

## 여대생의 대두제품을 이용한 이소플라본섭취 및 혈중 Osteocalcin과의 상관성\*

안 홍 석<sup>†</sup> · 박 윤 신<sup>1)</sup>

성신여자대학교 생활과학대학 식품영양학과, 국립보건원 생명의학부 심혈관질환과<sup>1)</sup>

### The Correlation of Usual Dietary Isoflavone Intake and Serum Osteocalcin

Hong Seok Ahn,<sup>†</sup> Yoon Shin Park<sup>1)</sup>

Department of Food & Nutrition, Sungshin University, Seoul, Korea  
Division of Cardiovascular Disease,<sup>1)</sup> Korea National Institute of Health, Seoul, Korea

#### ABSTRACT

Few studies have conducted the bone health benefits of usual dietary isoflavone intake in Korean college-student women. To elucidate this beneficial effects and correlations between dietary isoflavone and nutrients intake and bone formation marker (ALPase, osteocalcin), questionnaires, anthropometric measurements, serum mineral (Ca, P, Mg) concentrations were analyzed. Fifty three subjects were used in this study. The average age, height, body weight, BMI, body fat content and triceps skinfold thickness were 21.43 year, 161.07 cm, 52.81 kg, 20.48 kg/m<sup>2</sup>, 20.72% and 17.59 mm respectively. Soy food intake frequencies were soybean > soybean curd > soypaste stew > soybean milk. The average calorie, protein and Ca intake were 1766.21 ± 62.54 kcal, 66.45 ± 2.00 g and 549.62 ± 27.55 mg respectively. Serum ALPase activity and osteocalcin concentration were 115.74 ± 3.6 u/L and 7.15 ng/ml respectively. Usual dietary isoflavone intake was positively related to calory, protein, Ca, P intake and serum Ca, Mg concentration. Serum osteocalcin concentration was negatively correlated with isoflavone intake ( $r^2=0.28$ ,  $p < 0.05$ ). In these results, usual dietary isoflavone can support an additive effect to bone health and Ca nutrition. (*Korean J Community Nutrition* 9(1) : 38~46, 2004)

KEY WORDS : isoflavone · calcium · osteocalcin

#### 서 론

최근 경제성장과 식생활의 변화로 한국여성의 평균 수명이 75세 이상으로 연장되었고, 이로 인한 노인인구의 빠른 증가는 가까운 미래에 고혈압, 당뇨와 같은 대사성 질환 및 골다공증과 같은 퇴행성 질환의 발생율이 급증할 것임을 예측해볼 수 있다. 골다공증은 체내 칼슘섭취량 감소와 칼

슘대사의 변화로 인해 골격내 무기질인 골질량이 감소하여 골절을 유발하는 노인성 질병으로 골격의 발달과정 및 여러 환경인자에 의해 영향을 받는다. 골다공증의 특징은 치료가 어려우며, 이로 인한 골절은 삶의 질을 낮추고 의료비용을 증가시켜 국민보건의 중요한 문제로 대두되고 있다 (보건복지부 1999; Angus 등 1998).

또한 청년기 여성들의 다이어트에 관한 관심증가로 무리한 저열량 식이요법이나 불규칙한 식습관으로 인한 청년기 영양불균형 문제가 제기되고 특히 칼슘영양은 칼슘 섭취량 부족 및 칼슘의 흡수를 억제하는 식이성분의 과다 섭취로, 적절한 양의 골질량 축적에 어려움이 있다(Kim & Choi 2001). 1998년 국민건강영양조사(보건복지부 1999)에 의하면 13~19세의 칼슘 섭취량은 500.4 mg으로 권장량의 58.7% 수준이었으며, 인의 섭취량은 1138.4 mg으로 권장량의 133.4%로 과다하였다. 즉, 가공식품과 탄산음료

채택일 : 2004년 2월 26일

\*이 논문은 2002년도 이세웅 박사 학술진흥연구비 지원에 의하여 연구된 것임.

<sup>†</sup>Corresponding author: Hong Seok Ahn, Department of Food & Nutrition, Sungshin University, Dongsun-dong, Sungbuk-gu, Seoul 152-735, Korea

Tel: (02) 920-7204, Fax: (02) 926-1412

E-mail: hsahn@sungshin.ac.kr

의 소비가 최근 증가하고 있어 인의 과잉섭취가 우려되고 있다(Kim & Choi 2001).

우리 나라 여대생의 칼슘섭취는 하루 평균 500~580 mg 으로 권장량의 71~83%로 나타났다. 골격량이 증가하는 여대생시기에 칼슘영양상태가 불량한 것은 폐경기 이후에 골다공증의 위험을 높이는 요인이 되므로 바람직하지 않은 것으로 지적된다(Song & Paik 2002; Kim 1995; You 등 1994; Lee 등 1999).

칼슘영양은 골격건강과 가장 밀접한 영양소로서 골질량에 직접적인 영향을 주는 요인이다. 골질량은 유전적 요인, 노화로 인한 호르몬농도의 변화와 칼슘섭취, 운동, 흡연과 같은 환경적 요인에 의해 영향을 받으며, 이 중 유전적 요인보다는 칼슘 섭취량과 같은 환경적 요인이 골질량에 중요한 것으로 알려져 있다(Angus 등 2001; Kleibecke 등 1993; Cummings 등 1995). 성인에서 식이성 칼슘 섭취량은 골밀도와 양의 상관관계를 보여주며 폐경 후 여성보다 폐경 전 여성에게서 더욱 강한 양의 상관관계를 나타내었다(Cummings 등 1995).

