

채식과 일반식 폐경 후 여성의 식물성 에스트로겐 섭취와 골밀도와의 관련성

김미현 · 최미경¹⁾ · 승정자

숙명여자대학교 식품영양학과, 청운대학교 식품영양학과¹⁾

The Study of Phytoestrogen Intake and Bone Mineral Density of Vegetarian and Nonvegetarian Postmenopausal Women

Mi-Hyun Kim, Mi-Kyeong Choi,¹⁾ Chung-Ja Sung

Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea
Department of Human Nutrition and Food Science,¹⁾ Chungwoon University, Chungnam, Korea

ABSTRACT

There is some evidence that phytoestrogen plays an important role in bone metabolism in postmenopausal women. In this study, we investigated the phytoestrogen intake levels and the relation between dietary phytoestrogens intake and bone mineral density of vegetarian (n = 77) and omnivore postmenopausal women (n = 122). Vegetarian women, all of them were seven day adventists, who had been on vegetarian diet (almost lacto-ovo vegetarians; a few vegans) over 20 yrs. The average age of vegetarians and omnivores were 62.3 yrs and 60.2 yrs, respectively and, there was no significant difference. However, body weight (p < 0.001), body mass index (p < 0.001) of vegetarians were significantly lower than those of omnivores. The mean daily energy intake of vegetarians and omnivores were 1386.1 kcal (76.3% of RDA) and 1424.5 kcal (76.9% of RDA), respectively. The mean calcium intake of vegetarians (456.7 mg, 66.3 % of RDA) was not significantly different from that of omnivores (453.5 mg, 65.2 % of RDA). The mean daily isoflavones (daidzein + genistein) intake of vegetarians and omnivore were 33.9 mg and 23.9 mg, respectively. The vegetarians consumed significantly greater quantities of isoflavones (p < 0.05) and lignans precursor (p < 0.05). In the vegetarians, intake of isoflavones was significantly positively correlated with BMD of femoral neck, after adjusted for age and BMI. Also lignan precursor intake of vegetarians was significantly positively correlated with BMD of spine, after adjusted for age and BMI. In conclusion, in omnivore post menopausal women, intake of phytoestrogen such as isoflavones and lignans was little low, and it is not clear that positive association with bone mineral density. But in vegetarian postmenopausal women, phytoestrogen intakes be important factors related to bone mineral density. (*Korean J Community Nutrition* 9(1) : 66~72, 2004)

KEY WORDS : phytoestrogens, vegetarians, bone mineral density

서론

우리사회는 풍족하고 서구화된 식생활로 만성질환의 증가 등 건강상의 문제가 대두되면서 건강을 위해 식생활에

채택일 : 2004년 1월 28일

†Corresponding author: Mi-Hyun Kim, Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, 53-12 Chungpa-dong 2-ga, Yongsan-gu, Seoul 140-742 Korea

Tel: (02) 710-9465, Fax: (02) 701-2926

E-mail: kjen2000@hanmail.net

변화를 추구하려는 경향이 나타나고 있다. 특히 식품에 함유된 다양한 기능성 성분들의 역할이 알려지면서 이를 식생활에서 적용하려는 사람들이 점차 증가하고 있는 추세이다. 이러한 성분중의 하나인 이소플라본, 리그난 등 식물성 에스트로겐은 구조적으로 여성호르몬과 유사성을 가지고 있어 여성호르몬의 분비가 감소되는 폐경 후 여성에게서 발병률이 높은 골다공증에 긍정적인 역할을 하는 것으로 일부 연구를 통하여 보고되고 있다(Alekel 등 2000; Potter 1998; Scheiber 등 2001).

이소플라본은 구조적·기능적으로 17β-에스트라디올과

유사하며 여러 생물학적 기능을 가지고 있는데, 폐경전 여성에서는 내인성 에스트로겐 농도를 낮추고, 폐경 여성에서는 에스트로겐의 agonist로서 작용한다(Kurzer 2000; Kurzer 등 1997). 폐경이 진행중인 여성들에게 매일 80.4 mg의 이소플라본을 24주간 투여시킨 결과 요추의 골손실을 감소시키는 효과가 있었다(Alekel 등 2000). 폐경후 여성에게 매일 90 mg의 이소플라본을 함유한 대두단백질 40 g을 6개월간 식이 중에 섭취시킨 결과, 요추의 골밀도가 실험전보다 유의하게 증가되었다(Potter 1998). 또한 정상적인 폐경 후 여성에게 12주간 매일 약 60mg의 이소플라본을 함유한 대두식품을 세끼식사에 나누어 제공한 결과 baseline 상태에 비하여 혈청과 소변중의 이소플라본 함량이 유의적으로 증가하고, 혈청의 오스테오칼신 함량도 유의적으로 증가하였으며, 소변으로의 N-telopeptide 배설량이 유의적으로 감소되었다는 연구 결과도 있다(Scheiber 등 2001).

