

# 뽕잎 분말 첨가 두부가 충남 일부지역 저칼슘 섭취 여대생의 손목 골밀도, 생화학적 골대사지표 및 지질성상에 미친 영향

†김애정 · 김명환\* · 한명륜\* · 최미경\*\* · 김미현\*\*\* · 강남미\*\*\*\*

해전대학 식품영양과, \*단국대학교 식품공학과, \*\*청운대학교 식품영양학과  
\*\*\*강원대학교 식품영양학과, \*\*\*\*건국대학교 간호학과

## Effects of Mulberry-Leaf Powder *Tofu* on Carpus Mineral Density, Biochemical Markers of Bone Turnover and Lipid Profiles in Female University Students from Choongnam Consuming Low Calcium Diet

†Ae-Jung Kim, Myung-Hwan Kim\*, Myung-Ryun Han\*, Mi-Kyeong Choi\*\*  
Mi-Hyun Kim\*\*\* and Nam-Mi Kang\*\*\*\*

*Dept. of Food and Nutrition, Hyejeon College, Chungnam 350-702, Korea*

*\*Dept. of Food Engineering, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea*

*\*\*Dept. of Human Nutrition and Food Science, Chungwon University, Choongnam 350-70, Korea*

*\*\*\*Dept. of Food and Nutrition, Kangwon National University, Gangwon 245-711, Korea*

*\*\*\*\*Dept. of Nursing Sciencet, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea*

### Abstract

This study examined the effects of mulberry-leaf powder *Tofu*(MPT) on the anthropometric measurements, bone mineral density(BMD), biochemical markers of bone turnover, serum lipid levels of and macrominerals status in 30 female university students living in Choongnam with low dietary Ca intake was low(mean daily intake=524.66±21.47 mg/day). The subjects received the MPT supplemented(100 g/day) for 4 weeks. The nutrient content per 100 g MPT was 84.10 kcal(energy), 8.98 g(protein), 0.53 mg(fiber), 211.33 mg(Ca) and 1.59 g(fat). Anthropometric measurements, 24-hour dietary recall, carpus BMD using DEXA, select BMD biomarkers(serum alkaline phosphatase activity, osteocalcin, urinary deoxypyridinoline), serum protein levels, albumin, and glucose levels, lipid profiles(cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol) and serum macrominerals(Ca, Ca/P ratio, Mg) were analyzed before and after MPT supplementation. Following MPT supplementation, there was no significant differences in anthropometric measurements, nutrient intakes, carpus BMD, serum alkaline phosphatase activity, osteocalcin, and urinary deoxypyridinoline, serum levels of protein, albumin, and glucose or lipid profiles with AI, HTR, LHR and CRF. However, there were significant increases in dietary calcium as well as decreases in serum triglycerides with MPT supplementation. Although further research is needed, these results that regular intake MPT could prevent bone and cardiovascular diseases.

Key words: mulberry-leaf powder *Tofu*(MPT), bone mineral density, bone turnover markers, dietary calcium intake, lipid profile.

### 서론

경제 성장과 더불어 1980년대 이후 우리나라 국민의 영양 소 섭취 상태는 전체적으로 향상되었으나, 칼슘은 결핍되기

† Corresponding author: Ae-Jung Kim, Dept. of Food & Nutrition, Hyejeon College, Hongseong-gun, Choongnam 350-702, Korea. Tel: +82-41-630-5249, Fax: +82-41-630-5175, E-mail: kaj419@hj.ac.kr

쉬운 영양소 중의 하나로 밝혀져 있다<sup>1)</sup>. 이는 칼슘의 섭취 실태가 매우 불량하고, 주요 급원이 대부분 체내 이용률이 낮은 식물성 식품이기 때문이다<sup>2)</sup>. 최근 이러한 칼슘의 섭취 부족으로 인한 영양 문제는 뼈 질환, 순환기계 질환, 고혈압, 동맥경화, 고지혈증 등 각종 성인병과 관련하여 연구가 활발히 진행되고 있는데<sup>1)</sup>, 특히 칼슘과 뼈 질환<sup>3)</sup> 및 순환기계 질환<sup>4-6)</sup>과 관련하여 많은 연구들이 진행되고 있다. 뼈 질환과 관련된 식이 요인 가운데 중요시되고 있는 것으로 단백질<sup>7)</sup>, 칼슘과 인<sup>8,9)</sup>의 비율 등이 있다. 적절한 단백질의 섭취는 골격 성장에 필수적이지만 식이 중 동물성 단백질 함량이 증가하면 소변으로의 칼슘 배설량이 증가하는 것으로 알려져 있다<sup>7,10,11)</sup>. 칼슘은 골격의 무기질화와 골격 유지를 위해서 식품을 통한 적당량의 섭취가 중요한데<sup>9)</sup>, 일상 식사에서 칼슘과 인의 불균형은 골격 손실에 영향을 미친다고 한다<sup>12)</sup>.

식습관이나 식행동 조사에 의하면 여대생들은 대부분 패스트푸드와 탄산음료를 즐겨 섭취하고 있어서 고지방 식이면서 칼슘 섭취량과 칼슘과 인의 섭취 비율이 낮은 영양불균형 상태에 있다<sup>13)</sup>. 최대 골질량을 획득해야 할 중요한 시기인 여대생의 영양불균형이나 잘못된 식습관은 성인이 된 후에도 큰 영향을 미치게 되며, 특히 여대생의 경우 곧 임신과 출산의 과정을 갖게 될 연령층이므로 임신 전 모체의 영양 상태와 건강이 태아에게 직접적으로 영향을 미치게 된다<sup>3)</sup>. 따라서 여대생의 골 질환 예방을 위해서는 고칼슘 급원의 발굴 및 공급이 필수적이다.

