

이소플라본 보충이 폐경 후 여성에서 골밀도와 성호르몬에 미치는 영향*

이다홍[§] · 이행신** · 김미현 · 윤미은 · 승정자

숙명여자대학교 식품영양학과, 한국보건산업진흥원 보건의료사업단**

Effects of Isoflavones Supplementation on Bone Mineral Density and Sex Hormones in Postmenopausal Women*

Lee, Da-Hong[§] · Lee Haeng-Shin** · Kim Mi-Hyun · Yoon Mi-Eun · Sung Chung-Ja

Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 53-12, Korea

Department of Food Industry,** Korea Health Industry Development Institute, Seoul 57-1, Korea

ABSTRACT

Soy isoflavones have been hypothesized to exert hormonal effects and to enhance bone mineral density in postmenopausal women. To test this hypothesis, we studied the effects of soy isoflavones supplements on bone mineral density and sex hormones (serum estradiol, sex hormone-binding globulin and testosterone) in 47 postmenopausal women. There were 24 participants in the treatment group and 23 in the control group. The treatment group consumed the isoflavones extract capsule daily (which contained 90 mg of soy isoflavones) for 12 weeks. The study compared pre- and post-isoflavones intake in the following areas: physical examination, diet survey, bone mineral density and serum sex hormone levels. The average age of the treatment group was 64.63 years and that of the control group was 66.48 years. There were no significant differences between the two groups in terms of height, weight, and body mass index. Both groups maintained regular diet patterns in terms of their average daily nutrient intake. There was no significant difference between the treatment group (18.49 mg) and the control group (21.27 mg) in terms of daily isoflavones intake based on diet. The 12-week analysis of bone mineral density change after taking isoflavones supplements demonstrated no significant differences in the following: lumbar spine BMD (0.82 g/cm² in pre versus 0.81 g/cm² in post), femoral neck BMD (0.58 g/cm² in pre versus 0.57 g/cm² in post) in the treatment group. There was no significant difference in serum estradiol in the isoflavones treatment group. The subjects indicated no significant difference in serum testosterone in the isoflavones treatment group. But the subjects indicated a significant difference in sex hormone-binding globulin (60.04 nmol/L in pre versus 52.39 nmol/L in post) in the isoflavones treatment group at the levels of $p < 0.05$. The significant decrease in sex hormone-binding globulin did indicate the need for long-term study on isoflavones supplementation as well as its positive effect on bone mineral density. (*Korean J Nutrition* 35(8) : 863~869, 2002)

KEY WORDS: isoflavones, bone mineral density, sex hormone-binding globulin, testosterone.

서 론

폐경기 여성은 에스트로겐 분비의 감소로 골손실이 증가되어 골다공증의 발병율이 높아진다. 골다공증의 예방과 치료에는 호르몬요법, 약물요법, 운동요법, 식이요법이 적용될 수 있으나 에스트로겐의 장기간 치료는 유방암, 자궁암

접수일: 2002년 7월 23일

채택일: 2002년 10월 2일

*This work was supported by grant No. R04-2000-00068 from the Korea Science & Engineering Foundation.

[§]To whom correspondence should be addressed.

등의 여러 가지 부작용을 초래할 수 있는 것으로 보고되고 있다.^{1,2)}

최근에는 에스트로겐 요법과 기타 약물요법 등의 대체를 위하여 에스트로겐과 유사한 구조를 가지면서 약하게 에스트로겐의 기능을 하는 것으로 보고되고 있는 phytoestrogens에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있는데, 그 중 대두식품에 많이 함유되어 있는 이소플라본은 에스트로겐 수용체 (estrogen receptor)에 친화력을 가지고 있어,³⁾ 골다공증 예방과 치료에 효과적이라는 연구보고가 있다.⁴⁾ 미국의 폐경 후 여성에게 90 mg/day의 이소플라본을 24주간 섭취시킨 결과 요추의 골밀도가 보충 전보다 유의하게 증가

되었으며,⁵⁾ Alekel 등⁶⁾은 폐경이 진행 중인 여성들에게 80.4 mg/day 이소플라본을 24주간 보충시킨 결과 요추의 골손실을 감소시키는 효과가 있었다고 보고하였다. 동물실험에서도 이소플라본의 보충이 난소를 절제한 쥐의 대퇴부와 요추의 골손실을 줄이거나 노화와 연관된 골손실의 개시를 늦추었다고 한다.^{7,8)}