골다공증의 예방으로는 성장기에 충분한 양의 칼슘을 섭취하여 골밀도를 최대로 하는 것이다. 그러나 칼슘자체는 현재 우리 나라 식생활에서 가장 결핍되기 쉬운 영양소 중의 하나이다. 청년기에 칼슘을 충분히 축적하는 것 외에도, 식물성단백질인 대두단백을 섭취했을 때, 대두단백내의 에스트로젠 유사물질인 이소플라본 섭취가 증가하여 골다공증의 예방 및 심혈관질환의 위험율이 감소하였다는 많은 보고가 있다(Hong & Cho 1999; Hauschka 등 1989; Hauschka & Wians 1989; Adlercreutz 1991; de Kleijn 등 2001). 즉, 대두 식품에 함유된 성분 중 phytoestrogen인 이소플라본은 천연에 존재하는 식물성 sterol로 에스트로젠과 유사한 구조를 가지며 약한 에스트로젠의 기능을 수행함으로써 폐경 후 여성의 골흡수를 억제하여 골다공증을 예방하는 효과가 있는 것으로 알려져 왔다(Goodman-Gruen & Kritiz-Silverstein, 2001; de Kleijn 등 2002; ander Schouw 등 2002). 폐경 후 여성의 골다공증 발병과 대퇴골절의 위험은 서구여성보다 일본여성에서 유의적으로 낮게 나타났는데 이는 일본 여성의 대두식품의 섭취량이 상대적으로 많기 때문으로 보고하고 있다(Setchell KDR 1998; Cooper C 등 1992). 또한 아시아 여성이 미국 여성보다 골절율이 낮은 이유 중, 동물성단백질의 섭취는 낮지만 식물성 단백질 특히 대두단백질의 섭취가 많은 것이 부분적인 이유일 수 있다고 보고되었다(Setchell KDR 1998; Cooper C 등 1992). 일본의 경우 일상식으로부터 일일 평균 20~80 mg의 이소플라본을 섭취하는데 비해 미

국은 일일 1 mg 미만을 섭취하였고, 1mg 이상을 섭취하는 사람의 경우 심혈관질환의 위험율이 감소한 결과도 보고되었다(van der Schouw 2002).

한국인을 대상으로 한 대두식품 및 대두 이소플라본의 섭취수준에 대한 조사와 질병과의 관계에 대한 연구는 극히 미비한 실정이다. 한국인의 대두식품을 통한 이소플라본의 섭취에 관한 연구는 Sung 등(2000)이 3일간의 24시간 회상법을 이용하여 일부 농촌지역 폐경여성에서 조사분석된 자료와 Lee 등(2000)이 중년여성을 대상으로 조사한 연구결과가 보고된 바 있다. 정상체중 여대생을 대상으로 이소플라본 제품을 제공하여 섭취 전, 후의 골밀도를 조사한 연구결과(Baek & Sung 2003)가 있을 뿐 여대생을 대상으로 한 연구는 미비한 실정이다.

즉, 장차 폐경을 대비하여 골질량을 최대로 축적해야 하는 젊은 여성을 대상으로 일상식으로부터의 이소플라본 섭취량을 추산해보는 것은 의미가 있다고 본다.

Osteocalcin (OC)은 골대사에 중요한 단백질로 골형성 지표물질로 작용하고 있다. 또한 여러 연구결과에서 폐경기 나이와 더불어 칼슘보유에 주요인자로 분석되었으며, 연령이 어릴수록 수치가 높은 것으로 나타나 어릴수록 골형성이 많이 일어남을 제시하고 있다(Alkel 등 2000; Picherit 등 2000; Song & Paik 2003). 이는 조골세포에서 비타민 K에 의해 형성되는 가장 많은 non-collageneous protein이며, 그 기능은 칼슘과 결합하여 뼈의 결정을 형성하므로 골량과 골질에 관여한다.

Osteocalcin은 카르복실화되었을 때 골형성이 증가하고(Hong & Cho 1999; Hauschka 등 1989; Hauschka & Wians 1989), 칼슘섭취가 증가하면 혈중 osteocalcin이 증가하고 따라서 골량도 증가하는 것으로 알려져 있다(Na 등 2002). 이로부터 식이성 칼슘과 두류 섭취를 통한 이소플라본의 섭취 수준에 따른 osteocalcin의 혈중농도 변화를 측정함으로써 골형성지표와의 관계 또한 조사할 수 있을 것이다.

Takahashi 등(2000)의 연구에서 20~93세의 여성을 대상으로 연령과 폐경 여부에 따른 osteocalcin 농도를 포함한 혈중 골형성 지표를 조사한 결과, 연령이 높을수록 osteocalcin이 유의적으로 높게 나타났음을 보고한 바 있으며, 20대 폐경 전 여성과 50대 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구결과에서는 대두 isoflavone 섭취량이 많을수록 혈중 osteocalcin 농도가 낮게 나타나 골교체율의 표지자에 대한 대두 isoflavone의 이로운 효과를 보였으나 식이성 isoflavone 단독 작용으로 보기는 어렵다고 보고하기도 하였다(Wangen KE 등 2000). 이들은 모두 서구인을 대상으로

수행된 연구일 뿐 isoflavone의 섭취양상이 다른 동양인을 대상으로 isoflavone 섭취와 혈중 osteocalcin 농도와의 관계에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 여대생을 대상으로 하여 칼슘영양상태 및 일상 식이를 통한 이소플라본 섭취 수준을 조사하고 골 형성 지표로 osteocalcin과의 관계를 조사하고자 한다.

## 연구 방법

### 1. 조사대상자 선정 및 일반사항 조사

본 연구대상자들은 서울시 소재 대학교에 재학중인 여대생 중 정상적인 월경주기를 갖고 질병이 없으며, 본 연구에 참여하기로 동의하고, 고지혈증, 고혈압, 당뇨 및 골다공증 등과 같은 심각하게 골대사에 영향을 미치는 과거력과 가족력이 없는 건강한 여대생 53명을 조사대상자로 선정하였다. 설문지를 이용하여 조사대상자의 나이, 혈압, 가족의 병력 등 일반 사항과 음주, 흡연 등의 생활 습관을 조사하였다.

### 2. 신체계측치 측정

신장 및 체중(kg), 체질량지수(BMI), 체지방량(kg), 제지방량(LBM: kg), 총수분량(TBW: kg) 등은 BIA (Bioelectrical impedance analysis) 원리에 의해 체지방 측정기(복정제형(주), TBF-105)를 사용하여 측정하였으며 피부두께 측정에는 Caliper (Lange caliper, Oxford)를 이용하여 mm 단위까지 측정하였다.