두부는 대두를 이용한 전래의 조리 가공품 중 우리의 식생활에서 차지하는 비중이 상당히 높은 식품으로 오래 전부터 만성적 단백질 부족을 완화하는데 크게 기여하여 왔다<sup>14)</sup>. Ellis 등<sup>15)</sup>은 대두 단백질을 많이 섭취하는 채식인의 경우 모든 연령군의 골밀도가 대조군보다 높았으며, 채식군은 69세 이후 골밀도의 감소가 없는 반면 일반 식이군은 지속적인 감소를 보였다고 보고하였다. 그리고 두부에는 무기질 중 칼슘이 높는데, 이는 대두 내 높은 칼슘 함량과 제조 과정에서 칼슘 함유 응고제를 사용하기 때문이며, 칼슘 함량이 우유보다 약 23% 정도 더 많이 함유되어 있다<sup>16)</sup>. 뿐만 아니라 두부는 대두의 수용성 단백질을 활용한 식품으로 단백질과 지방의 비율이 높고 콜레스테롤과 유당이 함유되어 있지 않으며, 포화지방산 함량이 낮은 저지방 식품이다. 또한, 두부에 존재하는 천연 lecithin과 linoleic acid는 인체에서 콜레스테롤과 지방산이 장내와 혈액에 축적되는 것을 막아준다<sup>17)</sup>. 따라서 두부는 골질환 뿐만 아니라 지질대사 이상으로 초래될 수 있는 순환기계 질환의 예방에도 도움이 될 것으로 판단된다.

그동안의 골밀도 관련 연구는 대부분 폐경 후 여성<sup>15)</sup>을 대상으로 하고 있고, 폐경 전의 경우도 저체중에 해당되는 성인 여성을 대상으로 한 연구<sup>3,7)</sup>로 제한되어 있다. 즉, 칼슘 섭

취량이 낮은 정상 체중을 갖는 성인 여자를 대상으로 골질환의 예방적인 차원에서 골밀도에 유용한 중재 방안을 살펴본 연구는 매우 드문 실정이다.

따라서 본 연구에서는 정상 체중을 갖는 여대생 중 칼슘 섭취량이 낮은 대상자<sup>13)</sup>를 선별하여 선행 연구<sup>18)</sup>에서 개발한 단백질과 칼슘이 강화된 콩잎 분말 첨가 두부를 4주간 섭취시킨 후, 손목 골밀도, 생화학적 골대사 지표 및 지질성상에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시료

본 연구에 사용한 콩잎 분말 첨가 두부는 선행 연구<sup>18)</sup>에 제시한 제조법에 의거하여 서신식품(Seosin Co Ltd, Seoul, Korea)에서 매주 제조하여(콩잎 분말 2% 첨가 두부, Fig. 1) 4주간 시료로 사용하였다. Fig. 1에서와 같이 콩잎 분말 첨가 두부는 무첨가 두부에 비해 단백질과 칼슘 함량이 높다.

### 2. 콩잎 분말 첨가 두부 섭취 실험설계 및 실험대상자 선정

본 연구는 1차적으로 칼슘 섭취량이 낮은 여대생을 선별하기 위해 충남 일부 지역 대학에 재학 중인 여대생 100명을 대상으로 3일간 식이 섭취 조사를 실시한 후 영양평가 프로그램(Can-Pro 2.0, Computer Aided Nutritional analysis program for professionals, 한국영양학회, 서울, 한국)에 의거하여 칼슘 섭취량을 계산하였다. Kim 등<sup>13)</sup>의 연구를 참고로 하여 칼슘 섭취량이 520 mg 이하인 대상자 중 본 연구에 대하여 잘 이해하고 동의한 30명을 대상(Table 1)으로 2005년 11월 20일부터 12월 18일까지 4주 동안 콩잎 분말 첨가 두부

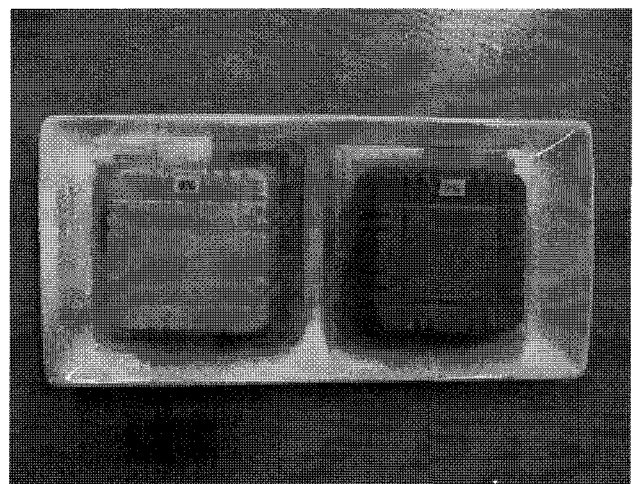


Fig. 1. The 2% mulberry-leaf powder Tofu.