리그난 또한 잘 알려진 식물성 에스트로겐의 일종으로써 식품중에는 곡류, 과일, 채소, 종실류 등에 secoisolariciresinol과 matairesinol인 전구체 형태로 존재하며(de Kleijn 등 2001; Liggins 등 2000a; Thompson 등 1991; Wang 등 1994), 이들은 장내 미생물의 작용에 의해 분해되어 생리적으로 활성을 가진 enterodiol과 enterolactone의 형태로 전환된다(Setchell 등 1984; Adlercreutz 등 1995). 리그난은 간에서 sexhormone binding globuline (SHBG)의 합성을 촉진하여 성호르몬의 생리적 효과를 감소시킨다고 보고되었다(Adlercreutz 1988). SHBG가 증가하면 유리형 및 알부민과 결합한 에스트라다이올을 감소시켜 에스트로겐의 생리적 활성이 감소하게 된다. 암쥐를 이용한 동물실험에서 Ward 등(2001)은 아마씨에 함유된 리그난의 전구체인 secoisolariciresinol diglycoside가 뼈 발달에 미치는 영향을 실험한 결과 내생적인 성호르몬의 수준이 낮은 생의주기 초기동안(사람에서는 청소년기이전)에 리그난의 에스트로겐과 유사한 기능이 효과적으로 뼈의 강도를 증가시켰다고 하였다.

이와 같이 식물성 에스트로겐과 골밀도 및 골대사와의 관련성이 일부 연구를 통하여 보고되고 있으나, 현재까지 우리나라에서는 일상적인 식물성 에스트로겐의 섭취수준에 대한 기초자료도 부족한 실정이며, 일상식에서의 섭취수준과 골대사와의 관련성을 알아본 기초 연구도 미비한 상태이다. 이에 채소나 과일, 두류 등 식물성 식품의 섭취량이 높은 채식인과 일반식 폐경 후 여성의 식물성 에스트로겐의 섭취 수준을 파악하고, 또한 식물성 에스트로겐의 섭취와 골밀도와의 상호관련성을 알아보고자 하였다. 본 연구에서는 최소 20년간 채식 해온 폐경후 여성 77명과 일반 여성

122명 총 199명을 대상으로 식이섭취, 골밀도 측정을 실시하였다.

연구 방법 및 내용

1. 연구대상자 및 연구기간

본 연구의 대상자는 서울과 경기도 일부지역에 거주하는 50세 이상의 폐경 여성으로 갑상선질환이나 여성호르몬 치료를 받고 있는 대상자를 제외하고, 채식인은 종교적인 이유(제 7 일 안식일 예수 재림교)로 최소 20년 이상 채식위주의 식사를 해온 여성 77명과 일반식여성 122명 총 199명을 대상으로 2000년 4월부터 6월 사이에 설문조사, 3일간의 식이섭취조사, 골밀도 측정을 실시하였다.

2. 신체계측

신장과 체중은 신체 자동계측기(DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 측정하였다. 신장과 체중을 이용하여 체질량 지수(BMI, body mass index = 체중(kg)/[신장(m)]²)를 산출하였다. 체지방 함량(body fat%)은 체지방 측정기(TBF-105 TANITA, Japan)를 사용하여 연령과 신장을 기준으로 계산하였다. 허리둘레와 엉덩이둘레는 줄자를 이용하여 측정하였고 이를 기준으로 WHR (waist hip ratio)을 계산하였다.

3. 설문조사

설문지를 통하여 일반사항, 연령, 폐경 연령을 조사하였다.

4. 식품 및 영양 섭취조사

식이섭취조사는 조사원이 직접 인터뷰를 하면서 식기와 음식모형을 제시하여 3일간의 식이섭취를 회상법에 의해 조사하였다. 식이섭취조사 결과는 영양분석 프로그램 Can-pro(한국영양학회 1998)를 이용하여 일반 영양소 섭취량을 분석하였다. 이소플라본섭취량은 주요 이소플라본인 케니스테인, 다이아드제인을 분석한 국내외 자료(de Kleijn 등 2001; Liggins 등 2000b; Franke 등 1999; Lee 등 2000)를 근거로 분석하였다. 리그난의 함량은 국내에서 보고된 자료가 미비하여 국외에서 보고된 자료(de Kleijn 등 2001; Liggins 등 2000a)를 근거로 분석하였다.

5. 골밀도 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)의 골밀도를 측정하였다. 요추의 골밀도로 표현되는 수치는 제 2 요추에서 제 4 요추까지의 골밀도의 평균을 사용하였다.

6. 통계분석

실험결과로 얻어진 각 분석치는 SAS 프로그램(Version 8.1)을 이용하였다. 채식과 일반식군간의 비교는 student t-test 및 공분산분석(ANCOVA, Analysis of Covariance)으로 유의성을 검정하였다. 모든 변수들 사이의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient와 partial correlation coefficient로 유의성 검정을 실시하였다.

연구 결과 및 고찰

1. 일반사항 및 신체계측치

연구대상자의 일반사항은 Table 1과 같다. 평균 연령은 채식군이 62.3세, 일반식군이 60.3세로 두 군간에 통계적으로 유의성 있는 차이가 없었다. 폐경 연령은 채식군이 48.1세, 일반식군이 46.9세였으며, 폐경 후 경과 기간은 채식군과 일반식군이 각각 16.6년, 16.4년으로 유의적인 차이가 없었다.