### 3. 식이섭취조사

식이섭취조사는 직접면담법으로 24시간 회상법을 이용하여 열량 영양소 및 미량 영양소 섭취량을 조사하였고, 반정량 식품 섭취 빈도 조사법으로 일상식이를 통한 이소플라본 섭취량을 산출하였다. 조사대상자들의 식품섭취량 조사는 식품모델과 식품과 음식의 눈대중량 자료를 이용하여 식이섭취기록에 대한 교육을 시킨 후 2일간의 24시간 회상법으로 조사, 분석하였다.

이소플라본의 섭취량 조사를 위한 반정량 식품섭취빈도 조사표에는 한국인의 100대 상용식품의 일부와 이소플라본의 주요 급원인 두류섭취의 빈도조사를 위한 두류 및 두류 가공제품을 포함하여 총 99가지로 구성하였다. 각 식품에 대한 성인의 1회 기준 섭취량은 당뇨식의 교환단위에서 제시하는 분량을 이용하였으며, 목측량에 대한 1회 섭취비율을 조사하여 섭취량으로 환산하였다. 조사기간 한달동안의 섭취빈도는 매일 2회 이상, 하루 1회, 일주일에 5~6회,

일주일에 3~4회, 일주일에 1회, 한달에 2~3회, 한달에 1회, 전혀 먹지 않음으로 총 9가지로 구분하였으며, 가장 많이 섭취한 빈도인 “하루에 2~3회”를 9점, “전혀 섭취하지 않는 경우” 1점으로 하여 섭취빈도 및 섭취량을 점수화하였다. 면담시 정확한 섭취량 조사를 위해 식품모델, 계량기기 및 식품과 음식의 눈대중 자료를 사용하였고, 조사된 자료로부터 영양소 섭취량은 한국 영양학회가 개발한 영양 평가 프로그램(Can-Pro, 한국영양학회 부설 영양 정보센터)을 이용하여 개인별 일일 영양소 섭취량 및 섭취 비율, 권장량에 대한 섭취비율을 구하였다.

이소플라본 섭취량은 주요 이소플라본인 제니스테인과 다이드제인 함량을 분석한 Franke 등(1999)의 자료와 국내의 대두가공식품의 분석연구 결과자료(Lee 등 2000 ; Lee 등 2002; Shon 등 2001; Bae 등 1997; Jeong 등 1998)를 이용하였다. 이소플라본은 여러 식품에 분포되어 있으나 대부분 함량이 미량이기 때문에 정확한 산출이 어려우며, 품종간, 생산 지역간의 오차가 크기 때문에 상용 대두식품 중의 이소플라본의 함량만을 이용하여 산출하였다. 이때 선택한 식품 및 음식의 종류로는 대두, 두유, 콩조림, 두부찌개(순두부찌개, 콩비지찌개 포함), 된장찌개(청국장찌개포함), 된장국이었으며 이들에 대한 반정량 식품섭취빈도 조사로 일상식에서의 이소플라본 섭취량을 산출하였다. 이때 산출식으로는 다음과 같다.

$$P = F \times Q \times N$$

- P: 이소플라본 섭취량
- F: 일일 섭취빈도(Frequency score)
- Q: 1회 섭취분량
- N: 식품중의 이소플라본 함량

즉, 식품섭취빈도조사지로부터 대두식품의 1회 섭취분량과 섭취빈도로부터 1일 식품의 평균 이소플라본 섭취량을 산출하고 이 값에 관련 참고 문헌(Lee 등 2000; Lee 등 2002; Shon 등 2001; Bae 등 1997; Jeong 등 1998)으로부터 얻은 대두 및 대두 가공식품내 이소플라본 함량을 곱하여 일일 평균 이소플라본 섭취량을 산출하였다.

### 4. 채혈 및 열역전처리

12시간 공복 후, EDTA 처리한 것과 처리하지 않은 진공관을 이용하여 상완정맥에서 채혈한다. 채혈한 전혈을 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후, polyethylene tube에 담아 무기질과 ALPase 활성 및 osteocalcin 함량 분석용 시료로 하였으며, 분석직전까지 -70℃

에 보관하였다.

### 5. 혈청내 Ca, P, Mg 농도 측정

혈청내 칼슘농도는 OCPC (O-Cresolphthalein)과 알칼리용액에서 자주색의 복합물을 형성한 흡광도를 자동생화학분석기(HITACHI 747, HITACHI Japan)를 이용하여 측정하였다. 마그네슘은 CPM III (Chlorophosphonazo III)가 마그네슘 존재하에서 마그네슘과 형성한 복합물을 653 nm의 흡광도에서 비색정량하였으며(Cobas Integra, Roche, Switzerland), 인농도는 황산환경에서 phosphate이온과 molybdate가 반응하여 phosphomolybdate 복합물을 생성한 흡광도를 자동생화학분석기(HITACHI 747, HITACHI Japan)를 이용하여 측정하였다.

### 6. 혈청내 ALPase 활성 측정 및 Osteocalcin 분석

ALPase 활성은 전혈에서 혈청을 분리한 후, Tietz 등(1983)과 Whyte 등(1988)의 방법을 참고하여 DGKCh (Merck, Roche Diagnostics)에 따라 kinetic Colorimetry 방법으로 혈액자동분석기(Merck Microlab 100, E.Merck, serial No. 2-2143)를 이용하여 분석하였고, osteocalcin 함량 분석은 혈청 2 ml을 이용하여 MEDGENIX-h-OST IRMA (immunoradiometric assay) kit (BioSource EUROPE s.a., Belgium)을 이용하여  $\gamma$ -counter로 분석하였다.

### 7. 통계분석

모든 결과는 SPSS package를 이용하여 통계분석하였다. 모든 측정치의 기술통계량은 평균과 표준오차로 제시하였으며 각 변수들간의 상관관계는 95%의 신뢰도구간 내에서 Pearson's 상관계수로 구하였다.

## 연구결과 및 고찰

### 1. 일반사항 및 인체계측치

연구대상자들의 연령과 신장 및 체중을 비롯한 인체계측

치는 Table 1과 같다.

