

농촌지역 폐경 후 여성의 일상식 중 이소플라본 섭취와 소변 중 Deoxypyridinoline 및 Ca, Zn 배설량에 관한 연구

최화선¹ · 이다홍² · 신미경^{2*}

¹연변대학교 간호학원, ²원광대학교 식품영양학과

A Study on Daily Isoflavone Intake from Soy Foods and Urinary Excretion of Deoxypyridinoline, Ca and Zn in Postmenopausal Women with Osteoporosis

Hua-Shan Cui¹, Da-Hong Lee² and Mee-Kyung Shin^{2*}

¹College of Nursing, Yanbian University, YanJi, China

²Dept. of Food & Nutrition, WonKwang University, Iksan 570-741, Korea

Abstract

This study assessed the effects of daily isoflavone intake on urinary excretion of deoxyypyridinoline(DPD), Ca and Zn excretion as an index of bone resorption rates in 162 postmenopausal osteoporotic women. There were 87 participants in the osteoporosis group and 75 in the control group. The average age in the osteoporosis group was 62.97 years and that of the control group was 63.67 years. There were no significant differences between the two groups in height, weight and body mass index. The osteoporosis group consumed significantly lower amounts of soy foods compared to the control group($p<0.001$). Daily isoflavone intake was significantly different between the osteoporosis group(29.19 mg) and the control group(48.56 mg). The average urinary excretion of deoxyypyridinoline in the osteoporosis and control groups were 5.71 nmol/mmol Cr and 5.15 nmol/mmol Cr, respectively and these values were significantly different($p<0.05$). In addition, the subjects in the osteoporosis group and control group exhibited significant difference in urinary excretion of Ca(200.16 mg/day, 177.05 mg/day respectively) and Zn(333.32 μ g/day, 303.68 μ g/day respectively) at the levels of $p<0.01$ and $p<0.05$, respectively. There were no significant differences between the two groups in mineral intake. Thus, daily isoflavone intakes may contribute to decreases in the rates of urinary excretion of deoxyypyridinoline, Ca and Zn in postmenopausal subjects.

Key words : Isoflavone, deoxyypyridinoline, urinary Ca, Zn.

서 론

현대 사회는 경제 수준의 향상 및 의학의 발달 등으로 평균 수명이 증가하고 있으며, 65세 이상의 노인 인구가 전체 인구의 8.3%에 이르고 2030년에는 23%로 늘어날 것으로 추정하고 있다. 특히 여성의 평균 수명은 80.4세로 남성의 평균 수명 73.4세보다 7세 가량 높고, 특히 농촌 지역의 경우 인구의 고령화 현상이 더욱 뚜렷해지고 있는 실정이다(Korea National Statistical Office 2003-2005). 이러한 노인 인구의 증가 추세는 앞으로도 계속될 전망이다 따라서 노인의 삶의 질적 향상을 위하여 만성 퇴행성 질환의 예방을 위한 연구가 필요하다. 특히 노인 여성의 경우 폐경으로 인한 에스트로겐의 분비 감소로 골량 감소가 촉진되어 골다공증의 발생률이 현저히 증가하고 있다(Ewies AA 2002, Arjmandi BH 2001,

Hendrich & Murphy 2001).

골다공증의 치료에는 호르몬 요법, 약물 요법, 운동 요법, 식이요법이 적용될 수 있으나, 호르몬 요법은 유방암 등의 위험률을 증가시킬 수 있으며(Pritchard *et al* 2002, Teede HJ 2002), 장기간 사용 시에는 자궁암, 혈전혈관 질환, 당뇨병, 고혈압의 빈도를 증가시킬 수 있다(Pritchard *et al* 2002, Teede HJ 2002). 이러한 부작용 때문에 최근에는 골다공증의 예방과 치료를 위하여 에스트로겐과 유사한 구조를 가지고 있으면서 약하게 에스트로겐의 기능을 하는 것으로 보고되고 있는 phytoestrogens에 대한 관심이 집중되고 있다(Ewies AA 2002, Arjmandi BH 2001, Hendrich & Murphy 2001). Phytoestrogens 일종으로, 대두에 풍부하게 함유되어 있는 이소플라본은 estrogen receptor에 친화력을 가지고 있어 골다공증 예방과 치료에 효과적이라는 연구가 활발하게 이루어지고 있고(Reinwald & Weaver 2006, Kuiper *et al* 1998, Messina 1998), 역학 조사에서 이소플라본을 많이 섭취한 아시

* Corresponding author : Mee-Kyung Shin, Tel : +82-63-850-6657, Fax : +82-63-850-7301, E-mail : mkshin@wonkwang.ac.kr

아인이 서구인보다 만성 퇴행성 질환이 약하게 나타나는 것으로 보고되었다(Holt S 1997).

식이성분의 효과를 알아보는 연구에서는 골밀도의 변화를 비교적 장기간에 걸쳐서 나타나기 때문에 골밀도 이외에 다양한 골대사 지표 물질들을 측정하여 그 영향을 해석하고 있다. 그 중 deoxypyridinoline(DPD)은 골조직에서 발견되며 파골세포에 의해 콜라겐이 분해되면서 유리되며 특이도가 높아 골 용해를 반영하는 가장 뚜렷한 생화학적 표지자라고 할 수 있다(Ceballos *et al* 2005, Kleerekoper M 1996, Sirtori *et al* 1997).

