-BMD group
Phyllquinone(µg)	833.5 ± 124.5 ^{2)*}	341.4 ± 90.3
Calcium(mg)	498.5 ± 45.8*	314.9 ± 49.9

1) H-BMD : BMD over 110%

L-BMD : BMD under 90%

2) Mean ± SD

*p < 0.05

아직 국내에서는 비타민 K의 식이섭취와 골밀도에 관하여 보고된 것이 없으나, 외국에서는 많은 연구가 보고된 바 있다. 특히 Suttie등³⁵⁾과 Ferland등²⁶⁾에 의하면 비타민 K의 식이 섭취제한으로 인하여 비타민 K 결핍증이 발생할 수 있음을 보고하였으며, 또한 비타민 K 부족 또는 비타민 K의 antagonist인 coumarin 치료가 osteocalcin에 영향을 주어 골격에 부정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다⁶⁾¹²⁾. 따라서 향후 비타민 K의 식이섭취 부족과 이로 인한 혈중 비타민 K의 농도의 변화 여부, 동시에 혈중 비타민 K와 carboxylation 안된

ucOsteocalcin의 관계 및 골밀도와의 관계에 대한 심도 있는 연구가 필요하리라 사료된다.

한편 칼슘섭취량과 골밀도와의 관계에 대하여는 이미 많은 연구가 행하여져 왔다. 특히 우리나라 폐경전 여성을 대상으로 한 연구³⁶⁾와, 폐경후 여성을 대상으로 한 여러 연구³⁷⁻³⁹⁾에서 칼슘 섭취량이 골밀도에 영향을 미치는 중요한 인자임을 시사하였다. 본 연구에서는 Fig. 3에 나타난 바와 같이 요추의 골밀도는 칼슘의 식이섭취량과 유의적인 양의 상관관계가 있으나, 대퇴부의 골밀도는 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 그러나 상대적으로 골밀도가 높은 여성들(110% 이상)은 낮은 그룹의 여성들(90%이하)에 비하여 보다 많은 칼슘을 많이 섭취하는 것으로 나타나(p < 0.05), 칼슘의 섭취량이 골밀도에 영향을 미치는 중요한 인자임을 재확인한 것이라고 할 수 있다(Table 4).

5. 우리나라 폐경기 여성의 비타민 K 섭취실태

폐경기 여성에 있어서 비타민 K의 주요 공급원은

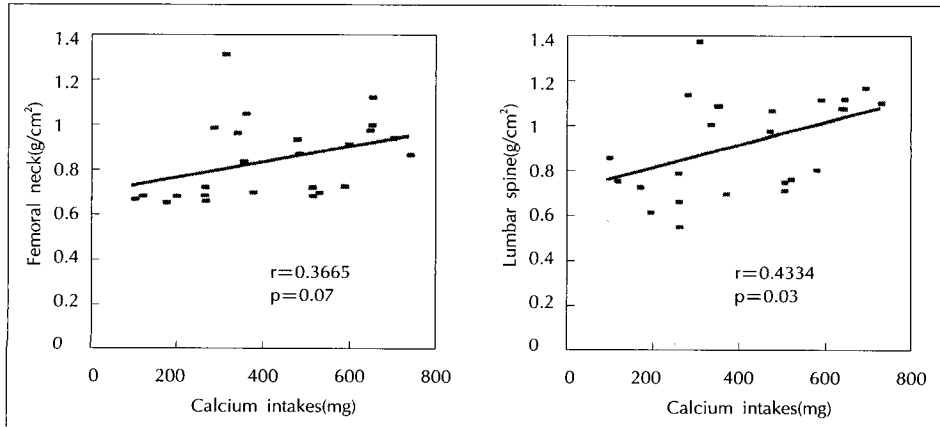


Fig. 3. Correlation between calcium intakes and bone mineral density.

Table 5에 나타난 바와 같이 김, 미역 및 다시마 등의 해조류가 주류를 이루었다. 폐경기 여성들은 비타민 K 섭취량의 77.3%를 해조류에서 섭취하고, 그 다음으로는 시금치, 케일, 녹차, 커피, 양배추, 콩기름, 양상추, 홍차, 과일 순이었다. 특히 해조류에는 다른 식품과 비교하여 매우 많은 양의 비타민 K가 들어있기 때문에 1주일에 1번정도의 해조류 섭취는 비타민 K의 섭취에 중요한 변수가 될 수 있다. 또한 케일도 비타민 K의 주요 공급 식품으로 나타났는데, 케일을 녹즙으로 섭취하는 경우, 비타민 K가 열풍소만에 단단히 결합되어 있는 것을 감안한다면⁶⁾, 실제로 녹즙안에 포함되어 있는 비타민 K의 섭취율에는 의문의 여지가 있다.