이소플라본 보충이 동물이나 인체 실험에서 성호르몬에 영향을 미치는 것은 그 구조가 에스트로젠과 유사하기 때문에 비슷한 기능을 한다는 일부 보고가 있다. 난소를 절제한 쥐에게 21일 동안 750 µg/g 이소플라본 보충이 호르몬 효과를 나타낸 것으로 보고 되었다.⁹⁾ 일부 폐경 후 여성에게 34~165 mg/day의 대두 이소플라본을 섭취시켰을 때 성호르몬결합단백이 유의적으로 증가하였다.¹⁰⁾ 반면, 다른 연구들에서는 폐경 후 여성에서 이소플라본의 보충이 에스트라디올·성호르몬결합단백,^{11,12)} 테스토스테론¹³⁾과 같은 성호르몬 농도에 영향을 미치지 않았다는 상반된 결과도 있다.

이와 같이 이소플라본의 보충은 골밀도와 여러 성호르몬 수준에 영향을 줄 것으로 보이나 이에 대한 연구가 매우 미비한 실정이며, 특히 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구는 부족한 실정이다. 그러므로 일상 식이에서도 섭취 가능한 수준의 이소플라본 보충이 폐경 후 여성의 골밀도와 혈청 에스트라디올, 성호르몬결합단백, 테스토스테론과의 관련성에 관한 종합적인 연구가 필요하다고 본다.

따라서, 본 연구에서는 폐경 후 여성에게 90 mg/day의 이소플라본을 12주간 보충하여 보충전과 후의 골밀도와 혈청 에스트라디올, 성호르몬결합단백, 테스토스테론을 비교 분석하여 이소플라본의 보충이 골밀도와 성호르몬 수준에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

연구 방법

1. 대상자

본 연구의 대상자는 전라북도 익산시에 거주하는 폐경 후 여성으로 2000년 6월 9일부터 9월 9일까지 이소플라본을 1일 90 mg씩 12주간 보충하였다. 대상자 중 갑상선질환이나 당뇨병, 신장질환 등 골밀도에 영향을 미치는 질환을 가진 자는 연구에서 제외하였으며, 골밀도 측정 후 요추나 대퇴경부 골밀도의 T값이 -2.5이하인 골다공증 여성으로 현재 호르몬 대체요법을 받지 않고 있는 47명을 대상으로 하였다.

2. 실험계획

연구 대상자들은 연령분포를 고려하여 보충군 24명과 대

조군 23명으로 분류하여, 보충군에게 90 mg/day의 이소플라본을 매일 12주간 복용시켰다. 실험기간 중, 대상자들끼리도 보충군인지 대조군인지 파악하지 못하였다.

3. 이소플라본 정제 제조방법

대두 이소플라본 추출물을 Potter 등 (1998)과 Erdman 등 (1996)의 연구 자료를 근거로 하여 T제약회사에서 공급받아 0.3 g (이소플라본이 90 mg 함유)을 캡슐화하여 매일 12주간 복용시켰다.

4. 신체계측

신장과 체중은 신체 자동계측기 (Fitness measuring system, DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여, 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 측정하였다. 체중과 신장을 이용하여서 체질량지수 (BMI, body mass index = 체중 (kg)/{신장 (m)}²)를 산출하였다.

5. 이소플라본 섭취량 및 식이섭취분석

식이섭취조사는 사전에 조사방법과 유의점에 대해 훈련을 받은 식품영양학과 대학원생에 의해 일대일 면접을 통해 이루어졌으며, 3일간의 영양소 섭취 상태를 조사하였다. 영양소 섭취량 분석은 영양평가프로그램 (Can-Pro, Computer Aided Nutritional Analysis Program for Professional, 한국영양학회 부설 영양정보센터)를 이용하였다. 일상식사에서 섭취하는 이소플라본 섭취량은 Franke 등¹⁴⁾의 자료와 국내 Lee 등¹⁵⁾의 자료를 이용하여 genistein과 daidzein의 합으로 산출하였다.

6. 골밀도 측정

이중에너지 방사선 골밀도 측정기 (DEXA: Dual Energy X-ray Absorptiometry, Hologic, U.S.A)를 이용하여 요추 (Lumbar spine)와 대퇴골의 대퇴경부 (Femoral neck)의 골밀도를 측정하였다. 요추 골밀도로 표현되는 수치는 제 2요추 (L₂)에서 제 4요추 (L₄)까지의 골밀도 평균치를 사용하였다.