**Table 1. Anthropometric measurements of the subjects**  
(n=30)

Variables	Pre-treatment	Post-treatment (4 weeks)	p-value <sup>2)</sup>
Age(yrs)	21.13± 1.32 <sup>1)</sup>	-	-
Height(cm)	161.26± 5.10	-	-
Weight(kg)	61.66±10.41	61.01±10.51	NS
BMI(kg/m <sup>3)</sup> ) <sup>3)</sup>	23.76± 3.72	23.53± 3.79	NS
Body fat(%)	32.88± 5.16	32.56± 6.14	NS
WHR(%) <sup>4)</sup>	0.85± 0.04	0.84± 0.05	NS

<sup>1)</sup> Mean±SD, <sup>2)</sup> Significance as determined by paired *t*-test, NS: not significant, <sup>3)</sup> Body Mass Index, <sup>4)</sup> Waist Hip Ratio.

섭취 전·후로 체중, 체지방, 체 성분 및 골밀도 측정을 실시하였다(Fig. 2). 콩잎 분말 첨가 두부의 섭취량은 Kim 등<sup>19)</sup>을 참고로 하여 하루 동안 사람이 무리 없이 섭취할 수 있는 양(100 g/day)을 3끼 식사 중 원하는 끼니에 자유로이 부식과 함께 섭취하도록 하였다.

**3. 신체계측 및 손목 골밀도 측정**

신장계로 신장을 측정 후 Inbody 3.0(Bio-electrical Impedance Fatness Analyzer, Biospace Co Ltd, Seoul, Korea)을 이용하여 체질량 지수(Body Mass Index, BMI), 체지방율, 체지방량 및 체지방량 등을 측정하였다. 골밀도를 측정하는 방법은 여러 가지가 있으나, 정밀도가 높고 신체의 모든 부위를 측정할 수 있는 이중에너지 방사선 골밀도 측정기(dual energy X-ray absorption: DEXA)가 가장 많이 사용되고 있으며, 골밀도 측정 부위는 골절이 빈번히 발생하는 요추, 대퇴부, 전완 등이다<sup>20)</sup>. 따라서 본 연구에서 골밀도는 이중에너지 방사선 골밀도 측정기(Osteoview DEXA Scanner, Medilink, France)를 이용하여 오른쪽 손목의 근위(ultradis)와 원위(distal)의 골밀도를 측정 후 그 평균값을 사용하였다.

**4. 식이 섭취 조사**

식이 섭취 조사는 훈련된 조사원의 지도 하에 일 대 일 면접을 토대로 실시하였으며, 24시간 회상법을 이용하여 주중 2일, 주말 1일을 포함한 3일간의 영양소 섭취 상태를 조사하였다. 섭취한 양을 정확하게 파악하기 위하여 식품모델을 제시하면서 음식량을 추정하였다. 1일 영양소 섭취량은 Can-Pro를 이용하여 분석하였다.

**5. 혈액과 소변의 생화학적 분석**

**1) 혈액과 소변 채취**

채혈은 본인의 동의를 얻어 12시간 금식시킨 후 실시하였다. 채취한 혈액은 실온에서 1시간 방치한 후 4℃, 1,500 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻었다. 혈청은 분석 시까지 -70℃에서 냉동보관하였다. 채혈일의 일시뇨를 EDTA로 처리한 채뇨 용기에 수집하여 -70℃에 냉동보관하여 분석에 사용하였다.

**2) 골대사지표 측정**

혈청 alkaline phosphatase 활성<sup>21)</sup>은 측정용 시약 AMP(Bayer Co Ltd, Dresden, Germany)를 사용하여 ADVIA 1650(Bayer Co Ltd, Dresden, Germany)으로 410 nm에서 흡광도를 측정하였다. 혈청 osteocalcin<sup>21)</sup>은 전기적 화학발광인 electrochemiluminescence(ECLA)를 이용하여 측정하였다. 소변의 DPD(deoxyypyridinoline)<sup>21)</sup>는 competitive immunoassay법으로 Pyliliks-D kit(Meter Biosystems, NY, USA)를 사용하여 분석한 후 소변 중 크레아티닌 수치로 보정하였다.

**3) 혈청 총 단백질, 알부민 및 혈당 측정**

혈청 총 단백질과 알부민<sup>21)</sup>은 측정용 kit(Bayer Co, Ltd, Dresden, Germany)를 사용하여 ADVIA 1650(Bayer Co, Ltd, Dresden, Germany)로 각각 540과 596 nm에서 흡광도를 측정하였다. 혈당<sup>21)</sup>은 측정용 kit(Bayer Co, Ltd, Dresden, Germany)를 사용하여 ADVIA 1650(Bayer Co, Ltd, Dresden, Germany)로 340 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Variables	Days																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Anthropometric measurements <sup>1)</sup>	*																													*
MPT administration <sup>2)</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Blood sampling <sup>3)</sup>	*														*														*	

**Fig. 2. Experimental design.**

<sup>1)</sup> Height, weigh, BMI, body fat, and WHR were analyzed by Inbody 3.0 before and after MPT administration,  
<sup>2)</sup> MPT(Fig. 1.) was administered for 4 weeks to 30 female university students,  
<sup>3)</sup> Blood sampling were done 3 times for biochemical assessments.

