

두유를 통한 이소플라본 공급이 저체중 여대생의 골밀도에 미치는 영향*

승정자 · 김소연** · 김미현[§] · 김은영

숙명여자대학교 식품영양학과, 삼육간호보건대학 보건사회복지과**

The Effect of Isoflavone Supplementation by Soymilk on Bone Mineral Density in Underweight College Women*

Sung, Chung-Ja · Kim, So-Yeon** · Kim, Mi-Hyun[§] · Kim, Eun-Young

Department of Food and Nutrition, Sooknyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

Department of Health and Social Welfare,** Sahmyook Nursing & Health College, Seoul 130-711, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of isoflavone supplementation using soymilk on bone mineral density in underweight college women aged 19–22 years with lower than average bone mass. The bone mineral density (BMD) of the lumbar spine and femoral neck of a number of underweight (BMI < 20) college women was measured. From this group, 33 subjects whose T-score value was below -1 were selected. Anthropometric measurements, dietary recall and BMD were measured before the study began and at the end of the 10th week. The 33 subjects were given 400 ml of soymilk containing 60 mg of isoflavones daily for 10 weeks. After 12 weeks at the end of 10 weeks treatment, the BMD of the subjects was reassessed. The average age of the subjects was 21.1 yrs. At the baseline, average height, weight, and BMI of the subjects were 161 cm, 49.1 kg, 18.8 kg/m², respectively. Mean daily intake of energy and protein was 1637.2 kcal and 61.2 g, respectively. Mean dietary isoflavone intake was 17.4 mg. Despite the 400 ml soymilk supplementation, there was no significant change in nutrient intake after the 10-week treatment. However, there were significant increases in lumbar spine and femoral neck BMD. After the study, the BMD of the subjects' spine and femoral neck was lower than that before the study. In conclusion, soymilk intake was associated with a significant increase in the BMD of the lumbar spine and femoral neck in underweight college women with lower than average bone mass. (*Korean J Nutrition* 36(5) : 470~475, 2003)

KEY WORDS : soymilk, isoflavone, underweight, bone mineral density.

서 론

최근 우리사회는 마른 체형을 선호하는 사회적 분위기로 인하여 특히 젊은 여성들 사이에서 저체중 인구가 증가하고 있다. 여성들의 날씬해지려는 지나친 욕구는 빈혈, 성장 저하는 물론 월경불순, 섭식장애와 심리적 장애 등을 수반하게 된다.^{1,2)} 또한 저체중은 호르몬의 생성 부족과 체내 무기질 대사 변화를 유발하여 골밀도 감소시키므로,³⁻⁷⁾ 지나친 저체중의 선호는 골다공증의 위험 요인이 된다.⁸⁾

골다공증을 예방하기 위해서는 성장기 동안 최대 골질량 (peak bone mass)을 극대화하고, 골손실 위험인자를 감소시키는 것이 최선의 방책으로 알려져 있다.^{9,10)} Barr 등¹¹⁾도 젊은 시절의 최대 골질량이 클수록 골절을 일으키는 역치에 도달하는 시기는 늦어진다고 보고하고 있다. 대체로 성인기 초반에 도달하는 골질량은 성장기간 동안 획득한 골질량을 반영하지만 그 이후의 골량의 증가는 젊은 성인기 동안의 생활 인자에 의해 영향을 받는다.¹²⁾ 따라서, 최대 골질량을 획득해야 할 중요한 시기에 있는 여대생의 영양불균형이나 잘못된 식습관은 성인이 된 후에도 큰 영향을 미치게 되며 특히 여대생의 경우 임신 전 모체와 출산의 과정을 갖게 될 연령층이므로 임신 전 모체의 영양상태와 건강이 태아에게 직접적으로 영향을 미치게 된다는 것을 고려한다면 중요성은 더욱 강조된다.

접수일 : 2003년 2월 12일

채택일 : 2003년 3월 13일

*This research was supported by grants from Korea Institute S & T Evaluation and Planning (KISTEP).

