creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000236036

2008年 2月
博士學位論文

대두 이소플라본섭취가 골결핍증을 보이는 젊은 여성의 골밀도에 미치는 영향

朝鮮大學校 大學院
食品營養學科
丁 銀

대두 이소플라본섭취가 골결핍증을 보이는 젊은 여성의 골밀도에 미치는 영향

Effect of soy isoflavone supplementation on bone mineral density in young women with osteopenia

*2008*年 *2*月 日

朝鮮大學校 大學院

食品營養學科

丁 銀

대두 이소플라본섭취가 골결핍증을 보이는 젊은 여성의 골밀도에 미치는 영향

指導敎授　盧 熙 京

이 論文을 理學 博士學位 申請 論文으로 提出함.

*2007*年 *10*月　日

朝鮮大學校 大學院
食品營養學科
丁 銀

丁 銀의 博士學位論文을 認准함.

委員長　朝鮮大學校　敎授　　印

委　員　湖南大學校　敎授　　印

委　員　朝鮮大學校　敎授　　印

委　員　全南大學敎　敎授　　印

委　員　朝鮮大學校　敎授　　印

*2007*年 *12*月　　日

朝 鮮 大 學 校　大 學 院

목 차

목 차 ····· i
표 목 차 ····· iv
그림목차 ····· vi
ABSTRACT ····· vii

제 *1* 장 서 론 ····· 1

제 *2* 장 문헌고찰 ····· 5

제 1 절 골대사 ····· 5
1. 골격의 구조 및 골대사 생화학적 지표 ····· 5
2. 골대사 측정 ····· 7

제 2 절 골밀도에 영향을 미치는 요인 ····· 9
1. 식이 요인 ····· 9
2. 기타 생활 요인 ····· 10

제 3 절 대두와 이소플라본 ····· 11
1. 대두 내 이소플라본의 기능 ····· 11
2. 이소플라본의 골대사 개선 메카니즘 ····· 12
3. 식품 내 이소플라본의 함량 ····· 13
4. 이소플라본의 섭취 수준과 골밀도와의 관계 ····· 15

제 *3* 장 연구방법 ····· 17

제 1 절 연구대상 ····· 17

제 2 절 실험방법 ····· 17

제 3 절 자료수집 내용 및 방법 ····· 19
1. 조사대상자들의 특성 ····· 19
2. 신체계측치 ····· 19
3. 골밀도 측정 ····· 20
4. 혈액분석 ····· 20
5. 식습관 ····· 22
6. 영양소 섭취량 조사 및 이소플라본 섭취량 조사 ····· 22

제 4 절 자료 분석방법 ····· 22

제 *4* 장 연구결과 ····· 24

제 1 절 조사대상자의 골밀도 분류에 따른 비교 ····· 24
1. 조사 대상자의 특성 비교 ····· 24
2. 신체계측치 ····· 27
3. 생화학적 검사치 ····· 30
4. 식습관 ····· 35
5. 영양소 섭취량 ····· 37
6. 각 요인들 간의 상관관계 ····· 46

제 2 절 기초 조사 결과 골결핍증 대상자들의 실험군 분류에 따른 특성 ·· 50
1. 실험군별 특성 비교 ····· 50
2. 실험군별 기초 신체계측치 ····· 53
3. 실험군별 기초 생화학적 검사치 ····· 56
4. 실험군별 영양소 섭취량 ····· 62
5. 실험군에 있어서 각 요인들 간의 상관관계 ····· 73

제 3 절 실험군별 신체계측치, 생화학 지수의 이소플라본 섭취 전·후 변화 비교 ····· 77
1. 실험군별 신체계측치의 변화 ····· 77
2. 실험군별 혈청 단백질 및 지질치의 변화 ····· 83

제 4 절 실험군별 골밀도지표 및 혈중 무기질 함량 또는 골형성지표의 이소플라본 섭취 전·후 변화 비교 ····· 85
1. 실험군별 골밀도지표의 변화 ····· 85
2. 실험군별 혈중 무기질 함량 및 골형성지표의 변화 ····· 87

제 5 장 고 찰 ····· 89

제 6 장 결론 및 제언 ····· 98

참 고 문 헌 ····· 104

부 록(설문지) ····· 118

표 목 차

Table 1. Characteristics of subjects by bone mineral density ····· 26
Table 2. Anthropometric measurements of subjects by bone mineral density ····· 28
Table 3. Distribution of obesity indices of subjects by bone mineral density ····· 29
Table 4. Biochemical indices of subjects by bone mineral density ····· 31
Table 5. Bone density of subjects by bone mineral density ····· 32
Table 6. Concentrations of serum mineral and bone turnover markers of the subjects by bone mineral density ····· 34
Table 7. Dietary behavior of subjects by bone mineral density ····· 36
Table 8. Dietary isoflavone intake of subjects by bone mineral density ····· 37
Table 9. Mean daily nutrient intakes of subjects by bone mineral density ····· 40
Table 10. Percentage of estimated average requirements(EAR) and distribution range of nutrients by bone mineral density ····· 44
Table 11. Correlation between bone density and related variables of anthropometric or biochemical indices ····· 47
Table 12. Correlation between nutrient intakes including isoflavone and indices related with bone density ····· 49
Table 13. Characteristics of subjects in experimental groups ····· 52
Table 14. Baseline of anthropometric measurements of subjects in experimental groups ····· 54
Table 15. Distribution of baseline obesity of subjects in experimental groups ····· 55
Table 16. Baseline biochemical indices of subjects in experimental groups ····· 57
Table 17. Baseline bone density of subjects in experimental groups ····· 58
Table 18. Baseline of concentrations of serum mineral and bone turnover markers of the subjects in experimental groups ····· 61
Table 19. Dietary isoflavone intake of the subjects in experimental groups ····· 62

Table 20. Mean daily nutrient intakes of subjects by bone mineral density in experimental groups ····· 66
Table 21. Percentage of estimated average requirements(EAR) and distribution range of nutrients in experimental groups ····· 71
Table 22. Correlation between indices related with bone density and anthropometric measurements through body composition analysis or biochemical indices ····· 74
Table 23. Correlation between bone density indices and nutrient intakes including isoflavone through dietary intake analysis ····· 76
Table 24. Effect of treatment on anthropometric measurements in placebo group ····· 78
Table 25. Effect of treatment on anthropometric measurements in Iso-40 group ····· 80
Table 26. Effect of treatment on anthropometric measurements in Iso-80 group ····· 82
Table 27. Comparison of biochemical indices by treatment groups between baseline and posttreatment value ····· 84
Table 28. Comparison of mean changes in bone density in experimental groups(with adjusting covariates) ····· 86
Table 29. Comparison of mean changes in concentrations of serum mineral and bone turnover markers in experimental groups(with adjusting covariates) ····· 88

그 림 목 차

Fig 1. Research design ····· 18

ABSTRACT

Effect of soy isoflavone supplementation on bone mineral density in young women with osteopenia

Eun Jeong
Advisor : Prof. Ro, Hee-Kyung, Ph. D.
Department of Food and Nutrition,
Graduate School of Chosun University

This study was conducted to investigate effects of soy isoflavone supplementation on bone mineral density in 36 young females with osteopenia for 12 weeks. Subjects were divided into three groups on the criteria of status of bone mineral density. The experimental groups were supplemented with either 80mg of isoflavone[Iso-80] or 40mg of isoflavone[Iso-40]. To placebo group 40mg of powdered glutinous rice was administrated.

It was found that many subjects with osteopenia had higher percent body fat and lower activity level compared to control group. There was no significant difference in serum osteocalcin concentration between Iso-40 and placebo group, but significant differences in osteocalcin concentration were shown between Iso-80 and placebo group. BQI was positively correlated with mineral content, lean body mass, muscular mass and blood components such as albumin, Ca, Mg, ALPase and osteocalcin.

Both Iso-40 and Iso-80 supplementation for 12 weeks significantly increased protein and mineral content in the body. Supplementation of isoflavone was more effective to control total cholesterol and LDL-cholesterol compared to

placebo group. Furthermore, there were significant differences in potential variations in blood Ca concentration and osteocalcin among Iso-40, Iso-80 and placebo group after the experiment.

The results suggested that body fat rather than body weight is a major contributor to lead to lower bone mineral density in young females. Since lower intakes of Ca and folate were noted in the subjects emphasis should be given to adequate intakes of these nutrients in the subjects.

Conclusively, 12 week isoflavone supplementation in young females with osteopenia had positive effects on bone mineral density and bone turnover marker, contributing to higher bone mineral density and lower blood mineral concentrations.

제 1 장 서 론

최근 우리 사회는 산업화와 과학의 발달로 경제수준이 높아지면서 생활양식이 편의성을 강조하는 자동화시스템의 증가로 신체활동량이 많이 감소되었다. 또한 부적절한 식생활로 인하여 골격 건강에 좋지 않은 영향을 끼쳐서 골다공증 발생이 증가하게 되며(1), 골다공증이 중요한 임상적 문제로 인식되어지고 있는 추세이다(2). 골다공증(osteoprosis)은 골격대사의 변화로 인한 대표적인 대사성 골질환으로 신체 골량이 소실되어 골절에 대한 감수성이 높아진 질환으로 정의되어 왔으나, 최근 골질량의 소실 뿐아니라 골강도의 손상도 함께 골절의 위험이 증가된다고 새롭게 정의되어지고 있다(3).

골다공증은 그 자체가 문제가 되기보다는 골다공증에 의한 골절의 위험이 높아지면서 골절에 의한 일상생활이 불편해지고, 생명이 위태로워질 수도 있기 때문에 문제가 되어지고 있다. 우리나라의 경우 정확한 통계는 없으나 1998년 약 200만명 정도의 골다공증 환자가 있다고 보고되었고, 이 중 5~10만명 정도는 골절을 일으키는 것으로 추정하고 있으며(4), 최근의 연구에서 폐경 후 여성에서 골다공증이 10%, 골결핍증이 30% 전후로 조사될 정도로 유병율이 매우 높은 질환이다(5).

골다공증에 의한 골절은 사망률 증가와 밀접한 관계가 있고 전체 의료비 상승 등 사회·경제적인 문제를 유발하므로 골다공증에 대한 의학적 관심이 증가하고 있다. 골다공증은 예방적인 차원에서 관리가 이루어지는 것이 효율적인데 이를 위해서는 골질량의 최대 축적과 골질량 손실의 최소화가 우선 시 되어야 할 것이다. 특히 성인기 초기의 젊은 여성들은 아직 골질량이 축적되는 시기이므로 이들에게 있어 골손실 위험인자를 감소시키는 것이 중요할 것이다(6). 젊은 시절의 최대 골질량이 클수록 골절을 일으키는 역치에 도달하는 시기도 늦춰질 수 있다고 하였고(7), 대체로 성인기 초반에 도달하는 골질량은 성장기 동안 축적한 골질량을 반영하겠지만 그 이후의 골질량의 증가는 젊은 성인기 동안 생활 인자에 의해 영향을 받는다고 하였다(8). 따라서 최대 골질량을 획득해야할 성인기 초기의 왜곡된 식생활과 영양불균형은 향후 골다공증에 노출될 위험이 크므로 더욱 주의를 기울여야

할 것이다.

그러나 최근 우리 사회는 비만에 대한 부정적 시각과 함께 극도로 마른 체형을 선호하는 사회적 분위기가 있어서 저체중 인구를 증가시키고 있다. 또한 이에 반하여 서구화된 식생활로 인한 동물성 식품 섭취의 증가와 함께 잦은 아침식사의 결식, 야식, 폭식, 음주문화의 확산으로 인한 과체중 및 비만 인구 역시 증가하고 있어 체중에 대한 양극화 현상이 일어나고 있다. 특히 사회생활에 진출하는 젊은 여성의 영양소 섭취량과 건강상태에 관한 연구에 의하면 조사대상자 중 비정상 체중의 비율이 증가하고 있으며, 이 중에서 저체중의 비율이 매우 높은 것으로 보고되었다(9,10). 특히 젊은 여성들의 다이어트에 관한 관심증가로 무리한 저열량 식사요법이나, 불규칙한 식습관으로 인한 청년기 영양불균형 문제가 제기 되고 있다(11). 이에 따라 젊은 여성들의 건강문제에 관심이 많아지면서 최근에는 젊은 여성들의 골밀도와 골결핍증에 관한 연구가 활발해 지고 있다

골다공증은 효과적인 치료 방법이 없기 때문에 성장기 동안 최대 골질량을 극대화 하고, 골손실 위험인자를 감소시키는 것이 최대 예방책으로 알려져 있다(6,12). 일반적으로 20세가 되면 뼈의 길이는 성장이 중단하나 골질량은 계속 증가하게 되고, 35세 이전에 최대 골질량에 도달하였다가(13) 그 이후 점차 골격 손실이 시작되며 여성의 경우 폐경 후에 급속도로 골손실이 촉진된다(14). 특정 골격부위의 최대 골질량의 정확한 시기는 일치된 의견이 없으며 해면골과 치밀골 조직에 따라 다르고 치밀골이 해면골보다 상대적으로 일찍 최대치에 도달한다(8). 대체로 청년기에 도달한 골질량은 성장기간 동안 저장한 골질량을 반영하지만 그 이후의 골질량의 증가는 청년기 동안 생활습관에 의해 영향을 받는다고 하였다(8). 이에 따라 골다공증에 관심이 높아지면서 이미 서구지역에서는 사춘기 소녀, 젊은 여성들을 대상으로 이들의 골밀도에 영향을 미치는 요인과 이들의 최대 골질량을 높이는 방안에 대한 연구가 활발하게 이루어져 왔다(15,16).

골밀도에 영향을 주는 인자는 인종과 성별을 포함하여 매우 다양하고 복합적이다. 즉, 골밀도에 영향을 미치는 요인으로 영양소의 섭취 상태(17), 육체적운동(8), 호르몬(18), 알코올 및 흡연(19) 등 유전적, 환경적 요인으로 알려져 있다. 이 중 환경적 요인의 대표적인 식이 내용에 있어 단백질, 칼슘과 같은 영양소는 골밀도와 밀접한 관계가 있다고 보고되어지고 있다(20,21). 또한 최근에는 생리활성 물질로

널리 알려져 있는 이소플라본의 섭취가 골밀도에 좋은 영향을 끼치는 것으로 보고되어지고 있다(22,23).

대두 식품에 많이 함유된 phytoestrogen인 이소플라본은 천연에 존재하는 식물성 sterol로 에스트로겐과 유사한 물질로서 에스트로겐과 경쟁적으로 에스트로겐 수용체에 결합하여 에스트로겐 또는 항에스트로겐의 작용을 하는 것으로 알려져 있다. 폐경 전 여성에서는 내인성 에스트로겐 농도를 낮추고, 폐경 후 여성에서는 에스트로겐 경쟁역할로 작용하여(24) 유방암과 호르몬 관련 질환 등에 효과적이며 골밀도에 긍정적인 영향을 준다는 여러 보고가 있다(25,26). 이소플라본은 에스트로겐 수용체에 결합하여 에스트로겐 활성도를 자극하고 뼈에 에스트로겐과 비슷한 효과를 발휘하여 골용해를 저해하고, 골밀도를 증가시키는 것으로 보고 있다. 폐경 후 여성의 골다공증 발병과 대퇴골절의 위험은 서구여성보다 일본여성에서 유의적으로 낮게 나타났는데 이는 일본 여성의 대두식품의 섭취량이 상대적으로 많기 때문으로 보고하고 있다(27,28). 또한 아시아 여성이 미국여성보다 골절율이 낮은 이유 중, 동물성단백질의 섭취는 낮지만 식물성 단백질 특히 대두단백질의 섭취가 원인이 될 수 있다고도 보고하고 있다(27,28). 그 외에 제니스테인은 소변과 대변을 통하여 체내에 축적되나 카드뮴의 배설을 촉진시켜 중금속 독성에 의한 골대사 장애를 완화시킬 수 있다고도 하였다(29).