평균연령은 21.43세 였으며, 평균 신장과 체중은 각각 161.07 cm와 52.81 kg이었고, 평균 체질량지수는 20.48 kg/m<sup>2</sup>이었다. 평균 체지방량은 20.72%였으며, 삼두박근 피하지방두께는 17.59 mm로 조사되어 연구대상자 모두 정상체중을 유지하고 있었다.

### 2. 두류식품섭취빈도 및 식물성 estrogen 섭취량

연구대상자들의 대두식품의 섭취빈도를 조사한 결과는 Table 2와 같다.

반정량 식품섭취빈도조사를 통해 두유와 두부전, 콩조림, 두부찌개, 된장찌개, 된장국 등의 대두식품섭취빈도를 조사하였다.

두유의 섭취는 전체 연구대상자의 43%가 거의 먹지 않는 것으로 응답하였고 그 외 일주일에 두 번 섭취하는 빈도가 가장 높았다. 두부와 된장국, 된장찌개의 섭취는 일주일에 평균 1회 섭취하는 경우가 총 연구대상자의 45% 정도였다.

이상의 결과에서 본 연구대상자들의 섭취빈도가 높은 대두식품은 콩밥을 포함한 대두자체의 섭취 > 두부 > 된장찌개, 청국장찌개, 순두부 > 두유의 순이었으며, 모든 이소플라본의 주된 급원이 되는 식품이 특정 음식에 제한되어 있음을 알 수 있다. 이를 토대로 대두식품의 개발 및 대두식품의 섭취를 높이기 위한 연구가 필요하다고 생각된다.

조사대상자의 평균 이소플라본 섭취량은 Table 3와 같

Table 1. General characteristics of the study population

n = 53	
Age (yrs)	21.43 ± 0.49 <sup>†</sup>
Height (cm)	161.07 ± 0.62
Body weight (kg)	52.81 ± 0.74
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.48 ± 0.28
Body fat (%)	20.72 ± 0.67
Triceps skinfoldthickness (mm)	17.59 ± 0.68

†: Mean ± S.E.M.  
BMI: Body mass index

Table 2. The intake frequency of soy foods of the subjects (n = 53)

	Daily		Weekly				Monthly		Almost never eat	Total
	≥ 2	1	5-6	3-4	2	1	2-3	≤ 1		
Soybean	0 <sup>†</sup> (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (3.8)	8 (15.1)	14 (26.4)	6 (11.3)	9 (17.0)	14 (26.4)	53 (100)
Soybean milk	0 (0.0)	1 (1.9)	2 (3.8)	0 (0.0)	10 (18.9)	7 (13.2)	5 (9.4)	5 (9.4)	23 (43.4)	53 (100)
Cooked Soybean curd	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.9)	9 (17.0)	17 (32.1)	15 (28.3)	3 (5.7)	5 (9.4)	3 (5.7)	53 (100)
Soypaste stew with soybeancurd	0 (0.0)	1 (1.9)	3 (5.7)	6 (11.3)	21 (39.6)	14 (26.4)	3 (5.7)	3 (5.7)	2 (3.8)	53 (100)
Soybean paste stew	0 (0.0)	3 (5.7)	3 (5.7)	11 (20.8)	19 (35.8)	10 (18.9)	5 (9.4)	2 (3.8)	0 (0.0)	53 (100)
Soybean paste soup	0 (0.0)	2 (3.8)	3 (5.7)	11 (20.8)	18 (34.0)	9 (17.0)	7 (13.2)	1 (1.9)	2 (3.8)	53 (100)

†: Number (percentage of frequency)

다. 이소플라본 섭취량은 대개 폐경기이후 중년 여성을 대상으로 주로 조사되었고, 젊은 여성을 대상으로 일상식이에서의 이소플라본 섭취수준을 조사한 연구결과는 전무한 실정이다. 또한 현재 이소플라본의 적정섭취수준에 대해서도 논란의 여지가 많다.

대표적인 이소플라본인 다이드제인(daidzein)과 제니스틴(genistein)의 섭취량을 구하여 합산하였으며, 그 값은 아래의 Table 3과 같다.

전체 연구대상자들의 평균 이소플라본 섭취량은 33.46 mg/day로 조사되었다. 이는 한국 중년여성을 대상으로 한 평균 섭취량인 24.41 mg과 (Lee 등 2000)과 한국 농촌지역 폐경기 여성을 대상으로 3일의 24시간 회상법으로 분석한 결과인 27.3 mg (Sung 등 2000)보다는 높은 수준이었다. 또한 이는 홍콩인의 19.3 mg 보다도 높은 수준이었고(Ho 1999), 전통적인 식사를 하는 일본인의 하루 섭취량인 150~200 mg (Adlercreutz 1991; Cassidy & Bingham 1995)보다는 훨씬 낮았다. 그러나 이는 미국의 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구(Googman-Gruen 등 2001)에서 섭취량이 높은 군의 섭취수준이 5.8 mg/day 보다도 높은 수준으로 나타났고, 미국의 Framingham study (Miriam 등 2002)에서 폐경 후 여성의 평균 섭취량이 627 ug/day로 조사된 것과 Maskarinec 등(1998)이 하와이 주민을 대상으로 이소플라본의 섭취량을 조사한 결과 중국계 38.2 mg, 일본계 31.3 mg, 하와이 원주민 22.2 mg, 백인계 6.9 mg, 필리핀계 5.0 mg과 비교해볼 때, 중국과 일본계 주민의 섭취량과 유사한 수준으로 조사되었다. 아시아인의 평균 이소플라본 섭취량은 약 20 mg 정도이며 daidzein과 genistein이 대부분으로(Kudou 등 1991) 아시아권 여성들의 이소플라본의 섭취량이 서구보다 유의적으로 높음을 확인할 수 있었다.

연구 대상자들의 이소플라본의 섭취수준이 서구에 비해 높게 조사되었는데, 본 연구대상자 중 이들의 질병 및 건강상태에서 큰 문제가 나타나지 않은 점으로 미루어 본 연구대상자들의 평균 섭취수준인 33.46 mg은 이소플라본의 과잉 섭취로 인한 독성이나 장애를 나타내지는 않는 수준으로 사료된다.