[§]To whom correspondence should be addressed.

골밀도에 영향을 주는 인자에는 인종과 성별이 포함되며, 체격지수,¹³⁾ 식이인자,¹⁴⁾ 신체활동,¹⁵⁾ 알코올, 흡연, 카페인¹⁶⁾ 등의 생활습관, 그리고 호르몬¹⁷⁾ 등이 알려져 있다. 식이 인자 중 단백질,¹⁸⁾ 칼슘,¹⁹⁾ 인²⁰⁾과 같은 영양소는 골밀도와 밀접한 관계가 있다고 보고 되어왔으며, 최근에는 생리활성 물질인 이소플라본의 섭취가 골밀도에 긍정적인 효과가 있는 것으로 보고 되고 있다.^{21,22)}

이소플라본은 대두 식품에 다량 함유되어 있으며 에스트로겐과 유사한 구조를 가지고 있다.²²⁻²⁴⁾ 폐경 이행단계의 여성들을 대상으로 한 Alekel 등²²⁾의 연구에서 이소플라본을 80.4 mg/day을 24주간 공급했을 때 요추의 골손실이 감소되는 효과가 있었고 Potter²³⁾의 연구에서도 폐경 후 여성에게 매일 90 mg의 이소플라본을 6개월간 식이 중에 포함하여 섭취시킨 결과, 요추의 골밀도가 공급 전보다 유의적으로 증가되었다고 하였다. 이와 같은 선행연구들은 대부분 폐경 단계의 여성에 집중되어 있으며 폐경 전 여성 특히 골질량 감소의 위험이 높은 저체중 젊은 여성을 대상으로 한 이소플라본 공급 실험은 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 일상식이에서도 쉽게 섭취할 수 있으며 이소플라본을 함유하고 있는 두유를 선택하여 대상자들에게 공급하였다. 두유는 이소플라본 이외에도 칼슘과 식물성 단백질의 좋은 급원 식품이며 전체적인 영양섭취가 부족한 저체중 여대생의 경우는 이소플라본을 단독으로 공급하는 것보다는 두유를 공급함으로써 골밀도 증가에 더욱 효과적일 것으로 예상된다.

따라서 본 연구에서는 여대생들 중에서 체질량지수가 낮은 (BMI ≤ 19) 저체중 여대생들을 대상으로 골밀도를 측정하여 이를 기준으로 골량이 감소된 (T score ≤ -1) 대상자를 선정하고 10주간 두유 400 ml (이소플라본 60 mg함유)를 공급하고 실험전후의 골밀도 변화를 비교 분석하였다. 또한 10주간의 공급 실험이 끝난 후 대상자를 12주후에 다시 골밀도의 변화를 살펴보았다. 이를 통하여 골량감소의 위험이 큰 저체중 여성들의 골다공증 예방 관리를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상자의 선정 및 연구기간

본 연구는 서울시에 거주하는 만 19~22세의 여대생 33명을 대상으로 하였다. 연구 대상자의 선정을 위해서 서울 일부 지역 여대생을 대상으로 예비 설문 조사를 실시하고, 이 중 체질량지수 (BMI)가 20미만인 저체중 여대생

을 대상으로 골밀도 측정을 실시하여 WHO기준치의 골감소증 (-2.5 ≤ T값 < -1)에 해당하는 연구 대상자 최종 33명을 선정하였다. 사전에 연구 내용을 자세히 설명한 뒤 참가 동의서를 받고, 2001년 3월부터 9월까지 시행하였다.

2. 연구내용 및 방법

1) 연구내용

연구 대상자 33명에게는 선행연구에서 골밀도 및 골대사에 효과를 나타낸 이소플라본의 공급수준을 참고하여 이소플라본 60 mg을 함유하고 있는 두유 (삼육식품) 400 ml (2팩)를 10주간 매일 공급하였고,^{21,22,25-27)} 실험 전후에 대상자의 신체계측, 식이섭취조사, 골밀도 측정을 실시하였다. 본 연구에 사용한 두유는 향이 첨가되지 않은 일반 두유와 향이 첨가된 두유 2종으로 일반 두유의 경우 200 ml를 기준으로 38 mg의 이소플라본이 함유되어 있었으며, 향이 첨가된 두유는 200 ml 당 22 mg이 함유되어 있었다. 10주간의 두유 공급 실험 종료 후 12주가 지난 시점에서 추적 연구에 응한 22명의 대상자의 골밀도 측정을 다시 실시하였다.