7. 혈청 에스트라디올 (Estradiol: E₂) 농도 측정

혈청 에스트라디올의 분석은 CLIA법 (Chemiluminescent enzyme immunoassay)으로 DPC (Diagnostic Products Co.)사의 Coat-A-Count Estradiol kit를 사용했으며 IMMULITE (U.S.A.) 분석기로 측정하였다.

8. 혈청 성호르몬결합단백 (Sex Hormone-Binding Globulin: SHBG) 농도 측정

혈청 성호르몬 결합단백의 분석은 CLIA법 (Chemilu-

minescent enzyme immunoassay)으로 DPC (Diagnostic Products Co.)사의 시약을 사용하여 IMMULITE (U.S.A.) 분석기로 측정하였다.

9. 혈청 테스토스테론 (Testosterone) 농도 측정

혈청 테스토스테론의 농도는 DSL-4900 active free testosterone coated tube kit (DSL; Diagnostic System Laboratories Inc.)에 의해 측정하였다.

10. 통계분석

본 실험에서 얻은 모든 결과의 평균과 표준편차를 구하였고, 두 군간의 비교는 SAS (Statistical Analysis System) 프로그램 이용하여 Student's t-test 실시하였으며, 이소플라본의 보충전과 후의 골밀도와 성호르몬의 변화는 paired t-test로 유의성을 검정하였다.

Table 1. Anthropometric measurements in subjects

Variables	Treatment (n = 24)	Control (n = 23)
Age (yrs)	64.63 ± 6.98 ¹⁾	66.48 ± 7.53
Height (cm)	149.67 ± 4.72	151.78 ± 5.89
Weight (kg)	58.13 ± 8.36	60.13 ± 8.10
BMI (kg/m ²)	25.93 ± 3.36	26.08 ± 3.08
Body fat %	37.48 ± 7.23	38.83 ± 7.05
Period of menopause (yr)	16.50 ± 8.61	16.48 ± 9.51
No. of children	4.13 ± 1.51	4.70 ± 1.46

1) Mean ± S.D.

Table 2. Mean daily energy and nutrient intakes in subjects

Variables	Treatment (n = 24)	Control (n = 23)	t-test ²⁾
Energy (kcal)	1371.54 ± 268.59 ¹⁾	1300.63 ± 292.01	N.S. ³⁾
Protein (g)	55.73 ± 14.40	53.75 ± 15.95	N.S.
Fat (g)	24.74 ± 8.62	22.87 ± 9.92	N.S.
Carbohydrate (g)	233.19 ± 42.49	220.19 ± 49.67	N.S.
Crude fiber (g)	6.31 ± 1.74	5.22 ± 1.50	N.S.
Calcium (mg)	477.19 ± 255.99	398.51 ± 128.37	N.S.
Phosphorus (mg)	895.66 ± 219.11	826.83 ± 209.44	N.S.
Iron (mg)	9.62 ± 2.34	8.50 ± 2.40	N.S.
Sodium (mg)	3898.34 ± 785.36	3490.85 ± 926.76	N.S.
Potassium (mg)	2403.23 ± 689.22	2037.76 ± 627.14	N.S.
Vitamin A (R.E.)	587.00 ± 296.74	482.99 ± 232.27	N.S.
Vitamin B ₁ (mg)	0.95 ± 0.23	0.84 ± 0.22	N.S.
Vitamin B ₂ (mg)	0.73 ± 0.18	0.65 ± 0.22	N.S.
Niacin (mg)	12.30 ± 3.03	11.01 ± 2.81	N.S.
Vitamin C (mg)	89.36 ± 38.03	87.85 ± 28.21	N.S.
Isoflavones (mg) ⁴⁾	18.49 ± 13.35	21.27 ± 14.69	N.S.