**Table 3.** Dietary isoflavone intake of the subjects

	n = 53
Daidzein (mg/day)	15.63 ± 4.71 <sup>†</sup>
Genistein (mg/day)	16.70 ± 7.20
D + G (mg/day)	33.46 ± 7.30

†: Mean ± S.E.M.

D + G: Sum of daily daidzein and genistein intake

그러나 이소플라본자체가 에스트로젠과 유사한 구조를 가지며 에스트로겐의 길항작용이나 저해제로서 작용하기 때문에 과잉으로 섭취했을 경우 호르몬 균형 이상을 초래할 가능성도 배제할 수는 없다. 따라서 더 많은 수의 연구대상자와 다양한 그룹을 대상으로 한 이소플라본의 섭취실태 조사 및 임상영양학적 조사를 통해 적정섭취수준에 대한 지침을 마련해야할 것이다.

### 3. 식이를 통한 영양소 섭취량

2일 동안의 24시간 식이섭취 기록을 통하여 분석한 연구대상자의 1일 평균 영양소 섭취량은 Table 4와 같다.

총 열량섭취량은 평균 1766.21 ± 62.54 kcal로 권장량의 88.30%였고, 단백질 섭취량은 66.45 ± 2.00 g으로 권장량의 110.75% 수준이었다. 열량 영양소인 탄수화물, 단백질, 지방으로부터의 열량 섭취비율은 61.06 : 15.05 : 24.22로 한국인 영양권장량(2000)인 66 : 15 : 19와 비교할 때, 탄수화물의 섭취비율이 낮았고, 지방의 섭취비율이 높았다.

칼슘섭취량은 549.62 ± 27.55 mg으로 권장량의 78.52%

**Table 4.** Nutrients intake of the subjects

	n = 53	RDA (%)
Energy (Kcal)	1766.21 ± 62.54 <sup>†</sup>	88.3 ± 2.52
Carbohydrate (g)	269.62 ± 10.06	
Protein (g)	66.45 ± 2.00	110.75 ± 11.50
Plant (g)	35.40 ± 2.06	
Animal (g)	31.05 ± 1.39	
Fat (g)	47.53 ± 3.34	
Fiber (g)	5.90 ± 0.46	
Cholesterol (mg)	356.39 ± 31.04	
Ca (mg)	549.62 ± 27.55	78.52 ± 8.56
Plant (mg)	243.84 ± 13.87	
Animal (mg)	305.78 ± 26.90	
P (mg)	966.09 ± 42.67	138.1 ± 14.53
Mg (mg)	458.56 ± 52.22	
Fe (mg)	10.94 ± 0.32	60.78 ± 5.27
Plant (mg)	7.35 ± 0.33	
Animal (mg)	3.59 ± 0.31	
Vit A (R.E)	715.30 ± 79.96	102.19 ± 16.52
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	1.12 ± 0.00	112.00 ± 0.00
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	1.14 ± 0.00	95.00 ± 0.00
Niacin (mg)	13.22 ± 0.68	101.69 ± 5.22
Vitamin C (mg)	97.65 ± 9.17	177.55 ± 18.54
Vitamin E (mg)	12.25 ± 0.73	122.5 ± 5.99
Ca/P	0.57 ± 0.07	
Ca/Protein	8.27 ± 1.74	

†: Mean ± S.E.M.

를 섭취한 것으로 조사되었으며, 이는 2001년 25~32세의 건강한 성인여성을 대상으로 조사한 결과(You 등 2001)인 평균 칼슘섭취량 728.8 ± 30.7mg 보다는 낮았으나 25~35세 성인 여성 100명을 대상으로 조사한 결과인 358.8 mg (Yu 등 2001)과 정상체중 여대생을 대상으로 칼슘의 섭취량을 조사한 결과인 495.76 mg (Baek & Sung 2003) 보다는 높았다. 인의 섭취량은 평균 966.09 ± 42.67mg으로 역시 성인 여성을 대상으로 한 연구 결과인 1031.4 ± 30.3 mg과 유사하였다.

칼슘과 인(Ca/P)의 섭취비율은 평균 0.57이었으며, 이는 한국여대생을 대상으로 조사한 결과(Song 등 2003)인 0.53보다는 다소 높았으며 여전히 인의 섭취량이 칼슘 섭취량보다 많은 것은 같은 양상이었다.

**4. 혈중 무기질 농도 및 ALPase 활성 및 Osteocalcin 농도**

본 연구 대상자들의 칼슘, 인, 마그네슘의 혈중 농도와 골교체율의 지표인 ALPase 활성 및 osteocalcin 농도를 측정한 결과는 Table 5와 같다.

**Table 5.** Serum mineral concentrations and bone turnover markers of the subjects

n = 53		
Mineral	Calcium (mg/dl)	9.48 ± 0.04 <sup>†</sup>
	Phosphorus (mg/dl)	3.70 ± 0.05
	Magnesium (mg/dl)	2.04 ± 0.02
Bone turnover marker	ALPase (u/L)	115.74 ± 3.60
	Osteocalcin (ng/ml)	7.15 ± 0.09

<sup>†</sup>: Mean ± S.E.M.  
ALPase: Alkaline phosphatase activity

혈중 무기질인 칼슘과 인, 마그네슘의 평균 농도는 각각 9.48 ± 0.04, 3.70 ± 0.05 및 2.04 ± 0.02 mg/dl 였다. 이는 건강한 20대 여성을 대상으로 조사한 결과(YA Kim 등 1987) 10.2 mg/dl 및 3.0 mg/ml과 유사한 양상이었다.

본 연구대상자들의 혈중 ALPase 활성은 평균 115.74 ± 3.6 u/L로 이는 폐경전 성인 여성을 대상으로 조사한 결과인 73.86 ± 10.84 u/l (Choi M 2002)보다는 높게 나타나 나이가 어릴수록 골 교체율이 높음을 확인할 수 있었다. Osteocalcin 농도는 평균 7.15 ng/ml로 이는 중년여성을 대상으로 조사한 결과(Na 등 2002)인 4.8 ng/ml보다는 높은 수준이었으며, 정상체중 여대생을 대상으로 한 연구결과(Baek & Sung 2003)인 6.37 ng/ml과 유사한 수준이었다.