2) 연구방법

(1) 신체계측

연구대상자들은 신장계를 이용하여 신장측정 후 신체 자동계측 및 체지방 측정기 (Inbody 2.0 Body composition analyzer precision medical instrument Biospace Co. Ltd. made in Korea)를 사용하여 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 체중, 체질량지수 (BMI, body mass index = 체중 (kg)/[신장 (m)]²), 체지방량 (fat mass), 체지방율 (percent body fat), WHR (waist hip ratio)값을 측정하였다.

(2) 설문조사

두유 공급을 실시하기 전에 연구 대상자의 연령, 월경상태 등의 사항을 설문지를 통하여 조사하였다.

(3) 식품 및 영양 섭취조사

식이섭취조사는 조사원의 지도하에 조사자의 24시간 회상법을 이용하여 3일간의 영양소 섭취 상태를 조사하였다. 식이섭취조사 결과는 영양평가프로그램 (Can-Pro, Computer Aided Nutritional analysis program for Professionals, 한국영양학회 1998)을 이용하여 일반 영양소 섭취량을 분석하였다. 이소플라본 섭취량은 주요 이소플라본인 제니스테인, 다이아드제인과 소량의 글리세틴을 분석한 Franke

등²⁸⁾과 Lee 등²⁹⁾의 자료를 사용하여 분석하였다.

(4) 골밀도 측정

조사 대상자들의 골밀도는 가장 대사율이 높고 여러 관련 요인들과 상관관계가 높은 요추 (lumbar spine, L2-L4)와 대퇴경부 (femoral neck)의 두 부위를 이중 에너지 방사선 골밀도 측정기 (DEXA, Dual energy X-ray absorptiometry, ESLIPSE, Norland)로 측정하였다. 요추의 골밀도로 표현되는 수치는 제 2 요추에서 제 4 요추까지의 골밀도의 평균을 사용하였다. 요추와 대퇴경부 골밀도 값을 이용하여 최대 골밀도를 나타내는 젊은 성인의 정상 최대 골밀도치와의 차이를 정상 골밀도치의 표준편차로 나누어서 얻은 값인 T-score로 제시하였다.

3. 통계처리

본 실험에서 얻어진 모든 결과는 SAS 프로그램 (Version 8.1)을 이용하였다. 신체계측, 식품 및 영양소 섭취 상태, 골밀도 등의 모든 변수는 평균과 표준편차를 구하였으며, 두유 공급 전·후의 변수의 변화는 paired-t test로 유의성을 검정하였다. 기간에 따른 세 군간의 비교는 ANOVA 및 Duncan's multiple range test 각 평균치간 차이의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 대상자의 연령 및 신체계측사항

연구 대상자 33명의 연령과 신체계측사항은 Table 1과 같다. 실험 대상자의 평균 연령은 20.8세였으며, 평균 초경 연령은 14.1세였다. 신장은 161 cm, 체중은 49.1 kg으로 한국인 체위 기준치³⁰⁾에서 제시하고 있는 21세 연령의 161 cm와 54 kg에 비해 신장은 차이가 없었으나 체중은 상당히 낮았다. 따라서 신장과 체중값에 의해 환산한 대상자의 평균 체질량지수 (BMI)는 18.8 kg/m²로 한국인 체위기준치³⁰⁾의 해당 연령층의 21.6 kg/m²보다 낮게 나타났다. 연구 대상자의 평균 허리-엉덩이둘레비율 (WHR)

Table 1. Anthropometric measurements in subjects

Variables	Mean ± SD
Age (yrs)	20.8 ± 3.1
Age of menarch (yrs)	14.1 ± 1.1
Height (cm)	161.0 ± 3.1
Weight (kg)	49.1 ± 3.3
BMI (kg/m ²) ¹⁾	18.8 ± 1.1
WHR ²⁾	0.8 ± 0.0
Body fat (%)	27.8 ± 3.7

1) Body Mass Index
2) Waist Hip Ratio

은 0.8을 나타내었으며, 대상자의 평균 체지방율은 26.8%이었다.