1) Mean ± S.D. 2) Significance between control and treatment grant by Student t-test 3) Not significant 4) Isoflavone (mg) = genistein (mg) + daidzein (mg)

결과 및 고찰

1. 일반사항

대상자의 연령, 신장, 체중 및 BMI 등 신체계측과 폐경 기간 및 출산횟수를 Table 1에 나타내었다. 보충군의 평균 연령은 64.63세, 대조군이 66.48세로 두 군간에 유의적인 차이가 없었다. 평균 신장과 체중은 보충군이 각각 149.67 cm, 58.13 kg으로 BMI가 25.93이었고, 대조군은 151.78 cm, 60.13 kg으로 BMI가 26.08로 두 군간에 유의한 차이는 없었다. 평균 폐경 후 경과기간은 보충군이 16.50년, 대조군이 16.48년이었으며, 평균 출산횟수는 보충군 4.13회, 대조군 4.70회로 평균 폐경 후 경과기간과 출산횟수도 두 군간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

2. 영양소 섭취상태

이소플라본 보충 실험기간중의 보충군과 대조군의 1일 평균 영양소 섭취량 및 한국인 영양권장량에 대한 섭취비율을 분석한 결과는 Table 2, 3과 같다. 일상식이 패턴을 유지하게 하였으므로 실험기간동안 보충군과 대조군의 영양소 섭취량에서의 차이가 없었다. 두 군 모두에서 열량, 칼슘, 철, 비타민 B₂ 등과 같은 영양소는 섭취량이 권장량보다 낮게 나타났다.

이소플라본은 대두식품에 함유되어 있어 대두를 이용한 각종 음식을 섭취하는 우리나라에서는 일상식을 통하여

Table 3. Percent RDA values of daily nutrient intakes in subjects

Variables	Treatment (n = 24)	Control (n = 23)	t-test ²⁾
Energy (%)	77.07 ± 14.94 ¹⁾	73.05 ± 15.72	N.S. ³⁾
Protein (%)	101.33 ± 26.19	97.72 ± 29.00	N.S.
Calcium (%)	68.82 ± 28.78	56.93 ± 18.34	N.S.
Phosphorus (%)	127.95 ± 31.30	118.12 ± 29.92	N.S.
Iron (%)	80.17 ± 19.46	70.85 ± 19.99	N.S.
Vitamin A (%)	95.15 ± 36.40	71.75 ± 35.26	N.S.
Vitamin B ₁ (%)	94.63 ± 22.65	84.02 ± 22.07	N.S.
Vitamin B ₂ (%)	60.61 ± 15.21	53.77 ± 18.22	N.S.
Niacin (%)	94.60 ± 23.33	84.70 ± 21.65	N.S.
Vitamin C (%)	127.66 ± 54.34	125.50 ± 40.30	N.S.

1) Mean ± S.D. 2) Significance between control and treatment grant by Student t-test 3) Not Significant

Table 4. Bone mineral density in subjects

Variables	Treatment (n = 24)	Control (n = 23)	t-test ²⁾
Lumbar spine (g/cm ²)			
Pretreat	0.82 ± 0.13 ⁴⁾	0.81 ± 0.15	N.S. ³⁾
Posttreat	0.81 ± 0.13	0.80 ± 0.15	N.S.
T-score ¹⁾			
Pretreat	-2.37 ± 1.21	-2.44 ± 1.37	N.S.
Posttreat	-2.40 ± 1.19	-2.49 ± 1.34	N.S.
Femoral neck (g/cm ²)			
Pretreat	0.58 ± 0.07	0.60 ± 0.11	N.S.
Posttreat	0.57 ± 0.07	0.60 ± 0.10	N.S.
T-score			
Pretreat	-3.19 ± 0.73	-2.99 ± 1.07	N.S.
Posttreat	-3.25 ± 0.69	-2.92 ± 1.04	N.S.

1) T-score = $\frac{\text{Observed value} - \text{Young adult's mean}}{\text{Young adult's SD}}$

2) Significance between before and after treatment by Students t-test 3) Not significant 4) Mean ± S.D.

이소플라본을 섭취할 수 있다. 따라서 보충량 이외에 식이를 통한 이소플라본의 섭취량을 조사한 결과 보충군이 1일 평균 18.49 mg, 대조군이 21.27 mg으로 두 군간의 유의적인 차이가 없었다. 국내의 이소플라본의 섭취량에 관한 연구에서 Sung 등¹⁶⁾은 폐경 후 여성의 섭취량이 27.3 mg, Lee 등¹⁵⁾은 중년여성의 섭취량이 24.41 mg이라 보고하여 본 연구대상자의 섭취량이 약간 낮게 나타났다. 국외의 보고에서도 홍콩인이 1일 평균 19.3 mg¹⁷⁾정도를 섭취하는 것으로 보고 되는데 비해, 전통적인 식사를 하는 일본인의 하루 평균 섭취량은 150~200 mg¹⁸⁾으로 높게 나타나고 있어, 대두식품의 이용정도에 따라 이소플라본의 섭취수준은 매우 다양한 것으로 보인다.