한편 65세 이상 폐경 후 여성을 대상으로 호르몬 요법을 6개월 동안 실시한 결과 실험전보다 소변의 칼슘 배설량이 감소하였고(Christmas *et al* 2002), Herzberg *et al*(1990)은 에스트로겐 대체요법을 받은 폐경 후 골다공증 여성군에서 소변의 아연 배설량이 치료 3개월 후에 35%에서 1년 후에 26%로 감소되어 골격 대사에 소변 중 아연 배설량이 중요한 지표라고 하였다. 지금까지 폐경 후 여성에서 골대사 지표 물질의 변화에 대한 연구는 많이 이루어져 왔으나 에스트로겐의 대체 효과를 가지고 있는 것으로 알려져 있는 이소플라본을 폐경 후 여성을 대상으로 체내 무기질 대사에 미치는 영향 및 그 효과에 대한 연구는 매우 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 폐경 후 여성에게 일상식 중 이소플라본 섭취와 소변중의 DPD, Ca, Zn 배설량에 관한 연구를 살펴봄으로써 폐경 후 여성에게 대두 식품이 골대사 지표 물질과 소변 중 Ca, Zn 배설량과 어떠한 관련성이 있는지 알아 보고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 농촌 지역 W 대학병원에 건강 검진을 받으려 온 50~77세의 폐경 후 여성 239명 중 골밀도에 영향을 미칠 것으로 예상되는 갑상선 질환, 신장 질환, 여성 호르몬 치료, 난소 및 자궁 적출, 음주, 흡연, 고혈압, 당뇨병 등 만성 질환이 있는 여성을 제외하였다. 또한 WHO에서 성인 여성을 위해 골밀도를 기준으로 골다공증 여성(osteoporosis: T-score ≤ -2.5) 87명과 정상군 여성(control: T-score > -1) 75명을 대상으로 하여 4월 10일부터 7월 20일까지 설문 조사 및 식이 섭취 조사를 실시하였다.

2. 신체 계측

신장과 체중은 신체 자동 계측기(Fitness measuring system, DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 측정하였다. 측정된 신장과 체중

을 이용하여 체질량 지수 (BMI: Body Mass Index=체중(kg)/[신장(m)²])를 산출하였다. 허리둘레와 엉덩이 둘레는 줄자를 이용하여 측정하였고, 이를 기준으로 허리와 엉덩이 둘레 비율(WHR: Waist Hip Ratio)을 산출하였다. 혈압은 자동 혈압기(Fully automatic blood pressure monitor, BP-750A, NISSEI, Japan)를 사용하여 수축기 혈압(Systolic Blood Pressure: SBP)과 이완기 혈압(Diastolic Blood Pressure: DBP)을 측정하였다.

3. 설문 조사

설문 조사는 숙련된 대학원생이 대상자와의 개인별 면담을 통하여 일반 사항, 연령, 폐경 연령, 폐경 후 경과 기간 등을 조사하였다.

4. 골밀도 측정

연구 대상자들의 골밀도 측정은 이중 에너지 방사선 골밀도 측정기(Dual energy X-ray absorptiometry: DEXA, Hologic, USA)를 이용하여 요추(Lumbar spine, L2~L4)와 대퇴경부(Femoral neck)의 골밀도를 측정하였다.

5. 식이 섭취 조사

식이 섭취 조사는 24시간 회상법을 이용하여 3일간의 식이 섭취를 조사한 후 영양 평가 프로그램(The Korean Nutrition Society 2005)을 이용하여 연구 대상자의 1일 영양소 섭취량을 산출하였다.

일상식에서 섭취하는 이소플라본 섭취량은 주요 이소플라본인 제니스테인과 다이드제인을 분석한 국내의 자료(de Kleijn *et al* 2001, Liggins *et al* 2000, Lee *et al* 2000, Franke *et al* 1999)를 근거로 분석하였다. 이소플라본은 여러 식품에 분포되어 있으나 대부분의 함량이 대두식품의 1,000분의 1 이하로 들어 있기 때문에(Adlercreutz & Mazur 1997) 대두식품 중의 이소플라본 함량만을 산출하였다.

6. 소변 DPD

일시적인 소변 DPD는 competitive enzyme immunoassay 방법으로 pyrilinks-D kit(Metra Biosystems, USA)를 사용하여 분석한 후 소변 중 크레아티닌 수치로 보정하였다(nmol/mmol Cr).

7. 소변 칼슘, 아연

일시적으로 수집한 소변 중 2 mL를 취하여 질산과 이온 제거수를 넣고 microwave 법으로 분해 (질산 7 mL + 이온 제거수 2 mL) 하여 검액으로 만든 뒤 ICP(Inductively coupled plasma, Thermo Jarrell Ash, USA)를 이용하여 칼슘, 아연의 정량분석을 실시하였다.