2. 10주간의 공급 실험 전후 대상자의 영양소 및 이소플라본 섭취량

연구대상자의 1일 평균 영양소 섭취량과 권장량에 대한 섭취 비율에 대한 결과는 Table 2, 3과 같다. 실험 전 대상자의 영양소 섭취상태를 보면, 평균 열량 섭취량은 1637.2 kcal (81.9 % of RDA)으로 이는 1998년 국민건강·영양조사³¹⁾에 나타난 20~29세의 평균 섭취비율인 93.6%에 비해 낮은 수치였다. 단백질은 61.2 g (111.3%

Table 2. Mean of daily nutrient intakes in subjects

Variables	Before	After
Energy (kcal)	1637.2 ± 432.9 ¹⁾	1698.2 ± 337.4
Protein (g)	61.2 ± 20.9	64.6 ± 17.0
Fat (g)	49.9 ± 23.1	53.6 ± 18.0
Carbohydrate (g)	233.3 ± 58.4	243.1 ± 56.2
Crude fiber (g)	4.5 ± 2.4	3.8 ± 1.6
Ash (g)	16.2 ± 6.2	16.2 ± 5.9
Calcium (mg)	400.2 ± 170.9	419.2 ± 188.9
Phosphorus (mg)	889.2 ± 278.1	943.8 ± 260.7
Iron (mg)	10.4 ± 4.6	12.3 ± 5.7
Sodium (mg)	3466.5 ± 1334.7	3520.3 ± 1145.1
Potassium (mg)	1925.7 ± 691.8	2174.5 ± 974.0
Vitamin A (R.E)	690.5 ± 387.9	935.9 ± 1390.1
Vitamin B ₁ (mg)	1.2 ± 0.5	1.1 ± 0.4
Vitamin B ₂ (mg)	1.1 ± 0.8	1.3 ± 1.3
Niacin (mg)	13.0 ± 6.3	15.0 ± 5.0
Vitamin C (mg)	91.7 ± 83.6	70.4 ± 46.0
Cholesterol (mg)	224.0 ± 146.3	270.3 ± 180.8
Isoflavone (mg)	17.4 ± 19.5	17.3 ± 19.0

1) Mean ± SD
2) Significance as determined by paired t-test

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

Variables	Before	After
Energy	81.9 ± 21.6 ¹⁾	84.9 ± 16.9
Protein	111.3 ± 37.9	117.4 ± 30.8
Calcium	57.2 ± 24.4	59.9 ± 27.0
Phosphorus	127.0 ± 39.7	134.8 ± 37.2
Iron	65.1 ± 28.9	77.0 ± 35.6
Vitamin A	98.6 ± 55.4	133.7 ± 198.6
Vitamin B ₁	119.0 ± 53.8	112.7 ± 41.1
Vitamin B ₂	95.0 ± 69.7	108.7 ± 105.3
Niacin	100.3 ± 48.1	115.6 ± 38.1
Vitamin C	131.0 ± 119.4	100.5 ± 65.7

1) Mean ± SD
2) Significance as determined by paired t-test

of RDA)이었으며 지방은 49.9 g을 섭취하는 것으로 나타났다. 칼슘은 400.2 mg으로 권장량의 57.2%의 낮은 섭취 수준을 보인 반면 인의 섭취량은 889.2 mg (127.0% of RDA)의 높은 섭취수준을 나타내었다. 철은 10.4 mg (65.1% of RDA), 비타민 A의 섭취량은 690.5 R.E. (98.6% of RDA)로 나타났다. 비타민 B₁과 비타민 B₂의 섭취량은 각각 1.2 mg, 1.1 mg이었으며, 나이아신은 13.0 mg, 비타민 C는 91.7 mg (131.0% of RDA)이었다.