연구대상자가 섭취한 식품을 식품성분표의 분류기준에 따라 18개 식품군으로 나눈 후, 두류군의 평균 섭취량은 이소플라본 보충군 21.98 g, 대조군 17.87 g으로 두 군간의 유의적인 차이가 없었으며, 1998년 보건복지부 국민건강·

영양조사의 50~64세와 65세이상 여자 조사대상자의 평균 섭취량이 29.2 g, 26.9 g으로 나타난 것과 비교하면 약간 적은 것으로 나타났다 (표 제시 안함).

3. 골밀도

이소플라본 보충군과 대조군의 보충전과 후의 골밀도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. Baseline 상태의 보충군과 대조군의 요추 골밀도는 각각 0.82 g/cm², 0.81 g/cm²로 두 군간에 유의적인 차이가 없었다. 대퇴경부 골밀도의 경우도 보충군 0.58 g/cm², 대조군 0.60 g/cm²로 유의적인 차이가 없었다. 12주간 매일 90 mg의 이소플라본을 함유한 대두 추출물 보충 전과 후의 골밀도를 비교한 결과 보충군과 대조군에서 모두 요추와 대퇴경부 골밀도의 유의적인 변화가 없었다.

Potter 등³⁾의 연구에서는 폐경 후 여성에게 매일 90 mg의 이소플라본을 6개월간 식이 중에 섭취시킨 결과 요추의

골밀도가 보충전보다 유의적으로 증가되었다고 하였으며, 또한 3개월간 분리대두단백 형태의 이소플라본 30 μmol/day의 섭취는 12개월령의 쥐에서 대퇴부, 요추의 골손실을 줄이거나 노화와 연관된 골손실의 개시를 늦추는 것으로 나타났다.^{7,8)}

반면, 최근 Alexandersen 등¹⁹⁾은 이소플라본의 유도체인 이프리플라본 600 mg/day을 갈슘 500 mg/day와 함께 폐경 후 골다공증인 여성들에게 3년간 투여했을 때 골밀도의 유의한 증가가 없었다고 하였다. 또한 Jung²⁰⁾은 이프리플라본의 골밀도 상승효과는 미미하며 골절예방에 대한 효과도 미미하다고 하여 본 조사와 비슷한 결과였지만, 이소플라본의 보충이 골밀도에 긍정적인 영향을 얻기 위해서는 이소플라본의 양과 기간에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

4. 혈청 에스트라디올 농도

이소플라본 보충 전과 후의 혈청 에스트라디올 농도의 변화를 Table 5에 나타내었다. 이소플라본 보충군에서 혈청 에스트라디올은 보충 전 4.61 pg/mL에서 보충 후 5.78 pg/mL로 유의적인 변화가 없었다. Petrakis 등¹¹⁾도 폐경 후 여성에서 6개월간 38 mg의 이소플라본 보충으로 에스트라디올이 유의적인 변화가 없었다고 하여 본 연구와 비슷한 결과를 나타내었다. 반면, Lu 등²¹⁾은 두유 (12-oz)로 이소플라본 73 mg/day을 1개월 동안 섭취한 20대 여성에서 에스트라디올의 유의한 감소가 있었다고 보고하였다.

이소플라본은 phytoestrogen으로서 에스트로겐과 경쟁적으로 에스트로겐 수용체에 결합하여 에스트로겐 또는 항 에스트로겐의 작용을 하는 것으로 알려져 있다. 이소플라본은 구조적, 기능적으로 17β-에스트라디올과 유사하며 여러 생물학적 기능을 가지고 있는 것으로 보고 되고 있다. 그러므로 폐경 전 여성에서는 내인성 에스트로겐 농도를 낮추

고, 폐경 후 여성에서는 에스트로겐의 agonist로서 작용한다.^{22,23)}는 보고가 있다. 그러나 본 연구에서는 폐경 후 여성에서 12주간의 90 mg/day 이소플라본 보충은 혈청 에스트로겐 농도에 영향을 주지 않은 것으로 나타났다.