신체계측결과 채식군과 일반군의 신장은 유의적인 차이가 없었으나, 체중(p < 0.001), 체질량지수(p < 0.001), 허리둘레(p < 0.01), 엉덩이 둘레(p < 0.05), 허리와 엉덩이 둘레비(p < 0.01), 체지방(p < 0.001)과 같은 비만도와 관련된 지표들이 모두 채식군에서 유의적으로 낮게 나타나 여러 연구보고와 일치하였다(Barr 등 1998; Wolever & Jenkins 1997).

Table 1. Anthropometric measurements in the subjects

	Vegetarians (N = 77)	Omnivores (N = 122)
Age (yr)	62.3 ± 8.6 ¹⁾	60.3 ± 6.8
Age at menarch (yr)	16.6 ± 1.7 ¹⁾	16.4 ± 1.7
Age at menopause (yr)	48.1 ± 4.7	46.9 ± 5.8
Height (cm)	153.9 ± 6.2	153.4 ± 5.1
Weight (kg)	54.9 ± 8.8	59.6 ± 8.2 ^{***2)}
BMI (kg/m ²) ³⁾	23.1 ± 3.3	25.3 ± 3.2 ^{***}
Waist (cm)	79.2 ± 7.9	82.8 ± 7.1 ^{**}
Hip (cm)	95.4 ± 5.9	97.5 ± 6.7 [*]
WHR ⁴⁾	0.8 ± 0.1	0.9 ± 0.0 ^{**}
Body fat (%)	32.0 ± 7.2	37.1 ± 6.4 ^{***}

1) Mean ± standard deviation
 2) Significance as determined by student's t-test between vegetarians and omnivores
 *: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001
 3) Body mass index
 4) Waist hip ratio

2. 영양소섭취 상태

연구대상자의 영양소 섭취량을 분석한 결과(Table 2) 열량 섭취량은 채식군이 1일 평균 1386.2 kcal (76.3%), 일반식군이 1424.5 kcal (76.9%)로 두군간에 유의적인 차이가 없었다. 열량 섭취량을 2001국민건강·영양조사보고서의 50~64세의 여자 평균 에너지 섭취량 1752.4 kcal (권장량의 92.2%), 65세 이상 1439.4 kcal (권장량의 86.3%)와 비교시 본 연구의 일반식군과 채식군의 열량 섭취량이 모두 낮은 섭취수준을 보였다. 단백질 섭취량의 경우 채식군이 48.4 g (88.0%), 일반식군이 56.1 g (102.1%)으로 채식군의 총단백질 섭취량이 유의적으로 낮았고(p < 0.01), 일반식군의 섭취량은 2001 국민건강·영양조사보고서의 50~64세의 여자 평균 1일 단백질 섭취량 62.7.0 g (권장량의 113.6%), 65세 이상 48.2. g (권장량의 87.6%)과 유사한 섭취수준을 나타내었다. 총 단백질 섭취량에 대한 동물성 단백질의 섭취비율은 채식군 17.3%, 일반식군 41.2%로 2001 국민건강·영양조사보고서의 50~64세 이상 여성 39.6%, 65세 이상 33.6 %와 비교시 일반식군은 유사한 수준이었으나, 육류 등의 섭취를 제한하는 채식군은 현저히 낮은 비율을 나타내었다.

섭취열량에 대한 탄수화물, 단백질, 지질의 섭취비율은 채식군의 경우 70.8 : 13.9 : 15.3이었으며, 일반식군은 65.3 : 15.7 : 18.9로 한국인 영양권장량(2000)의 권장수준인 65 : 15 : 20과 비교시 일반군은 적정 섭취비율을 나타내었으나, 채식군의 경우 탄수화물의 섭취비율이 높고 지방과 단백질의 섭취비율이 낮았다. 이는 채식주의자의 당질열량비가 높았고 단백질 열량비가 낮은 것으로 보고한 백인여성을 대상으로한 연구결과와 일치하였다(Tesar 등 1992).

칼슘의 섭취량은 채식군이 456.7 mg (66.3%), 일반식군이 453.5 mg (65.2%)으로 유사한 섭취수준을 나타냈다.

Table 2. Mean daily energy and nutrient intakes of the subjects

	Vegetarians (N = 77)	Omnivores (N = 122)
Energy (kcal)	1386.2 ± 321.9 ¹⁾	1424.5 ± 384.2
Protein (g)	48.4 ± 14.3	56.1 ± 18.9 ^{**2)}
Animal protein	8.4 ± 6.9	23.2 ± 13.3 ^{***}
Plant protein	40.0 ± 12.9	32.9 ± 9.6 ^{***}
Fat (g)	23.8 ± 9.9	30.1 ± 13.9 ^{***}
Carbohydrate (g)	247.3 ± 58.7	232.8 ± 60.4
Calcium (mg)	456.7 ± 196.2	453.6 ± 214.7
Animal calcium	121.6 ± 132.9	206.8 ± 176.8 ^{***}
Plant calcium	335.1 ± 161.3	246.8 ± 93.1 ^{***}

1) Mean ± standard deviation
 2) Significance as determined by student's t-test between vegetarians and omnivores
 *: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001

칼슘은 우리나라 국민에게 지속적으로 섭취가 부족한 것으로 보고되고 있으며, 2001 국민건강·영양조사보고서에서는 50~64세의 여자 1일 평균 섭취량이 480.2 mg, 65세 이상이 386.2 mg으로 나타나 본 연구대상자의 칼슘 섭취량과 유사한 수준으로 일반인에서 뿐만 아니라 채식군에 있어서도 칼슘섭취 부족은 영양상의 큰 문제점으로 보여진다.