10주간의 두유 공급 실험전후의 영양소 섭취량의 변화를 살펴보면, 연구 대상자들은 매일 400 ml의 두유를 공급했음에도 불구하고 실험전의 영양소섭취량과 비교시 열량과 단백질, 칼슘 등의 섭취량이 약간 증가하는 경향을 보였을 뿐 통계적인 유의성을 나타내지 않았다. 실험계획 당시 두유 공급으로 본 연구대상자들의 열량, 단백질, 칼슘 등의 섭취량이 증가하여 이소플라본의 단독 공급보다는 상승효과가 있을 것으로 예상하였으나, 400 ml분량의 두유 섭취로 인한 포만감 등으로 인하여 일상 식사섭취량이 다소 감소하는 변화를 보였기 때문에 공급 전후에 평균적인 영양소 섭취량에는 유의적인 차이를 나타내지 않은 것으로 사료되어진다.

식이 중의 이소플라본 섭취량은 17.4 mg으로 나타나, Sung 등⁸⁾의 연구에서 폐경 전 여성을 대상으로 조사된 식이 중 이소플라본 섭취량인 16.9 mg과 유사한 수준이었다. 두유 공급실험 후에도 일상 식이를 통한 이소플라본의 섭취량은 섭취전에 비하여 유의적인 변화를 보이지 않았으나, 공급 실험 후에는 두유를 통한 공급량을 합하여 평균 77.3 mg을 섭취하였다(Table 4).

3. 10주간의 두유 공급실험 전후의 골밀도 변화

조사대상자의 골밀도를 측정한 결과는 Table 5와 같다. 두유 공급전 연구대상자의 제 2 요추에서 제 4 요추까지의 평균치인 요추 (lumbar spine)의 골밀도는 0.86 g/cm²이었고, 대퇴경부 (femoral neck)의 골밀도는 0.80 g/cm²이었다.

두유섭취 전·후의 골밀도를 비교한 결과, 요추 골밀도의 T값 (p < 0.001), 요추의 골밀도 (p < 0.001), 대퇴 경부 골밀도의 T값 (p < 0.001), 대퇴경부의 골밀도 (p < 0.001)

Table 4. Isoflavones intake in subjects

Variables	Before	After
Isoflavone (mg)		
Diet	17.4 ± 19.5	17.3 ± 19.0
Diet + Supplement	17.4 ± 19.5	77.3 ± 19.0***

1) % of Recommended Dietary Allowances for Korean (7th ed.)

2) Significance as determined by paired ttest

***: p < 0.001

의 모든 부위에 있어서 10주 후에 유의적인 증가를 보였다.

본 연구에서는 두유 공급을 통하여 골밀도 증가효과를 살펴보았기 때문에 특정 성분이 골밀도 증가에 기여하였다는 결론을 내리기는 어려우나 실험전과 후에 열량, 단백질, 칼슘을 포함한 다른 성분들의 섭취량이 유의적인 변화를 나타내지 않은 것 (Table 2)을 고려하면 두유중에 포함된 이소플라본의 작용일 가능성이 높은 것으로 사료되어진다. 이소플라본은 에스트로젠과 유사한 물질로서 에스트로젠과 경쟁적으로 에스트로젠 수용체에 결합하여 에스트로젠 또는 항 에스트로젠의 작용을 하는 것으로 알려져 있다²⁰⁾ 폐경 이행단계의 여성들을 대상으로 한 Alekel 등²¹⁾의 연구에서 이소플라본을 80.4 mg/day을 24주간 공급했을 때 요추의 골손실이 감소되는 효과가 있었고 Potter²²⁾의 연구에서도 폐경 후 여성에게 매일 90 mg의 이소플라본을 6개월간 식이 중에 섭취시킨 결과, 요추의 골밀도가 공급전보다 유의적으로 증가되었다고 하였다. 이와 같이 선행 연구들에서는 이소플라본이 폐경기 여성에서 골밀도에 긍정적인 작용을 보이는 것으로 나타났으나, 본 연구결과를 통하여 볼 때 골량이 감소된 젊은 저체중 여성에서도 골밀도 증가에 긍정적인 효과를 나타내는 것으로 보여진다.