5. 혈청 성호르몬결합단백 농도

이소플라본 보충전과 후의 혈청 성호르몬결합단백 농도의 변화를 Table 5와 Fig. 1에 나타내었다. 이소플라본 보충군에서 혈청 성호르몬결합단백은 보충 전 60.04 nmol/L에서 보충 후 52.39 nmol/L로 유의적인 감소를 보인 (p < 0.05) 반면, 대조군에서는 유의적인 변화가 없었다. 폐경 후 여성에서 6개월간 38 mg 이소플라본의 보충이 성호르몬결합단백의 농도에 영향을 미치지 않았다는 보고가 있다.¹¹⁾ 이는 본 연구와 상반된 결과로 이소플라본의 보충량이 본 연구에서 사용한 보충량인 90 mg보다 적었기 때문인 것으로 사료된다.

폐경 후 여성에서 혈청 성호르몬결합단백 농도와 성호르

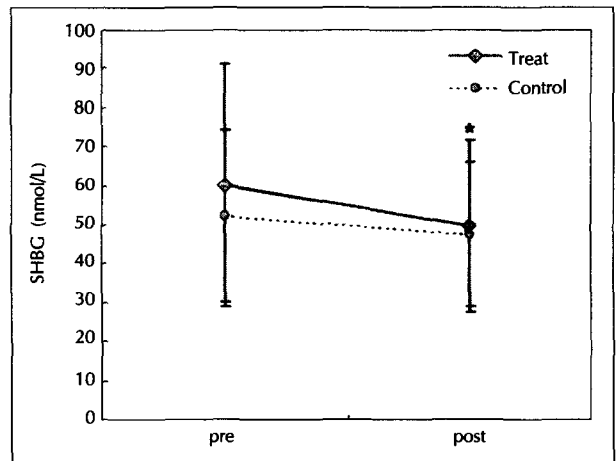


Fig. 1. Serum sex hormone-binding globulin levels pre and post isoflavones supplementation. *Significance between before and after treatment by paired t-test *: p < 0.05.

Table 5. Serum hormone levels in subjects

Variables	Treatment (n = 24)	Control (n = 23)	t-test ⁴⁾	
Estradiol (pg/mL)	Pretreat	4.61 ± 2.17 ²⁾	4.11 ± 2.12	N.S. ⁵⁾
	Posttreat	5.78 ± 3.72	5.58 ± 1.70	N.S.
SHBG ¹⁾ (nmol/L)	Pretreat	60.04 ± 31.01 ^{*3)}	49.93 ± 22.09	N.S.
	Posttreat	52.39 ± 22.04	47.84 ± 18.51	N.S.
Testosterone (pg/mL)	Pretreat	0.45 ± 0.39	0.34 ± 0.31	N.S.
	Posttreat	0.57 ± 0.46	0.39 ± 0.32	N.S.

1) Sex hormone-binding globulin 2) Mean ± S.D.
 3) Significance between before and after treatment by paired t-test *: p < 0.05
 4) Significance between before and after treatment by Student t-test 5) Not significant

본 결합능의 증가는 대퇴골절의 위험도가 증가하는 것과 관련이 있다고 하며,²⁴⁾ 또한 폐경 후 여성에서 혈청 성호르몬 결합단백 농도가 높을 때 골밀도는 낮아지고, 골손실의 증가가 일어나는 것으로 알려져 있다.²⁵⁾ 따라서 본 실험에서 이소플라본의 보충이 성호르몬결합단백을 감소시킨 것도 골대사에 긍정적인 영향을 확인시키는 것으로 사료된다.

6. 혈청 테스토스테론 농도

이소플라본 보충 전과 후 두 군간의 혈청 테스토스테론의 변화 비교를 Table 5에 나타내었다. 이소플라본 보충군에서 혈청 테스토스테론은 보충 전 0.45 pg/mL에서 보충 후 0.57 pg/mL로 유의적인 변화가 없었다. 폐경 후 여성에서 93일 동안 1.0~2.0 mg/kg/day 이소플라본 보충이 테스토스테론과는 유의적인 상관성이 없었다¹³⁾는 보고는 본 연구결과와 유사하였으나, 폐경 후 여성에서 phytoestrogen 급원으로의 통밀콩 섭취는 혈청 총 테스토스테론과 음의 상관성을 보였다는 보고²⁶⁾와는 상반되는 것으로 나타났다.