국내의 이소플라본에 대한 연구는 폐경 후 여성에게 미치는 효과에 대한 연구가(30-32) 대부분이며, 또한 일상 식이 중의 이소플라본 섭취 실태조사(33-35), 식품 중의 이소플라본 함량 분석(36-39)이 부분적으로 연구되어지고 있다. 그러나 폐경 전 여성 특히 젊은 여성을 대상으로 한 이소플라본의 효과 역시 이소플라본과 오스테오칼신과의 관계(40), 이소플라본과 저체중을 대상으로 한 연구만 조금 있을 뿐(41), 특히 체지방율이 높은 젊은 여성의 골밀도와 이소플라본과의 관계는 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 골결핍증을 보이는 젊은 여성을 대상으로 이들의 생활 습관, 식습관과 골밀도와의 관계 및 대두에서 추출한 이소플라본의 섭취가 골밀도에 미치는 영향을 조사하고자 다음과 같은 연구를 시행하였다.

1. 광주광역시 소재 일부 대학의 골결핍증을 보이는 젊은 여성을 대상으로 일반 특성, 신체계측치, 혈청단백질 및 지질치, 골밀도에 관련된 지수, 혈중 무기질 함량, 골형성 지표, 식습관 이소플라본을 포함한 영양소 섭취량에 대하여 다음과 같이 비교 분석하고자 하였다.

1) 골밀도가 정상인자와 골결핍자 간 비교
2) 골결핍자를 세 군으로 나누어 12주 동안 이소플라본 40mg 투여군, 80mg 투여군, 위약투여군 간의 실험 전 기초치 비교
3) 세 군에서 실험 전·후 측정치 비교

2. 세 군 간에 골밀도, 혈중무기질 함량, 골형성 지표의 실험 전·후 차이를 분석함으로서 이소플라본 섭취가 골밀도에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

제 2 장 문헌고찰

제 1 절 골대사

1. 골격의 구조 및 골대사 생화학적 지표

가. 골격의 구조

우리의 뼈는 연골 근육과 결합하여 기능을 유지하는 결체조직으로 근육의 지지대로 이용되며, 신체 내의 중요한 장기를 보호하고, 칼슘, 인, 마그네슘과 같은 이온의 저장 및 혈액 내 이들 이온의 항상성을 유지하게 하여준다(42). 뼈는 95~98%가 비생존물질(nonliving material)로 이루어져 있다. 비생존물질이란, 강도, 단단함, 탄력성 등의 기계적인 특성을 제공하고, 골질(osteoid)이라 칭하는 무기질을 포함한 단백질 형태로 구성되어 있다(43). 즉, 골격의 중요한 특징은 칼슘을 침착시키는 석회화 과정을 거치는 점이다.

뼈는 조직학적으로 표면부위는 두껍고 단단한 석회화 조직은 피조골(cortical bone) 또는 치밀골(compact bone)이라 하고, 내면부위는 엉성하게 연결된 골수조직으로 소주골(trabecular bone) 또는 해면골(sponge bone), 망상골(cancellous bone)이라 한다(44). 치밀골의 80~90%는 석회화되어 있는 골조직으로 단단하기 때문에 신체균형을 이루는 기둥과 장기보호 기능을 한다(45). 이러한 치밀골의 손실이 남성은 40~45세부터 시작하여 90대까지 계속되며 10년에 3~5%의 속도로 감소하게 되고(46), 그와 반면 여성은 30대 중반부터 골격 손실이 시작되어 폐경 후 급속도로 촉진된다. 폐경 전에는 10년에 3%씩 감소하다가 폐경 후에는 폐경 전에 30배에 달하는 속도 인 9%씩 감소하고 70대 이후에는 감소율이 3%정도로 줄어든다(47).

해면골은 스펀지처럼 구멍이 많은 골소강들이 얽혀있는 망상 구조로 그 부피의 15~25%만이 골조직이고, 그 안에 조혈기관인 골수로 채워져 있다(45). 체액과 접촉하는 넓은 표면적을 가지고 있어 골-칼슘 대사의 중심이 되는 부분으로 표면적 대 부피의 비가 크고 대사율이 빠르며, 골손실 역시 빨리 일어난다(43).

나. 골대사 생화학적 지표

골질량은 일생동안 골의 형성, 성장 및 골 재형성의 과정을 거치면서 변화한다. 신체의 성장이 끝난 후에도 계속해서 골흡수와 생성을 거듭하며 이러한 과정은 골세포의 상호작용에 의해서 이루어진다. 뼈에서는 조골세포(osteoblast)에 의한 골형성과 파골세포(osteoclast)에 의한 골용해가 반복적으로 발생하고, 이러한 과정을 통해 오래된 뼈의 부분이 새로운 부분으로 교체되는 재형성이 이루어진다(48). 조골세포는 항상 자신이 만들어낸 골기질과 층을 이룬 곳에 위치하며, 아직 석회화되지 않는 미성숙 골조직으로부터 성숙된 골조직이 만들어질 때까지 약 10일이 걸린다. 이러한 조골세포는 단백질 합성이 매우 활발한 구조로 되어있으며, 세포질 돌기가 골질(osteoid) 조직내로 뻗어있어 골질(osteoid)구성물질을 계속 축적시킬 수 있다. 이러한 과정에 의해 골 무기질화가 이루이며 조골세포는 골세포(osteocyte)와 골내막세포로 변한다(43,45). 골교체율의 생화학적 표지자는 조골세포와 파골세포에서 분비되는 효소 또는 골용해나 골형성 시 유리되는 골의 기질 성분들을 혈액이나 소변에서 측정한다.

골교체율의 생화학적 지표는 골재형성의 전체적인 증가를 반영하며, 골형성 지표와 골용해 지표로 나뉜다. 골형성 지표는 조골세포가 만들어내는 뼈특이 알칼리성 인산분해효소(bone alkaline phosphatase, ALPase), 혈청 오스테오칼신(osteocalcin, OC)으로 골형성 과정 중에서 분비되는 성분 등을 측정한다. 골용해의 생화학적 지표로는 데옥시피리디놀린(deoxypyridiniline, DPD), 아미노-말단-텔로펩티드(N-terminal telopeptide, NTX), 카르복시-말단 텔로펩티드(C-terminal telopeptide, CTX) 등이 주로 사용된다. DPD, NTX, CTX는 골용해가 진행되면서 기질에서 파괴되는 콜라겐의 분해산물로 DPD는 기질의 주성분인 제 1형 콜라겐 분자들을 교차결합시켜 안정화시키는 역할을 하며, NTX와 CTX는 제 1형 콜라겐 분자의 말단에 존재하는 펩티드들로 특이도가 높아 골용해를 반영하는 가장 유용한 생화학 지표이다(49).

오스테오칼신은 뼈와 상아질에 특이하게 존재하는 비콜라겐성 단백질로 칼슘과 결합하는 비타민 K 의존성 γ-carboxyglutamic acid(gla)를 포함하고 있어 bone gla protein(BGP)라고도 한다. 49개 residue를 갖는 단백질이며 수용성으로 골무기질은

hydroxyapatite에 부착하여 조골세포에서 분비된다. 새롭게 형성된 오스테오칼신의 일부는 혈액으로 유리된다. 오스테오칼신은 일중 변동이 있어서 아침에 가장 높은 농도를 보이며 밤에 낮은 농도를 보이므로 검체 채취 시간을 공복 후 오전 8~11시 사이로 한정해야한다. 오스테오칼신은 골밀도나 골형성 지표와 유의한 상관관계를 갖는다(50).

2. 골대사 측정

현재 임상에서 이용되는 골밀도(bone mineral density, BMD)의 정략적 측정법에는 방사선 흡수법(radiographic absorptiometry, RA), 이중에너지 방사선흡수법(Dual energy X-ray absorptiometry, DXA), 정량적 전산화 단층촬영(Quantitative computed tomography, QCT, pQCT), 정량적 초음파(Quantitative ultrasound, QUS) 등의 방법이 있다(51). 이 중에서 정량적 초음파(QUS) 측정법은 최근에 소개된 방법으로 비교적 저렴하고 방사능의 위험이 없다는 것이 장점이다. 특히 골의 질적인 측면을 일부 반영하는 것으로 알려지게 됨에 따라 그 유용성이 기대되고 있다. 기존의 초음파촬영기와는 달리 변환장치(transducer)가 발신용과 수신용으로 나누어져 측정대상을 사이에 두고 마주보는 형태를 취한다. 이 방법은 골조직을 통과하는 초음파의 감소와 속도를 측정하는 것으로 BUA(broadband ultrasound attenuation)와 SOS(speed of sound)의 두 가지 변수를 이용하여 골다공증을 진단한다. BUA는 dB/MHz를 단위로 하여 물리적 밀도와 압축력을 반영하며, SOS는 m/xec를 단위로 골의 탄성도, 골의 세기를 반영한다. 초음파의 속도(SOS)가 골밀도와 탄력성(elasticity)를 반영하는데 탄력성의 경우 골의 구조적, 생체역학적 특성에 따라 결정되는 만큼 이와 연관성이 있는 것으로 추정된다. 또한 초음파 측정은 해면골의 골 용적은 밀접한 관계를 갖는다. 종골에서 측정한 BUA와 DXA로 얻은 척추와 대퇴골의 골밀도와 유의한 상관관계가 있음이 보고되기도 하여, 이 QUS는 골의 질을 평가하거나, 폐경기 전후 여성의 전후의 정상여성의 선별에 유용하다(43).

1994년 WHO는 골격 건강생태에 대한 임상적 기준(51)을 적용하여 평가하였다. 폐경 전 여성은 젊고 건강한 백인 여성을 기준으로 평균(mean)에서 표준편차(S.D)

보다 낮지 않을 때(T-score가 -1보다 클 때) 정상(normal)이라고 하였고, 골밀도가 평균에서 표준편차 1과 2.5사이(T-score가 -1∼-2.5)는 골소공증 또는 골결핍증(osteopenia), 골밀도가 평균에서 표준편차 2.5보다 낮을 때(T-score가 -2.5보다 작을 때)를 골다공증(osteoporosis)라고 구분하였다.

T-score란, '(측정값-젊은 집단의 평균값)/표준편차'로 골절에 대한 절대적인 위험도를 나타내기 위해 골질량이 가장 높은 젊은 연령층의 골밀도와 비교한 값이다. 따라서 골밀도 측정기에 따라 측정단위나 절대수치가 달라도 비교가 가능하다. 골밀도를 기준으로 골다공증, 골결핍증, 정상인으로 분류한 WHO 진단기준은 골절에 대한 위험정도를 고위험, 중등도위험, 저위험 군으로 분류하고자 한 것으로 골밀도가 1 표준편자만큼 감소하면 골절 위험도가 1.5∼2.5배 증가한다(53). 그러나 이 기준은 폐경 후 백인 여성을 기준으로 작성된 것이므로, 폐경 전 여성에서 WHO 진단 기준을 그대로 적용하기에는 여러 제한점이 있다.

Z-score는 특정인의 골밀도와 성별과 나이를 연계시킨 정상 평균값과의 차이를 동일 연령대의 정상치의 표준편차로 나누어서 나타낸 것이다. 즉, Z-score는 동일 연령층의 골밀도와 비교한 개념으로 이차성 골다공증의 평가나 소아, 폐경 전 여성, 20∼50세 사이 남성이나 50∼64세 남성 중 골다공증에 대한 위험인자가 없는 경우에 적용하게 된다(54). 폐경 전 백인의 경우 같은 동일 연령군 대비 Z-score와, 젊은 연령군 대비 T-score는 동일하거나 비슷한 양상을 보이지만 참고 데이터베이스의 인종이 다를 경우에는 T-score와 Z-score가 일치하지 않을 수 있으므로 주의를 요한다(55). 그러나 한국인 골밀도 참고 데이터베이스가 부재한 상황에서 한국인에서도 그대로 적용하여도 되는지에 대하여 알려진 바 없으나 광범위한 역학조사가 시행되기 전에는 WHO 진단기준을 적용하는 것이 합당할 것으로 보여진다고 하였다(53).

제 2 절 골밀도에 영향을 미치는 요인

1. 식이 요인

식이 요인은 골밀도에 영향을 미치는 가장 중요한 요인 중의 하나이다. 젊은 성인을 대상으로 골밀도에 영향을 미치는 식이 요인을 조사 분석한 연구(8,56,57)에 의하면 칼슘과 비타민 D, 단백질, 인의섭취량이 주로 골밀도에 영향을 미치는 것으로 조사되었다. Metz 등(8)은 24~28세의 여자를 대상으로 한 연구에서 칼슘의 섭취는 골밀도와 양의 상관관계가 있는 것으로 조사되었으나 인과 단백질 섭취량은 요골의 골질량과 음의 상관관계를 보였다고 하였다.

고단백식이의 섭취는 신장의 산부하를 증가시키고 동시에 소변으로의 칼슘배설을 증가시킨다(58). 소장에서의 칼슘 흡수는 자동적으로 증가하지 않기 때문에 소변으로의 칼슘 손실은 칼슘 균형에 손상을 가져올 수 있다(59). 골격이 체내 산-염기 항상성에 작용하며 골격 내에 칼슘염 형태로 저장된 염기는 고단백식이에 의해 생기는 내인선 산 부하를 중화시키는데 사용된다. 따라서 산 생성 식품이 많은 식이의 지속적인 섭취는 골격손실의 속도를 가속화시키므로 장기간의 고단백실이의 섭취는 골용해의 증가를 가져올 수 있다.

골질량이 축적되는 시기에 칼슘의 섭취량이 부족하면 골질량 축적이 감소되고 그 결과 최대 골질량을 감소시켜 성인기 골다공증 유발에 주요 요인이 될 수 있다고 하였다(60,61). Metz 등(8)은 칼슘섭취와 골질량간에 양의 상관관계가 있고, 여성의 나이가 적을수록, 골형성과 경화가 일어나는 청소년기 동안 골질량에 칼슘의 효과가 더 중요하다고 하였다. 특히 Kusuhare 등(62)은 20대 여성들에서 저칼슘 식이섭취 1주일 후 혈청 오스테오칼신의 농도가 증가되었다고 하였다.

또한 정혜경 등(63)은 쥐를 대상으로 한 실험에서 칼슘과 인의 섭취비율이 1 : 1일 때 대퇴골의 골밀도가 가장 높았고, 칼슘 : 인의 섭취 비가 1 : 0.5인 군에서 가장 바람직한 칼슘 및 골격대사정도를 알 수 있었고, 칼슘과 인의 섭취비율이 골밀도에 영향을 미치는 주요 요인이라 하였으며, 최미자 등(64)의 연구 에서는 식염의 섭취가 높을수록 대퇴골의 골밀도와 골무기질 함량이 낮았다고 보고하였다.

2. 기타 생활 요인

골밀도는 식이 요인 외에도 체중, 지방량, 제지방량 등의 신체 성분과 운동, 음주, 흡연 등 여러 요인의 영향을 받는다. 체형과 골밀도와의 관계에서 저체중 여성일수록 골결핍증 위험이 높다고 보고하였으며(41,65,66), 따라서 지나친 마른 체형의 선호는 폐경 전 여성에 있어 골다공증의 위험율을 높일 수 있는 요인으로 지적되어지고 있다(67). 또한 과체중 여성과 비만한 여성은 정상체중이나 저체중 여성보다 골밀도가 높은 것으로 조사되어졌다(61). 그러나 최근 연구 결과에서 저체중뿐만 아니라 과체중이나 비만의 경우 골결핍증의 위험이 높을 수 있다고 보고하고 있다(68). 특히 비만은 2차적인 호르몬의 변화와 활동량 감소로 인한 골무기질화를 저하시키기도 하고(69), Goulding 등(70)은 비만 아동이 체중에 비해 상대적으로 낮은 골밀도를 가짐으로써 골절의 위험이 더 크다고 보고였다. 뿐만 아니라 골밀도 강화와 관련하여 체중을 구성하는 신체조성 중 체지방량의 증가보다는 제지방량의 증가가 더욱 의미가 있다고 하였다(71,72).

많은 연구에서 폐경 전 여성의 육체 운동이 중요하여, 특히 근력과 육제 적응은 골밀도를 증진시켜서 규칙적인 중등도 정도의 운동은 골질량의 유지에 도움이 된다고 보고하였다(73-75). 육체 운동은 젊은 연령 시기부터 성인기를 거쳐 폐경 전까지 골질량을 형성하고 유지하는 데, 폐경 후 골 손실 속도를 감소시키거나 예방하는 것으로 보여 진다.

이 외에 과다한 알코올의 섭취는 골밀도 및 골절과 골다공증에 위험인자라고 하였다(61, 76,77). Hannan 등(76)은 남녀 노인을 대상으로 골밀도에 영향을 미친 요인을 분석하였는데, 그 결과 여자의 경우 알코올 섭취 시 골밀도가 저하되었다고 보고하였다. 반면, New 등(78)은 알코올 섭취가 골질량에 양의 상관관계가 있는데 이는 알코올이 부신에서 androstenedionedml 생성과 에스트론으로의 전환에 유도효과로 볼 수 있다고 하였다.