4. 12주간의 주후 실험에서 골밀도 변화

10주간의 두유 공급 실험을 통하여 저체중 여대생에서 유의적인 골밀도 증가효과를 사료하였으나, 본 연구대상자

Table 5. BMD of subjects at the base line and 10 weeks treatment

Variables	Before (n = 33)	After (n = 33)
BMD-S ³⁾ (T-score)	-1.45 ± 0.62 ¹⁾	-1.29 ± 0.63 ^{***2)}
BMD-S (g/cm ²)	0.86 ± 0.09	0.89 ± 0.09 ^{***}
BMD-F ⁴⁾ (T-score)	-1.17 ± 0.60	-0.88 ± 0.82 ^{***}
BMD-F (g/cm ²)	0.80 ± 0.08	0.83 ± 0.09 ^{***}

1) Mean ± S.D.

2) Significance as determined by paired ttest

***: p < 0.001

3) Bone Mineral Density-Spine

4) Bone Mineral Density-Femoral neck

Table 6. BMD of subjects at the 10 weeks treatment and 12 weeks prolonged study

Variables	Before (n = 22)	After (n = 22)
BMD-S ³⁾ (T-score)	-1.43 ± 0.61 ¹⁾	-1.62 ± 0.61 ^{***2)}
BMD-S (g/cm ²)	0.87 ± 0.09	0.84 ± 0.09 ^{***}
BMD-F ⁴⁾ (T-score)	-1.05 ± 0.61	-1.29 ± 0.62 ^{***}
BMD-F (g/cm ²)	0.82 ± 0.09	0.78 ± 0.09 ^{***}

1) Mean ± S.D.

2) Significance as determined by paired ttest

***: p < 0.001

3) Bone Mineral Density-Spine

4) Bone Mineral Density-Femoral neck

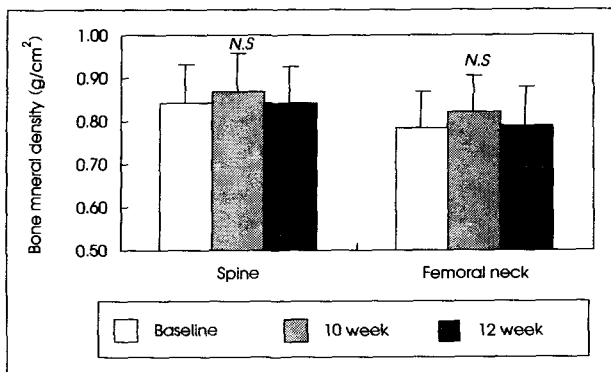


Fig. 1. Effect of soymilk supplementation on bone mineral density.

의 연령은 19~22세로 아직 최대 골밀도에 이르는 연령이 도달하지 않았고 자연스러운 골밀도의 증가가 일어날 수 있는 시기이다. 때문에 본 연구에서는 연구 대상자들의 골밀도 증가가 두유를 통한 이소플라본 공급에 따른 효과를 확인하기 위하여 1차 실험 종료후 두유 섭취를 중단하고 12주가 지난 시점에서 다시 측정에 응한 22명의 대상자의 골밀도 측정을 실시하였다. 두유섭취 후 10주가 지난 후 측정된 골밀도와 이 후로 두유 섭취를 중단하고 12주 후에 측정된 골밀도는 Table 6, Fig. 1과 같다. 10주간의 두유공급으로 증가되었던 요추 및 대퇴 경부 골밀도는 섭취 중단 12주 후에 요추 ($p < 0.001$) 및 대퇴경부 ($p < 0.001$) 모두 유의적으로 감소하였다.