#### 4) 혈청 지질 및 lipase activity 측정

혈청 중성지질, 총 콜레스테롤, HDL-cholesterol 및 LDL-cholesterol<sup>21)</sup>은 생화학자동분석기(Selectra II, Vital scientific NV, Amsterdam, Holland)를 사용하였으며, 혈청 lipase activity<sup>21)</sup>는 측정용 kit(Randox Co, Ltd, NY, USA)를 사용하여 ADVIA 1650(Bayer Co, Ltd, NY, UAS)로 측정하였다.

#### 5) 심혈관계지표 산출

임상진단에서 순환계질환과 관련한 진단지표인 동맥경화 지수(atherogenic index: AI), 심장위험지수(cardiac risk factor: CRF), HTR(high density lipoprotein cholesterol and total cholesterol ratio), LHR(low density lipoprotein cholesterol ratio)은 다음의 공식에 의하여 산출하였다<sup>22,23)</sup>.

$$AI = (\text{Total cholesterol} - \text{HDL-cholesterol}) / \text{HDL-cholesterol}$$

$$LHR = \text{LDL-cholesterol} / \text{HDL-cholesterol}$$

$$HTR = \text{HDL-cholesterol} / \text{total cholesterol}$$

$$CRF = \text{Total cholesterol} / \text{HDL-cholesterol}$$

#### 6) 혈청 무기질 측정

혈청 1 mL를 취하여 microwave digestion system(Ethos touch control, Milestone, Bergamo, Italy)으로 분해하여 검액을 만든 뒤 ICP spectrometer(Atomscan advantage axial sequential plasma spectrometer, Thermo Jarrell Ash Co, Franklin, MA, USA)<sup>24)</sup>를 이용하여 칼슘, 마그네슘 함량을 정량분석하였으며, 인 함량은 molybdenum blue법<sup>21)</sup>에 의거하여 비색정량하였다. 실험에 사용한 모든 기구들은 무기질의 오염을 방지하기 위해서 깨끗이 씻은 후 플라스틱 제품인 경우에는 0.4%

EDTA 용액에, 유리제품인 경우는 질산 원액에 24시간 이상 담갔다가 2차 증류수로 3번 이상 세척하였으며, 건조기에서 습기를 제거한 후 사용하였다.

#### 7) 통계분석

모든 자료는 SAS(Statistical Analysis System, ver. 8.01) package를 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다. 빵잎 분말 첨가 두부의 섭취 전, 섭취 2주 후, 섭취 4주 후로 나누어  $p < 0.05$  수준에서 ANOVA 및 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다. 섭취 전과 4주 후만 측정된 결과는 Paired  $t$ -test로 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 체성분 변화

연구대상자의 신체계측 사항은 Table 1과 같다. 평균 연령 22.13세, 평균 신장 161.26 cm이며, 1일 칼슘 섭취량이 520 mg 이하인 30명의 여자 대학생을 대상으로 빵잎 분말 첨가 두부를 4주간 섭취시킨 결과 체중, 체지방률, 체지방 및 허리둘레에 유의적인 차이는 없었다. 이는 4주의 단기간 섭취 시에 나타난 결과이며, 빵잎 분말 첨가 두부가 지방 함량은 적고, 단백질과 섬유소 함량은 높은 식품<sup>25)</sup>이기 때문에 장기간 일상식사를 통해 섭취한다면 긍정적인 결과가 기대되며, 이에 대한 연구가 요구된다.

### 2. 영양소 섭취 상태

연구대상자의 영양소 섭취량 및 한국인영양섭취기준<sup>26)</sup>에 대한 섭취량은 Table 2와 같다. 평균 열량 섭취량은 빵잎 분

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

(n=30)

Variables	Pre-treatment	Post-treatment (4 weeks)	% of DRIs <sup>3)</sup>		p-value
			Pre-treatment	Post-treatment	
Energy(kcal)	1,666.46±121.62	1,603.39±126.68	83.32(EER) <sup>3)</sup>	80.17(EER)	NS
Total protein(g)	49.45± 1.65	56.44± 3.20	89.91(RI) <sup>3)</sup>	102.62(RI)	NS
Plant protein(g)	26.24± 3.58	35.30± 3.54			NS
Animal protein(g)	23.21± 2.79	21.14± 3.12			NS
Carbohydrate(g)	270.94± 10.43	258.38± 15.31			NS
Fiber(g)	7.92± 3.15	8.14± 3.20			NS
Total Calcium(mg)	524.66± 21.47	688.90± 23.38	74.95(RI)	98.41(RI)	*
Plant Calcium(mg)	226.77± 21.47	398.01± 31.38			**
Animal Calcium(mg)	297.89± 59.69	290.89± 68.33			NS
Phosphorus(mg)	1046.85± 74.50	790.33± 25.12			*

<sup>1)</sup> Mean±SD, <sup>2)</sup> Significance as determined by paired  $t$ -test, NS: not significant, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ ,

<sup>3)</sup> DRI: Dietary Reference Intakes for Korean, EER: Estimated Energy Requirements, RI: Recommended Intake.