흡연 역시 골밀도 감소를 증가 시키는 위험 요인이며, 1일 흡연 수와 혈청 비타민 D, 오스테오칼신과는 음의 상관성을 보였다고 하였다(19). Hermman 등(76)은 흡연과 요추 및 대퇴골의 골질량 사이에 음의 상관성을 갖으며, 하루에 피우는 담

배 개수와 혈청 비타민 D 및 파골세포 농도 사이에 음의 상관관계를 확인하고 흡연이 혈청 1,25-hydroxy vitamin D_3와 파골세포의 농도를 낮추므로써 골손실에 영향을 미치는 것 같다고 하였다.

제 *3* 절 대두와 이소플라본

1. 대두 내 이소플라본의 기능

대두는 단백질함량과 지방질함량이 다른 식품의 종자들보다 높아 영양적면에서 가치가 높은 식품으로 알려져 있다. 대두의 기능성 물질 중 가장 많은 관심을 받고 있는 이소플라본에 대해서 식품학자들이 처음으로 관심을 갖게 된 것은 대두가공식품의 섭취 시 이소플라본이 신맛, 떫은맛, 쓴맛 등을 주는 성분으로 알려져 있어 이를 제거하기위한 연구에서부터였다(79,80). 이러한 연구의 시작에서 대두 내 이소플라본이 이러한 불쾌한 뒷맛을 주는 성분 뿐 아니라 암과 동맥경화 등 만성질환을 예방해주는 탁월한 효능을 갖고 있는 기능성 물질로 밝혀지면서(81) 콩의 가장 중요한 기능성 성분으로 인정되기 시작하였다.

대두 내 이소플라본은 배당체(glycosides)와 비배당체(aglycone)의 형태로 함유되어 있으며, 섭취 후 사람이나 동물의 장에 존재하는 미생물에 의해 비배당체인 제니스테인(genistein)과 다이드제인(daidzein) 등으로 전화되면서 여러 가지 생리활성을 갖게 된다(82). *In vivo* 및 *in vitro* 연구에 의하면 이소플라본은 항암, 항산화, 항염증, 동맥경화 예방, 심장병예방, 골다공증예방 등의 효과가 있는 것으로 보고되어지고 있다(83-86). 이연숙(87)은 연구에서 이소플라본 중 제니스테인의 보충이 골세포의 증식을 촉진함과 동시에 산화적 스트레스를 막는 역할을 함으로서 골손실을 예방할 수 있다고 하였다. 또한 역학 조사 결과에 의하면 폐경 후 여성의 골다공증 발병과 대퇴골절의 위험은 서구여성보다 일본여성에서 유의적으로 낮다고 보고하였는데, 이는 일본 여성의 대두식품 섭취량이 서구여성들보다 상대적으로 많기 때문이라고 보고하였다(27). 다른 역학 조사 결과는 아시아 여성이 미국여성보다 골절율이 낮은 원인으로 동물성 단백질의 섭취는 낮지만 식물성 단백질 특히 대두

단백질의 섭취가 많은 것이 부분적인 이유일 수 있다고 보고 하였다(28).

뿐만 아니라 이소플라본의 투여수준을 달리하여 3개월씩 섭취시켰을 때 고투여군에서 LDL-콜레스테롤 농도 감소가 켜졌고(88), 정상 콜레스테롤 수준을 가진 폐경 전 여성에게 이소플라본 투여 시 이소플라본의 증가할수록 LDL-콜레스테롤의 수준과 총-콜레스테롤/ HDL-콜레스테롤의 비율, LDL-콜레스테롤/HDL-콜레스테롤의 비율이 감소하였다고 하였다(89,90). 또한 폐경 전 여성에게 두 번의 생리주기 동안 86mg의 이소플라본을 투여하였을 때 HDL-콜레스테롤의 농도가 유의적으로 상승한다고 보고하고 있어(91,92), 이소플라본이 혈장 지질 개선효과도 있음을 알 수 있었다.

2. 이소플라본의 골대사 개선 메카니즘

여성 호르몬인 에스트로겐의 뼈에 대한 기전은 완전히 밝혀진 것은 아니나 에스트로겐이 부갑상성호르몬(PTH)이나, 1,25-$(OH)_2$-D_3(1,25-hydroxy vitamin D_3)을 개재하여 간접적으로 작용하거나 혹은 이들 자신이 직접적으로 골아 세포에 작용하여 뼈의 재생을 억제하므로 골흡수를 저하하는 것으로 보여진다고 하였다(93). 이는 골아 세포에서 에스트로겐 수용체가 발견된다는 사실에서 에스트로겐이 인터루킨 6(interleukin 6, IL 6) 등의 골 흡수에 관한 시토킨(cytokine) 생산을 억제하거나, 파골세포의 분화를 억제하는 TGF-β의 생산을 촉진함으로써 골흡수를 견제하고 있을 가능성이 있다고 제기하고 있다(94). 또한 *in vitro* 시험에서 17 β-estradiol이 골아 세포 같은 세포의 증식을 촉진하고 type I collagen mRNA를 증가한다는 사실에서 에스트로겐이 골형성에도 관여하고 있을 것으로 예측하고 있다(95).

이소플라본은 천연에 존재하는 식물성 sterol로 에스트로겐과 유사한 구조를 가지고 있어서 에스트로겐과 경쟁적으로 에스트로겐 수용체에 결합하여 에스트로겐 또는 항에스트로겐의 작용 등을 하는 phytoestrogen으로 알려져 있다(96). 이소플라본은 구조적·기능적으로 17 β-estradiol과 유사하며 여러 생물학적 기능을 가지고 있는 것으로 보고되고 있다(24). Tsutsumi(97)은 coumestrol이 부갑선호르몬(PTH), 비타민 D_3나 프로스타글란딘 E_3(prostaglandin E_3)에 의하여 항진된 배양된 골조직의 골 흡수를 억제하는 것으로 보고하였다. 폐경기 여성들에게 이소플라본을

24주간 1일 80.4mg 투여한 결과 요추의 골손실을 감소시키는 효과가 있었고(22), 폐경 후 여성에게 이소플라본을 6개월 간 매일 90mg 식이 중에 섭취시킨 결과 요추의 골밀도가 실험 전보다 유의하게 증가되었다고 하였다(23). 이는 요추가 해면골의 함량이 더 많아 식이에 의한 영향을 민감하게 받기 때문인 것으로 사료된다.

이러한 결과는 동물실험에서도 이소플라본이 골밀도에 긍정적인 효과를 보였다. 이소플라본 비배당체의 하나인 제니스테인이 10^{-7}M 이상의 농도에서 갑상성선호르몬이나 프로스타글라딘 E_2 등의 자극에 의하여 항진된 쥐의 배양 대퇴골의 골흡수를 억제하는 것으로 보고하였다(98). *In vitro* 실험이기는 하지만 제니스테인이 티로시나제(tyrosinase)의 작용을 저해하므로 상피 성장인자(EGF)나 섬유아 세포성장인자(bFGF)가 골흡수를 촉진하는 사실에서 티로시나제를 개재하여 발현시키는 골흡수를 억제하는 가능성이 있다고 하였다(99,100). 또 다른 연구 결과 제니스테인은 골형성을 촉진하고(101), 다이드제인은 골흡수를 억제한다고 보고하였다(102).

특히 이소플라본 유도체(7-isoprosyisoflavone)인 이프리플라본(ipriflavone)은 골용해를 억제하고, 조골세포 기능을 증진시킨다(103). Cheng 등(104)은 이플리플라본 및 그 대사물이 중요한 기질단백질의 발현을 증진시키고, 무기질화를 촉진시켜서 사람의 조골세포의 생합성과 분화를 조절한다고 하다. 또 다른 연구에서는 이프리플라본이 파골세포의 활성도를 억제하여 골용해를 낮춘다고 하였다(105). 이러한 이유로 뼈의 건강유지에 도움이 되는 것에 관하여 뼈의 재흡수를 억제하는데 이프리플라본이 처방된다. 특히 이프리플라본은 이소플라본과 화학구조가 유사할 뿐 아니라 이소플라본은 이프리플라본이 신체 내에서 대사과정 중 생성되는 대사물질 중 하나로 알려져 있어서 뼈의 골밀도 향상에 있어 이소플라본의 효과에 대한 신빙성이 더욱 높아가고 있다(106).

3. 식품 내 이소플라본의 함량

가. 대두에서 이소플라본의 생산과정

대두에는 이소플라본이 약 0.1~0.4% 정도 함유되어 있으며 함량과 조성은 대두

의 품종과 재배지역, 재배연도와 같은 재배환경에 따라 차이기 있다. 이균희 등(107)의 연구에서 콩을 자엽부, 종피, 배아로 나누어 이소플라본의 함량을 분석한 결과 자엽부에는 128mg/100g, 배아 1,031mg/100g, 종피 33mg/100g으로 배아의 이소플라본 함량이 다른 부위에 비하여 월등하게 많은 것으로 조사되어 대두에서 이소플라본의 좋은 공급원이다. 대두 이소플라본은 1931년 Walz에 의하여 처음으로 동정된 이후 Coward 등(108)이 80% 메탄올을 이용하여 분리하였고, 현재는 분쇄된 대두 배아를 에탄올을 이용하여 추출공정을 거쳐서 단백질을 제거하고 Ultra filtration 과정을 거쳐, 흡착공정 후 건조하여 대두 생리활성 이소플라본을 추출하게 된다. 이 때 제조 공정별 이소플라본의 농도를 살펴보면 추출공정에서는 5,600mg/100g, 단백질제거 공정은 9,000mg/100g, Ultra filtration 공정에서는 13,000mg/100g, 흡착공정 21,000mg/100g으로 변하게 된다(107).

나. 대두 내 이소플라본의 함량

국내의 주요 대두 가공식품에는 두부, 콩나물, 두유와 같은 비발효식품과 간장, 된장, 청국장, 춘장과 같은 발효식품이 있다. 이명희 등(37)의 연구에서는 각 시료의 이소플라본 함량을 다이드제인과 제니스테인 유도체의 합으로 건조중량의 1g 당 함량으로 제시하였는데, 청국장의 이소플라본 함량은 1,045ug/g, 된장은 1,067ug/g, 두부는 650ug/g, 연두부 895ug/g, 순두부 685ug/g, 유부 616ug/g 순으로 조사되었다. 이수경 등(35)의 연구에서는 대두의 이소플라본 함량이 125.87mg/100g, 된장 81.97mg/100g, 청국장 56.37mg.100g, 두유 12.34mg, 100g, 콩나물 12.22mg/100g, 쌈장 11.61mg, 100g, 두부 9.69mg/100g, 순두부 6.79mg/100g 순이었다. 최연배 등(39)은 두부는 종류에 따라 차이가 있었지만 평균 1,151mg/kg, 청국장 920mg/kg, 두유 676mg/kg, 된장 627mg/kg, 춘장 291mg/kg의 이소플라본을 함유하고 있었다. USDA(109)에서 발표한 콩 발표식품인 된장, 일본식된장(miso), 낫또, 템페에 대하여 가식부 100g 당 이소플라본의 함량을 제시한 데이터베이스를 살펴보면 된장은 31.52mg/100g, 미소 42.55mg/ 100g, 낫또 58mg/100g 라고 하였으며, 1인 1회 섭취량으로 환산한 값으로는 경두부 1/2컵 25mg, 두유 1컵 24mg, 구운콩 1/4컵 55mg의 이소플라본을 함유하고 있다고 하였다.

최근 이소플라본은 배당체보다 비배당체(aglycone) 형태가 흡수 및 생체 이용성이 더 높다는 결과들이 보고되고 있다(110). 이와 관련하여 대두 발효식품 등에서 새로운 이소플라본을 발견해 내려는 분석들이 시도되어지고 있는 것(111,112)과 관련하여 된장 등 발효식품은 이소플라본의 우수한 급원이라고 할 수 있겠다.

4. 이소플라본의 섭취 수준과 골밀도와의 관계

이소플라본의 생리적 활성 수준에 관한 연구 중 Anderson 등(45)은 제니스테인과 다이드제인 등의 이소플라본은 적정량으로 공급하게 되면 골조직에 가장 유익한 영향을 보인다고 하였다. *In vivo* 연구에서 적정 공급수준 범위보다 더 낮거나 더 높을 때에는 이소플라본의 골격에 대한 유익한 효과가 감소하여 이소플라본은 이중성 효과를 나타낸다고 하였다. 일반적으로 대두에서 유리한 이소플라본과 그 제품은 동물과 사람에 의해 적정수준으로 섭취 시 약한 에스트로겐 특성인 agonist로 작용하지만 매우 높은 농도에서는 antagonist로 작용하여 위해한 효과가 나타날 수 있으므로 골질량을 향상시키거나 유지시키려는 효과를 위해서는 적정량 섭취가 요구된다고 제시하였다(45).

한편, 인간을 대상으로 한 연구들에서 이소플라본 섭취수준이 높고 낮음에 따라 구분하여 상관성을 살펴본 결과 Mei 등(113)은 폐경 후 중국 여성들을 이소플라본 섭취량에 따라 골밀도와의 관련성 연구에서 이소플라본 섭취량이 가장 높은 여성들은 섭취량이 가장 낮은 여성들보다 lumbar spine과 ward′s triangle에서 골밀도가 유의적으로 높아서 식이 중 높은 이소플라본 섭취는 척추와 고관절 부위 골밀도를 상승시키는 것과 관련성이 있다고 보고하였다. 폐경 후 일본여성을 대상으로 한 연구(114)에서도 하루에 50~65mg과 65mg 이상 섭취한 군이 하루에 35mg 이하를 섭취한 군보다 lumbar spine의 골밀도가 유의적으로 높았다고 하였다. 또한 최근의 역학조사에서 42~52세 여성을 대상으로 식이 대두 이소플라본과 골밀도간의 코호트 연구에서는 폐경 전 일본 여성의 제니스테인 섭취가 중국여성보다 높았는데, 일본여성은 높은 제니스테인 섭취와 골밀도가 양의 상관관계를 보인 반면, 중국여성은 상관성이 없는 것으로 조사되어 제니스테인이 골격에 영향을 주기 위해서는 역치 수준의 섭취가 필요하다고 하였다(115).

Alekel 등(22) 이소플라본을 하루 80.4mg씩 투여한 결과 lumbar spine의 골밀도가 유의하게 증가한다고 하였고, Wangen 등(116)은 하루 130mg의 이소플라본 투여 시 골대사지표에서 골대사에 긍정적인 경향을 보였다고 하였다. 뿐만 아니라 Clifton-Bligh 등(117)은 하루 85.5mg의 이소플라본을 6개월 동안 섭취 시 골밀도이 유의하게 증가하였다고 하였다. Uesugi 등(118)은 하루 61.8mg 섭취 시 골용해 지표가 유의하게 감소한다고 하였으며, Yamamori 등(119) 등도 하루 37.3mg의 이소플라본 섭취가 골용해 지표의 유의한 감소 효과를 보였다고 발표 하여다. 그러나 Chen 등(120)의 연구에서는 일일 각각 40mg과 80mg의 이소플라본 투여 시 대퇴부 골밀도에는 효과를 보였으나, 척추 골밀도에서는 유의한 증가를 볼 수 없었다고 하였고, Gallagher 등(121)은 일일 96mg의 이소플라본 투여 시 목과 척추의 골밀도에 있어 유의한 효과는 없었다고 하였다. 이렇듯 많은 연구에서 이소플라본의 섭취 수준이 골밀도에 미치는 영향은 섭취량에 따라 다른 결과를 제시하였으며, 이소플라본에 의해 효과가 나타나는 골 부위도 다르게 나타났음을 알 수 있었다.

2000년 North American Menopause Association에서는 이소플라본의 건강증진 효능에 대하여 미국 FDA의 Health Claim이 대두 가공식품에 들어 있는 단백질의 심장병 예방 효과를 제품 표면에 표기할 수 있도록 한 것에 대해 인정한다고는 하였다(122). 그렇지만 이소플라본의 건강증진 효능을 공식적으로는 인정할 수 없다고 하면서 그럼에도 불구하고 대두 식품에 들어 있는 이소플라본의 효과가 대두식품을 섭취함으로써 나타난다고 하여서 갱년기 여성에게 이소플라본이 들어 있는 대두 식품의 섭취를 권장하는 반면 안전성에 대한 결정적인 보고가 되어 있는 않으므로 하루에 농축된 이소플라본 100mg 이상의 과량 섭취에 대해서는 경계하여야 한다고 하였다(123).