3. 식물성 에스트로겐 섭취상태

식물성 에스트로겐(phytoestrogens)의 섭취량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 식물성 에스트로겐 중 가장 많이 알려진 것은 이소플라본류인 다이드제인과 제니스테인이고(Kudou 등 1991), 주로 대두에 풍부하게 함유되어 있는데 Wang 등(1994)은 대두 100 g 중에 품종과 재배지역에 따라 100~300 mg 정도 함유되어 있다고 하였다. 대두의 이소플라본의 함량은 성숙한 것일수록 높고 품종에 따라 차이는 있지만 평균 2 mg/g이며, 아시아인의 평균 섭취량은 20 mg 정도라고 보고되었다(Messina 1998). Maskarinec 등(1998)은 하와이 거주민을 대상으로한 연구에서 이소플라본의 1일 평균 섭취량은 중국계 38.3 mg, 일본계는 31.3 mg, 원주민은 22.2 mg, 백인계는 6.9 mg, 필리핀계는 5.0 mg의 순이었다고 보고하여 식생활 패턴에 차이를 보이는 인종마다 다양한 섭취 수준을 보이고 있다. 본 연구대상자의 이소플라본(다이드제인과 제니스테인)의 섭취량은 1일 평균 채식군이 33.9 mg, 일반식군이 23.9 mg으로 채식군의 섭취가 약 10 mg 정도 유의적으로 높았고, 다이드제인과 제니스테인의 섭취량을 분류하여 비교시 두 성분 모두 채식군의 섭취가 유의적으로 높았다($p < 0.05$, $p < 0.05$). 일반식군의 이소플라본 섭취량은 Messina (1998)가 보고한 아시아인의 평균 섭취량 수준이었고, 두류 식품의 섭취가 높은 채식군의 섭취량은 이에 비하여 높게 나타났다. 한국 중년여성의 대두식품을 통한 이소플라본의 섭취 수준을 조사한 Lee 등(2000)의 연구에서 폐경 후 여성의 이소플

라본 섭취량은 30.0 mg으로 본 연구대상자의 평균적인 섭취량에 해당되는 수준이었다.

리그난 전구체(secoisolariciresinol과 matairesinol)의 섭취량은 채식군이 0.45 mg, 일반식군이 0.33 mg으로 채식군이 유의적으로 높았다($p < 0.01$). 미국의 폐경 후 여성을 대상으로한 연구에서 평균 리그난 전구체의 섭취량은 0.58 mg로 보고되어(de Kleijn 등 2001) 본 연구의 채식군의 섭취량 보다도 높은 수준이었다. 그러나, 본 연구의 리그난 전구체의 섭취량은 식품 중 리그난 전구체함량에 대한 데이터 부족으로 실제 섭취량보다 적게 추정되었을 가능성이 높은 것으로 사료된다.

4. 골밀도

본 연구대상자의 요추와 대퇴경부 골밀도를 측정된 결과(Table 4) 요추 골밀도의 T값은 채식군이 -1.97, 일반식군이 -1.83으로 두군간에 유의적인 차이를 보이지 않았고, 대퇴경부 골밀도의 T값은 채식군이 -2.15, 일반식군이 -1.79로 채식군의 대퇴경부 골밀도가 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 그러나, 여러 연구를 통하여 연령과 체질량지수는 골밀도와 유의적인 상관성이 있는 것으로 보고되고 있으며(Lee 등 1996a, 1996b; Recker 등 1992), 본 연구에서도 Table에 제시 하지 않았지만, 대상자의 연령과 골밀도와의 상관관계를 분석한 결과 채식군과 일반식군의 연령은 각각 요추 및 대퇴경부 골밀도와 유의적인 음의 상관관계를 보였고, 체질량지수는 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 보였다. Cummings 등(1995)에 의하면 25세 이후의 체중증가는 골절 위험을 낮추고 체중과 체질량지수가 특히 여성에서 신체의 하중을 주는 뼈의 밀도에 영향을 준다고 보고하였고, 폐경기 여성을 대상으로한 여러 연구들에서도 체중과 골밀도와의 양의 상관성이 보고되었다(Kim 1999; Lee 1996b; Lee 1992). 체질량지수가 30 kg/m²이상인 경우 20 kg/m² 이하인 경우와 비교하면 척추골밀도는 4~8%, 골반은 8~9%, 요골은 25%정도가 증가되어 있었고, 60~80세 여성에서 척추골질의 유병률을 보면 체질량지수가 19, 22, 28 kg/m²일 때 각각 79%, 48%, 27%이었다고 한다