8. 통계분석

본 연구에서 얻어진 모든 결과는 평균과 표준편차를 구하였고, 두 군간의 비교는 SAS(Statistical Analysis System, Version 8.1) program을 이용하여, Student's *t*-test로 각각 평균치간 차이의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 신체 계측 사항

본 연구 대상자들의 신체 계측 사항은 Table 1과 같다. 평균 연령은 골다공증군이 62.97세, 대조군이 63.67세였으며, 평균 신장, 체중 및 체질량지수(BMI)는 골다공증군이 각각 151.04 cm, 57.94 kg, 25.37 kg/m²이었고, 대조군은 152.58 cm, 60.30 kg, 25.88 kg/m²로 두 군간에 유의적인 차이가 없도록 하였다. 평균 골다공증군과 대조군의 초경 연령은 각각 16.55세와 16.97세이고, 폐경 연령은 50.41세와 50.21세이며, 폐경 후 경과 기간은 15.32년과 13.46년이었다. 또한 수축기 혈압은 골다공증군과 대조군이 각각 137.30 mmHg, 135.67 mmHg 이었고 이완기 혈압은 75.32 mmHg, 75.72 mmHg로, 초경, 폐경 연령, 폐경 후 경과 기간, 수축기 혈압, 이완기 혈압 모두 두 군간에 유의한 차이가 없었다.

2. 골밀도

본 연구 대상자의 요추와 대퇴경부 골밀도를 측정한 결과

Table 1. Anthropometric measurements maternal factors from each food group in subjects with different bone mineral density

Variables	Osteoporosis (n=87)	Control (n=75)
Age(yrs)	62.97± 7.43 ¹⁾	63.67± 8.16
Height(cm)	151.04± 5.55	152.58± 5.81
Weight(kg)	57.94± 8.33	60.30± 8.23
BMI ²⁾ (kg/m ²)	25.37± 3.15	25.88± 3.09
WHR ³⁾	0.87± 0.06	0.88± 0.06
Age at menarche(yrs)	16.55± 1.73	16.97± 2.18
Age at menopause(yrs)	50.41± 1.81	50.21± 3.76
Period after menopause(yrs)	15.32± 8.62	13.46± 9.37
SBP ⁴⁾ (mmHg)	137.30±23.83	135.67±22.06
DBP ⁵⁾ (mmHg)	75.32±12.33	75.72±11.41

¹⁾ Mean±SD. ²⁾ Body Mass Index. ³⁾ Waist Hip Ratio.

⁴⁾ Systolic Blood Pressure. ⁵⁾ Diastolic Blood Pressure.

를 비교하면 Table 2와 같다. 요추 T값은 골다공증군이 -2.79, 대조군이 -0.67로 유의적인 차이를 나타내었으며($p<0.001$), 대퇴경부 골밀도의 T값은 골다공증군이 -2.80, 대조군이 -0.63으로 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$).

3. 영양소 섭취량

3일간의 식이 섭취 조사를 통하여 분석한 연구 대상자의 1일 평균 영양소 섭취량과 한국인 영양 섭취 기준에 대한 섭취 비율(The Korean Nutrition Society 2005)은 Table 3, 4와 같다. 연구 대상자들의 일상 식사 섭취를 통해 골다공증군과 대조군의 결과를 비교해 보면 열량 섭취량은 골다공증군이 평균 1,437.11 kcal(에너지 평균 필요량의 83.94%), 대조군이 평균 1,432.58 kcal(에너지 평균 필요량의 83.66%)로 한국인 영양섭취기준(2005) 50~64세의 여자 평균 에너지 평균 필요량 1,800 kcal와 비교 시 본 연구에서 두 군에의 열량 섭취가 모두 낮았다.

단백질 섭취량은 골다공증군이 56.09 g(권장 섭취량의 124.64%), 대조군이 56.68 g(권장 섭취량의 125.96%)로서 두 군 모두 비슷한 섭취 비율을 나타내었으나 한국인 영양 섭취 기준(2005) 50~60세의 여자 평균 1일 단백질 권장 섭취량 45 g과 비교하면 높은 수준이었고 2001년도 국민건강 영양조사(Ministry of Health Welfare 2002), 50~60세의 여자 평균 1일 단백질 섭취량 62.7 g과 비교 시 약간 낮은 섭취 수준이었다.

섭취 열량에 대한 탄수화물, 단백질, 지방의 섭취 비율을 보면 골다공증군의 경우 68.17 : 15.61 : 16.21 이었고, 대조군의 경우 68.68 : 15.83 : 15.49 로 두 군 간에 유사한 비율로서 한국인영양섭취기준(2005)에서 제시하는 탄수화물 55~70%, 단백질 7~20%, 지방 15~25% 와 비교 시 비교적 적정 섭취 비율을 나타내었다고 볼 수 있다. 비타민 A, 비타민 B₆, P, Fe은 골다공증군과 정상군 모두 권장량 이상의 섭취 상태를 보였으나, 비타민 B₁, B₂, folate, 비타민 E, Ca, Zn 등 대부분의 미량 영양소 섭취량은 권장량에 미치지 못하였다.

Table 2. Bone mineral density subjects

Variables	Osteoporosis(n=87)	Control(n=75)
BMD-S ²⁾ (g/cm ²)	0.84±0.15 ¹⁾	0.97±0.12 ^{***4)}
BMD-S(T-score)	-2.79±0.71	-0.67±0.65 ^{***}
BMD-F ³⁾ (g/cm ²)	0.61±1.00	0.75±0.09 ^{***}
BMD-F(T-score)	-2.80±0.88	-0.63±0.79 ^{***}

¹⁾ Mean±SD. ²⁾ Bone mineral density-Spine.

³⁾ Bone mineral density-Femoral neck.

⁴⁾ Significance as determined by Student's *t*-test. ^{***} $p<0.001$.