제 3 장 연구 방법

제 1 절 연구대상

본 연구는 광주광역시 소재 일부 대학에서 홍보문을 통해 지원한 20대 여대생, 대학원생 또는 교직원 중 신체계측과 골밀도 측정을 통하여 종골의 T-score가 -2.5 ~ -1 사이에 해당하는 자로서 골결핍증(osteopenia)을 보이는 36명 선별 후, 선별된 대상자들을 대상으로 각각의 실험군으로 분류 Iso-80(이소플라본 80mg 투여)군 : 12명, Iso-40(이소플라본 40mg 투여)군 : 12명, 위약투여(찹쌀가루 40mg 투여)군 : 12명과 추가로 종골의 T-score와 체질량지수가 정상인 대조군 12명으로 구성하여 총 48명을 대상으로 하였다(Fig. 1). 조사 기간은 2006년 12월에서 2007년 4월에 걸쳐 실시되었으며, 이소플라본 투여는 12주에 걸쳐 시행 하였다. 모든 실험은 본인의 서면 동의를 얻은 후에 실시되어졌다.

제 2 절 실험 방법

본 연구에서는 이소플라본의 투여가 골결핍증을 보이는 젊은 여성들의 골밀도 및 골대사지표에 미치는 효과를 알아보기 위하여 골밀도가 더 낮은 여성에게 고농도의 이소플라본 투여(80mg), 골밀도가 보다 높은 여성에게는 저농도의 이소플라본(40mg)과 위약(찹쌀가루 40mg)을 12주 동안투여 하였다. 이에 따라 이소플라본 40mg 투여군은 Iso-40군, 이소플라본 80mg 투여군은 Iso-80군, 찹쌀가루 40mg 투여군은 위약투여군으로 명명하였다.

본 실험에 사용된 이소플라본은 신동방 CP의 소이플라(soy aglycone isoflavone)를 이용하였으며, 소이플라를 각각 정량씩 캡슐에 담아 투여하였다. 또한 위약투여군에 사용된 위약은 찹쌀가루를 40mg을 투여하였다. 소이플라는 이소플라본은 비배당체(aglycone) 형태로 mg 당 다이드제인(dadizein)은 8.77%, 글리세틴(glycitein) 8.95%, 제니스테인(genistein) 2.88%로 이루어져 있다.

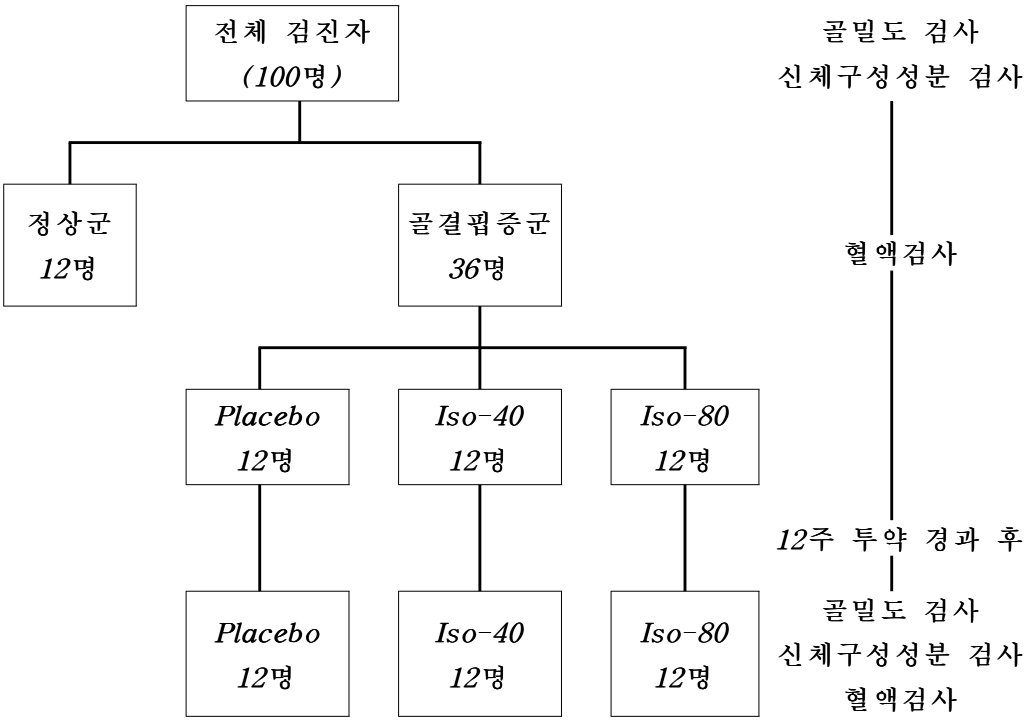

Fig 1. Research design

제 3 절 자료수집 내용 및 방법

1. 조사대상자의 특성

조사 대상자들의 특성은 나이, 거주형태, 하루 평균 수면시간, 한 달 용돈, 규칙적으로 생리를 하는지, 흡연, 음주에 관한 항목을 설문조사 하였다. 또한 일상생활 중의 활동 정도, 하루 평균 걷는 시간, TV 시청시간을 포함한 대중매체 이용시간 등에 대해 조사하였다.

2. 신체계측치

가. 신장과 체중 및 체지방

식품영양전공 대학원생에 의해 신장은 신발을 벗고 똑바로 서서 발을 모으고 시선을 정면으로 하여 0.1cm까지 측정하였고, 체중은 0.1kg까지 측정하였다(TBF-501, TANITA, Japan).

체지방과 복부피하지방두께는 SlimManager I(SM-300, LG IBM, USA)로 생체전기저항측정법(bioelectrical impedance analysis method, BIA)을 이용하였다. 생체전기저항측정법이란 조직의 생물학적 특성에 따른 전기 전도성의 차이를 이용하여 신체 구성을 예측하는 방법이다. 전기 전도성은 수분과 전해질량에 비례하며, 세포의 모양이 원형에 가까울수록 감소하는데, 지방 조직은 원형의 세포로 이루어져 있으며, 수분이 근육 등 다른 조직에 비해 상대적으로 적으므로 조직자체가 절연으로 되어있어 전기를 흘릴 경우 저항치가 높게 되는 것을 이용하여 체지방량을 측정하게 되는 원리이다(124,125).

여러 가지 인자들이 생체전기저항측정법의 정확성에 영향을 줄 수 있는데, 음식이나 수분섭취, 발한이나 배뇨상태, 생리주기, 수분량의 하루 중 변동 등에 의해 측정값은 영향을 받게 된다. 또한 온도는 임피던스와 반비례하므로 따뜻한 환경에서는 체지방량이 적게 측정된다. 그러므로 검사의 정확성을 높이기 위하여, 측정 환

경 및 수분량에 영향을 줄 수 있는 여러 인자들에 대한 통제가 필요하다. 이러한 오차를 줄이기 위하여 되도록 공복상태로 대·소변을 본 후 오전에 실시하였으며, 시계와 목걸이 등 장신구와 겉옷을 벗고 가벼운 옷차림으로 측정에 임하도록 하였다.

나. 비만 정도 분류

조사된 체중과 신장에 의해 체질량지수(Quetlet's index, body mass index, BMI=체중(kg)/신장(m)^2)를 계산하였다. BMI는 저체중: 〈18.5, 정상: 18.5~22, 과체중 이상 : ≥23으로 분류하였고(126), 체지방량은 Robert(127)가 제시한 체내 지방 함량(%)에 따라 마름: 〈13%, 정상: 13~23%, 과체중 이상: ≥24%로 분류하였다.

3. 골밀도 측정

조사대상자의 골밀도 측정은 정량적 초음파 측정법(Quantiative Ultrasound, QUS)을 이용하여 골밀도 측정기 SNOST-2000(OseoSys Co. Korea)로 오른쪽 종골(Calcaneus)부위를 측정하였다. 골밀도 자료는 BQI(Bone Quality Index), 한국인 Reference Data를 내장한 T-score(젊은 성인의 평균골밀도와 비교치) 및 Z-score (동 연령층의 평균밀도와 비교치)를 사용하였다. BQI는 뼈를 통과한 신호의 주파수 감쇄의 정도로 뼈의 구조를 반영하는 BUA(Broadband Ultrasound Attenuation)와 뼈를 통과한 초음파 신호의 속도를 뼈의 무기질 함량을 나타내는 SOS(Speed of Sound)로 계산된 값이다.

4. 혈액 분석

가. 혈액채취 및 전처리

8시간 공복 후, EDTA 처리한 진공관을 이용하여 상완정맥에서 8cc를 채혈하였

다. 채혈한 전혈은 3000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후, polyethylene tube에 담아 분석용 시료로 사용하였으며, 분석 직전까지 -70℃에서 보관하였다.

나. 혈청 내 단백질 및 지질, 무기질 함량

혈청 ALPase, 총단백질, 알부민, 칼슘, 마그네슘, 중성지질, 총콜레스테롤은 FUJI Plain tube 1.5ml 에 담아 자동혈액분석기 FUJI DRI-CHEM 3500(FUJIFLIM, Japan)으로 분석하였으며, 각각의 성분은 측정용 slide(FUJIFLIM, Japan)를 사용하였다.

HDL-콜레스테롤은 FUJI Plain tube 0.5ml 용기에 혈청 100㎕와 전용 친전액 100㎕를 혼합 후 뚜껑을 닫고 5~6회 흔들어 섞어 준 후 실온에서 10분간 놓아둔다. 10분 후 원심분리기로 2000rpm에서 10분간 원심분리하여 상청을 사용하며, 측정용 slide(FUJIFLIM, Japan)를 사용하여 검사하였다.

혈청 중 LDL-콜레스테롤 함량은 다음과 같은 Friedewald formula(128)에 의거하여 산출하였다.

LDL 콜레스테롤 = (총콜레스테롤)-(HDL 콜레스테롤)-(중성지질/5)

다. *Osteocalcin*

혈청 내 오스테오칼신은 방사면역측정법(radioimmunoassay, RIA)을 이용한 ACTIVE HUMAN OSTEOCALCIN IRMA DSL-7600 kit(Diognodtic Systems Laborotories, Inc. USA)의 γ-counter를 사용하였다. 혈청의 전처리를 위하여 Trasylol 100㎕/ml을 혈청에 첨가하여 시료 ml 마다 1000 IU Trasylol이 포함되게 하였다. 시험관에 각각 표준액, 맹검용, 검체액능 균질화 시턴 후 25㎕을 취하였다. 각 시험관에 anti-Osteocalcin(I-125)을 200㎕ 넣고 발생하는 기포를 제거한 다음 25℃에서 4시간 180 rpm으로 균질화시키며 배양시켰다. 각 시험관의 액체를 증발시킨 후 2ml의 세척액으로 2회 세척하였다.

5. 식습관

대학생들의 식행동 정도를 알아보기 위하여 여러 연구의 자료를 토대로 설문을 본 연구에 알맞게 재구성하여(129-132), 결식여부와 결식식사, 식사속도, 편식, 외식 횟수, 가공식품의 섭취 등도 조사하였다.

6. 영양소 섭취량 및 이소플라본 섭취량 조사

24시간 회상법을 이용하여 조사대상자들의 3일 동안 섭취한 식사를 조사하였다. 조사된 식사는 영양평가 프로그램인 CAN-PRO 3.0(computer aided nutritional analysis program, 한국영양학회 부설 영양정보센터)을 이용하여 영양 섭취량을 분석하였다. 또한 각 영양소에 대한 권장량 비율, 식품군별 열량섭취 비율도 조사하였다. 단백질, 지방, 칼슘, 철분은 각각 식물성과 동물성 식품섭취비율로 나누어 산출하였으며, 조사된 영양소 섭취량은 한국인 영양섭취기준과 비교 분석하였다(133).

일상 식사에서 섭취하는 이소플라본 섭취량은 안홍석(40)의 연구에서 조사한 결과를 바탕으로 이소플라본의 주요 급원인 두류 및 두류 가공식품을 포함하여 상용하고 있는 대두 식품 13가지로 구성하였다. 각 식품에 대한 성인의 1회 기준 섭취량은 한국영양학회에서 제시하고 있는 1인 1회분량을 사용하였고, CAN-PRO 3.0(134)의 식품섭취빈도법을 이용하여 대두식품의 섭취 분량을 구한 후, 이소플라본 섭취량은 주요 이소플라본인 제니스테인과 다이드제인 함량을 분석한 국내의 대두가공식품의 분석연구결과자료(35-39, 110)를 이용하여 산출하였다.

제 4 절 자료 분석방법

조사된 자료는 SPSS 12.1(statistical package for the social science)/PC package를 이용하여 통계처리 하였다. 신장과 체중, 체지방 등 신체계측치, 혈액성상, 골밀도 측정치, 영양소섭취와 같은 연속변수는 골밀도 정상군과, 골결핍증군 두

군으로 나누어 그 평균과 표준편차를 t-test로 검증하였다. 골밀도에 영향을 미치는 인자들을 알아보기 위하여 Pearson 상관계수를 이용하여 상관관계를 검증하였다. 또한 이소플라본 섭취 수준에 따라 분류하여 신장과 체중, 체지방 등 신체계측치, 혈액성상, 골밀도 측정치, 영양소섭취의 평균과 표준편차를 구하여 일원배치분산분석(ANOVA)를 이용하여 군 간의 유의적 관계를 검증하였다. 이소플라본 섭취 혈액성상 및 골밀도 측정치의 전후 변화는 paired samples t-test로 실시하였다. 또한 이소플라본 투약 전·후 각 군 간의 차이가 나타난 항목은 공변량분석(ANCOVA)를 실시하였다. 일반사항과 흡연, 음주, 비만도, 체형인식, 식습관 같은 비연속 변수는 빈도와 백분율을 교차분석 후 χ^2-test, Fisher's exact test로 검증하였다. 본 연구에서 이용된 통계적 유의성 검증은 $\alpha<0.05$ 수준에서 이루어졌다.

제 4 장 연구결과

제 1 절 조사대상자의 골밀도 분류에 따른 비교

1. 조사 대상자의 특성 비교

조사 대상자들을 골밀도에 따라 골결핍증군과 정상군으로 분류하여 이들의 일반적인 특성을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 본 연구의 조사 대상자는 정상군이 12명, 골결핍증군이 36명으로 구성되었고, 평균 연령은 정상군이 21.8세 골핍증군은 21.7세로 두 군 모두 비슷하였다. 주거 형태는 정상군과 골결핍증군 모두 75.0%가 자택에 거주하였고 정상군의 25.0%가 자취를 한다고 하였으며, 골겹증군은 5.6%가 기숙사거주, 19.4%가 자취를 한다고 응답하였다. 조사대상자들의 한달 용돈은 정상군의 41.7%가 20~30만원으로 가장 많았고, 20만원 미만은 33.3%, 30만원 이상은 25.0%였다. 골겹증군 역시 20~30만원이 44.4%로 가장 많았고, 30만원 이상은 33.3%, 20만원 미만은 22.2%로 조사되었다.

규칙적으로 생리를 하는가에 대한 질문에 정상군은 83.3%가 그렇다고 하였고, 16.7%가 아니다라고 응답하였다. 골결핍증군은 61.1%가 규칙적으로 한다, 38.9%가 규칙적이 않다고 응답하여 두 군에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 흡연 여부와 음주 여부에 대한 결과 정상군에서는 현재 흡연 중인 여성이 8.3%, 과거 흡연력이 있는 여성이 16.7%, 처음부터 피우지 않은 여성은 75.0%였다. 골결핍증군에서는 현재 흡연 중인 여성이 11.1%, 과거 흡연력이 있는 여성은 13.9%, 처음부터 피우지 않은 여성은 75.0%로 두 군에서 모두 처음부터 담배를 피우지 않은 여성이 가장 많았다. 그러나 골결핍증군에서 과거 흡연력이나, 현재 흡연율이 정상군보다 높았지만 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 또한 음주율 조사 결과 정상군의 58.3%, 골결핍증군은 75.0%가 평소 술을 마신다고 응답하여 골겹증군의 음주율이 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다.