Table 3. Mean daily phytoestrogen intakes of the subjects

	Vegetarians (N = 77)	Omnivores (N = 122)
Isoflavones (mg) ¹⁾	33.93 ± 35.60 ³⁾	23.91 ± 17.54 ⁴⁾
Daidzein (mg)	15.59 ± 17.69	10.99 ± 7.95*
Genistein (mg)	18.35 ± 18.00	12.92 ± 9.63*
Lignan precursors (mg) ²⁾	0.45 ± 0.29	0.33 ± 0.22**
Secoisolariciresinol (mg)	0.30 ± 0.14	0.23 ± 0.11***
Matairesinol (mg)	0.15 ± 0.18	0.09 ± 0.13*

1) Daidzein + genistein

2) Secoisolariciresinol + matairesinol

3) Mean ± standard deviation

4) Significance as determined by student's t-test between vegetarians and omnivores

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

Table 4. Bone mineral density of the subjects

	Vegetarians (N = 77)	Omnivores (N = 122)
Spine (T-score)	-1.97 ± 0.96 ¹⁾	-1.83 ± 1.07
Spine (g/cm ²)	0.79 ± 0.14	0.81 ± 0.15
Femoral neck (T-score)	-2.15 ± 1.16	-1.79 ± 0.80 ²⁾
Femoral neck (g/cm ²)	0.67 ± 0.16	0.72 ± 0.11

1) Mean ± standard deviation

2) Significance as determined by student's t-test between vegetarians and omnivores

*: $p < 0.05$

(Wardlaw 1996). 따라서 두군간의 골밀도 비교에서 연령과 체질량지수는 중요한 인자가 되므로, 연령과 체질량지수를 보정하여 비교한 결과 채식군에서 유의적으로 낮았던 대퇴경부 골밀도가 유의적인 차이를 보이지 않았다(Fig. 1). 이와 같이 골밀도의 단순 비교시 식물성 에스트로겐의 섭취가 높은 채식군의 골밀도가 낮게 나타남으로써 식물성 에스트로겐의 섭취와 골밀도의 관련성 해석이 부정적으로 나타날 수 있으나 채식군의 경우 골밀도와 관련성이 깊은 체중 및 단백질, 칼슘 섭취 등이 일반식군과 차이를 보이므로 단순비교를 통한 해석 오류에 주의가 필요한 것으로 생각된다.

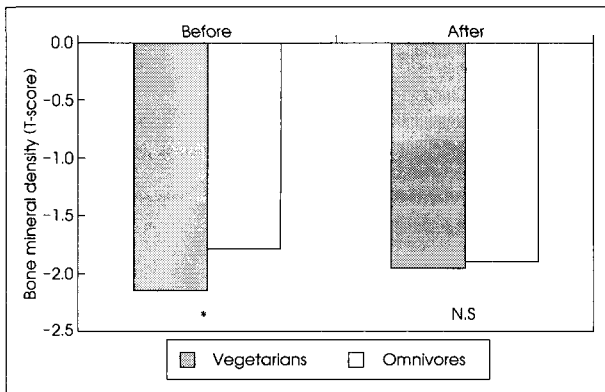


Fig. 1. Bone mineral density of femoral neck before and after controlling age and BMI Group mean values were by t-test and ANCOVA after controlling for the confounder, *: p < 0.05.

Table 5. Partial correlation coefficients among nutrients and phytoestrogen intakes, BMD in the subjects, adjusted for age and BMI

	Vegetarians (n = 77)		Omnivores (n = 122)	
	BMD-S ¹⁾	BMD-F ²⁾	BMD-S ¹⁾	BMD-F ²⁾
Energy	0.1186	0.1862	-0.0443	-0.0179
Protein	0.0540	0.2266	-0.1267	-0.1009
Animal protein	-0.0353	-0.0770	-0.1847	-0.1452
Plant protein	0.0783	0.2908*	0.0047	0.0011
Fat	0.1229	0.1615	-0.0354	-0.0497
Carbohydrate	0.0991	0.1451	0.0032	0.0379
Calcium	0.0364	0.2040	-0.0545	-0.1320
Animal Ca	-0.0500	-0.0335	-0.0420	-0.1215
Plant Ca	0.0845	0.2754*	-0.0474	-0.0762
Isoflavones ³⁾	0.0675	0.3021*	-0.0350	-0.0287
Daidzein	0.0665	0.2963*	-0.0381	-0.0339
Genestein	0.0548	0.3064*	-0.0323	-0.0243
Lignans precursors ⁴⁾	0.2416*	0.0086	-0.0605	-0.1384
Secoisolariciresinol	0.1514	-0.0144	-0.0824	-0.1003
Matairesinol	0.2706*	0.0242	-0.0263	-0.1384

1) Bone mineral density-spine

2) Bone mineral density-femoral neck

3) Daidzeine + genestein

4) Secoisolariciresinol + matairesinol

5) Significant correlation as determined by pearson's correlation coefficient, *: p < 0.05

5. 골밀도와 영양소 및 식물성 에스트로겐 섭취량과의 상관관계

연구대상자의 영양소 및 식물성 에스트로겐 섭취량과 골밀도와의 상관관계를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 상관관계 분석은 식이요인과 골밀도와의 관련성만을 구분하기 위하여 골밀도에 영향을 줄 수 있는 체중, 연령을 보정한 부분상관분석을 실시하였다.