Table 3. Mean daily energy and nutrient intakes from each food group in subjects with different bone mineral density

Variables	Osteoporosis(n=87)		Control(n=75)	
Energy(kcal)	1,437.11±	272.51	1,432.58±	273.43 ¹⁾
Protein(g)	56.09±	19.11	56.68±	20.03
Fat(g)	25.89±	13.07	24.66±	10.97
Carbohydrate(g)	244.91±	85.98	245.98±	40.39
Crude fiber(g)	6.82±	2.57	6.66±	2.32
Ash(g)	17.84±	6.99	17.98±	7.30
Vitamin A(μ g RE)	784.70±	366.06	730.93±	533.58
Retinol(μ g)	49.79±	60.10	42.27±	46.69
Carotene(mg)	4,372.53±	2,535.49	3,618.75±	2,297.63
Vitamin B ₁ (mg)	1.01±	0.44	0.92±	0.30
Vitamin B ₂ (mg)	0.78±	0.34	0.78±	0.33
Niacin(mg NE)	14.35±	7.57	12.77±	3.88
Vitamin B ₆ (mg)	1.50±	0.64	1.54±	0.60
Folate(μ g)	258.68±	190.39	269.83±	193.33
Vitamin C(mg)	93.12±	73.35	107.06±	64.94
Vitamin E(mg α -TE)	6.64±	4.16	7.12±	4.11
Calcium(mg)	439.02±	192.24	509.36±	292.01
Phosphorus(mg)	920.55±	360.37	892.92±	275.07
Iron(mg)	11.05±	3.74	10.64±	3.84
Zinc(mg)	6.48±	1.86	6.86±	1.59

¹⁾ Mean±SD.

특히 칼슘의 섭취량은 골다공증군은 439.02 mg(권장 섭취량의 55.07%), 대조군은 509.36 mg(권장 섭취량의 63.86 %)의 섭취량을 보였다. 대조군에서 섭취량이 약간 높으나, 한국인의 1인 1일 평균 칼슘 섭취량은 1975년 이래로 완만한 증가를 보였지만 아직 700 mg을 넘지 못하였으며 더욱이 한국인 영양섭취기준(2005) 50~60세 여성의 1일 권장 섭취량 800 mg으로 설정한데 비하면 섭취 비율은 평균 59.47%에 지나지 않았다.

4. 식품군별 섭취량

연구 대상자들의 일상식 중 식품군별 섭취량을 살펴보면 (Table 5), 두류에서 골다공증군은 36.11 g, 대조군은 50.70 g 이었다. 일상 식 섭취에서 식품군별 섭취량은 두류($p<0.001$)를 제외한 모든 식품군에서는 골다공증군과 대조군을 비교하여 보면 모두 유의적인 변화가 나타나지 않았다. 두류 섭취

Table 4. Percent KDRIs values of daily energy and nutrient intakes from each food group in subjects with different bone mineral density

Variables	Osteoporosis(n=87)	Control(n=75)
Energy(EAR) ²⁾	83.94±17.24 ¹⁾	83.66±15.97
Protein(RI) ³⁾	124.64±42.45	125.96±44.51
Vitamin A(RI)	130.67±61.02	121.70±88.99
Vitamin B ₁ (RI)	91.43±39.66	83.99±27.23
Vitamin B ₂ (RI)	68.95±28.08	64.56±27.25
Niacin(RI)	102.52±54.09	91.18±27.73
Vitamin B ₆ (RI)	107.30±45.40	109.89±42.79
Folate(RI)	64.67±47.60	67.46±48.33
Vitamin C(RI)	93.12±73.35	107.06±64.94
Vitamin E(RI)	66.35±41.66	71.19±41.13
Calcium(RI)	55.07±24.24	63.86±36.37
Phosphorus(RI)	131.51±51.48	127.56±39.30
Iron(RI)	121.99±42.37	116.54±43.49
Zinc(RI)	81.01±23.88	85.75±22.07

¹⁾ Mean±SD. ²⁾ EAR : Estimated Average Requirements.

³⁾ RI : Recommended Intake.

량에서는 대조군인 경우 섭취량이 2001년 국민건강·영양조사(Ministry of Health Welfare 2002) 50~60세의 성인 1일 두류 섭취량 33.5 g보다 더 높은 섭취 수준이었다.

5. 일상식 중 이소플라본 섭취량

조사 대상자의 일상식 중 이소플라본 섭취량에 대한 결과는 Table 6과 같다. 평균 이소플라본 섭취량은 골다공증군과 대조군에서 각각 29.19 mg, 48.56 mg으로 골다공증군의 섭취량이 대조군 섭취량의 60.11%로, 두 군 간에 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.001$).

조사 대상자의 1일 평균 이소플라본 섭취량은 농촌 지역을 대상으로 한 폐경 후 여성의 27.3 mg(Choi SH 2000), Lee et al(2000)이 보고한 35~60세의 중년 여성의 이소플라본 섭취량 24.4 mg, 홍콩인의 19.3 mg보다는 높은 편이었고(Ho et al 2000), 전통적인 식사를 하는 일본인의 하루 섭취량 150~200 mg(Adlercreutz et al 1991, Cassidy et al 1995) 보다는 매우 낮았다.