Booth등⁴⁰⁾의 연구에 의하면 미국의 폐경여성들은 브로콜리, 양상추가 주요 비타민 K의 공급원이고 그 다음으로는 시금치, 녹차, 사라다소스, 아스프라가스, 양배추, 마아가린 등으로 나타나 우리나라의 비타민 K 섭취량과 상당히 차이가 있는 것으로 나타났다.

한편 폐경기 여성과 20대 여성의 비타민 K의 섭취를 비교해 본 결과, 폐경기 여성의 평균 비타민 K의 섭취량은 725.8 μ g/day이었고, 20대 여성의 평균 섭취량은 379 μ g/day이었다(Table 5). 특히 폐경여성의 비타민 K 섭취량은 여러 연구⁴¹⁻⁴³⁾에 의한 외국의 비타민 K 섭취량인 50~500 μ g/day에 비해 매우 높은 수준이었으며, 미국의 권장량인 1 μ g/kg/day와 비교하면 10배에 가까운 수준이었다. 이는 비타민 K의 함량이 매우 높은 해조류의 섭취에 의한 것이라 사료된다. 해조류가 비타민 K의 주요 공급원인 것은 폐경여성이나 젊은 여성의 경우 모두 같았으나, 젊은 여성의 경우 폐경여성과는 달리 커피, 홍차를 통하여 상당량의 비타민 K를 섭취하는 것으로 나타났다(Table 5).

Table 5. Comparison of vitamin K intakes in postmenopausal and young women

	Postmenopausal women	Young women
Subjects(n)	70	60
Intakes(μ g/d)	725.8 \pm 91.3*	379.4 \pm 38.0
Dietary sources	% of total intakes	
해조류	77.3	67.3
시금치	5.1	4.0
케 일	3.4	-
녹 차	3.0	2.9
커피	2.7	8.8
양배추	1.9	3.9
콩기름	1.4	2.6
양상추	1.3	0.8
홍 차	0.9	5.4
과일류	0.8	0.8

*p<0.05

요약 및 결론

비타민 K의 주요기능은 혈액응고시 glutamic acid를 carboxylation 시키는 역할 외에 골대사에 있어서도 carboxylation을 통하여 중요한 역할을 한다. 따라서 비타민 K와 골밀도의 관계에 대한 연구의 첫단계로서 식이에 의한 비타민 K 섭취량과 골밀도와의 관련성을 연구하였다.

만 56세의 자연폐경된 여성을 대상으로 연구한 결과, 체중, 신장 및 BMI와 골밀도의 상관관계는 없는 것으로 나타났으나, 폐경후 기간은 골밀도와 음의 상관성을 보였다. 즉 폐경후 기간이 길수록 골밀도가 상대적으로 낮아지는 것으로 나타났다.

비타민 K 섭취량과 골밀도는 유의적인 상관관계는 없었으나, 상대적으로 골밀도가 높은 여성들은 골밀도가 낮은 그룹의 여성들에 비하여 비타민 K 섭취가 유의적으로 높았다.

한편 폐경기 여성과 20대 여성의 비타민 K의 섭취를 비교해 본 결과 폐경기 여성의 평균 섭취량은 725.8 μ g/d이었으며, 20대 여성의 평균 섭취량은 379 μ g/d으로 외국의 권장량보다 매우 높은 수준인 것으로 나타났다. 이는 비타민 K의 함량이 높은 해조류의 섭취에 의한 것이라 사료된다. 브로콜리, 양상추, 시금치 등이 비타민 K의 주요공급원인 미국여성들에 비해 우리나라 폐경기 여성들은 해조류가 으뜸이었고, 그 다음으로는 시금치, 케일 순이었다. 또한 식습관이 서구화 경향을 나타내는 20대 여성들의 비타민 K의 주요 공급원은 폐경여성과는 매우 달라, 커피, 홍차를 통하여 상당량의 비타민 K를 섭취하고 있었다.

아직 우리나라에는 식품중 비타민 K 함량에 대한 분석이 되어있지 않아 외국 분석자료를 통하여 분석하였고, 본 연구에서 조사된 연구대상자의 수가 적어 일반화하기에는 제한성이 있다고 사료된다. 그러나 본 조사결과 골밀도가 높은 폐경여성들이 낮은 여성에 비해 비타민 K 섭취량이 높은 것으로 보아 골밀도에 영향을 미치는 식이인자로 비타민 K에 대한 재조명이 필요하리라 생각된다. 따라서 본 연구는 향후 비타민 K의 섭취변화에 따른 혈액중의 비타민 K의 농도변화, 비타민 K 섭취 변화로 인한 혈액중 ucOsteocalcin의 증가여부 및 uc-Osteocalcin의 증가에 따른 골밀도와 골소실의 변화에 대한 심도있는 연구의 필요성을 시사하고 있다.