폐경 후 여성에서 부신 및 난소에서 분비되는 테스토스테론은 aromatase에 의해 에스트라디올로 전환되어 혈중 에스트로겐의 역할을 한다.²⁷⁾ 남성호르몬인 테스토스테론은 골 형성을 촉진하고, 에스트라디올은 골용해를 억제하여 이 두 호르몬은 폐경 후 여성의 골량의 유지에 중요한 역할을 한다.²⁸⁾

요약 및 결론

이소플라본 보충이 골밀도와 성호르몬 수준에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 폐경 후 여성 47명을 보충군 (24명), 대조군 (23명)으로 나누어 연구를 수행하였다. 보충군에서는 12주간 매일 이소플라본 90 mg을 보충한 후, 골밀도와 성호르몬 변화를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 실험 시작시 대상자의 평균 연령이 보충군과 대조군에서 각각 64.63세와 66.48세로 두 군간에 유의적인 변화가 없었으며, 보충군과 대조군에서 체질량지수, 폐경기간도 유의적인 차이가 없었다.

2) 영양소 섭취량은 보충군과 대조군간에 유의적인 차이가 없었으며, 두 군 모두에서 칼슘, 철, 비타민 B₂ 등 섭취량이 권장량보다 54~80%로 낮았다. 그리고 식이 중 이소플라본의 섭취량은 보충군이 1일 평균 18.49 mg, 대조군이 21.27 mg으로 두 군간의 유의적인 차이가 없었다.

3) 이소플라본 보충군에서 요추와 대퇴경부의 골밀도는 각각 보충 전 0.82 (g/cm³), 0.58 (g/cm³)과 보충 후 0.81 (g/cm³), 0.57 (g/cm³)로 두 군간에 유의적인 변화가 없었다.

4) 이소플라본 보충군에서 혈청 에스트라디올과 테스토스테론은 보충 전과 후에 유의적인 변화가 없었으나, 혈청 성호르몬결합단백은 보충 전 60.04 nmol/L에서 보충 후 52.39 nmol/L로 유의적인 감소가 나타났다 (p < 0.05).

이상과 같이 본 연구에서는 이소플라본 보충이 골밀도에 영향을 미치지 않았지만, 성호르몬 증 성호르몬결합단백만 유의적으로 감소되어 골대사에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 보인다. 골다공증인 폐경 후 여성에게 이소플라본의 섭취효과를 얻기 위해서는 이소플라본 보충량과 기간에 대한 체계적인 연구가 더 많이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

Literature cited

- 1) Pitchard KI, Khan H, Levine M. 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(8): 1017-1022, 2002
- 2) Teede HJ. Controversies in hormone replacement therapy. *Aust Fam Physician* 31(5): 413-418, 2002
- 3) Kuiper G, Lemmen J, Carlsson B, et al. Interaction of estrogenic chemicals and phytoestrogen receptor β . *Endocrinology* 139: 4252-4263, 1998
- 4) Messina M. Soyfoods, soybean isoflavones, and bone health. *KOREA SOYBEAN SOCIETY ISSN* 15(2): 122-136, 1998
- 5) Potter SM, Baum JA, Teng H, Stillman RJ, Shay NF, Erdman Jr JE. Soy protein and isoflavones: their effects on blood lipids and bone density in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 68(suppl): 1375S-1379S, 1998
- 6) Alekel DL, Germain A, Peterson CT, Hanson HB, Stewart JW, Toda T. Isoflavone-rich soy protein attenuates bone loss in the lumbar spine of perimenopausal women. *Am J Clin Nutr* 72: 844-852, 2000
- 7) Picherit C, CoXam V, Bennetau-Pelissero C, Kati CS, Davicco M, Lebecque P, Barlet J. Daidzein is more efficient than genistein in preventing ovariectomy-induced bone loss in rats. *J Nutr* 130: 1675-1681, 2000
- 8) Omi N, Aoi S, Murata K, Ezawa I. Evaluation of the effect of soybean milk peptide on bone metabolism in the rat model with ovariectomized osteoporosis. *J Nutr Sci Vitaminol* 40: 201-211, 1994
- 9) Santell RCI, Chang YC, Nair MG, Helferich WG. Dietary Genistein Exerts Estrogenic Effects upon the Uterus, Mammary Gland and the Hypothalamic/Pituitary Axis in Rats. *American Society for Nutritional Sciences* 263-269, 1997
- 10) Brzezinski A, Adlercreutz H, Shaoul R, Rosler A, Shmueli A, Tanos V, Schenker JG. Short-term effects of phytoestrogen-rich diet on postmenopausal women. *Menopause* 4: 89-94, 1997
- 11) Petrakis NL, Barnes S, King EB, Lowenstein J, Wiencke J, Lee MM, Miike R, Kirk M, Coward L. Stimulatory influence of soy protein isolate on breast secretion in pre- and postmenopausal women. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 5: 785-794, 1996
- 12) Baird DD, Umbach DM, Lansdell L, Hughes CL, Setchell KD,