**5. 식물성 estrogen과 영양소 섭취량 및 혈중 지질, 무기질 농도의 상관관계**

연구대상자들의 영양소 섭취량과 혈중 무기질 농도 및 골형성지표와의 상관성을 분석한 결과는 Table 6 같다.

이소플라본 섭취량은 열량, 단백질, 탄수화물, 지질 등 열량 영양소와 유의적인 양의 상관관계가 있었으며, 무기질인 칼슘과 인, 철의 섭취량과도 유의적인 양의 상관성을 나타내었다. 이소플라본의 섭취는 혈청 칼슘농도와 유의적인 양의 상관성이 있었으며, 혈청 칼슘농도는 마그네슘 농도와도 유의적인 양의 상관관계를 보여 식이를 통한 이소플라본섭취는 혈중 칼슘 및 마그네슘 농도에 영향을 주는 인자가 될 수 있을 것으로 사료된다. 혈중 ALPase활성은 혈중 무기질 농도나 다른 영양소 섭취수준과 유의적인 상관관계가 나타나지 않았던 반면, 혈중 osteocalcin농도는 이소플라

**Table 6.** Correlations between nutrients intake and serum mineral concentrations and bone turnover markers of the subjects

	Iso	Diet					Serum								
		E	Protein	Fat	CHO	Fiber	Ca	P	Mg	Ca	P	Mg	ALP	OC	
Diet	Iso	1.00	0.35*	0.50**	0.49**	0.23	0.64**	0.68**	0.51**	0.64**	0.36**	-0.05	0.09	-0.11	-0.28*
	E		1.00	0.80**	0.68**	0.92**	0.18	0.64**	0.82**	0.69**	0.01	0.15	0.16	-0.13	0.15
	Protein			1.00	0.62**	0.84**	0.13	0.77**	0.67**	0.79**	0.03	0.15	0.14	-0.19	0.14
	Fat				1.00	0.53**	-0.46	0.44**	0.49**	0.38*	0.00	-0.21	0.13	-0.12	0.12
	CHO					1.00	0.22	0.66**	0.70**	0.72**	-0.24	-0.27	0.07	-0.08	0.08
	Fiber						1.00	0.32*	0.27	0.41**	-0.06	-0.30	0.21	-0.22	0.11
	Ca							1.00	0.61**	0.81**	0.06	-0.13	0.13	-0.23	0.25
	P								1.00	0.64**	-0.12	-0.14	0.18	0.01	0.12
	Mg									1.00	0.10	-0.20	0.20	-0.20	0.22
Serum	Ca										1.00	0.03	0.45**	0.03	-0.21
	P											1.00	-0.08	-0.05	-0.12
	Mg												1.00	-0.17	0.22
	ALP													1.00	0.15
	OC														1.00

\* : p < 0.05, \*\* : p < 0.01, Iso: Isoflavone intake, CHO: Carbohydrate in take  
ALP: Alkaline phosphatase activity, OC: Serum osteocalcin concentration

본섭취량과 유의적인 음의 상관관계를 보여주었다( $p < 0.05$ ). 이들 결과들로부터 식이로 섭취한 이소플라본은 다른 골형성 관련인자와 더불어 골교체율의 표지자에 대해 이로운 효과를 나타낼 수 있을 것으로 사료된다.

## 요약 및 결론

본 연구는 서울지역 소재대학에 재학중인 건강한 성인여성 53명을 대상으로 선정하였다. 일상식이를 통해 daidzein과 genistein의 섭취량을 구한 후 그들의 합으로부터 이소플라본 섭취량을 조사한 결과, 평균 섭취량은  $33.46 \pm 7.30$  mg/day였으며, 이들의 영양소 섭취수준 및 혈액중 무기질과 지질 농도 및 골형성 지표로 혈중 ALPase활성 및 osteocalcin 함량을 측정, 상관관계를 분석하였다.

1) 연구대상자들의 평균연령은 21.43세였으며, 평균 신장과 체중은 각각 161.07 cm와 52.81 kg이었다. 평균 체질량지수와 체지방률은 각각  $20.48 \text{ kg/m}^2$ 와 20.72%였으며, 삼두박근 피하지방두께는 17.59 mm로 조사되어 연구대상자 모두 정상체중을 유지하고 있었다.

2) 상용식품 중 대두식품의 섭취빈도를 조사한 결과, 콩밥을 포함한 대두자체의 섭취 > 두부 > 된장찌개, 청국장찌개, 순두부 > 두유의 순이었으며, 이들의 이소플라본 함량을 이용하여 일상식이를 통한 이소플라본의 섭취량을 조사한 결과, 전체 연구대상자들의 평균 이소플라본 섭취량은 33.46 mg/day로 조사되었다.

3) 일반영양소 섭취 상태를 조사한 결과, 평균 열량 섭취량은  $1766.21 \pm 62.54$  kcal, 단백질 섭취량은  $66.45 \pm 2.00$  g이었으며, 동물성 단백질의 섭취량은 평균  $31.05 \pm 1.39$  g이었으며, 지방섭취량은 평균  $47.53 \pm 3.34$  g으로 조사되었다. 칼슘대 인(Ca/P)의 섭취비율은 평균 0.57로 조사되었다.

4) 혈중 무기질인 칼슘과 인, 마그네슘함량은 이소플라본 섭취와는 유의적인 관계는 없었으며, 각각의 평균 농도는  $9.48 \pm 0.04$ ,  $3.70 \pm 0.05$  및  $2.04 \pm 0.02$  mg/dl 였다. 혈중 ALPase 활성은 평균  $115.74 \pm 3.6$  u/L였으며, Osteocalcin농도는 평균 7.15 ng/ml로 조사되었다.