말 첨가 두부 섭취 전은 1666.46 kcal(EER의 83.32%), 섭취 후는 1603.39 kcal(EER의 80.17%)로 유사하였다. 총 열량 섭취량에 대한 탄수화물, 단백질, 지방 섭취 비율은 섭취 전 66.03:11.87:23.10, 섭취 후 64.46:14.08:21.46로 섭취 전에는 단백질 섭취 비율이 낮은 편이었지만, 섭취 후에 단백질의 비율이 다소 상승하였다. 평균 단백질 섭취량은 섭취 전은 권장 섭취량의 약 90%였으며, 섭취 후에는 약 103% 수준을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 평균 식이섬유소 섭취량은 7.92 g에서 섭취 후는 8.14 g으로 유사한 수준이었다. 평균 칼슘 섭취량은 두부 섭취 후에 섭취 전보다 유의하게 증가하였으며( $p<0.05$ ), 식물성 칼슘 섭취량도 섭취 전 226.77 mg에서 섭취 후 398.01 mg으로 유의적으로 증가하였다( $p<0.01$ ). 반면 인의 섭취량은 두부 섭취 후에 섭취 전보다 유의하게 감소하였다( $p<0.05$ ). 이와 같이 콩잎 분말 첨가 두부의 섭취에 의해 식물성 단백질과 칼슘 섭취량이 증가하였고, 인의 섭취량은 유의적으로 감소하였는데, 이는 식물성 단백질과 칼슘 함량이 풍부한 콩잎 분말 첨가 두부의 섭취 때문으로 생각된다.

### 3. 손목 골밀도 및 골대사지표 변화

뼈의 대사는 파골세포(osteoclast)에 의한 골흡수(bone resorption)와 조골세포에 의한 골형성(bone formation)이 밀접하게 연계되어 반복적으로 발생하고 있으며, 이러한 현상을 통해

오래된 뼈가 새로운 뼈로 바뀌는 골재 형성(bone remodeling)이 이루어진다. 정상인에서는 골흡수와 골형성이 균형을 이루고 있으나, 골다공증을 포함한 많은 대사성 골질환에서는 이 균형이 깨어지게 된다. 골흡수와 골형성의 속도, 즉 골교체율(bone turnover rate)은 파골세포나 조골세포에서 분비되는 효소를 측정하거나, 골흡수나 골형성 시 유리되는 골의 기질 성분들을 측정하여 평가할 수 있다<sup>3)</sup>. 골형성의 지표는 osteocalcin과 alkaline phosphatase 등을 측정하고, 골흡수 지표로는 소변의 hydroxyproline이나 DPD 등을 측정한다. 이 중 osteocalcin은 골형성을 잘 반영하는 유용한 지표이며<sup>27)</sup>, DPD는 골용해를 반영하는 대표적인 생화학적 지표로 알려져 있다<sup>28)</sup>. 따라서 본 연구에서도 손목 골밀도와 생화학적 골대사지표를 측정하였는데, 그 결과는 Table 3과 같다. 손목 골밀도의 경우, 근위(ultradis)는 콩잎 분말 첨가 두부 섭취 전(0.31 g/cm<sup>2</sup>)에 비해 섭취 후(0.35 g/cm<sup>2</sup>)가 약간 증가되었지만 유의적인 차이는 없었다. 원위(distal)의 경우도 섭취 전(0.45±0.04 g/cm<sup>2</sup>)에 비해 섭취 후(0.48±0.05 g/cm<sup>2</sup>)가 약간 증가되었으나 유의차는 없었다. 평균 손목 골밀도는 섭취 전(0.38 g/cm<sup>2</sup>)은 정상 수준 이하였지만 섭취 후(0.42 g/cm<sup>2</sup>)는 정상 수준을 보였다. 콩잎 분말 첨가 두부 섭취 전 혈청 alkaline phosphatase 활성, 혈청 osteocalcin, 뇨 중 DPD 배설량은 모두 섭취전후 유의적인 차이가 없었다.

Table 3. BMD of carpus and bone metabolism markers of the subjects

(n=30)

Variables	Pre-treatment	Post-treatment(4 weeks)	p-value <sup>2)</sup>	Normal range <sup>3)</sup>	
BMD(g/cm <sup>2</sup> ) <sup>4)</sup>	Ultradis	0.31± 0.04 <sup>1)</sup>	0.35± 0.06	NS	0.36~0.49
	Distal	0.45± 0.04	0.48± 0.05	NS	0.41~0.55
	Average	0.38± 0.02	0.42± 0.03	NS	0.385~0.520
Alkaline phosphatase(IU/ℓ)	68.39±12.98	62.91±14.49	NS	39~117	
Osteocalcin(ng/dℓ)	21.88± 8.20	21.98± 7.73	NS	11~43	
DPD(RU)(nM/mM Cre) <sup>5)</sup>	7.47± 1.58	7.10± 1.84	NS	2.5~6.5	

<sup>1)</sup> Mean±SD, <sup>2)</sup> Significance as determined by student *t*-test, NS: not significant, \* $p<0.05$ ,

<sup>3)</sup> Normal range by SMSI(Seoul Medical Science Institute), <sup>4)</sup> Bone Mineral Density, <sup>5)</sup> Deoxypyridinolin.

Table 4. Serum levels of total protein, albumin and glucose of the subjects

(n=30)

Variables	Pre-treatment	Post-treatment (2 weeks)	Post-treatment (4 weeks)	p-value <sup>2)</sup>	Normal range <sup>3)</sup>
Total protein(g/dℓ)	7.68±0.38 <sup>1)</sup>	7.53±0.41	7.61±0.33	NS	6.5~8.3
Albumin(g/dℓ)	4.72±0.26	4.67±0.22	4.72±0.20	NS	3.5~5.3
Glucose(mg/dℓ)	80.69±6.43	79.61±7.84	75.61±7.84	NS	70~110

<sup>1)</sup> Mean±standard deviation,

<sup>2)</sup> Values with different superscripts within the column are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test, NS: not significant.