이소플라본은 품종과 재배 지역, 성숙도에 따라 대두 100 g중에 100~300 mg 정도 함유되어 있고(Wang & Murphy 1994a, 1994b, Messina M 1998), 이러한 이소플라본의 섭취

Table 5. Food intakes from each food group in subjects with different bone mineral density

Variables(g)	Osteoporosis(n=87)	Control(n=75)
Cereals	239.41± 62.10 ¹⁾	233.81± 64.92
Potatoes	28.32± 43.16	23.37± 29.14
Sugars	5.44± 5.41	4.90± 4.42
Soy foods	36.11± 19.44	50.70± 16.96 ^{***2)}
Seeds	3.89± 8.60	3.69± 9.58
Vegetables	259.80±138.47	239.16± 93.10
Mushrooms	3.94± 6.85	3.02± 6.97
Fruits	159.19±132.29	142.79±140.34
Meats	30.17± 31.80	35.46± 30.48
Eggs	17.04± 19.92	14.57± 18.12
Fishes	50.10± 41.51	47.98± 34.77
Seaweeds	5.92± 9.84	4.96± 9.81
Milk	60.68± 93.50	53.71± 66.81
Oils	4.14± 3.23	4.74± 3.24
Beverages	20.51± 42.59	19.76± 63.42
Seasonings	26.08± 16.13	24.28± 13.89

¹⁾ Mean±SD. ²⁾ Significance as determined by Student's *t*-test.
^{***} *p*<0.001.

Table 6. Mean daily isoflavone intakes from each food group in subjects with different bone mineral density

Variables	Osteoporosis(n=87)	Control(n=75)
Daidzein(mg)	13.64±11.37 ¹⁾	21.84±10.64 ^{***2)}
Genistein(mg)	15.55±12.37	26.72±13.04 ^{***}
Total isoflavone(mg)	29.19±23.67	48.56±23.68 ^{***}

¹⁾ Mean±SD. ²⁾ Significance as determined by Student's *t*-test.
^{***} *p*<0.001.

량은 연구자마다 섭취 수준의 차이가 큰 것으로 나타났는데 국내의 연구 결과는 식사 패턴의 차이에 의한 것으로 보여지며, 식사 패턴이 유사한 국내 연구 간에도 섭취량 조사 방법과 이소플라본 함량 자료의 출처가 다르기 때문에 이소플라본 섭취 수준에 차이를 보인 것으로 보이며, 또한 현대인들이 건강에 대한 관심이 높아지면서 식물성 식품인 두류를 많이 섭취하는 것으로 사료된다.

6. 소변 중 DPD 배설량

일상 식이 섭취를 통해 골다공증군과 대조군간의 소변중의 DPD의 배설량은 Table 7과 같다. 골 용해 지표인 소변의 DPD의 배설량에서 골다공증군은 5.71 nmol/mmol Cr, 대조군은 5.15 nmol/mmol Cr로 두 군 간에 유의적인 차이가 있었다(*p*<0.05).

DPD는 골 조직에서 발견되며 파골세포에 의해 파괴되면서 골 기질에서 빠져 나오며 대사되지 않은 그대로 소변으로 배설된다(Rubinacci *et al* 1999). 따라서 소변 중 DPD는 폐경 후 여성에서 폐경 전 여성에 비하여 많이 배설되는 골 용해의 생화학적 표지가 된다(Ceballos *et al* 2005, Kleerekoper M 1996). Morabito *et al*(2002)도 이탈리아의 폐경 후 여성에게 매일 제니스테인 54 mg을 12개월 동안 보충시켰을 때 DPD 배설량이 대조군보다 유의적으로 감소하였다고 보고했다. 또한 난소를 절제한 쥐에게 84일 동안 체중 kg당 매일 대두 이소플라본을 40~80 mg 공급했을 때 소변의 DPD 농도가 감소되어 대두 이소플라본의 매일 섭취는 골 교체율(bone turnover)을 낮춘다고 보고하였다(Picherit *et al* 2001). 그러나 Wangen *et al*(2000)은 폐경 후 여성에게 분리 대두 단백질로 이소플라본을 3개월 동안 보충시킨 결과 소변의 DPD 배설이 저 함량 보충(65 mg/day)과 고 함량 보충(130 mg/day) 모두에서 약간의 감소 경향을 나타냈지만, 유의적이지는 않았다고 보고하였다.

이상의 결과로 본 연구에서도 폐경 후 여성을 대상으로 일상식 중 이소플라본 섭취가 골 대사 지표인 소변 중 DPD 배설량의 유의적인 감소를 보여 골 교체율을 낮추고, 골 용해를 감소시켜 골 대사에 긍정적인 효과를 보였다.

7. 소변 중 칼슘, 아연의 배설량

본 조사 대상자의 소변 내 칼슘, 아연 배설량의 결과는 Fig. 1, 2와 같다. 소변에서 칼슘 1일 배설량은 골다공증군은 200.16 mg, 대조군은 177.05 mg으로 정상 범위(1일 100~300 mg, Lee *et al* 1999)에 속하였으나, 골다공증 군에서 칼슘 배설량이 높았으며 두 군 간에 유의적인 차이를 보였다(*p*<0.01).

Sairanen *et al* (2000)의 연구에서 폐경 후 여성들 중 4년간 칼시트리올을 매일 0.5 mg과 칼슘 800 mg을 섭취한 실험군

Table 7. Urinary DPD excretion from each food group in subjects with different bone mineral density

Variables	Osteoporosis(n=87)	Control(n=75) ²⁾
Deoxypyridinoline (nmol/mmol Cr)	5.71±1.72 ¹⁾	5.15±1.33*

¹⁾ Mean±SD. ²⁾ Significance as determined by Student's *t*-test.
 * *p*<0.05.