Literature cited

- 2) 손호영. 골다공증의 병인과 역학. 제 2 회 골다공증 심포지움, pp1-10, 1996
- 3) Smith DM, Khairi MRS, Johnston CC. The loss of bone mineral with aging, its relationship to risk of fracture. *J Clin Invest* 56 : 311-318, 1975
- 4) Meunire P, Coupron P, Edouard C, Bernard J, Bringuir J, Vignon G. Physiological senile involution and pathological rarefaction of bone. *Clin Endocrinol Metab* 2 : 239, 1973
- 5) 유명철. 골다공증의 역학 및 위험인자. 골다공증의 진단과 치료의 실제, pp1-9, 1995
- 6) Vermeer C, Gijsbers BLMG, Craciun AM, Dooren MMCL, Knapen MH. Effects of vitamin K on bone mass and bone metabolism. *J Nutr* 126 : 1187S-1191S, 1996
- 7) Kohlmeier H, Salomon A, Saupé J, Shearer MJ. Transport of vitamin K to bone in humans. *J Nutr* 126 : 1192S-1196S, 1996
- 8) Vermeer. Review article : γ -carboxyglutamate-containing proteins and the vitamin K-dependent carboxylase. *Biochem J* 266 : 625-636, 1990
- 9) Hauschka P, Lian JB, Cole DEC, Gundberg CM. Osteocalcin and matrix Gla protein : Vitamin K-dependent proteins in bone. *Physiological reviews* 69(3) : 990-1047, 1989
- 10) Merle B, Delmas PD. Normal carboxylation of circulating osteocalcin(bone Gla-protein) in Paget's disease of bone. *Bone Miner* 11 : 237-245, 1990
- 11) 임승길. Bone turnover marker의 임상적 의의와 응용. 대한골대사학회지 1(1) : 1-11 1994
- 12) Vermeer C, Jie KSG, Knapen MHJ. Role of vitamin K in bone metabolism. *Annu Rev Nutr* 15 : 1-22, 1995
- 13) Plantalech LP, Guillaumont M, Vergnaud P, Leclercq M, Delmas PD. Impairment of gamma carboxylation of circulating osteocalcin(Bone Gla Protein) in elderly women. *J Bone Miner Res* 6(11) : 1211-1216, 1991
- 14) Knapen MHJ, Hamulyak K, Vermeer C. The effect of vitamin K supplementation on circulating osteocalcin(Bone Gla Protein) and urinary calcium excretion. *Ann Intern Med* 111 : 1001-1005, 1989
- 15) Szulc O, Arlot M, Chapuy MC, Duboeuf F, Meunier Pj, Delmas PD. Serum undercarboxylated osteocalcin correlates with hip bone mineral density in elderly women. *J Bone Miner Res* 9(10) : 1591-1595, 1994
- 16) Szulc P, Chapuy MC, Meunier PJ, Delmas PD. Serum undercarboxylated osteocalcin is a marker of the risk of hip fracture in elderly women. *J Clin Invest* 91 : 1769-1774, 1993
- 17) Kohlmeier M, Saupé J, Shearer MJ. Risk of bone fracture in hemodialysis patients is related to vitamin K status. *J Bone Miner Res* 10 : S361, 1995
- 18) Booth SL, Sadowski JA, Pennington JAT. Phylloquinone (vitamin K₁) content of foods in the US. Food and Drug Administration's total diet study. *J Agric Food Chem* 43 : 1574-1579, 1995
- 19) Booth SL, Sadowski JA, Weihrauch JL, Ferland G. Vitamin K₁(phylloquinone) content of foods : A provisional table. *J Food Comp Anal* 6 : 109-120, 1993
- 20) Hirauchi K, Sakano T, Notsumoto S, Nagaoka T, Morimoto A, Fujimoto K, Masuda S, Suzuki Y. Measurement of K vitamins in foods by High-Performance Liquid Chromatography with fluorometric detection. *Vitamins (Japan)* 63(3) : 147-151, 1989
- 21) Sakano T, Notsumot S, Nagaoka T, Morimoto A, Fujimoto K, Masuda S, Suzuki Y, Hirauchi K. Measurement of K vitamins in food by high-performance liquid chromatography with fluorometric detection. *Vitamins(Japan)*, 62(8), 393-398, 1988
- 22) Shearer MJ, Bach A, Kohlmeier M. Chemistry, nutritional sources, tissue distribution and metabolism of vitamin K with special reference to bone health. *J Nutr* 126 : 1181S-1186S, 1996
- 23) Orimo H, Shiraki M, Fujita T, Inoue OT, Kushida K. Clinical evaluation of menatetrenone in the treatment of involutional osteoporosis-A double-blind multicenter comparative study with 1 α -hydroxy vitamin D₃. *J Bone Miner Res* 7 : S122(abs), 1992
- 24) Jie KSG, Bots ML, Vermeer c, Witteman JCM, Grobbee DE. Vitamin K intake and osteocalcin levels in women with and without aortic atherosclerosis : A menopause-based study. *Atherosclerosis* 116 : 117-123, 1995
- 25) Saupé J, Shearer MJ, Kohlmeier M. Phylloquinone (vitamin K₁) transport and its influence on gamma-carboxyglutamate(Gla)-residues of bone Gla-protein in patients on maintenance hemodialysis. *Am J Clin Nutr* 58 : 204-209, 1993
- 26) Ferland G, Sadowski JA, O'Brien ME. Dietary induced subclinical vitamin K deficiency in normal human subjects. *J Clin Invest* 91 : 1761-1768, 1993
- 27) Sadowski HA, Hood SJ, Dallal GE, Garry PJ. Phylloquinone in plasma from elderly and young adults : Factors influencing its concentration. *Am J Clin Nutr* 50 : 100-108, 1989
- 28) 최중태. Biochemical markers of bone turnover for diagnosing and monitoring of osteoporosis. 제 8 차 추계 학술대회 초록집 19-24, 1996
- 29) Sokoll LJ, O'Brien ME, Camilo ME, Sadowski JA. Undercarboxylated osteocalcin and development of a method to determine vitamin K status. *Clin Chem* 41(8) : 1121-1128, 1995
- 30) Desimore DP, Stevens J, Edwards J. Influence of body