채식군에서 대퇴경부 골밀도는 식물성 단백질 섭취량과 유의적인 양의 상관관계를 나타내었고(p < 0.05), 일반식군에서는 단백질의 섭취량과 골밀도간에 유의적인 상관성이 나타나지 않았다. 단백질의 섭취는 골격 건강에서 최대 골질량의 형성과 유지에 중요한 요인으로서, 단백질 섭취부족은 골다공증의 주요 요인이 될 수 있다(Lawrence 등 1989). 최근의 폐경 노인여성을 대상으로한 연구에서도 칼슘의 섭취량이 하루 408 mg 이상인 경우 단백질의 섭취량이 높을수록 요추, 총 골밀도가 유의적으로 높은 것으로 나타났다(Rapuri 등 2003). 반면, 단백질의 과잉섭취가 소변 중 칼슘의 과잉배설을 초래함으로써 음의 칼슘평형을 나타내며 칼슘 필요량을 증가시킨다고 한다(Kerstetter 등 1998). 따라서 단백질의 경우 섭취수준이나 식품급원에 따라 골대사에 미치는 영향이 다르게 나타날 수 있는데, 권장량의 102.1%의 적정 수준의 단백질을 섭취하고 있는 일반식군의 경우 단백질의 섭취량이 골대사에 대한 제한 요인이 아닐 수 있으나, 채식군의 경우 대부분의 단백질 섭취를 식물성 급원에 의존하고 있으며 섭취량이 권장량에 미달되는 88.0%의 수준을 보이고 있어, 적절한 양의 섭취에 미달될 때 단백질의 섭취량이 골대사에 중요인자로 사료된다.

칼슘의 섭취는 골밀도의 유지 및 골다공증의 예방에 매우 중요하다. Metz 등(1993)은 칼슘섭취와 골량간에 양의 관계가 있다고 하였고, 폐경 여성을 대상으로 한 Lee 등(1992b)의 연구에서도 칼슘 섭취량이 800 mg 이하인 사람과 800 mg 이상인 사람을 비교하였을 때 대퇴경부의 골밀도가 칼슘 섭취량이 800 mg 이하인 사람이 현저히 낮게 나타났고, Dawson-Hughes 등(1987)도 76명의 건강한 폐경기 여성을 대상으로한 연구에서 405 mg/day 이하의 칼슘섭취를 하는 여성들의 척추 골밀도의 손실이 777 mg/day 이상의 섭취를 하는 여성들보다 유의적으로 크다고 하였다. 본 연구에서 골밀도와 칼슘 섭취량과의 상관관계 분석결과 채식군의 대퇴경부 골밀도와 식물성 칼슘의 섭취량을 제외하고 유의적인 상관성이 발견되지 않았다.

식물성 에스트로겐의 섭취량과 골밀도와의 상관관계 분석 결과 채식군의 대퇴경부 골밀도는 총 이소플라본(p < 0.05), 다이드제인(p < 0.05), 제니스테인(p < 0.05)의 섭취량과 유의적인 양의 상관관계를 보여 폐경 여성에서 이소플라본의

섭취가 골밀도를 증가시켰다는 연구와 일치하였다(Alekel 등 2000; Potter 1998). 또한 채식군에서 요추 골밀도는 리그난 전구체($p < 0.05$) 및 matairesinol ($p < 0.05$)의 섭취량과 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다. 암쥐를 이용한 동물실험에서 Ward 등(2001)은 아마씨에 함유된 리그난의 전구체인 secoisolariciresinol diglycoside가 뼈 발달에 미치는 영향을 실험한 결과 내생적인 성호르몬의 수준이 낮은 생의주기 초동안(청소년기 이전)에 리그난의 에스트로겐과 유사한 기능이 효과적으로 뼈의 강도를 증가시켰으나, 성인기에는 뼈의 강도 증가에 효과를 보이지 않았다고 하였다. 본 연구대상자들의 폐경 후 여성으로 에스트로겐의 분비가 감소된 상태로 리그난 전구체의 섭취가 골밀도 감소를 예방하는 효과를 나타낸 것으로 보여진다. 한편, 채식군에서 이소플라본과 리그난전구체의 섭취량은 각기 다른 부위의 골밀도와 상관성을 나타내었는데, 이러한 원인을 밝히기 위하여서는 지속적인 추후 연구가 필요한 것으로 보여진다.

일반식군의 식물성 에스트로겐 섭취량은 골밀도와 유의적인 상관성을 나타내지 않았는데, 이는 일반식군의 식물성 에스트로겐 섭취량이 골밀도에 영향을 나타내기에 전반적으로 낮은 수준이었기 때문으로 사료된다. 또한, 체중 및 단백질의 섭취 등이 골밀도의 보호인자로 작용하여 채식군에 비하여 식물성 에스트로겐의 골밀도 보호효과가 뚜렷하게 제시되지 않은 것으로 보여진다.