- Weinberg CR, Haney AF, Wilcox AJ, Mclachlan JA. Dietary intervention study to assess estrogenicity of dietary soy among postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 80(5): 1685-90, 1995
- 13) Duncan AM, Underhill KEW, Xu X, Lavalleur J, Phipps WR, Kurzer MS. Modest Hormonal effects of Soy Isoflavones in Postmenopausal Women. *J Clin Endocrinol Metab* 84: 3479-3484, 1999
 - 14) Franke AA, Hankin JH, Yu MC, Maskarinec G, Low SH, Custer LJ. Isoflavones levels in soy foods consumed by multiethnic populations in Singapore and Hawaii. *J Agric Food Chem* 47: 977-986, 1999
 - 15) Lee SK, Lee MJ, Yoon S, Kwon DJ. Estimated Isoflavones Intake from Soy Products in Korean Middle-aged Women. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 948-956, 2000
 - 16) Sung CJ, Choi SH, Kim MH, Park MH, Ko BS, Kim HK. A Study on Dietary Isoflavones Intake from Soy Foods and Urinary Isoflavones Excretion and, Menopausal Symptoms in Korean Women in Rural Areas. *Korean J Community Nutrition* 5: 120-129, 2000
 - 17) Ho SC, Woo JL, Leung SSF, Sham ALK. Intake of soy products is associated with better plasma lipid profiles in Hong Kong Chinese population. *J Nutr* 130: 2590-2593, 2000
 - 18) Adlercreutz H, Honjo H, Higashi A, Fotsis T, Hamalainen E, Hasegawa T, Okawa H. Urinary excretion of lignans and isoflavonoid phytoestrogens in Japanese men and women consuming a traditional Japanese diet. *Am J Clin Nutr* 54: 1093-1100, 1991
 - 19) Alexandersen P, Toussaint A, Christiansen C, Devogelaer J-P, Roux C, Fechtenbaum J, Gennari C, Reginster JY. Ipriflavone in the treatment of postmenopausal osteoporosis. *JAMA* 285: 1482-1488, 2001
 - 20) Jung YS. Calcitonin and Ipriflavon. 98 New Horizon of Osteoporosis (Osteoporosis Symposium), 1998
 - 21) Lu LJW, Anderson KE, Grady JJ, Nagamani M. effects of soya consumption for one month on steroid hormones in premenopausal women: implications for breast cancer risk reduction. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 5: 63-70, 1996
 - 22) Kurzer MS. hormonal effects of soy isoflavones: studies in premenopausal and postmenopausal women. *J Nutr* 130: 660S-661S, 2000
 - 23) Kurzer MS, Xu X. Dietary phytoestrogens. *Annu Rev Nutr* 17: 353-381, 1997
 - 24) Chapurlat RD, Garnero P, Breart G, Meunier PJ, Delmas PD. Serum estradiol and sex hormone-binding globulin and the risk of hip fracture in elderly women: the EPISODE study. *J Bone Miner Res* 15: 1835-1841, 2000
 - 25) Cummings SR, Browner WS, Bauer D, Stone K, Ensrud K, Jamal S, Ettinger B. Endogenous hormones and the risk of hip and vertebral fractures among older women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *N Engl J Med* 339: 733-738, 1998
 - 26) Shoff SM, Newcomb PA, Mares-Perleman JA, et al. Usual consumption of plant foods containing phytoestrogens and sex hormone levels in postmenopausal women in Wisconsin. *Nutr Cancer* 30: 207-212, 1998
 - 27) Simpson ER. Aromatization of androgens in women: current concepts and findings. *American Society for Reproductive Medicine* 77: S6-S10, 2002
 - 28) Dixon JE, Rodin A, Murby B, Chapman MC, Fogelman I. Bone mass in hirsute women with androgen excess. *Clin Endocrinol* 30: 271-277, 1989