- and race on bone mineral density of th emidradius, hip. *J Bone Miner Res* 4(6) : 827-830, 1989
- 31) Holbrook TL, Barrett-Connor E. The association of life-time weight and weight control patterns with mineral density in an adult community. *Bone and Mineral* 20 : 141-149, 1993
 - 32) Wardlaw GH. Putting body weight and osteoporosis into perspective. *J Clin Nutr* 63(suppl) : 433S-436S, 1996
 - 33) 양승오 · 이명식 · 박철은 · 김성연 · 이명철 · 조보연 · 이홍규 · 고창순 · 양광자. 감마선 측정법을 이용한 한국인 정상 골밀도치. *대한의학협회지* 31 : 1350, 1988
 - 34) 용석중 · 임승길 · 허갑범 · 박명문 · 김남현. 한국인 성인 남녀의 골밀도. *대한의학협회지* 31 : 1350-1358, 1988
 - 35) Suttie JW, Mummah-Schendel LL, Shah DV, Lyle BJ, Greger JL. Vitamin K deficiency from dietary restriction in humans. *Am J Clin Nutr* 47, 475-480, 1988
 - 36) 이종호 · 최미숙 · 백인경 · 문수재 · 임승길 · 안광진 · 송영득 · 이현철 · 허갑범. 폐경전 40대 한국 여성들의 영양 섭취 상태와 골밀도와의 관계. *한국영양학회지* 25(2) : 140-149, 1992
 - 37) 이보경 · 장유경 · 최경숙. 폐경후 여성의 골밀도에 대한 영양소 섭취실태의 영향. *한국영양학회지* 25(7) : 642-655, 1992
 - 38) 이호선 · 백인경 · 홍은실. 폐경후 우리나라 여성의 영양 섭취 상태가 골다공증 발병에 미치는 영향. *대한영양사회 1995년 전국영양사학술대회지* 121-136, 1995
 - 39) 김혜경 · 윤진숙. 한국 노년기 여성의 골격상태에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. *한국영양학회지* 24(1) : 30, 1991
 - 40) Booth SL, Sokoll LJ, O'brien ME, Tucker K, Dawson-Hughes B, Sadowski JA. Assessment of dietary phyloquinone intake and vitamin K status in postmenopausal women. *European J Clin Nutr* 49 : 832-841, 1995
 - 41) Bots ML, Witteman JCM, Grobbee DE. Carotid intima-media thickness in elderly women with and without qtherosclerosis of abdominal aorta. *Atherosclerosis* 102 : 99-105, 1993
 - 42) Sadowski JA, Hood SJ, Dallal GE, Garry PJ. Phyloquinone in plasma from elderly and young adults : factors influencing its concentration. *Am J Clin Nutr* 50 : 100-108, 1993
 - 43) Olson JA. Recommended dietary intakes(RDI) of vitamin K in humans. *Am J Clin Nutr* 45 : 687-692, 1987