조사 대상자들의 일상생활에서의 활동량 및 대중매체 이용 시간을 알아본 결과

일상 활동 정도에 대하여 가벼운 활동(앉아서 책읽기, 앉아서 수업듣기, 주로 앉아서 일한다), 중간 활동(보통속도로 걷기, 가벼운 운동: 탁구, 자전거 등, 걸어 다니며 일한다), 심한 활동(심한 운동: 배드민턴, 수영 등, 농사일, 달리기) 세 부분으로 나누어 조사하였다. 조사 결과 두 군 모두에서 심한 활동은 조사되지 않았고, 정상군은 41.7%가 가벼운 활동, 58.3%가 중간 활동이라고 하였고, 골결핍증군에서는 72.2%가 가벼운 활동, 27.8%가 중간 활동정도를 한다고 응답하여 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

하루 중 자신이 걷는 시간에 대하여 20분 미만, 20~40분, 40분 이상으로 조사한 결과 두 군 모두에서 40분 이상 걷는다는 응답자가 없어 20분 미만과 20분 이상으로 재구성하여 분석하였다. 그 결과 정상군은 전원 20분 이상은 걷는다고 응답한 반면, 골겹핍증군에서는 19.4%가 하루 20분 미만 걷는다고 응답하여 두 군 간에 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 조사대상자들의 대중매체 이용을 알아보기 위하여 TV시청이나 전자오락, 컴퓨터 사용시간에 대한 조사 결과 정상군은 16.7%가 1시간 미만, 58.3%가 1~2시간, 25.0%가 2시간 이상 사용한다고 하였고, 골결핍증군에서는 13.9%가 1시간 미만, 50.0%가 1~2시간, 36.1%가 2시간 이상을 사용한다고 응답하였다.

Table 1. Characteristics of subjects by bone mineral density

unit : N(%)

		Bone mineral density		T, χ^2
		Normal[1)] (n=12)	Osteopenia (n=36)	
Age(Yr.)		21.8±0.5[2)]	21.7±1.8	t=0.105
Type of residence	Home in town	9(75.0)	27(75.0)	0.800
	Dormitory	0(0.0)	2(5.6)	
	Boarding oneself	3(25.0)	7(19.4)	
Monthly pocket money (10,000won)	〈 20	4(33.0)	8(22.2)	0.660
	20-30	5(41.7)	16(44.4)	
	≥30	3(25.0)	12(33.3)	
Regularity of menstruation	Yes	10(83.3)	22(61.1)	2.178*
	No	2(16.7)	14(38.9)	
Smoking	Yes	1(8.3)	4(11.1)	0.114
	Ex-smoker	2(16.7)	5(13.9)	
	No	9(75.0)	27(75.0)	
Drinking	Yes	7(58.3)	27(75.0)	1.210
	No	5(41.7)	9(25.0)	
Physical activity	Light	5(41.7)	26(72.2)	3.674*
	Moderate	7(58.3)	10(27.8)	
Daily walking time(min)	〈 20	0(0.0)	7(19.4)	2.732*
	≥ 20	12(100.0)	29(80.6)	
TV watching & Computer using (hr/day)	〈 1	2(16.7)	5(13.9)	0.501
	1～2	7(58.3)	18(50.0)	
	≥ 2	3(25.0)	13(36.1)	

* : $p < 0.05$

1) Normal : T-score 〉 -1.0, Osteopenia : T-score -1～-2.5

2) Mean±SD

2. 신체계측치

가. 신체계측

조사 대상자의 신체 사항에 대한 조사결과는 Table 2에 제시하였다. 조사 대상자들의 평균 신장은 정상군 162.6±5.4cm, 골결핍증군 160.5±5.1cm으로 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 체중은 정상군 51.8±5.4kg, 골결핍증군 52.4±5.8kg였다.

신체 구성성분 중 단백질량은 정상군 7.9±0.8kg, 골결핍증군 7.8±0.8kg였고, 무기질함량은 정상군 3.0±0.2kg, 골결핍증군 2.9±0.3kg였다. 체지방량은 정상군 12.3±2.5kg, 골결핍증군 13.1±2.9kg였으며, 제지방량은 정상군 39.5±38.7kg, 골결핍증군 38.7±3.9kg, 총수분량은 정상군 28.9±2.5kg, 골결핍증군 29.0±2.8kg였다. 체내 단백질량, 무기질량, 제지방량, 근육량은 정상군이 골결핍증군보다 높았고, 체지방량, 총수분량은 골결핍증군이 정상군보다 더 높았으나 유의한 차이는 아니었다.

복부피하지방두께는 정상군 2.1±0.5cm, 골결핍증군 2.3±0.7cm로 골결핍증군이 정상군보다 복부피하지방 두께가 두꺼웠으며 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 또한 BMI가 정상군 19.8±0.9, 골결핍증군 20.3±2.0으로 두 군 간에 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 체지방율 역시 정상군 22.8±2.9%, 골결핍증군 24.0±3.5%로 골결핍증군이 정상군보다 유의하게 높았다($p<0.05$).

Table 2. Anthropometric measurements of subjects by bone mineral density

unit : Mean±SD

	Bone mineral density		T
	Normal (n=12)	Osteopenia (n=36)	
Height(cm)	162.6±5.4	160.5±5.1	1.202*
Weight(kg)	51.8±5.4	52.4±5.8	-0.312
Body protein(kg)	7.9±0.8	7.8±0.8	0.459
Body mineral(kg)	3.0±0.2	2.9±0.3	0.127
Body fat mass(kg)	12.3±2.5	13.1±2.9	0.470
Lean body mass(kg)	39.5±3.4	38.7±3.9	-0.121
Total body water(kg)	28.9±2.5	29.0±2.8	-0.214
Body muscle mass(kg)	36.6±3.2	35.7±3.5	-0.066
Abdominal subcutaneous fat(cm)	2.1±0.5	2.3±0.7	1.008*
BMI(kg/m^2)[1)]	19.8±0.9	20.3±2.0	0.908**
% body fat (%)	22.8±2.9	24.0±3.5	0.388*

* : $p<0.05$, **: $p<0.01$

1) BMI : body mass index = weight(kg)/height(m)^2

나. 비만 정도 분류

조사 대상자의 비만도는 Table 3에서 제시하고 있다. 조사 대상자 중 골밀도 정상군은 처음부터 선별 시 BMI가 정상범위에 있는 사람들만으로 선별하였다. BMI에 의한 비만도 분류 결과 골결핍증군에서 저체중이 25.0%, 정상 63.9%, 과체중 이상은 11.1%로 조사결과 나타났다.

체지방율에 의한 비만도 분류 결과는 정상군에서 정상이 58.3%, 약간 과체중 이상은 41.7%였다. 또한 골결핍증군에서는 마름이 2.8%, 정상 47.2%, 약간 과체중 이상 37.5%로 두 군 모두 체지방율이 문제가 되는 대상자가 많았다.

Table 3. Distribution of obesity indices of subjects by bone mineral density

unit : N(%)

		Bone mineral density		χ^2
		Normal (n=12)	Osteopenia (n=36)	
BMI	Underweight[1)]	0(0.0)	9(25.0)	5.943*
	Normal	12(100.0)	23(63.9)	
	Overweight	0(0.0)	4(11.1)	
% body fat	Lean[2)]	0(0.0)	1(2.8)	6.686
	Normal	7(58.3)	17(47.2)	
	Mild overweight	5(41.7)	18(37.5)	

*: $p < 0.055$

1) Underweight: <18.5, Normal: 18.5~22, Overweight: ≥23

2) Lean: <13, Normal: 13~23, Mild overweight: ≥24

3. 생화학적 검사치

가. 혈청 단백질 및 지질

조사대상자들의 혈정 단백질 및 지질을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 혈청 단백질 농도는 정상군 7.3±0.4g/dl, 골결핍증군 7.4±0.8g/dl이었고, 알부민 농도는 4.9±0.3g/dl, 골결핍증군 4.8±4.6g/dl로 혈청단백질 농도는 골결핍증군이 높았고, 알부민 농도는 정상군이 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다.

혈중 총 콜레스테롤은 정상군 170.8±33.9mg/dl, 골결핍증군 189.9±39.5mg/dl, 중성지방은 정상군 77.3±37.3mg/dl, 골결핍증군 94.0±43.4mg/dl, HDL-콜레스테롤은 정상군 48.8±10.2mg/dl, 골결핍증군 46.7±15.6mg/dl, LDL-콜레스테롤은 정상군 106.5±30.4mg/dl, 골결핍증군 124.4±39.2mg/dl였다. 혈중 총 콜레스테롤, 중성지방, LDL-콜레스테롤의 농도는 골결증군이 정상군보다 유의하게 높았고($p<0.05$), HDL-콜레스테롤 농도는 정상군이 골결핍증군보다 유의하게 높았으나($p<0.05$), 이들 수치들은 임상기준치와 비교하였을 때 모두 정상범위에 속하였다.

Table 4. Biochemical indices of subjects by bone mineral density

unit : Mean±SD

	Bone mineral density		T
	Normal (n=12)	Osteopenia (n=36)	
Total - protein(g/dl)[1]	7.3±0.4	7.4±0.8	-0.185
Albumin(g/dl)[2]	4.9±0.3	4.8±4.6	0.213
Total - cholesterol(mg/dl)[3]	170.8±33.9	189.9±39.5	-1.501*
Triglyceride(mg/dl)[4]	77.3±37.3	94.0±43.4	-1.193*
HDL-cholesterol(mg/dl)[5]	48.8±10.2	46.7±15.6	0.443*
LDL-cholesterol(mg/dl)	106.5±30.4	124.4±39.2	-1.443*

* : $p<0.05$

1) Reference range : 6.7～8.3g/dl

2) Reference range : 3.6～5.0g/dl

3) Reference range : 150～219mg/dl

4) Reference range : 50～149mg/dl

5) Reference range : 45～69mg/dl

나. 골밀도, 혈중 무기질함량 및 골형성지표

(1) 골밀도

조사대상자들의 골밀도에 대한 결과는 Table 5에 제시하였다. 종골의 BQI는 정상군 95.2±7.2, 골결핍증군 77.9±5.2였고, T-score는 정상군 -0.47±0.39, 골결핍증군 -1.40±0.28이었으며, Z-score는 정상군 -0.44±0.40, 골결핍증군 -1.46±0.31으로 모두 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.001$).

Table 5. Bone density of subjects by bone mineral density

unit : Mean±SD

	Bone mineral density		T
	Normal (n=12)	Osteopenia (n=36)	
Bone quality index(BQI)	95.2±7.2	77.9±5.2	8.986***
T-score[1)]	-0.47±0.39	-1.40±0.28	8.969***
Z-score[2)]	-0.44±0.40	-1.46±0.31	9.101***

*** : $p<0.001$

1) T-score : Subjects' BQ I- young adult BQI/Standard deviation of young adult value(20~49 year)

2) Z-score : Subject' BQI - age matched BQI/Standard deviation of age matched value

(2) 혈중 무기질 함량과 골형성지표

Table 6은 조사대상자들의 혈중 무기질 함량과 골형성지표를 조사한 결과이다. 혈중 칼슘 함량은 정상군 9.8±0.5mg/dl, 골결핍증군 9.0±1.0mg/dl으로 정상군이 골결핍증군보다 높았고, 혈중 마그네슘 함량은 정상군 2.1±0.1mg/dl, 골결핍증군 2.2±0.3mg/dl으로 골결핍증군이 정상군보다 높았다.

골형성지표의 분석 결과 혈청 ALPase 농도는 정상군 175.5±27.7U/L, 골결핍증군은 160.0±27.0U/L로 정상군이 골결핍증군보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 또한 혈청 오스테오칼신의 농도는 정상군 10.1±6.6ng/ml, 골결핍증군 8.9±1.2ng/ml로 정상군이 골겹핍증군보다 높았다.

Table 6. Concentrations of serum mineral and bone turnover markers of the subjects by bone mineral density

unit : Mean±SD

		Bone mineral density		T
		Normal (n=12)	Osteopenia (n=36)	
Mineral	Calcium(mg/dl)[1]	9.8±0.5	9.0±1.0	2.135
	Magnesium(mg/dl)[2]	2.1±0.1	2.2±0.3	-1.325
Bone turnover marker	ALPase(U/L)[3]	175.5±27.7	160.0±27.0	0.716*
	Osteocalcin(ng/ml)[4]	10.1±6.6	8.9±1.2	1.065

* : $p<0.05$

1) Reference range : 8.4～10.2mg/dl

2) Reference range : 1.5～2.5mg/dl

3) ALPase(Alkaline phosphatase activity) reference range : 104～338U/L

4) Reference range : 9～55ng/ml

4. 식습관

조사대상자들의 식습관에 대한 조사결과는 Table 7과 같다. 결식에 대한 조사 결과 정상군의 83.3%, 골결핍증군의 69.4%가 하루 중 결식하는 끼니가 있다고 응답하였다. 하루 중 결식을 하게 되는 끼니에 대해서는 정상군의 90.0%, 골결핍증군의 92.0%가 아침식사라고 하였다. 결식을 하게 되는 이유로는 시간부족이 정상군 40.0%, 골결핍증군 44.0%, 식욕이 부족해서가 골겹증군 12.0%, 체중감량이 정상군 40.0%, 골결핍증군 8.0%, 습관적인 결식은 정상군 10.0%, 골결핍증군 36.0%로 두 군 간에 결식하는 이유가 유의하한 차이를 보였다($p<0.05$). 하루 중 가장 많은 양의 식사를 하는 끼니로는 골결핍증군의 5.6%가 아침이라고 하였고, 점심식사는 정상군 75.0%, 골결핍증군 61.1%, 저녁식사가 정상군 25.0%, 골결핍증군 33.3%였다. 또한 정상군의 41.7%, 골결핍증군의 33.3%가 편식을 한다고 응답하였다.

가공식품 섭취 빈도는 일주일에 0~2회가 정상군 75.0%, 골결핍증군 55.6%, 3~5회는 정상군 25.0%, 골결핍증군 33.3%, 6~7회가 골결핍증군 11.1%로 골결핍증군의 가공식품 섭취 빈도가 정상군보다 유의하게 더 높았다($p<0.05$). 또한 커피 섭취에 대하여 정상군은 41.7%가 골결핍증은 77.8%가 평소에 커피를 마신다고 응답하여 두 군 간에 유의하한 차이를 보였다($p<0.01$).

Table 7. Dietary behavior of subjects by bone mineral density

unit : N(%)

		Bone mineral density		χ^2
		Normal (n=12)	Osteopenia (n=36)	
Skipping meals/day	Yes	10(83.3)	25(69.4)	0.879
	No	2(16.7)	11(30.6)	
Kind of meals skipped	Breakfast	9(90.0)	23(92.0)	0.853
	Lunch	0(0.0)	1(4.0)	
	Dinner	1(10.0)	1(4.0)	
Reason for skipping meals	Lack of time	4(40.0)	11(44.0)	6.008*
	No appetite	1(10.0)	3(12.0)	
	To reduce body weight	4(40.0)	2(8.0)	
	Habitual behavior	1(10.0)	9(36.0)	
The biggest meal of the day	Breakfast	0(0.0)	2(5.6)	1.135
	Lunch	9(75.0)	22(61.1)	
	Dinner	3(25.0)	12(33.3)	
Food prejudice	Yes	5(41.7)	12(33.3)	0.273
	No	7(58.3)	24(66.7)	
Frequency of processing food consumption	0-2/week	9(75.0)	20(55.6)	2.097*
	3-5/week	3(25.0)	12(33.3)	
	6-7/week	0(0.0)	4(11.1)	
Coffee drinking	Yes	5(41.7)	28(77.8)	5.463**
	No	7(58.3)	8(22.2)	

Fisher's exact test,

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

5. 영양소 섭취량

가. 식사 중 이소플라본 섭취량

Table 8은 우리가 일상 중에 많이 상용하는 대두 식품을 이용한 이소플라본의 섭취량을 식품섭취빈도법을 통하여 조사한 결과이다. 정상군의 이소플라본 섭취량은 평균 25.1±3.4mg, 골결핍증군은 24.2±32.mg으로 정상군이 섭취가 조금 많은 것으로 조사되었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 8. Dietary isoflavone intake of subjects by bone mineral density

unit : Mean±SD

	Bone mineral density		T
	Normal(n=12)	Osteopenia(n=36)	
Isoflavone(mg)	25.1±3.4	24.2±3.2	0.858

나. 영양소 섭취량

조사대상자들의 3일 동안의 식사를 통하여 평균 섭취한 영양소에 대한 조사 결과를 Table 9에 제시하였다. 에너지 섭취는 정상군이 1979.7±312.5kcal, 골결핍증군은 1803.5±365.0kcal을 섭취하였고, 에너지섭취량을 필요추정량과 비교하여 정상군은 94.3%, 골결핍증군은 85.9% 수준으로 섭취하고 있었다.