은 칼슘 800 mg만 섭취한 대조군에 비해 요추의 골밀도가 유의하게 증가하였고, 소변으로의 칼슘 배설량이 감소하였으며 부갑상선 호르몬 수준이 32% 정도 감소하였다. 65세 이상 폐경 후 여성을 대상으로 호르몬 요법을 6개월 동안 치료한 결과 실험전보다 소변의 칼슘 배설량이 감소하였다 (Christmas *et al* 2002).

에스트로겐 치료는 칼슘 대사에 영향을 주어(van Hoof *et al* 1994), 활성형 비타민 D(1,25-(OH)₂D₃) 수준을 증가시키고 소장으로 칼슘 흡수와 신장의 재흡수를 향상시켜서(Shiraishi *et al* 2006, Colin *et al* 1999, Ten Bolscher *et al* 1999) 혈중 칼슘 농도를 증가시킨다.

소변중의 아연 배설량은 골다공증군은 333.32 μ g, 대조군은 303.68 μ g로 정상 범위(1일 배설량 300~600 μ g, Gibson RS 1990)에 속하였으며, 두 군 간에 유의적인 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 소변 중 아연 배설량의 측정은 골다공증에 중요한 생화학적 지표로서 역할을 한다(Herzberg *et al* 1990, Ohry *et al* 1980). Herzberg *et al*(1990, 1996)의 연구에서 골다공증군인 폐경 후 여성에서 소변 중의 아연 배설이 유의적으로 높

았으며 소변의 아연 배설량과 골 밀도 간에 음의 상관성을 보였다 하였고, 호르몬 장애로 인한 아연 배설량의 증가는 높은 골 교체율을 의미한다고 하였다(Herzberg *et al* 1996). 폐경 후 여성을 대상으로 한 소변 중 아연 배설량은 골다공증군이 정상군에 비하여 유의적으로 많이 배설되었으며 골다공증군의 아연 배설 증가는 골 재흡수에 기인하는 것으로 나타났다(Relea *et al* 1995, Szathmari *et al* 1993). Herzberg *et al*(1996)은 에스트로겐 요법을 받은 폐경 후 골다공증 여성군에서 소변의 아연 배설량이 치료 후 3개월 35%에서 1년 26%로 감소되었다고 하였다. Bureau *et al*(2002)은 50~60세 건강한 폐경 후 여성을 대상으로 2년 동안 호르몬 요법군과 대조군으로 실험한 결과 실험군에서 대조군보다 혈청 아연 농도가 더 높았으며, 소변의 아연 배설도 더 낮았다. 이러한 결과들과 함께 본 연구 결과는 에스트로겐과 유사구조와 기능을 가진 이소플라본이 골대사 지표인 소변 중 DPD의 함량 및 칼슘, 아연의 배설량을 유의적으로 감소시켜 골 대사에 긍정적인 효과를 보임을 확인할 수 있었다.

요약 및 결론

농촌 지역에 거주하는 폐경 후 여성 162명을 선정하여 일상 식 중 이소플라본 섭취량과 골 대사 지표인 소변의 DPD, 칼슘, 아연의 배설량을 알아보았다. 골밀도에 따라 골다공증군 87명과 대조군 75명 두 군으로 나누어 설문 조사, 신체 측정, 식사 섭취 조사를 실시한 결과 다음과 같다.

1. 연구 대상자의 평균 연령은 골다공증군과 대조군이 각각 62.94세, 63.67세로 두 군간에 유의적인 차이가 없었으며, 체질량지수, 폐경기간, 혈압도 두 군간에 유의적인 차이가 없었다.
2. 영양소 섭취량은 골다공증군과 대조군간에 유의적인 차이가 없었으며, 식사 중 이소플라본 섭취량($p < 0.001$)은 골다공증군 29.19 mg, 대조군 48.56 mg이었다. 영양소, 식품군별 섭취량은 골다공증군, 대조군 모두에서 유의적인 차이를 보이지 않았으나 두류($p < 0.001$)의 섭취량은 골다공증군 36.11 g, 대조군 50.70 g으로 두 군간의 유의적인 차이를 보였다.
3. 골 용해 지표인 소변의 DPD의 배설량에서 골다공증군은 5.71 nmol/mmol Cr, 대조군은 5.15 nmol/mmol Cr로 두 군 간에 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$).
4. 소변에서 칼슘 배설량($p < 0.01$)은 골다공증군은 200.16 mg, 대조군은 177.05 mg였으며, 아연 배설량($p < 0.05$)은 골다공증군은 333.32 μ g, 대조군은 303.68 μ g 이었다.

이상의 결과를 종합해 보면 폐경 후 여성에게 일상 식사를 통하여 이소플라본의 섭취를 가능하도록 한다면 골대사 지표인 소변 중 DPD의 함량 및 칼슘, 아연의 배설량을 유의

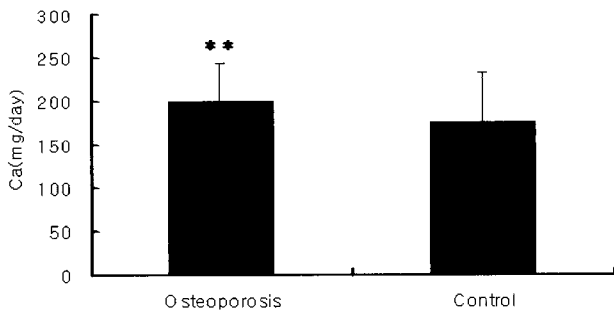


Fig. 1. Urinary Ca excretion from each food group in subjects with different bone mineral density. Significance as determined by Student's *t*-test. ** $p < 0.01$.