<sup>3)</sup> Normal range by SMSI(Seoul Medical Science Institute).

#### 4. 혈청 총 단백질, 알부민 및 혈당 변화

콩잎 분말 첨가 두부 섭취 전, 2주 섭취, 4주 섭취 후의 혈청 총 단백질, 알부민 및 혈당 수준은 Table 4와 같이 유의적인 차이가 없었다. 특히 혈당은 두부 섭취 4주 후에 섭취 전과 비교했을 때 감소되는 경향을 보여 앞으로 보다 장기적인 섭취에 따른 평가가 필요하다고 생각한다.

#### 5. 혈청 지질성상 변화

콩잎 분말 첨가 두부(고단백, 고칼슘 식품)의 섭취 전과 후 혈청 지질수준의 변화는 Table 5에 제시된 바와 같다. 섭취 전에 비해 섭취 기간이 길어질수록 혈청 지질 수준이 감소되는 경향을 보였다. 특히 4주 섭취 후 중성지방은 섭취 전에 비해 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 심혈관계지표로 사용되는 AI, LHR, HTR 및 CRF 수준은 콩잎 분말 첨가 두부 섭취 전후에 유의적인 차이는 없었으나, 콩잎 분말 첨가 두부 섭취 기간이 길어질수록 AI, LHR, CRF 수준은 감소하고 HTR수준은 증가되는 경향을 보였다.

칼슘 섭취 부족이 건강에 미치는 유해한 영향은 여러 연구<sup>3~5)</sup>를 통해 보고된 바와 같이 관상심장질환의 위험률을 높이고, 혈중 지질 및 지단백질의 이상을 유발할 수 있다. 혈청 콜레스테롤 농도의 저하에 영향을 주는 인자로서 식이섬유소<sup>29)</sup>, 단백질<sup>30)</sup>, 칼슘<sup>4)</sup> 등 다양한 식이인자가 알려져 있다. 식이섬유는 대변의 부피를 증가시켜 결국 담즙산을 회식시킴으로써 혈중 총 콜레스테롤 농도를 감소시키는 효과가 인정되고 있다<sup>31)</sup>. 한편, 식이칼슘은 소화관에서 지방산과 비누(soaps)를 형성하는데, 이 칼슘비누는 불용성으로서 대변으로의 칼

슘 배설을 증가시키므로 고지방 식이는 식이성 칼슘의 흡수를 저하시킨다는 것은 잘 알려져 있는 바와 같이<sup>6)</sup> 식이성 칼슘이 지방 흡수에 상호 방해인자로 작용하여 혈청 콜레스테롤 농도에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 본 연구에서 콩잎 분말 첨가 두부는 특히 혈청 중성지질을 감소시키는 결과를 보여 지질 성상의 개선에 유용한 효과가 있는 것으로 생각된다.

#### 6. 혈청 칼슘, 칼슘/인 및 마그네슘 변화

혈청 칼슘, 칼슘/인 비율과 마그네슘 농도는 식사 섭취량, 흡수량, 대변 중 배설량, 뼈 축적량과 용출량, 신장의 재 흡수량과 요 중 배설량 등에 의해서 조절된다<sup>32)</sup>. 본 연구에서 콩잎 분말 첨가 두부 섭취 전과 후의 혈청 칼슘, 칼슘/인, 마그네슘 수준은 Table 6에 제시된 바와 같다. 콩잎 분말 첨가 두부 섭취 전과 후의 혈청 칼슘과 마그네슘 수준은 모두 정상 범위에 있었으며, 유의한 차이는 없었다. 단, 콩잎 분말 첨가 두부 섭취 기간이 길어질수록 정상범위 내에서 평균 혈청 칼슘 수준은 증가하고, 칼슘/인의 비율은 감소하며, 혈청 마그네슘 수준은 증가하는 경향을 보였다.

### 요약 및 결론

본 연구에서는 콩잎 분말 첨가 두부(고단백, 고칼슘 식품)를 칼슘 섭취량이 낮은 여자 대학생을 대상으로 4주간 섭취시킨 후 손목 골밀도, 생화학적 골대사 지표와 지질성상에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 연구대상자의 평균 연령

Table 5. Serum lipid parameters, AI, HTR, LHR and CRF of the subjects

(n=30)

Variables	Pre-treatment	Post-treatment (2 weeks)	Post-treatment (4 weeks)	p-value <sup>2)</sup>	Normal range <sup>3)</sup>
Total cholesterol(mg/dl)	183.48±31.07 <sup>1)</sup>	182.30±28.53	177.43±24.11	NS	<200
Triglyceride(mg/dl)	112.87±88.03 <sup>a</sup>	99.30±57.50 <sup>ab</sup>	88.65±42.26 <sup>b</sup>	*	<150
HDL-cholesterol(mg/dl)	54.43±10.44	56.30± 1.87	56.09± 9.09	NS	42~74
LDL-cholesterol(mg/dl)	102.43±24.44	104.44±22.71	96.17±21.22	NS	<130
Lipase activity(U/l)	35.13± 6.26	34.00± 5.79	33.26± 7.93	NS	<60
AI <sup>4)</sup>	2.37± 0.05	2.24± 0.03	2.16± 0.03	NS	<3.0
LHR <sup>5)</sup>	1.88± 0.14	1.86± 0.10	1.72± 0.14	NS	-
HTR <sup>6)</sup>	0.30± 0.02	0.31± 0.04	0.32± 0.05	NS	-
CRF <sup>7)</sup>	3.37± 0.04	3.23± 0.06	3.15± 0.06	NS	<7.0

<sup>1)</sup> Mean±SD,

<sup>2)</sup> Values with different superscripts within the column are significantly different at  $\alpha = 0.05$  by Duncan's multiple range test, <sup>NS</sup>: not significant.