단백질 섭취량은 정상군 77.9±18.3g, 골결핍증군 61.7±18.9g으로 정상군의 단백질 섭취량이 골결핍증군보다 유의한 차이를 보였고($p<0.05$), 권장섭취량과 대비하여 정상군은 173.1%, 골결핍증군은 137.2%로 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 지방섭취량은 정상군 67.9±24.3g, 골결핍증군 50.5±16.2%로 단백질과 마찬가지로 두 군 간에 유의한 차이를 보였다($p<0.01$).

정상군은 탄수화물 : 단백질 : 지방의 섭취 비율이 54.0 : 15.5 : 30.5, 골결핍증군은 60.1: 14.0 : 25.9였다. 정상군은 골결핍증군에 비하여 탄수화물의 섭취 비율은 낮은 반면 지방의 섭취 비율은 높았다. 정상군과 골결핍증군에 있어 탄수화물과 지방의 섭취 비율에서 유의한 차이를 보였고($p<0.05$), 단백질의 섭취 수준은 두 군에서 서로 비슷하였다.

칼슘 섭취량은 정상군 572.5±365.4mg, 골결핍증군 470.2±217.4mg 정상군의 칼슘 섭취량이 골결핍증군보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 칼슘섭취량은 권장섭취량과 비교하여 정상군은 81.8%, 골결핍증군은 67.2% 두 군 간에 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 그러나 정상군과 골결핍증군의 칼슘섭취량이 매우 낮게 섭취하고 있음을 알 수 있었다. 반면 인의 섭취량은 정상군이 135.9%, 골결핍증군이 1283.7%로 매우 높은 수준으로 섭취하고 있어 칼슘과 인의 섭취 기준에 문제가 있음을 시사하고 있다. 칼슘과 인의 섭취 비율을 살펴본 결과 정상군은 칼슘 : 인의 섭취비율이 34.7 : 65.3이었고, 골결핍증은 칼슘 : 인의 섭취비율이 33.3 : 66.7로 골결핍증군에서 인의 섭취비율이 더 높은 것으로 조사되었다.

철분 섭취량은 정상군 13.5±3.5mg, 골결핍증군 11.8±4.5mg이었고, 권장섭취량에 비교하여 정상군이 96.3%, 골결핍증군이 84.6% 수준으로 권장섭취량 이하로 섭취하고 있었다. 아연섭취량은 정상군 104.4%, 골결핍증군 92.0%로 골결핍증군의 섭취 수준이 권장량 이하로 섭취하고 있었다.

비타민 A의 섭취량은 정상군 1632.7±557.4R.E, 골결핍증군은 712.6±399.4R.E로 두 군 간에 유의한 차이를 보였다($p<0.01$). 리보플라빈 섭취량은 정상군이 1.4±0.9mg, 골결핍증군은 1.0±0.4mg으로, 나이아신 섭취량은 정상군 17.7±5.5mg, 골결핍증군은 12.7±4.8mg으로 정상군의 섭취량이 골결핍증군보다 유의하게 많았다($p<0.05$). 티아민은 정상군 117.3%, 골결핍증군 96.9%를 섭취하고 있었고, 리보플라빈은 정상군 113.7%, 골결핍증군은 87.0%로 리보플라빈 섭취 수준에 있어 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 나이아신 섭취수준은 정상군 126.1%, 골결핍증군 90.5%로 정상군은 권장섭취량 이상을 골결핍증군은 이하로 섭취하고 있었으며, 두 군 간의 섭취수준이 유의한 차이를 보였다($p<0.01$). 비타민 C의 섭취 수준은 두 군 모두 권장섭취량 이하로 섭취하고 있었다.

식이 섬유소와 나트륨 섭취 수준은 충분섭취량과 비교하였다. 식이섬유소의 섭취수준은 정상군 39.7%, 골결핍증군은 55.5%로 섭취하고 있어 식이 섬유소 섭취 수준이 낮음을 알 수 있었다. 반면 나트륨 섭취 수준은 정상군이 224.3%, 골결핍증군이 235.8%로 섭취하고 있어 나트륨 섭취가 매우 높았다.

콜레스테롤, 탄수화물, 인, 철분, 아연, 티아민, 엽산의 섭취량에 있어서 정상군이 골결핍증군보다 더 많은 양을 섭취하고 있었다. 반면, 섬유소, 나트륨, 비타민 C, 비타민 E의 섭취량은 골결핍증군이 정상군보다 더 많은 양을 섭취하고 있었으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다.

정상군은 철분을 제외하고 단백질, 지방, 칼슘에 있어 동물성 급원으로의 섭취비율이 더 높았고, 그에 반하여 골결핍증군은 단백질, 지방, 칼슘, 철분 모든 영양소에 있어 식물성 급원 식품의 섭취 비율이 더 높아 두 군 간에 영양소 급원의 선택에 있어 다른 양상을 보였다. 단백질과 철분의 동물성·식물성 영양소 섭취 비율에 있어 정상군과 골결핍증군이 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

Table 9. Mean daily nutrient intakes of subjects by bone mineral density

unit : Mean±SD

	Bone mineral density		T
	Normal(n=12)	Osteopenia(n=36)	
Energy(kcal)	1979.7±312.5 (94.3± 14.9)[1]	1803.5±365.0 (85.9±17.4)	1.497 (1.497)
Protein(g)	77.9± 18.3 (173.1± 40.6)[2]	61.7±18.9 (137.2±41.9)	2.590*
Plant source(%)	42.0± 11.4	49.5±10.5	-2.089*
Animal source(%)	58.0± 11.4	50.5±10.5	2.089*
Fat(g)	67.9± 24.3	50.5± 16.2	2.823**
Plant source(%)	46.9± 21.4	53.8±20.0	-1.031
Animal source(%)	53.2± 21.4	46.2±20.0	1.031
Cholesterol(mg)	325.7±181.3	300.2±169.7	0.448
Carbohydrate(g)	271.4± 74.3	265.5± 71.2	0.243
P : F : C(%)[3]	15.5 : 30.5 : 54.0	14.0 : 25.9 : 60.1	
Dietary fiber(g)	9.9± 9.2 (39.7± 20.8)[4]	13.9± 7.2 (55.5±28.7)	-1.532

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

1) Energy intakes were compared with estimated energy requirement(EER)

2) Percentage of recommended intake(RI)

3) Ratio of protein , fat and carbohydrate in energy

4) Dietary fiber intakes was compared with percentage of adequate intake(AI)

Table 9. Mean daily nutrient intakes of subjects by bone mineral density (continued)

unit : Mean±SD

	Bone mineral density		T
	Normal(n=12)	Osteopenia(n=36)	
Calcium(mg)	572.5±365.4 (81.8±52.2)[1)]	470.2±217.4 (67.2±31.1)	1.177*
Plant source(%)	48.0±17.7	53.9±19.3	-0.938
Animal source(%)	52.0±17.7	46.1±19.3	0.938
Phosphorus(mg)	951.5±201.1 (135.9±28.7)	901.2±299.4 (128.7±42.8)	0.54[1]
Ca : P	34.7 : 65.3	33.3 : 66.7	
Iron(mg)	13.5± 3.5 (96.3±25.3)	11.8± 4.5 (84.6±32.0)	1.149
Plant source(%)	60.0±18.1	69.4±12.9	-1.980*
Animal source(%)	40.0±18.1	30.6±12.9	1.980*
Sodium(mg)	3365.1±1066.7 (224.3±71.1)[2)]	3537.2±1139.2 (235.8±75.9)	-0.046
Zinc(mg)	8.4± 2.1 (104.4±26.8)	7.4± 2.1 (92.0±26.4)	1.404
Vitamin A(R.E)	1632.7±557.4 (251.2±82.3)	712.6±399.4 (109.6±61.4)	2.743**
Thiamin(mg)	1.3± 0.6 (117.3±50.3)	1.1± 0.4 (96.9±38.5)	1.465

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

1) Percentage of recommended intake(RI)

2) Sodium intakes was compared with percentage of adequate intake(AI)

Table 9. Mean daily nutrient intakes of subjects by bone mineral density (continued)

unit : Mean±SD

	Bone mineral density		T
	Normal(n=12)	Osteopenia(n=36)	
Riboflavin(mg)	1.4± 0.9 (113.7±71.7)[1)]	1.0± 0.4 (87.0±33.3)	1.760*
Vitamin B_6(mg)	1.6± 0.6 (117.6±37.3)	1.6± 0.6 (116.6±34.0)	0.066
Niacin(mg)	17.7± 5.5 (126.1±39.6)	12.7± 4.8 (90.5±34.0)	3.018**
Vitamin C(mg)	91.1± 69.5 (91.1±69.5)	95.7±56.3 (95.7±56.3)	-0.230
Folate(㎍)	211.2± 73.4 (52.8±18.3)	205.9± 84.1 (51.5±21.0)	0.193
Vitamin E(mg)	13.7± 5.1	14.3± 7.4	-0.255

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

1) Percentage of recommended intake(RI)

조사 대상자들의 영양소 섭취량 중 문제가 되는 영양소를 알아보기 위하여 에너지를 제외한 여러 영양소들의 평균 필요량 대비 섭취 비율과 평균필요량 미만을 섭취하고 있는 비율을 조사한 결과는 Table 10과 같다. 단백질 섭취는 평균필요량과 비교하여 정상군은 22.6%, 골결핍증군은 176.4%로 두 군 간에 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 두 군 모두 매우 높은 섭취 수준을 보였다. 단백질 섭취 수준에 있어 골결핍증군에서 5.6%만이 평균 필요량 미만으로 섭취하고 있었고, 나머지는 모두 평균 섭취량 이상으로 섭취하고 있었다.

칼슘 섭취는 정상군과 골결핍증군 각각 평균필요량 대비 98.7%, 81.8%로 두 군 간의 유의한 차이를 보였고($p<0.05$), 두 군 모두 평균필요량과 비교하여 매우 낮은 수준으로 섭취하고 있었다. 그에 반하여 인의 섭취 수준은 정상군이 164.1%, 골결핍증군은 155.4%로 매우 높게 섭취하고 있었다. 칼슘 섭취수준은 정상군의 58.3%, 골결핍증군의 75.0%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있어 칼슘 섭취에 있어 심각한 결핍수준을 보였다. 그러나 인 섭취 수준은 정상군 8.3%, 골결핍증군 13.9%만이 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었다.

철분 섭취 수준은 평균필요량과 비교하여 정상군 122.5%, 골결핍증군 107.6%로 평균필요량 이상을 섭취하고 있었다. 철분 섭취수준은 정상군 41.7%, 골결핍증군의 47.2%가 평균필요량 미만으로 섭취하는 것으로 조사되어 젊은 여성들의 철분섭취 수준에 있어 문제가 있음을 알 수 있었다.

비타민 A와 리보플라빈, 나이아신의 평균필요량 대비 섭취 수준에 있어 정상군이 골결핍증군보다 유의하게 높았고($p<0.05$, $p<0.01$), 비타민 C를 제외하고 모든 영양소에서 정상군이 골결핍증군보다 평균필요량 대비 섭취 수준이 높았다. 티아민 섭취 수준에 있어 정상군 8.3%, 골결핍증군 30.6%기 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었으며, 두 군 간에 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 리보플라빈섭취 수준은 정상군 33.3%, 골결핍증군 44.4%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었다. 나이아신 섭취 수준은 정상군 16.7%, 골결핍증군 41.7%가 평균섭취량 미만으로 섭취하고 있었고, 두 군 간에유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 엽산 섭취수준은 정상군 91.7%, 골결핍증군 88.9%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있어 본 조사 영양소 중 가장 심각한 결핍수준이 의심되는 영양소였다. 또한 조사된 영양소 중 평균필요량과 비교하여 낮은 수준으로 섭취하고 있는 영양소는 칼슘과 엽산섭취량으로 조사되었다.

전체적으로 정상군보다 골결핍증군에서 평균섭취량 미만으로 섭취하고 있는 영양소들이 더 많은 것으로 조사결과 나타났다.

Table 10. Percentage of estimated average requirements(EAR) and distribution range of nutrients by bone mineral density

unit : Mean±SD

	Bone mineral density		T, χ^2
	Normal(n=12)	Osteopenia(n=36)	
Protein	222.6±52.2	176.4±53.9	2.590*
Below	0(0.0)[1]	2(5.6)	0.696
Over	12(100.0)	34(94.4)	
Calcium	98.7±63.0	81.1±37.4	1.177*
Below	7(58.3)	27(75.0)	1.210
Over	5(41.7)	9(25.0)	
Phosphorus	164.1±34.7	155.4±51.6	0.541
Below	1(8.3)	5(13.9)	0.254
Over	11(91.7)	31(86.1)	
Iron	122.5±32.2	107.6±40.7	1.149
Below	5(41.7)	17(47.2)	0.112
Over	7(58.3)	19(52.8)	
Zinc	119.3±30.7	105.1±30.2	1.404
Below	0(0.0)	0(0.0)	-
Over	12(100.0)	36(100.0)	
Vitamin A	354.9±119.7	154.9±86.8	2.743**
Below	4(33.3)	8(22.2)	0.593
Over	8(66.7)	28(77.8)	

1) N(%)

Fisher's exact test

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

Table 10. Percentage of estimated average requirements(EAR) and distribution range of nutrients by bone mineral density (continued)

unit : Mean±SD

	Bone mineral density		T, X^2
	Normal(n=12)	Osteopenia(n=36)	
Thiamin	143.3±61.4	118.5±47.0	1.465
Below	1(8.3)	11(30.6)	2.370*
Over	11(91.7)	25(69.4)	
Riboflavin	136.5±86.1	104.4±39.9	1.760*
Below	4(33.3)[1)]	16(44.4)	0.457
Over	8(66.7)	20(55.6)	
Vitamin B_6	137.2±43.5	136.1±50.7	0.066
Below	1(8.3)	7(19.4)	0.800
Over	11(91.7)	29(80.6)	
Niacin	160.5±50.4	115.1±43.3	3.018**
Below	2(16.7)	15(41.7)	2.459*
Over	10(83.3)	21(58.3)	
Vitamin C	121.5±92.6	127.6±75.0	-0.230
Below	6(50.0)	17(47.2)	0.028
Over	6(50.0)	19(52.8)	
Folate	66.0±22.9	64.3±26.3	0.193
Below	11(91.7)	32(88.9)	0.074
Over	1(8.3)	4(11.1)	

1) N(%)

Fisher's exact test

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

6. 각 요인들 간의 상관관계

가. 골밀도지표와 신체구성성분, 혈액성분과의 상관관계

Table 11은 골밀도지표와 신체 구성성분, 혈액성상과의 상관성을 분석한 결과이다. BQI는 신장, 체성분 중 무기질량, 제지방량, 근육량과 양의 상관관계를 보였고, 혈액성분 중에서는 알부민, HDL-콜레스테롤, 칼슘, 마그네슘, ALPase, 오스테오칼신과 양의 상관관계를 가졌으며, 혈청 오스테오칼신과는 유의한 양의 상관성을 보였다(r=0.346). 그러나 체중, 체성분 중 단백질량, 체지방량, BMI, 총수분량, 체지방율, 복부피하지방두께와 음의 상관관계를 가졌으며, 그 중 복부피하지방두께와는 유의한 음의 상관성을 보였다(r=-0.272). 또한 혈액성분 중에서는 단백질, 총 콜레스테롤, 중성지방, LDL-콜레스테롤과 음의 상관관계를 보였고, 그 중에서 총 콜레스테롤 농도와는 유의한 음의 상관성을 가졌다(r=-0.238).