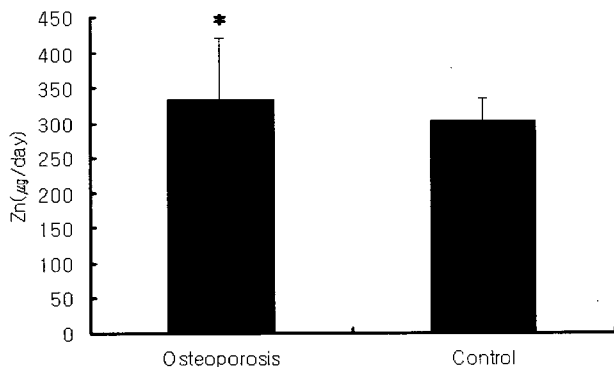


Fig. 2. Urinary Zn excretion from each food group in subjects with different bone mineral density. Significance as determined by Student's *t*-test. * $p < 0.05$.

적으로 감소시킬 수 있으므로 폐경 후 여성의 골다공증이 사회적인 문제가 되어가고 있는데 치료보다 예방 차원에서 대두 식품인 이소플라본을 섭취함으로써 호르몬 부족으로 인한 골소실의 예방에 많은 도움이 될 수 있으리라 사료되며, 폐경 후 여성을 대상으로 하는 영양 교육과 다양한 조리 방법 개발이 뒷받침 되어야 할 것으로 사료된다.

문헌

- Adlercreutz H, Honjo H, Higashi A, Fotsis T, Hamalainen E, Hasegawa T, Okada H (1991) Urinary excretion of lignans and isoflavonoid phytoestrogen in Japanese men and women consuming a traditional Japanese diet. *Am J Clin Nutr* 54: 1093-1100.
- Adlercreutz H, Mazur W (1997) Phyto-oestrogens and western diseases. *Am Med* 29: 95-120.
- Arjmandi BH (2001) The Role of Phytoestrogens in the Prevention and Treatment of Osteoporosis in Ovarian Hormone Deficiency. *J Am Coll Nutr* 20: 398-402.
- Bureau I, Anderson RA, Arnauud J, Raysiguier Y, Favier AE, Roussel AM (2002) Trace mineral status in post menopausal women: impact of hormonal replacement therapy. *J Trace Elem Biol* 16 : 9-13.
- Cassidy A, Bingham S, Setchell K (1995) Biological effects of isoflavones in young women: importance of the chemical composition of soyabean products. *British J Nutr* 74: 587-601.
- Ceballos A, Mas R, Castano G, Fernandez L, Mendoza S, Menendez R, Gonzalez JJ, Illnait J, Gamez R, Fernandez J (2005) The effect of D-003(10 mg/day) on biochemical parameters of bone remodelling in postmenopausal women: a randomized, double-blind study. *Int J Clin Pharmacol Res* 25: 175-186.
- Choi, SH (2000) A study on bone metabolism and urinary isoflavones concentration associated with dietary intake of soybeans and soy products in postmenopausal Korean women. Sookmyung Women's University.
- Christmas C, O'Connor KG, Harman SM, Tobin JD, Munzer T, Bellantoni MF, Clair CS, Pabst KM, Sorkin JD, Blackman MR (2002) Growth hormone and sex steroid effects on bone metabolism and bone mineral density in healthy aged women and men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 57: 12-18.
- Colin EM, van Den Bemd GJ, Van Aken M, Christakos S, De Jonge HR, Deluca HF, Prah J, Birkenhager JC, Buurman CJ, Pols HA, Van Leeuwen JP (1999) Evidence for involvement of 17β -estradiol in intestinal calcium absorption independent of 1,25-dihydroxyvitamin D3 levels in the Rat. *J Bone Miner Res* 14: 57-64.
- 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: 1826-1832.
- Ewies AA (2002) Phytoestrogens in the management of the menopause: up-to-date. *Obstet Gynecol Surv* 57: 306-313.
- Franke AA, Hankin JH, Yu MC, Maskarinec G, Low SH, Custer LJ (1999) Isoflavone levels in soy foods consumed by multiethnic populations in Singapore and Hawaii. *J Agric Food Chem* 47: 977-986.
- Gibson RS (1990) Principles of Nutritional Assessment. New York Oxford. University Press.
- Hendrich S, Murphy PA (2001) Isoflavones: Source and metabolism. In: Wildman REC, ed. Handbook of nutraceuticals and functional foods. Boca Raton, FL: CRC Series in Modern Nutrition.
- Herzberg M, Foldes J, Steinberg R, Menczel J (1990) Zinc excretion in osteoporosis women. *J Bone Miner Res* 5: 251-257.
- Herzberg M, Lusky A, Blonder J, Frenkel Y (1996) The effect of estrogen replacement therapy on zinc in serum and urine. *Obstetrics & Gynecology* 87: 1035-1040.
- Ho SC, Woo JL, Leung SS, Sham AL, Lam TH, Jenus ED (2000) Intake of soy products is associated with better plasma lipid profiles in the Hong Kong Chinese population. *J Nutr* 130: 2590-2593.
- Holt S (1997) Phytoestrogens for a healthier menopause. *Korea Soybean Digest* 14: 77-90.
- Kleerekoper M (1996) Biochemical markers of bone remodeling. *Am J Med Sci* 312: 270-277.
- Korea National Statistical Office (2003-2005) Annual report on the cause of death statistics. Seoul.
- Kuiper GG, Shughrue PJ, Merchenthaler I, Gustafsson JA (1998) The estrogen receptor beta subtype: a novel mediator of estrogen action in neuroendocrine systems. *Front Neuroendocrinol* 19:253-286.
- Lee KN, Mun HR, Lee EH (1999) Lab test 2000 directory. Clinical pathology selection & interpretation. Green Cross Reference Lab.
- Lee SK, Lee MJ, Yoon S, Kwon DJ (2000) Estimated Isofla-