5) 이소플라본 섭취량은 열량, 단백질, 탄수화물, 지질 등 열량 영양소와 유의적인 양의 상관관계가 있었으며, 무기질인 칼슘과 인, 철의 섭취량과도 유의적인 양의 상관성을 나타내었다. 또한 이소플라본의 섭취는 혈청내 칼슘농도와 유의적인 양의 상관성이 있었으며, 혈청 칼슘농도와 마그네슘 농도와도 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 혈

중 ALPase활성은 혈중 무기질 농도나 다른 영양소 섭취수준과 유의적인 상관관계가 나타나지 않았던 반면, 혈중 osteocalcin농도는 이소플라본섭취량과 유의적인 음의 상관관계를 보여주었다( $p < 0.05$ )

이상의 결과들로부터 식이를 통한 이소플라본섭취는 혈중 칼슘 및 마그네슘 농도에 효과적인 인자가 될 수 있을 것이며 이를 통해 골교체를 억제 및 골다공증 예방을 위한 방안이 될 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 이소플라본 자체가 에스트로젠과 유사한 구조를 가지며 에스트로젠의 길항작용이나 저해제로서 작용하기 때문에 과잉으로 섭취했을 경우 호르몬 균형 이상을 초래할 가능성도 배제할 수는 없다. 따라서 더 많은 수의 연구대상자와 다양한 그룹을 대상으로 한 이소플라본의 섭취실태 조사 및 임상영양학적 조사를 통해 적정섭취수준에 대한 지침을 마련해야 할 것이다.

## 참고 문헌

- Adlercreutz H, Honjo H, Higashi A, Fotsis T, Hamalainen E, Hasegawa T, Okada H (1991): Urinary excretion of lignans and isoflavonoid phytoestrogens in Japanese men and women consuming a traditional Japanese diet. *Am J Clin Nutr* 54(6): 1093-100
- Alkel 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: 844-852
- Anders SYT, Pijpe A, Lebrun CE, Bots ML, Peeters PH, van Staveren WA, Lamberts SW, Grobbee DE (2002): Higher usual dietary intake of phytoestrogens is associated with lower aortic stiffness in postmenopausal women. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* Aug 22(8): 1316-1322
- Angus RM, Sambrook PN, Pockock NA, Eisman JA (1998): Dietary intake and bone mineral density. *Bone Mineral* 4: 265-277
- Bae EA, Kwon TW, Moon KS (1997): Isoflavone contents and antioxidative effects of soybeans, soybean curd and their By-products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(3): 371-375
- Baek SK, Sung CJ (2003): A study of soy isoflavone supplementation effect on bone mineral density and bone metabolism markers in female college students with low bone mass. *Korean J Nutr* 36(2): 154-166
- Bakhit RM, Klein BP, Essex-Sorlie D, Ham JO, Erdman JJW, Porter SM (1994): Intake of 25g of soybean protein with or without soybean fiber alters plasma lipids in men with elevated cholesterol concentrations. *J Nutr* 124(2): 213-222
- Bell RR, Draper HH, Tzeng DYM, Shin HK (1977): Physiological responses of human adults to foods containing phosphate additives. *J Nutr* 107: 42-50
- Beyen AC, West CE, Spaaij CJ, Huisman J, Van Lwuwuven P, Schutte JB, Hacheng WH (1990): Cholesterol metabolism, digestion rates and postprandial changes in serum of swine fed purified diets containing either casein or soybean protein. *J Nutr* 120(5): 422-430