T-score와 Z-score는 신장, 체성분 중 무기질량, 제지방량, 근육량과 양의 상관관계를 보였고, 그 중 T-score는 근육량과 유의한 양의 상관성을 보였다(r=0.215). 그에 반하여 체중, 체성분 중 단백질량, 체지방량, BMI, 총수분량, 체지방율, 복부피하지방두께와 음의 상관관계를 가졌으며, 그 중 복부피하지방두께와는 T-score(r=-0.270)와 Z-score(r=-0.284) 모두 유의한 음의 상관성을 보였다. 또한 혈액성분 중에서는 단백질, 총 콜레스테롤, 중성지방, LDL-콜레스테롤과 음의 상관관계를 보였고, 그 중에서 총 콜레스테롤 농도와는 T-score(r=-0.240)와 Z-score(r=-0.256) 모두 유의한 음의 상관성을 가졌다.

Table 11. Correlation between bone density and related variables of anthropometric or biochemical indices

		BQI	T-score	Z-score
Height		0.029	0.022	0.038
Weight		-0.181	-0.188	-0.177
Body protein		-0.206	-0.216	-0.214
Body mineral		0.191	0.200	0.194
Body fat mass		-0.135	-0.139	-0.128
Lean body mass		0.190	0.199	0.192
Total body water		-0.185	-0.193	-0.186
Body muscle mass		0.205	0.215*	0.206
BMI		-0.170	-0.174	-0.175
% body fat		-0.046	-0.045	-0.035
Abdominal subcutaneous fat		-0.272*	-0.270*	-0.284*
Serum	Total protein	-0.016	-0.012	-0.042
	Albumin	0.022	0.024	0.001
	Total cholesterol	-0.238*	-0.240*	-0.256*
	Triglyceride	-0.166	-0.161	-0.164
	HDL-cholesterol	0.001	0.003	0.001
	LDL-cholesterol	-0.208	-0.212	-0.227*
	Calcium	0.153	0.159	0.149
	Magnesium	0.156	0.152	0.176
	ALPase	0.040	0.041	0.046
	Osteocalcin	0.346*	0.351*	0.357*

*: $p < 0.05$

나. 골밀도지표와 혈중 무기질 농도, 골형성지표 및 이소플라본 섭취량 및 영양소섭취와의 관계

골밀도지표 및 골형성지표와 영양소섭취 수준과의 상관관계를 분석한 결과는 Table 12와 같다. BQI는 에너지, 단백질, 탄수화물, 칼슘, 인, 철분, 아연, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 엽산, 이소플라본 섭취량과 양의 상관관계를 보였고, 그 중에서 단백질(r=0.300)과 이소플라본 섭취량(r=0.320)과는 유의하게 양의 상관성을 가졌다. 반면 BQI는 지방, 콜레스테롤, 식이 섬유소, 나트륨, 비타민 B_6, 비타민 C, 비타민 E와 음의 상관관계를 보였다.

T-score는 에너지, 단백질, 탄수화물, 칼슘, 인, 철분, 아연, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 엽산, 이소플라본 섭취량과 양의 상관성을 가졌으며, 그 중 단백질 섭취량과는 유의하게 양의 상관관계를 보였다(r=0.296). 그러나 T-score는 지방, 콜레스테롤, 식이 섬유소, 나트륨, 비타민 B_6, 비타민 C, 비타민 E와 음의 상관성을 보였다.

Z-score는 에너지, 단백질, 탄수화물, 칼슘, 인, 아연, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 비타민 B_6, 나이아신, 이소플라본 섭취량과 양의 상관관계를 보였고, 그 중에서 단백질(r=0.308)과 이소플라본 섭취량(r=0.334)과는 유의하게 양의 상관성을 가졌다. 반면 지방, 콜레스테롤, 식이 섬유소, 나트륨, 비타민 C, 비타민 E와는 음의 상관성을 보였다.

혈청 오스테오칼신 농도는 탄수화물, 칼슘, 인, 철분, 나트륨, 비타민 A, 비타민 B_6, 비타민 C, 엽산, 이소플라본 섭취량과 양의 상관성을 보였고, 그 중에서 탄수화물 섭취량과는 유의하게 양의 상관관계를 가졌다(r=0.303). 그러나 에너지, 단백질, 지방, 콜레스테롤, 식이 섬유소, 아연, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 E와는 음의 상관성을 보였고, 그 중 지방(r=-0.367), 티아민 섭취량(r=-0.360)과는 유의성을 보였다.

혈청 ALPase 농도는 지방, 철분, 나트륨, 아연, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 나이아신 섭취량과 양의 상관관계를 보였다. 반면 에너지, 단백질, 콜레스테롤, 탄수화물, 식이 섬유소, 칼슘, 인, 비타민 B_6, 비타민 C, 엽산, 비타민 E, 이소플라본 섭취량과는 음의 상관성을 보였고, 그 중에서 식이 섬유소 섭취량과는 유의하게 음의 상관관계를 가졌다(r=-0.305).

Table 12. Correlation between nutrient intakes including isoflavone and indices related with bone density

	BQI	T-score	Z-score	Osteocalcin	ALPase
Energy	0.199	0.197	0.204	-0.129	-0.088
Protein	0.300*	0.296*	0.308*	-0.008	-0.078
Fat	-0.153	-0.153	-0.156	-0.367*	0.070
Cholesterol	-0.059	-0.055	-0.038	-0.071	-0.199
Carbohydrate	0.185	0.180	0.185	0.303*	-0.160
Dietary fiber	-0.219	-0.218	-0.222	-0.052	-0.305*
Calcium	0.151	0.162	0.157	0.212	-0.123
Phosphorus	0.059	0.063	0.060	0.057	-0.227
Iron	0.061	0.063	0.052	0.068	0.156
Sodium	-0.013	-0.017	-0.021	0.140	0.008
Zinc	0.154	0.154	0.161	-0.089	0.019
Vitamin A	0.229	0.238	0.234	0.123	0.185
Thiamin	0.029	0.027	0.027	-0.360*	0.027
Riboflavin	0.100	0.118	0.112	-0.028	0.257
Vitamin B_6	-0.010	-0.012	0.002	0.046	-0.092
Niacin	0.214	0.220	0.226	-0.051	0.048
Vitamin C	-0.096	-0.095	-0.089	0.123	-0.025
Folate	0.003	0.001	0.021	0.170	-0.056
Vitamin E	-0.161	-0.164	-0.154	-0.058	-0.086
Isoflavone	0.320*	0.322	0.334*	0.098	-0.138

*: $p < 0.05$

제 2 절 기초 조사 결과 골결핍증 대상자들의 실험군 분류에 따른 특성

본 연구에서는 이소플라본의 투여가 골결핍증을 보이는 젊은 여성들의 골밀도 및 골대사지표에 미치는 효과를 알아보기 위하여 이소플라본 40mg 투여군은 Iso-40군, 이소플라본 80mg 투여군은 Iso-80군, 찹쌀가루 40mg 투여군은 위약투여군으로 명명하였다.

1. 실험군별 특성 비교

조사대상자들의 일반사항에 대한 조사결과는 Table 13과 같다. 조사 대상자의 평균 연령은 Iso-40군 21.7세, Iso-80군 21.3세, 위약투여군 22.2세였다. 주거 형태는 Iso-40군은 자택 거주 83.3%, 자취 16.7%였고, Iso-80군은 자택거주 75.0%, 자취 8.3%, 기숙사 거주 16.7%였으며, 위약투여군에서는 자택거주 66.7%, 자취가 33.3%였다. 규칙적인 주기로 생리를 하느냐는 질문에 Iso-40군 '아니오' 58.3%, Iso-80군에서 '아니오' 16.7%, 위약투여군은 '아니오' 35.7%로 Iso-40군에서 생리를 불규칙적으로 하는 대상자가 많았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

조사대상자들의 흡연 여부 조사 결과 Iso-40군은 현재 흡연 중인 경우가 8.3%, 과거 흡연력이 있는 여성이 16.7%, 처음부터 피우지 않은 여성은 75.0%였다. Iso-80군에서는 현재 흡연 중인 경우가 25.0%, 과거 흡연력이 있는 여성은 16.7%, 처음부터 피우지 않은 여성은 58.3%였으며, 위약투여군에서는 과거 흡연력이 있는 여성이 8.3%, 처음부터 피우지 않은 여성은 91.7%로 모든 군에서 비흡연자가 더 많았다. 음주 여부에 대한 조사 결과 Iso-40군의 경우 50.0%, Iso-80군에서는 75.0%가, 위약투여군은 100.0%가 평소에 술을 마신다고 응답하였으며, 각 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

조사대상자들의 일상생활에서의 활동량 및 대중매체 이용 시간을 알아본 결과 일상 활동 정도에 대하여 가벼운 활동(앉아서 책읽기, 앉아서 수업듣기, 주로 앉아서 일한다), 중간 활동(보통속도로 걷기, 가벼운 운동:탁구, 자전거 등, 걸어 다니며

일한다), 심한 활동(심한운동:배드민턴, 수영 등, 농사일, 달리기) 세 부분으로 나누어 조사하였다. 조사 결과 세 군 모두에서 심한 활동은 조사되지 않았고, Iso-40군은 75.0%가 가벼운 활동, 25.0%가 중간 활동이라고 하였고, Iso-80군에서는 75.0%가 가벼운 활동, 25.0%가 중간 활동정도를 한다고 응답하였으며, 위약투여군에서는 66.7%가 가벼운 활동, 33.3%가 중간 활동정도로 조사되어 각 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

하루 중 자신이 걷는 시간에 대하여 20분 미만, 20～40분, 40분 이상으로 조사한 결과 두 군 모두에서 40분 이상 걷는다는 응답자가 없어서 20분 미만, 20분 이상으로 재구성하여 조사한 결과, Iso-40군에서 100.0%가 20분 이상은 걷는다고 응답한 반면, Iso-80군에서는 16.7%가 하루 20분 미만, 83.3%가 20분 이상 걷는다고 하였고, 위약투여군에서는 41.7%가 하루 20분 미만, 58.3%가 20분 이상 걷는다고 하였고 군 간에 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 조사대상자들의 대중매체 이용을 알아보기 위하여 TV시청이나 전자오락, 컴퓨터 사용시간에 대한 조사 결과 Iso-40군은 1시간 미만 25.0%, 1～2시간 33.3%, 2시간 이상 41.7%였고, Iso-80군은 1～2시간 50.0%, 2시간 이상 50.0%였으며, 위약투여군은 1시간 미만 16.7%, 1～2시간 66.6%, 2시간 이상 16.7%로 Iso-80군에서 TV시청이나 전자오락, 컴퓨터 사용 시간이 다른 군에 비하여 가장 높았으며, 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

Table 13. Characteristics of subjects in experimental groups

unit : N(%)

		Experimental group			χ^2
		Iso-40[1)] (n=12)	Iso-80 (n=12)	Placebo (n=12)	
Age(Yr.)		21.7±1.4	21.3±1.8	22.2±2.1	F=0.768
Type of residence	Home in town	10(83.3)	9(75.0)	8(29.6)	6.222
	Dormitory	0(0.0)	2(100.0)	0(0.0)	
	Boarding oneself	2(16.7)	1(14.3)	4(33.3)	
Monthly pocket money (10,000won)	〈 20	4(33.3)	3(37.5)	1(12.5)	3.750
	20-30	6(50.0)	4(25.0)	6(50.0)	
	≥30	2(16.7)	5(41.7)	5(41.7)	
Regularity of menstruation	Yes	10(83.3)	5(41.7)	7(58.3)	4.442
	No	2(16.7)	7(58.3)	5(41.7)	
Smoking	Yes	1(8.3)	3(25.0)	0(0.0)	4.789
	Ex-smoker	2(16.7)	2(16.7)	1(8.3)	
	No	9(75.0)	7(58.3)	11(91.7)	
Drinking	Yes	6(50.0)	9(75.0)	12(100.0)	8.000*
	No	6(50.0)	3(25.0)	0(0.0)	
Physical activity	Light	9(75.0)	9(75.0)	8(66.7)	0.277
	Moderate	3(25.0)	3(25.0)	4(33.3)	
Daily walking time(min)	〈 20	0(0.0)	2(16.7)	5(41.7)	6.739*
	≥ 20	12(100.0)	10(83.3)	7(58.3)	
TV watching & Computer using (hr/day)	〈 1	3(25.0)	0(0.0)	2(16.7)	6.133*
	1～2	4(33.3)	6(50.0)	8(66.6)	
	≥ 2	5(41.7)	6(50.0)	2(16.7)	

Fisher's exact test

*: p 〈0.05

1) Iso-40 : isoflavone taken in 40mg, Iso-80 : isoflavone taken in 80mg, Placebo : glutinous rice flour taken in 40mg

2. 실험군별 기초 신체계측치

가. 신체계측

조사 대상자의 신체 사항은 Table 14에 제시하였다. 조사 대상자들의 평균 신장은 Iso-40군 158.4±5.6cm, Iso-80군 162.5±5.6cm, 위약투여군 160.2±3.5cm였고, 체중은 Iso-40군 50.7±1.6kg, Iso-80군 53.7±5.9kg, 위약투여군 52.8±6.2kg였다.

신체 구성성분 중 무기질함량은 Iso-40군 2.8±0.3kg, Iso-80군 2.7±2.9kg, 위약투여군 2.9±0.4kg이었다. 체지방량은 Iso-40군 12.3±2.3kg, Iso-80군 13.4±3.4kg, 위약투여군 12.5±3.1kg이었으며 군 간에 통계적인 차이는 없었다.

복부피하지방두께는 Iso-40군 2.2±0.6cm, Iso-80군 2.3±0.8cm, 위약투여군 2.4±0.6cm였다. 또한 BMI는 Iso-40군 20.1±2.1, Iso-80군과 위약 투여군에서는 각각 20.4±2.0로 세 군 모두 정상 범위였다. 체지방율 Iso-40군 24.2±2.5%, Iso-80군 24.4±2.7%, 위약 투여군은 23.6±4.3%로 모든 군 모두 정상 범위였다.

Table 14. Baseline of anthropometric measurements of subjects in experimental groups

unit : Mean±SD

	Experimental group			F
	Iso-40 (n=12)	Iso-80 (n=12)	Placebo (n=12)	
Height(cm)	158.8±5.6	162.5±5.6	160.2±3.5	1.663
Weight(kg)	50.7±1.6	53.7±5.9	52.8±6.2	0.801
Body protein(kg)	7.6±0.7	7.9±0.8	7.9±1.0	0.548
Body mineral(kg)	2.8±0.3	2.7±0.2	2.9±0.4	1.032
Body fat mass(kg)	12.3±2.3	13.4±3.4	12.5±3.1	0.414
Lean body mass(kg)	38.4±3.5	40.6±3.0	40.1±4.9	1.012
Total body water(kg)	28.0±2.5	29.6±2.2	29.5±3.5	1.196
Body muscle mass(kg)	35.6±3.2	35.6±9.3	36.9±4.4	1.001
Abdominal subcutaneous fat (cm)	2.2±0.6	2.3±0.8	2.4±0.6	0.160
BMI(kg/m^2)[1)]	20.1±2.1	20.4±2.0	20.4±2.0	0.071
% body fat (%)	24.2±2.5	24.4±2.7	23.6±4.3	0.090

1) BMI : body mass index = weight(kg)/height$(m)^2$

나. 비만 정도 분류

조사 대상자의 비만도는 Table 15와 같다. BMI에 의한 비만도 분류 결과 Iso-40군에서 저체중은 25.0%, 정상은 66.7%, 과체중 이상은 8.3%였고, Iso-80군은 저체중 25.0%, 정상 58.3%, 과체중 이상 16.7%였으며, 위약투여군에서는 저체중 25.0%, 정상 66.7%, 과체중 이상 8.3%였다.

체지방율에의한 비만도 분류 결과는 Iso-40군과 Iso-80군에서 각각 정상이 50.0%, 약간 과체중 이상은 50.0%였다. 또한 위약투여군에서 마름이 8.3%, 정상 41.7%, 약간 과체중 이상 50.0%로 모든 군에서 체지방율이 정상범위 이상으로 문제가 되는 대상자가 많았다.