<sup>3)</sup> Normal range by SMSI(Seoul Medical Science Institute), <sup>4)</sup> Atherogenic index,

<sup>5)</sup> Low density lipoprotein cholesterol and high density lipoprotein ratio, <sup>6)</sup> High density lipoprotein cholesterol and total cholesterol ratio,

<sup>7)</sup> Cardiac risk factor.

Table 6. Serum Ca, Ca/P ratio and Mg levels of the subjects

(n=30)

Variables	Pre-treatment	Post-treatment (2 weeks)	Post-treatment (4 weeks)	p-value <sup>2)</sup>	Normal range <sup>3)</sup>
Calcium(mg/dl)	9.53±0.34 <sup>1)</sup>	9.80±0.42	9.85±0.27	NS	8.2~10.8
Ca/P ratio	2.31±0.19	2.54±0.11	2.45±0.29	NS	-
Magnesium(mg/dl)	1.84±0.42	2.15±0.15	2.22±0.15	NS	1.47~2.70

<sup>1)</sup> Mean±SD, <sup>2)</sup> Values with different superscripts within the column are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test, NS: not significant, <sup>3)</sup> Normal range by SMSI(Seoul Medical Science Institute).

은 21.13세, 평균 신장은 161.26 cm이었으며, 콩잎 분말 첨가 두부를 4주간 섭취하였을 때 체중, 체질량 지수, 체지방 및 허리둘레에 유의적인 변화는 없었다. 평균 열량 섭취량은 콩잎 분말 첨가 두부 섭취 전은 1,666.46 kcal(EER의 83.32%), 섭취 후는 1,603.39 kcal(EER의 80.17%)로 유사하였다. 평균 단백질 섭취량은 두부 섭취 전에는 권장 섭취량의 약 90%였으나, 섭취 후에는 약 103% 수준으로 증가하였으나 유의한 차이는 없었다. 평균 칼슘 섭취량은 두부 섭취 후 유의적으로 증가하였으나( $p<0.05$ ), 인의 섭취량은 유의적으로 감소하였다( $p<0.05$ ). 콩잎 분말 첨가 두부 섭취 전(0.38 g/cm<sup>3</sup>)과 후(0.42 g/cm<sup>3</sup>) 평균 손목 골 밀도에는 유의적인 차이가 없었으나, 섭취 후 근위와 평균 골밀도가 정상 수준으로 증가하였다. 생화학적 골대사 지표는 콩잎 분말 첨가 두부 섭취에 따른 유의적인 차이가 없었다. 혈청 총 단백질, 알부민 및 혈당 수준은 두부 섭취에 따른 유의적인 차이가 없었다. 혈청 지질 성상과 심혈관계 지표 중 중성지방이 두부 섭취에 따라 유의적으로 감소하였으며( $p<0.05$ ), 두부 섭취 기간이 길어질수록 AI, LHR, CRF는 감소하고, HTR 수준은 증가되는 경향을 보였다. 혈청 칼슘, 칼슘/인, 마그네슘 수준은 두부 섭취에 따라 유의차가 없었다.

이상의 연구결과를 종합할 때 저칼슘 식사를 하는 본 실험 대상자들은 두부 섭취 전 손목 근위와 평균 골밀도가 정상범위보다 다소 낮았으나, 콩잎 분말 첨가 두부를 한 달간 섭취한 후 정상 수준으로 회복되었으며, 혈청 중성지방이 감소하였는데, 이는 콩잎 분말 첨가 두부의 높은 식물성 단백질과 칼슘 함량 때문으로 생각된다. 따라서 차후 폐경기에 이르기 전에 이와 같은 식품을 계속 섭취한다면 중년 이후에 나타날 수 있는 골밀도 저하현상이나 순환기계 장애를 예방하는데 도움이 되리라 생각된다.