요약 및 결론

골량이 감소된 일부 저체중 여대생 33명을 대상으로 두유를 통한 이소플라본의 공급이 골밀도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 10주간 매일 두유 400 ml (이소플라본 60 mg 함유)를 공급하여 실험전후와 또한 실험종료 후 다시 12주가 지난시점에서 골밀도의 변화를 살펴 본 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 전체 연구대상자의 평균 연령은 20.8세, 초경연령은 14.1세였으며, 신장은 161 cm, 체중은 49.1 kg, 체질량지수 (BMI)는 18.8 kg/m^2 이었고, 체지방율은 26.82%이었다.

2) 평균 열량 섭취량은 1637.2 kcal로 한국인 영양권장량을 기준으로 산출한 권장량 대비 열량 섭취비율은 81.9%였고, 단백질은 61.2 g (111.3% of RDA), 칼슘은 400.2 mg (57.2% of RDA)을 섭취하였으며, 식이 중의 이소플라본 섭취량은 17.4 mg으로 조사되었다. 400 ml의 두유를 공급한 후에도 공급전에 비하여 평균 영양소 섭취량에는 유의적인 변화를 나타내지 않았고 총 이소플라본의 섭취량은 77.3 mg으로 증가되었다.

3) 연구 대상자의 요추 (lumbar spine) 골밀도의 T값은 -1.45이었으며, 대퇴경부 (femoral neck) 골밀도의 T값은 -1.17이었다. 10주간의 두유섭취 및 운동을 실시한 결과 요추와 대퇴경부의 골밀도는 모두 유의적인 증가를 나타내었다. 10주간의 두유공급으로 증가되었던 골밀도가 섭취 중단 12주 후에 유의적으로 감소하였다.

이상의 결과에서와 같이 본 연구의 골량이 감소된 일부 저체중 여대생에서는 두유를 통한 이소플라본의 공급이 요추와 대퇴경부 골밀도를 유의적으로 증가시키는 것으로 나타나 골량 감소의 위험이 큰 저체중 여성의 생활 교육에 활용 가치가 있는 것으로 보여진다. 그러나 본 연구는 이소플라본의 공급 형태나 공급수준에 다양성을 갖지 못한 제한점을 가지고 있기 때문에 앞으로 폐경 전 여성 특히 저체중 여성의 골밀도에 대한 이소플라본의 효과를 살펴보는 지속적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