요약 및 결론

식물성 식품의 섭취량이 높은 채식인과 일반식 폐경 후 여성의 식물성 에스트로겐의 섭취 수준을 파악하고, 또한 식물성 에스트로겐의 섭취와 골밀도와의 상관성을 알아보기 위하여 최소 20년간 채식을 해온 폐경 후 여성 77명(lacto-ovo vegetarian과 vegan)과 일반 여성 122명의 총 199명을 대상으로 식이섭취, 골밀도 측정을 실시하였다. 식물성 에스트로겐의 섭취량은 이소플라본류인 다이드제인과 체니스테인 섭취량으로 산출하였으며, 리그난 전구체(secoisolariciresinol과 matairesinol)의 섭취량을 조사하였다.

1) 대상자의 연령은 채식군이 평균 62.3세 일반식군이 60.3세로 두 군간에 유의적인 차이가 없었다. 열량 섭취량은 1일 평균 채식군이 1386.2 kcal (권장량의 76.3%), 일반식군이 1424.5 kcal (76.9%)로 두군간에 유의적인 차이가 없었고, 칼슘의 섭취량은 채식군이 456.7 mg (권장량의 66.3%), 일반식군이 453.6 mg (권장량의 65.2%)으로 두군 모두 낮은 섭취수준을 나타내었다.

2) 이소플라본(다이드제인과 체니스테인)의 섭취량은 1일 평균 채식군이 33.9 mg, 일반식군이 23.9 mg으로 채식군의 섭취가 유의적으로 높았고($p < 0.05$), 다이드제인과 체니스테인의 섭취량을 분류하여 비교시 두 성분 모두 채식군의 섭취가 유의적으로 높았다($p < 0.05$, $p < 0.05$). 리그난 전구체(secoisolariciresinol과 matairesinol)의 섭취량은 채식군이 0.45 mg, 일반식군이 0.33 mg으로 채식군이 유의적으로 높았다($p < 0.01$).

3) 식이요인과 골밀도와의 상관관계 분석 결과 채식군의 대퇴경부 골밀도는 총 이소플라본($p < 0.05$), 다이드제인($p < 0.05$), 체니스테인($p < 0.05$)의 섭취량과, 요추 골밀도는 리그난 전구체($p < 0.05$) 및 matairesinol ($p < 0.05$)의 섭취량과 유의적인 양의 상관관계를 보였으나, 일반식군의 경우 유의적인 상관성을 나타내지 않았다.

이상의 연구 결과에서 식물성 에스트로겐 섭취가 높은 채식군에서 식물성 에스트로겐의 섭취량과 골밀도간에 양의 상관성을 나타내어 식물성 에스트로겐의 섭취가 골밀도에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 알 수 있었다. 반면, 일반식군에서 이러한 상관성이 나타나지 않은 것은 식물성 에스트로겐 섭취량이 골밀도에 영향을 나타내기에 전반적으로 낮은 수준이었기 때문으로 생각된다. 따라서 폐경 후 여성의 경우 골다공증 예방과 치료를 위하여 식물성 에스트로겐의 섭취를 증가시킬 수 있는 다양한 급원식품에 대한 연구와 식사교육이 필요한 것으로 사료된다.

참고 문헌

- Adlercreutz H, Hockerstedt K, Bannwart C, Hamalainen E, Fotsis R, Bloigu S (1988): Association between dietary fiber, urinary excretion of lignans and isoflavonic phytoestrogens, and plasma non-protein bound sex hormones in relation to breast cancer. In: *Progress in Cancer Reserch and Therapy 35: Hormone and Cancer 3*, Bresciani F, Klíng RJB, Lippman ME, Raynaud JP, eds. Raven Press, Ltd, New York, pp.409-412
- Adlercreutz H, van der Wildt J, Kinzel J (1995): Lignan and isoflavonoid conjugates in human urine. *J Steroid Biochem Molec Biol* 52(1): 97-103
- Alekel DL, Germain A, Peterson CT, Hanson HB, Stewart JW, Toda T (2000): Isoflavone-rich soy protein attenuates bone loss in the lumbar spine of perimenopausal women. *Am J Clin Nutr* 72(3): 844-852
- Barr SI, Prior JC, Janelle KC, Lentle BC (1998): Spinal bone mineral density in premenopausal vegetarian and nonvegetarian women: cross-sectional and prospective comparisons. *J Am Diet Assoc* 98(7): 760-765
- Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA, Dallal GE (1997): Effect of calcium and Vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. *N Engl J Med* 337(10): 670-676