- Cassidy A, Bingham S (1995): Biological effects of isoflavones in young women: importance of the chemical composition of soybean products. *British J Nutr* 74: 587-601
- Choi M (2002): Effects of soy protein on bone mineral content and bone mineral density in growing male rats. *Korean J Nutrition* 35(4): 409-413
- Cooper C, Campion G, Melton LJ, 3rd (1989): Hip fractures in the elderly: a world-wide projection. *Osteoporos Int* 2: 285-289
- Cummings SR, Nevitt MC, Browner WS, Stone K, Fox KM, Ensrud KE, Cauley J, Black D, Vogt TM (1995): Risk factors for hip fracture in white women: study of osteoporotic fractures in reaseacg group. *N Engl J Med* 332: 762-773
- Goodman-Gruen D, Kritiz-Silverstein D (2001): Usual dietary isoflavone intake is associated with cardiovascular disease risk factors in postmenopausal women. *J Nutr* 131(4): 1202-1206
- Googman-Gruen D and Kritiz-Silverstein D (2001): Usual dietary isoflavone intake is associated with cardiovascular disease risk factors in postmenopausal women. *J Nutr* 131: 1202-1206
- 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: 977-986
- Hauschka PV, Lian JB, Cole DE, Gundberg CM (1989): Osteocalcin and matrix Gla protein: vitamin K-dependent proteins in bone. *Physiol Rev* 69(3): 990-1047
- Hauschka PV, Wians FH Jr(1989): Osteocalcin-hydroxyapatite interaction in the extracellular organic matrix of bone. *Anat Rec* 224(2): 180-188
- Ho SC (1999): Soy consumption and potential benefits for bone and heart health in the Chinese population. 8th Asian Congress of Nutrition. Aug 29-Sep.2 Seoul, Korea
- Hong JY, Choue R (1999): The effects of Vitamin K supplements on serum osteocalcin carboxylation in postmenopausal women. *Korean J Nutrition* 32(6): 726-731
- Jeong JH, Kim JS, Lee SD, Choi SH, Oh MJ (1998): Studies on the contents of free amino acids, organic acids and isoflavones in commercial soybean paste. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(1): 10-15
- Kalu DN, Masoro EJ, Yu BP, Hardin RR, Hollis BW (1988): Modulation of age-related hyperparathyroidism and senile bone loss in Fischer rats by soy protein and food restriction. *Endocrinology* 122(5): 1847-1854
- Kim SH, Choi BY (2001): Ca and P balance in Korean female adolescents. *Korean J Nutrition* 34(4): 433-439
- Kleibeuke JH, WWelberg JW, Mulder NH, van der Meer R, Cats A, Limberg AJ, Lloyd T, Andon MB, Rollings N, Martel JK, Landis R, Demers LM, Egli DF, Lieselhorst K, Kalin HE (1993): Calcium supplementation and and bone mineral density in adolescent girls. *J Am Med Assoc* 270: 841-844
- 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
- Kleijn MJ, van der Schouw YT, Wilson PW, Grobbee DE, Jacques PF (2002): Dietary intake of phytoestrogens is associated with a favorable metabolic cardiovascular risk profile in postmenopausal U.S. women: the Framingham study. *J Nutr* 132(2): 276-282
- Laurin D, Jacques H, Moorjani S, Steinke FH, Gange C, Brun D, Lupien PJ (1991): Effects of a soy-protein beverage on plasma lipoprotein in children with familial hypercholesterolemia. *Am J Clin Nutr* 54(1): 98-103
- Lee MH, Park YH, Oh HS, Kwak TS (2002): Isoflavone content in soybean and its processed products. *Korean J Food Sci Technol* 34(3): 365-369
- Lee SK, Lee MJ, Yoon S, Kwon DJ (2000): Estimated isoflavone intake from soy products in Korean middle-aged women. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(5): 948-956
- Lee SK, Lee MJ, Yoon S, Kwon DJ (2000): Estimated isoflavone intake from soy products in Korean middle-aged women. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(5): 948-956
- Maskrience G, Singh S, Meng L, Franke AA (1998): Dietary soy intake and urinary isoflavone excretion among women from a multiethnic population. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* 7: 613-619
- Meinertz H, Nilausen K, Faergeman O (1989): Soy protein and casein in cholesterol-enriched diets: effects on plasma lipoproteins in normolipidemic subjects. *Am J Clin Nutr* 50(4): 786-793
- Michaelsson K, Holmberg L, Mallmin H, Wolk A, Bergstrom R, Ljunghall S (1995): Diet, bone mass, and osteocalcin: a cross-sectional study. *Calcif Tissue Int* 57(2): 86-93
- Ministry of Health and welfare National report of Health & Nutrition survey (1999)
- Miriam JJ, van der Schouw YT, Wilson PWF, Grobbee DE and Jacques PF (2002): Dietary intake of phytoestrogens is associated with a favorable metabolic cardiovascular risk profile in postmenopausal U.S. Women. *J Nutr* 132: 276-282
- Na HB, Kim HJ, Park J (2002): Effects of calcium supplementation and exercise on bone mineral density in middle-aged women. *Korean J Nutrition* 35(9): 962-969
- Picherit C, CoXan V, Bennetau-Pelissero C, Kati CS, Davicco M, Lebecque P, Barlet J(2000): Daidzein is more efficient than genistein in preventing ovariectomy-induced bone loss in rats. *J Nutr* 130: 1675-1681
- Potter SM, Baum JA, Teng HT, Stilman RJ, Shay NF, Erdman JW (1998): Soy protein and isoflavone: their effects on blood lipids and bone density in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 68(6 suppl): 1375-1379
- Shon MY, Seo KI, Park SK, Cho YS, Sung NJ(2001): Some biological activities and isoflavone content of chungkugjang prepared with black bean and Bacillus strains. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(4): 662-667
- Song YJ, Paik HY (2003): The effect of dietary, biochemical and other factors on bone mineral density changes for 2 years in Korean college women. *Korean J Nutrition* 36(2): 175-182
- Stechell KDR (1998): Phytoestrogens: the biochemistry, physiology, and implications for human health soy isoflavones. *Am J Clin Nutr* 68(Suppl): 1333S-1346S
- Sung CJ, Choi MK, Jo JH, Lee JY (1993): Relationship among dietary intake, blood level and urinary excretion of minerals and blood pressure in Korean rural adult men and women. *Kor J Nutr* 26: 89-97
- Sung CJ, Choi SH, Kim MH, Park MH, Ko BS, Kim HK (2000): A study on dietary intake from soy foods and urinary isoflavone excretion and menopausal symptoms in Korean women in rural areas. *Korean J Community Nutrition* 5(1): 120-129



- Takahashi M, Oikawa M, Nagano A (2000): Effect of age and menopause on serum concentrations of pentosidine, an advanced glycation end product. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 55(3): M137-140
- Tasker TE, Potter SM (1993): Effects of dietary protein source on plasma lipids, HMG-CoA reductase activity, and hepatic glutathione levels in gerbils. *J Nutr Biochem* 4: 458-462
- Tietz NW, Rinker AD, Shaw LM (1983): IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes Part 5. IFCC method for alkaline phosphatase (orthophosphoric-monoester phosphohydrolase, alkline potimum., EC 3.1.3.1). *J Clin Chem Clin Biochem* 21: 731-748
- van der Schouw YT, Pijpe A, Lebrun CE, Bots ML, Peeters PH, van Staveren WA, Lamberts SW, Grobbee DE (2002): Higher usual dietary intake of phytoestrogens is associated with lower aortic stiffness in postmenopausal women. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 22(8): 1316-1322
- 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(9): 3043-3048
- Whyte MP, Mahuren JD, Fedde KN, Cole FS, McCabe ERB, Cobum SP (1988): Perinatal hypophosphatasia tissue levels of vitamin B-6 are unremarkable despite markedly increased circulation concentrations of pyridoxal-5'-phosphate. *J Clin Invest* 81: 1234-1239
- Wong WW, Smith EO, Stuff JE, Hachey DL, Heird WC, Pownell HJ (1998): Cholesterol-lowering effect of soy protein in normo-cholesterolemic and hypercholesterolemic men. *Am J Clin Nutr* 68(6 suppl): 1385-1389
- Yasumizu T, Okuno T, Fukada Y, Hoshi K (2000): Age-related changes in bone mineral density and serum bone-related proteins in premenopausal and postmenopausal Japanese women. *Endocr J* 47(2): 103-109
- Yang Ae Kim, Chung Ja Seung (1987): The Effect of Dietary Sodium on Calcium Metabolism in Healthy Young Adult Women. *Korean J Nutrition* 20(4): 246-257
- You CH, Kim HS, Lee JS, Kim JY (2001): A study on Ca and P balance in Korean women. *Korean J Nutrition* 34(1): 54-61
- Yu KH, Kong YA, Yoon JS (1996): A study on dietary factors, urinary levels of Ca, Na and the bone status of women in urban and rural areas. *Korean J Community Nutrition* 1(1): 71-78