Literature cited

- 1) Story M, Alton I. Current perspective on adolescent obesity. *Top Clin Nutr* 6: 51-56, 1983
- 2) Comerchi GD. Eating disorders in adolescents. *Pediat Rev* 10: 37-47, 1988
- 3) Douchi T, Yamamoto S, Oki T, Yamasaki Y. Effect of non-weight-bearing-body fat on bone mineral density before and menopause. *Obstet. Gynecol* 96: 13-17, 2000
- 4) Woo SY, Jo SS. The influence of diet, body fat, menstrual function, and activity upon the bone density of female gymnasts. *Korean J Nutr* 32 (1): 50-63, 1999
- 5) Rico H, Revilla M. Bone mass, body weight, and seasonal bone changes. *Calcif Tissue Int* 54 (6): 523-524, 1994
- 6) Wardlaw GO, Insel PM. Perspectives in nutrition-3rd, pp.367-391. Mosby-year Book, Inc, 1996
- 7) Lee HO, Sung CJ. A Study of Nutrient Intakes and Immune Status in Korean Young Women by BMI. *Korean J Nutrition* 32 (4): 430-436, 1999
- 8) Sung CJ, Haek SK, Lee HS, Kim MH, Choi SH, Lee SY, Lee DH. A study of body anthropometry and dietary factors affecting bone mineral density in Korean pre - and postmenopausal women. *J Korean Soc Food Nutr* 30 (1): 159-167, 2001
- 9) Lee JS, Yoo CH. Some factors affecting bone mineral density of Korean rural women. *Korean J Nutr* 32 (8): 935-945, 1999
- 10) Lee HJ, Choi MJ, Lee IK. The Effect of Anthropometric Measurement and Body Composition on Bone Mineral Density of Korean Women in Taegu (II). *Korean J Nutrition* 29 (7): 778-788, 1996
- 11) Barr SI, McKay HA. Nutrition, exercise, and bone status in youth. *Int J Sport Nutr* 8 (2): 124-42, 1998
- 12) Metz JA, Anderson JJ, Gallagher PN Jr. 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) : 537-42, 1993
- 13) Douchi T, Oki T, Nakamura S, Ijuin H, Yamamoto S, Nagata Y. The effect of body composition on bone density in pre-, and postmenopausal women. *Maturitas* 27: 55-60, 1997
 - 14) New SA, Bolton-Smith C, Grubb DA, Reid D. Nutritional influences on bone mineral density: a cross-sectional study in premenopausal women. *Am J Clin Nutr* 65: 1831-1839, 1997
 - 15) Mayoux-Benhamou MA, Leyge JF, Roux C, Roux M. Cross-sectional study of weight-bearing activity on proximal femur bone mineral density. *Calcif Tissue Int* 67: 179-183, 1999
 - 16) Grainge MJ, Coupland CA, Cliffe SJ, Chilvers CE, Hosking DJ. Cigarette smoking, alcohol and caffeine consumption, and bone mineral density in postmenopausal women. The Nottingham EPIC Study Group. *Osteoporos Int* 8: 355-363, 1998
 - 17) Compston JE. Sex steroids and bone. *Physiol Rev* 81: 419-447, 2001
 - 18) Kerstetter JE, Mitnick ME, Gundberg CM, Caseria DM, Ellison AF, Carpenter TO, Insogna KL. Changes in bone turnover in young women consuming different levels of dietary protein. *J Clin Endocrinol Metab* 84: 1052-1055, 1999
 - 19) Matkovic V, Fontana D, Tominac C, Goel P, Chesnut CH. Factors that influence peak bone mass formation: a study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. *Am J Clin Nutr* 52: 878-888, 1990
 - 20) Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Looker A, Marcus R, Matkovic V, Weaver C. Peak bone mass. *Osteoporos Int* 11 (12) : 985-1009, 2000
 - 21) 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
 - 22) 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
 - 23) Messina M, Messina V. Nutritional implications of dietary phytochemicals. *Adv Exp Med Biol* 401: 207-212, 1996
 - 24) Dalais FS, Rice GE, Wahlqvist ML, Grehan M, Murkies AL, Medley G, Ayton R, Strauss BJG. Effects of dietary phytoestrogens in postmenopausal women. *Climacteric* 1: 124-129, 1998
 - 25) Scheiber MD, Liu JH, Subbiah MT, Rebar RW, Setchell KD. 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: 384-392, 2001
 - 26) Uesugi T, Fukui Y, Yamori Y. Beneficial effects of soybean isoflavone supplementation on bone metabolism and serum lipids in postmenopausal Japanese women: A four-week study. *Original Research* 21: 97-102, 2002
 - 27) 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. 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, 2002
 - 28) Franke AA, Hankin JH, Yu MC, Maskarinec G, Low SH, Custer LJ. Isoflavone levels in soy foods consumed by multiethnic populations in Singapore and Hawaii. *J Agric Food Chem* 47: 977-986, 1999
 - 29) Lee SK, Lee MJ, Yoon S, Kwon DJ. Estimated isoflavone intake from soy products in Korean middle-aged women. *J Korean Soc Food Nutr* 29 (5) : 948-956, 2000
 - 30) Recommended dietary allowances for Koreans, 7th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 2000
 - 31) Ministry of Health and Welfare, '98 National Nutrition Survey Report', 1999
 - 32) Kurzer MS. Hormonal effects of soy isoflavones: Studies in premenopausal and postmenopausal women. *J Nutr* 130: 660s-661s 2000