- de Kleijn MJ, van der Schouw YT, Wilson PW, Adlercreutz H, Mazur W, Grobbee DE, Jacques PF (2001): Intake of dietary phytoestrogens is low in postmenopausal women in the United States: the Framingham study (1-4). *J Nutr* 131 (6): 1826-1832
- Franke AA, Hankin JH, Yu MC, Maskarinec G, Low SH, Custer LJ (1999): Isoflavones levels in soy foods consumed by multiethnic populations in Singapore and Hawaii. *J Agric Food Chem* 47 (3): 977-986
- Kim EK (1999): Relationship of Physical Exercise, Exercise Career, Menarche, Postmenopausal, Height, Weight, Age to Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *Korean J Sports Med* 17 (2): 356-363
- Kudou S, Fluery Y, Welte D, Magnolato D, Uchida T, Kitamura K, Okubo M (1991): Malonyl isoflavone glycosides in soybean seeds. *Agric Biol Chem* 55: 2227-2233
- Kurzer MS (2000): Hormonal effects of soy isoflavones: studies in premenopausal and postmenopausal women. *J Nutr* 130 (3): 660S-661S
- Kurzer MS, Xu X (1997): Dietary phytoestrogens. *Annu Rev Nutr* 17: 353-381
- Lawrence GR and Smith JA (1989): Pathogenesis, prevention and treatment of osteoporosis. *Ann Rev Med* 40: 251
- Lee BK, Jang YK, Jo SH (1992a): Effect of environmental and physiological factors on bone mineral density in postmenopausal women. *Korean J Nutr* 25 (7): 656-667
- Lee BK, Jang YK, Choi KS (1992b): Effects of nutrients intake on bone mineral density in postmenopausal women. *Korean J Nutr* 25 (7): 642-655, 1992
- Lee HJ, Choi MJ (1996a): The Effect of Nutrient Intake and Energy Expenditure on Bone Mineral Density of Korean Women in Taegu. *Korean J Nutr* 29 (6): 622-633
- Lee HJ, Choi MJ, Lee IK (1996b): The Effect of Anthropometric Measurement and Body Composition on Bone Mineral Density of Korean Women in Taegu. *Korean J Nutr* 29 (7): 778-787
- Lee SK, Yoon S, Lee MJ, Kwon DJ (2000): Estimated Isoflavone Intake from Soy Products in Korean Middle-aged Women. *J Korean Soc Food Nutr* 29 (5): 948-956
- Liggins J, Grimwood R, Bingham SA (2000a): Extraction and quantification of lignan phytoestrogens in food and human sample. *Anal Bio* 287 (1): 102-109
- Liggins J, Bluck LJC, Runswick S, Atkinson C, Coward WA, Bingham SA (2000b): Daidzein and genistein content of fruits and nuts. *J Nutr Biochem* 11 (6): 326-331
- Maskarinec G, Singh S, Meng L, Franke AA (1998): Dietary soy intake and urinary isoflavone excretion among women from a multiethnic population. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 7 (7): 613-619
- Messina M (1998): Soyfoods, soybean isoflavones, and bone health. *J Korean Soybean Society* 15 (2): 122-136
- Metz JA, Anderson JJB, Gallagher Jr PN (1993): Intakes of calcium, phosphorus, and protein, and physical activity level are related to radial bone mass in young adult women. *Am J Clin Nutr* 58 (4): 537-542
- Ministry of Health & Welfare (2002): 2001 National health & Nutrition survey-Nutrition survey I. Ministry of Health & Welfare, Seoul
- Potter SM, Baum JA, Teng H, Stillman RJ, Shay NF, Erdman JW Jr. Soy protein and isoflavones: their effects on blood lipids and bone density in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 68 (6 Suppl): 1375S-1379S, 1998
- Rapuri PB, Gallagher JC, Haynatzka V (2003): Protein intake: effects on bone mineral density and the rate of bone loss in elderly women. *Am J Clin Nutr* 77 (6): 1517-25.
- Recker RR, Lappe JM, Davies KM, Kimmel DB (1992): Change in bone mass immediately before menopause. *J Bone Miner Res* 7 (8): 857-862
- Recommended dietary allowances for Koreans, 7th revision (2000): The Korean Nutrition Society, Seoul
- Scheiber MD, Liu JH, Subbiah MT, Rebar RW, Setchell KD (2001): Dietary inclusion of whole soy foods results in significant reductions in clinical risk factors for osteoporosis and cardiovascular disease in normal postmenopausal women. *Menopause* 8 (5): 384-392
- Setchell KDR, Borriello SP, Hulme P, Kirk DN, Axwolson M (1984): Non-steroidal estrogen of dietary origin: Possible role in hormone-dependent disease. *Am J Clin Nutr* 40 (3): 569-578
- Tesar R, Notelovitz M, Shim E, Kauwell G, Brown J (1992): Axial and peripheral bone density and nutrient intakes of postmenopausal vegetarian and omnivorous women. *Am J Clin Nutr* 56 (4): 699-704
- Tompson LU, Robb P, Serraino M, Cheung F (1991): Mammalian lignan production from various foods. *Nutr Cancer* 16 (1): 43-52
- Wang HJ, Murphy PA (1994): Isoflavone content in commercial soybean foods. *J Agric Food Chem* 42: 1666-1673
- Ward WE, Yuan YV, Cheung AM, Thompson LU (2001): Exposure to flaxseed and its purified lignan reduces bone strength in young but not older male rats. *J Toxicol Environ Health A* 63 (1): 53-65
- Wolever TM, Jenkins DJ (1997): What is a high fiber diet? *Adv Exp Med Biol* 427: 35-42