- vone Intake from soy production Korean middle-aged women. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 948-956.
- Liggins J, Bluck LJ, Runswick S, Atkinson C, Coward WA, Bingham SA (2000) Daidzein and genistein content of fruits and nuts. *J Nutr Biochem* 11: 326-331.
- Messina M (1998) Soyfoods, soybean isoflavones, and bone health: *Korea Soybean Soc* 15: 122-136.
- Ministry of Health Welfare (2002) 2001 National Health and Nutrition Survey, Seoul.
- Morabito N, Crisafulli A, Vergara C, Gaudio A, Lasco A, Frisina N, D'Anna R, Corrado F, Pizzoleo MA, Cincotta M, Altavilla D, Lentile R, Squadrito F (2002) Effects of genistein and hormone-replacement therapy on bone loss in early postmenopausal women: a randomized double blind placebo-controlled study. *J Bone Miner Res* 17: 1904-1912.
- Ohry A, Shemesh Y, Zak R, Herzberg M (1980) Zinc and osteoporosis in patients with spinal cord injury. *Paraplegia* 18: 174-180.
- Picherit C, Chanteranne B, Bennetau-Pelissero C, Davicco MJ, Lebecque P, Barlet JP, Coxam V (2001) Dose-dependent bone-sparing effects of dietary isoflavones in the ovariectomized rat. *Br J Nutr* 85: 307-316.
- Pritchard KI, Khan H, Levine M (2002) Clinical practice guidelines for the care and treatment of breast cancer: 14. The role of hormone replacement therapy in women with a previous diagnosis of breast cancer. *Canadian Medical Association* 166: 1017-1022.
- Reinwald S, Weaver CM (2006) Soy isoflavones and bone health : a double-edged sword? *J Nat Prod* 69: 450-459.
- Relea P, Revilla M, Ripoll E, Arribas I, Villa LF, Rico H (1995) Zinc, biochemical markers of nutrition, and type I osteoporosis. *Age Ageing* 24: 303-307.
- Rubinacci A, Melzi R, Zampino M, Soldarini A, Villa I (1999) Total and free deoxyypyridinoline after acute osteoclast activity inhibition. *Clin Chem* 45: 1510-1516.
- Sairanen S, Kärkkäinen M, Tähtelä R, Laitinen K, Mäkelä P, Lamberg-Allardt C, Välimäki MJ (2000) Bone Mass and Markers of bone and calcium metabolism in postmenopausal women treated with 1,25-Dihydroxyvitamin D(Calcitriol) for four years. *Calcif Tissue Int* 67: 122-127.
- Shiraish A, Ito M, Hayakawa N, Kubota N, Kubodera N, Oquta E (2006) Calcium supplementation does not reproduce the pharmacological efficacy of alfacalcidol for the treatment of osteoporosis in rats. *Calcif Tissue Int* 78: 152-161.
- Sirtori P, Sosio C, Polo RM, Tenni R, Rubinacci A (1997) A comparative study on biochemical markers of collagen breakdown in postmenopausal women. *Pharmacol Res* 36: 229-235.
- Szathmari M, Steczek K, Szucs J, Hollo I (1993) Zinc excretion in osteoporotic women. *Orv Hetil* 134: 911-914.
- Teede HJ (2002) Controversies in HRT. *Aust Fam Physician* 31: 413-418.
- Ten Bolscher M, netelenbos JC, Barto R, Van Buuren LM, van der vijgh WJ (1999) Estrogen rugulation of intestinal calium absorption in the intact and ovariectomized adult rat. *J Bone Miner Res* 14: 1197-1202.
- The Korean Nutrition Society (2005) Computer Aided Nutritional Analysis program version 3.0. Seoul.
- The Korean Nutrition Society (2005) Dietary Reference intake for Koreans. 8th revision, Seoul.
- Van Hoof HJ, Van Der Mooren MJ, Swinkels LM, Rolland R, Benraad TJ (1994) Hormone replacement therapy increases serum 1,25-dihydroxyvitamin D: A 2-year prospective study. *Calcif Tissue Int* 55: 417-419.
- Wang HJ, Murphy PA (1994a) Isoflavone content of commercial soybean foods. *J Agric Food Chem* 42: 1666-1673.
- Wang HJ, Murphy PA (1994b) Isoflavone composition of American an Japanese soybeans I Iowa: effects of variety, crop year an location. *J Agric Food Chem* 42: 1666-1673.
- Wangen KE, Duncan AM, Merz-demlow BE, Xu X, Marcus R, Phipps WR, Kurzer MS (2000) Effects of soy isoflavones on markers of bone turnover in premenopausal and postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 85: 3043-3048.

(2006년 6월 21일 접수, 2006년 8월 11일 채택)