### 감사의 글

본 연구는 농림기술관리센터에서 시행한 2004년도 농림기술개발과제(104003-02-1-HD110)의 협동연구과제로 수행된 연구결과의 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Ministry of Health and Welfare. Report on 2001 National Health and Nutrition Survey. Korea Health Industry Development Institute(ed). Seoul. Korea. 2002
2. Jung, HJ. Deteriorating nutritional status in an increasingly prosperous society. *The Kor. Nutr. Society*. 38:777-785. 2005
3. Kim, SY. A study of soymilk and exercise's effect on bone mineral density in underweight college women with low bone mass. MS. Thesis, Sookmyung Women's Uni., Seoul. Korea. 2001
4. Lee, KH, Choi, IS, Lee, SS and Oh, SH. Effects of non-digestible substances and calcium and lipid metabolism in rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 26:927-935. 1997
5. Lee, LH, Y, CH, Lee, SS, Chang, MJ and Kim, SH. A study of food and nutrient intakes of Korean men by age groups. *J. Kor. Nutr. Soc.* 37:143-152. 2004
6. Gacs, G and Bartop, D. Significance of Ca-soap formation for calcium absorption in the rat. *Gut*. 18:64-66. 1977
7. Kerstetter, JE, Mitnick, ME, Gundberg, CM, Caseria, DM, Ellison, AF, Carpenter, TO and Insogna, KL. Changes in bone turnover in young women consuming different levels of dietary protein. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 84:1052-1055. 1999
8. Matkovic, V, Badenhop, NE, Landoll, JD and Mobley, SL. Calcium, hormones and bone health. *Osteoporosis Int.* 11:S1-S74. 2000
9. Heaney, RP, Abrams, S, Dawson-Hughes, B, Looker, A, Maecus, R, Matkovic, V and Weaver, C. Peak bone mass. *Osteoporosis Int.* 11:985-1009. 2000
10. Heaney, RP. Nutrition and bone mass. *Phys. Med. Clin. North Am.* 6:551-556. 1995
11. Itoh, R, Nishiyama, N and Suyama, Y. Dietary protein intake and urinary excretion of calcium: a cross-sectional

- study in a healthy Japanese population. *Am. J. Clin. Nutr.* 67:438-444. 1998
12. Allen, LH. Calcium and osteoporosis. *Nutr. Today.* 6:10-12. 1986
  13. Kim, SH, Yu, CH, Kim, JY and Lee SS. The effect of milk consumption on blood lipid levels of the Korean college women. *The Kor. Nutr. Society.* 38:561-569. 2005
  14. Wolf, WJ. What is soy protein? *Food Technol.* 26:44-50. 1972
  15. Ellis, FR, Pathol, FRC and Holesh, S. Incidence of osteoporosis in vegetarians and omnivores. *Am. J. Clin. Nutr.* 25:555-558. 1972
  16. Wilson, LA. Soyfoods, Chapter 22, pp.428-459. In: Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Erickson DR(ed). AOCS Press. Champaign. USA. 1995
  17. Shepherd, J, Gaffney, D and Packard, CJ. Affairs of the heart: cholesterol and coronary heart disease risk. *Disease Markers.* 9:63-71. 1991
  18. Han, MR, Kim, AJ, Chung, KS, Lee, SJ and Kim, MH. Optimization for manufacturing soybean curd adding mulberry leaf powder and extract. *Food Engineering Progress.* 9:276-282. 2005
  19. Kim, AJ, Kim, MH, Kim, SS and Kwak, HP. The effects of mulberry leaf-Jeolpyun on the serum lipid level male university students. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 10: 387-393. 2000
  20. O, ME, L, P, VL, A and Valkenburg, HA. Determinations of bone mineral density and risk factors for osteoporosis in health elderly women. *J. Bone Miner. Res.* 8:669-675. 1993
  21. Tiets, NW. Clinical guide to laboratory tests, 3rd ed. Tiets NW(ed), pp.418-421, WB Saunders Company. Philadelphia. USA. 1995
  22. Kim, YE, Oh, SW, Kwon, EA, Han, DS, Kim, IH and Lee, CH. Effects of green tea, buckwheat and grape leaves extracts on lipid metabolism, antioxidative capacity, and antithrombotic activity in rats fed high cholesterol diets. *Kor. J. Food Sci. Thechnol.* 36:979-985. 2004
  23. Kang, IJ, Kim, HK, Chung, CK, Kim, SJ and Oh, DH. Effects of *Protaetia orientalis larva* on the lipid metabolism in ethanol administered rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 29:479-484. 2000
  24. Choi, MY. Analysis of manganese contents in 30 Korean common foods. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 32:1408-1413. 2004
  25. Kim, HB, Bang, HS, Lee, HW, Seuk, YS and Sung, GB. Chemical characteristics of mulberry syncarp. *Kor. J. Seric. Sci.* 41:123-128. 1999
  26. The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans, The Korean Nutrition Society (ed). Doseo Publishing Co. Seoul. Korea. 2005
  27. Raymond, MH, Schutte, BC, Torner, JC, Burns, TL and Willing, MC. Osteocalcin: genetic and physical mapping of the human gene BGLAP and its potential role in post-menopausal osteoporosis. *Genomics.* 60:210-217. 1999
  28. Sirtori, P, Sosio, C, Polo, RM, Tenni, R and Rubinacci, A. A comparative study on biochemical markers of bone collagen breakdown in post-menopausal women. *Pharmacological Research.* 36:229-235. 1997
  29. Peller, L. Fiber and diabetes. *Lancet.* 24:434-437. 1970
  30. Michichiro, S, Yukio, Y, Katsuko, Y, Yukio, H, Takaharu, M and Minoru, K. The hypocholesterolemic action of the undigestion fraction of soybean protein in rats. *Atherosclerosis.* 72:115-117. 1988
  31. Kim, SK, Kim, SY, Kim, HJ and Kim, AJ. The effect of mulberry-leaf extract on the body fat accumulation in obese fa/fa male zucker rat. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 30:516-520. 2001
  32. Avioli, LV. Calcium and phosphorus, 7th ed, pp.142-158. In: Modern Nutrition in Heart and Disease. Goodhart RS(ed). Lea & Febiger. Philadelphia. USA. 1988
- 
- (2008년 1월 9일 접수; 2008년 2월 29일 채택)