Table 15. Distribution of obesity of subjects in experimental groups

unit : N(%)

		Experimental group			X^2
		Iso-40 (n=12)	Iso-80 (n=12)	Placebo (n=12)	
BMI	Underweight[1)]	3(25.0)	3(25.0)	3(25.0)	0.587
	Normal	8(66.7)	7(58.3)	8(66.7)	
	Overweight	1(8.3)	2(16.7)	1(8.3)	
% body fat	Lean[2)]	0(0.0)	0(0.0)	1(8.3)	2.118
	Normal	6(50.0)	6(50.0)	5(41.7)	
	Mild overweight	5(50.0)	6(50.0)	6(50.0)	

Fisher's exact test

*: $p < 0.05$

1) Underweight: <18.5, Normal: 18.5~22, Overweight: ≥23

2) Lean: <13, Normal: 13~23, Mild overweight: ≥24

3. 실험군별 기초 생화학적 검사치

가. 혈청 단백질 및 지질

조사대상자들의 혈액성상을 분석한 결과는 Table 16과 같다. 혈청 단백질 농도는 Iso-40군 7.3±0.9g/dl, Iso-80군 7.3±0.8g/dl, 위약투여군 7.5±0.7g/dl이었고, 알부민 농도는 Iso-40군과 Iso-80군은 각각 4.8±0.5g/dl, 위약투여군 4.9±0.4g/dl으로 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

혈중 총 콜레스테롤은 Iso-40군 189.1±52.7mg/dl, Iso-80군 195.8±31.2mg/dl, 위약투여군 184.8±34.1mg/dl으로 Iso-80군의 혈중 총 콜레스테롤 농도가 가장 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 중성지방 농도는 Iso-40군 91.7±40.1mg/dl, Iso-80군 80.3±16.2mg/dl, 위약투여군 110.1±60.1mg/dl으로 위약투여군의 중성지방 농도가 가장 높았고, Iso-40군과 Iso-80군과는 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 위약투여군은 다른 두 군과 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). HDL-콜레스테롤은 Iso-40군 45.8±17.9mg/dl, Iso-80군 52.8±14.5mg/dl, 위약투여군 41.5±13.0mg/dl으로 Iso-80군의 농도가 가장 높았고, Iso-40군과 Iso-80군 사이에 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 위약투여군과 두 군과는 통계적으로 유의한 차이는 없었다. LDL-콜레스테롤은 Iso-40군 125.0±45.6mg/dl, Iso-80군 126.9±38.3mg/dl, 위약투여군 121.2±36.5mg/dl으로 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 16. Baseline biochemical indices of subjects in experimental groups

unit : Mean±SD

	Experimental group			F
	Iso-40 (n=12)	Iso-80 (n=12)	Placebo (n=12)	
Total - protein(g/dl)[1)]	7.3±0.9	7.3±0.8	7.5±0.7	0.133
Albumin(g/dl)[2)]	4.8±0.5	4.8±0.5	4.9±0.4	0.214
Total - cholesterol(mg/dl)[3)]	189.1±52.7	195.8±31.2	184.8±34.1	0.229
Triglyceride(mg/dl)[4)]	91.7±40.1[a]	80.3±16.2[a]	110.1±60.1[b]	4.479*
HDL-cholesterol(mg/dl)[5)]	45.8±17.9[a]	52.8±14.5[b]	41.5±13.0[ab]	5.283*
LDL-cholesterol(mg/dl)[6)]	125.0±45.6	126.9±38.3	121.2±36.5	0.062

ab : different superscripts are significantly different in the same row at

** : p 〈 0.01 by Tukey's multiple range test

1) Reference range : 6.7～8.3g/dl

2) Reference range : 3.6～5.0g/dl

3) Reference range : 150～219mg/dl

4) Reference range : 50～149mg/dl

5) Reference range : 45～69mg/dl

나. 골밀도, 혈중 무기질함량 및 골형성지표

(1) 골밀도

조사대상자들의 골밀도에 대한 결과는 Table 17에 제시하였다. 종골의 BQI는 Iso-40군 80.2±4.3, Iso-80군 74.5±3.5, 위약투여군 78.8±6.3으로 Iso-40군과 Iso-80군 사이에는 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 위약투여군과 다른 두 군 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

T-score는 Iso-40군 -1.27±0.23, Iso-80군 -1.58±0.19, 위약투여군 -1.35±0.33으로 이으로 Iso-40군과 Iso-80군 사이에는 유의한 차이가 있었고(p<o.o5), 위약투여군과 다른 두 군 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 또한 Z-score는 Iso-40군 -1.32±0.25, Iso-80군 -1.67±0.21, 위약투여군 -1.40±0.36으로 Iso-40군과 Iso-80군 사이에는 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 위약투여군과 다른 두 군 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

Table 17. Baseline bone density of subjects by experimental groups

unit : Mean±SD

	Experimental group			F
	Iso-40 (n=12)	Iso-80 (n=12)	Placebo (n=12)	
Bone quality index(BQI)	80.2±4.3[a]	74.5±3.5[b]	78.8±6.3[ab]	4.544*
T-score[1)]	-1.27±0.23[a]	-1.58±0.19[b]	-1.35±0.33[ab]	4.540*
Z-score[2)]	-1.32±0.25[a]	-1.67±0.21[b]	-1.40±0.31[ab]	5.085*

ab : different superscripts are significantly different in the same row at * : $p < 0.05$ by Tukey's multiple range test

1) T-score : Subjects' BQ I- young adult BQI/Standard deviation of young adult value(20~49 year)

2) Z-score : Subject' BQI - age matched BQI/Standard deviation of age matched value

(2) 혈중 무기질 함량과 골형성지표

Table 18은 조사대상자들의 혈중 무기질 함량과 골형성지표를 조사한 결과이다. 혈중 칼슘 함량은 Iso-40군 9.1±1.2mg/dl, Iso-80군 8.9±1.2mg/dl, 위약투여군 9.2±0.7mg/dl이었고, 혈중 마그네슘 함량은 Iso-40군 2.3±0.4mg/dl, Iso-80군 2.2±0.3mg/dl, 위약투여군 2.1±0.2mg/dl였다.

골형성지표의 분석 결과 혈청 ALPase 농도는 Iso-40군 159.0±29.3U/L, Iso-80군은 156.9±19.1U/L, 위약투여군 164.1±32.7U/L로 위약투여군, Iso-40군, Iso-80군 순이었으며 통계적으로 유의하게 차이는 없었다. 또한 혈청 오스테오칼신의 농도는 Iso-40군 8.9±0.9ng/ml, Iso-80군 8.2±0.5ng/ml, 위약투여군 9.6±1.6ng/ml로 위약투여군은 Iso-40군과는 통계적으로 유의한 차이는 없었으나, Iso-80군과는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

Table 18. Baseline of concentrations of serum mineral and bone turnover markers of the subjects in experimental groups

unit : Mean±SD

		Experimental group			F
		Iso-40 (n=12)	Iso-80 (n=12)	Placebo (n=12)	
Mineral	Calcium(mg/dl)[1)]	9.1±1.2	8.9±1.2	9.2±0.7	0.085
	Magnesium(mg/dl)[2)]	2.3±0.4	2.2±0.3	2.1±0.2	0.691
Bone turnover marker	ALPase(U/L)[3)]	159.0±29.3	156.9±19.1	164.1±32.7	0.214
	Osteocalcin(ng/ml)[4)]	8.9±0.9[ab]	8.2±0.5[a]	9.6±1.6[b]	5.213*

ab : different superscripts are significantly different in the same row at * : $p < 0.05$ by Tukey's multiple range test

1) Reference range : 8.4～10.2mg/dl

2) Reference range : 1.5～2.5mg/dl

3) ALPase(Alkaline phosphatase activity) reference range : 104～338U/L

4) Reference range : 9～55ng/ml

4. 실험군별 영양소 섭취량

가. 식사 중 이소플라본 섭취량

Table 19는 식품섭취빈도법을 이용하여 우리가 일상 중에 많이 상용하는 대두식품을 통하여 이소플라본의 섭취량에 대한 조사결과이다. Iso-40군 평균 24.8±4.0mg, Iso-80군 22.7±2.0mg, 위약투여군 25.0±3.1로 이소플라본 섭취량은 위약투여군, Iso-40군, Iso-80군 순 이었으며 각 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 19. Dietary isoflavone intake of the subjects

unit : Mean±SD

	Experimental group			F
	Iso-40 (n=12)	Iso-80 (n=12)	Placebo (n=12)	
Isoflavone(mg)	24.8±4.0	22.7±2.0	25.0±3.1	1.958

나. 영양소 섭취량

조사대상자들의 3일 동안의 식사를 통하여 평균 섭취한 영양소에 대한 조사 결과를 Table 20에 제시하였다. 에너지 섭취는 Iso-40군이 1709.8±411.9kcal, Iso-80군은 1901.3±391.8kcal, 위약투여군 1799.3±284.3kcal을 섭취하였고, 에너지섭취량은 필요추정량에 대비하여 Iso-40군 81.5%, Iso-80군은 90.5%l, 위약투여군 85.7%를 섭취하였다.

단백질 섭취량은 Iso-40군 55.0±21.1g, Iso-80군 63.7±16.2g, 위약투여군 66.5±18.6g으로 위약투여군, Iso-80군, Iso-40군 순으로 섭취하였고, 권장섭취량과 비교하여 Iso-40군 122.1%, Iso-80군 141.7%, 위약투여군 147.8%로 모든 군에서 권장섭취량 이상으로 섭취하였다. Iso-40군은 식물성 단백질 섭취비율이 52.7%인데 반하여, Iso-80군과 위약투여군은 동물성 단백질 섭취비율이 각각 51.6%, 52.6%로 주 급원식품의 섭취가 다르게 나타났으나 유의한 차이는 아니었다.

지방 섭취량은 Iso-40군 45.8±17.2g, Iso-80군 56.2±16.4g, 위약투여군 49.5±14.5g으로 Iso-80군, 위약투여군, Iso-40군 순으로 섭취하였으며, 모든 군에서 식물성 급원식품으로의 섭취비율이 높았다. 콜레스테롤 섭취량은 Iso-40군 277.7±176.7mg, Iso-80군 295.0±193.0mg, 위약투여군 328.0±147.3mg으로 위약투여군의 콜레스테롤 섭취량이 일일 300mg 이상을 섭취하고 있었다. 탄수화물 섭취량은 Iso-40군 260.6±86.3g, Iso-80군 252.0±72.4g, 위약투여군 284.0±53.5g으로 위약투여군, Iso-40군, Iso-80군 순서였다.

Iso-40군의 탄수화물 : 단백질 : 지방의 섭취 비율은 62.0 : 24.9 : 13.1, Iso-80군이 56.7 : 28.8 : 14.5, 위약투여군은 61.7 : 24.0 : 14.3이었다. 모든 군에서 단백질 섭취비율은 비슷하였으나, Iso-80군에서 지방 섭취비율은 다른 군에 비하여 높았으나 통계적인 차이는 아니었다.

칼슘 섭취량은 Iso-40군 457.2±274.5mg, Iso-80군 454.1±135.7mg, 위약투여군 499.5±135.0mg 위약투여군, Iso-40군, Iso-80군 순으로 섭취하였고, 칼슘섭취량은 권장섭취량과 비교하여 Iso-40군 65.3%, Iso-80군 64.9% 위약투여군 71.3%로 모든 군에서 칼슘섭취 수준이 매우 낮음을 알 수 있었다. Iso-40군은 식물성 칼슘섭취 비율이 51.7%, Iso-80군 60.4%로 식물성 급원식품으로 칼슘섭취를 많이 하였고, 위

약투여군은 식물성 : 동물성 섭취 비율이 49.8 : 50.2로 서로 비슷하였다.

인의 섭취량은 Iso-40군에서 권장섭취량의 119.5%, Iso-80군 133.8%, 위약투여군 132.9%로 칼슘섭취에 비하여 높은 수준으로 섭취하였다. 또한 칼슘과 인의 섭취 비율을 조사한 결과 칼슘 : 인의 비가 Iso-40군은 33.6 : 66.4, Iso-80군 32.4 : 67.6, 위약투여군 33.9 : 66.1 칼슘 : 인의 섭취 비가 모든 군에서 1 : 2 수준으로 칼슘과 인의 섭취 비율이 균형을 이루지 못하였다.

철분 섭취량은 Iso-40군 11.4±6.7mg, Iso-80군 12.2±3.2mg, 위약투여군 11.8±2.9mg이었고, 권장섭취량에 비교하여 Iso-40군 81.8%, Iso-80군 87.3%, 위약투여군 84.6%로 Iso-80군, 위약투여군, Iso-40군 순으로 섭취하였으며, 모든 군에서 권장섭취량 이하로 섭취하였다. 또한 철분 섭취에 있어 식물성 급원식품으로의 섭취 비율이 Iso-40군 76.4%, Iso-80군 68.5%, 위약투여군 63.3%로 철분 급원식품 선택에 있어 모든 군에서 식물성 섭취 비율이 동물성 섭취비율에 비하여 매우 높았으며, Iso-40군과 위약투여군 사이에 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

비타민 A의 섭취량은 Iso-40군 635.2±265.4R.E, Iso-80군 712.6±399.4R.E, 위약투여군 885.9±568.8R.E로 섭취하였다. 또한 비타민 A는 권장섭취량에 대해서는 Iso-40군 97.7%, Iso-80군 94.9%, 위약투여군 136.3%로 Iso-40군과 Iso-80군은 권장섭취량 미만으로 섭취하고 있었으나 각 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

티아민은 권장섭취량에 비하여 Iso-40군 83.8%, Iso-80군 103.4%, 위약투여군 103.6%로 Iso-40군만 권장섭취량 미만을 섭취하고 있었고, 리보플라빈 권장섭취량과 대비하여 Iso-40군 77.4%, Iso-80군 80.4%, 위약투여군 103.2%로 Iso-40군과 Ios-80군에서 권장섭취량 미만을 섭취하였다. 나이아신 섭취량은 Iso-40군 10.9±5.1mg, Iso-80군 13.8±4.8mg, 위약투여군 13.3±4.3mg이었고, 권장섭취량에 대해서 Iso-40군 78.1%, Iso-80군 98.3%, 위약투여군 95.0%로 Iso-80군, 위약투여군, Iso-40군 순으로 섭취하였으며, 모든 군에서 권장섭취량 이하로 섭취하였다. Iso-40군은 Iso-80군, 위약투여군과 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

비타민 C 섭취량은 권장섭취량과 대비하여 Iso-40군 99.3%, Iso-80군 86.5%, 위약투여군 101.3%로 위약투여군, Iso-40군, Iso-80군 순으로 섭취하였으며, 위약투여군만 권장섭취량 이상을 섭취하고 있었다. 엽산 섭취량은 Iso-40군 219.6±111.1㎍, Iso-80군 181.4±63.9㎍, 위약투여군 216.7±71.2㎍였고, 권장섭취량과 비교하여

Iso-40군은 54.9%, Iso-80군 45.3%, 위약투여군 54.2%로 모든 군에서 권장섭취량 이하로 섭취하였다.

식이 섬유소와 나트륨 섭취 수준은 충분섭취량과 비교하였다. 식이 섬유소의 섭취 비율은 Iso-40군 57.3%, Iso-80군 61.8%, 위약투여군 47.5% 식이 섬유소 섭취 수준이 낮음을 알 수 있었다. 반면 나트륨 섭취 수준은 Iso-40군 210.5%, Iso-80군 254.2%, 위약투여군 242.7%로 섭취하고 있어 나트륨 섭취율이 매우 높았다.

Table 20. Mean daily nutrient intakes of subjects in experimental groups

unit : Mean±SD

	Experimental group			F
	Iso-40 (n=12)	Iso-80 (n=12)	Placebo (n=12)	
Energy(kcal)	1709.8±411.9 (81.5±19.6)[1]	1901.3±391.8 (90.5±18.7)	1799.3±284.3 (85.7±13.5)	0.819
Protein(g)	55.0±21.1 (122.1±46.8)[2]	63.7±16.2 (141.7±36.1)	66.5±18.6 (147.8±41.4)	1.240
Plant source(%)	52.7±10.2	48.4±9.3	47.4±11.9	0.849
Animal source(%)	47.3±10.2	51.6±9.3	52.6±52.6	0.849
Fat(g)	45.8±17.2	56.2±16.4	49.5±14.5	1.311
Plant source(%)	52.1±24,7	56.3±17.9	53.1±18.1	0.141
Animal source(%)	47.9±24.7	43.7±17.9	46.9±18.1	0.141
Cholesterol(mg)	277.7±176.7	295.0±193.0	328.0±147.3	0.261
Carbohydrate(g)	260.6±86.3	252.0±72.4	284.0±53.5	0.635
P: F: C(%)[3]	13.1: 24.9 : 62.0	14.5 : 28.8 : 56.7	14.3: 24.0 : 61.7	
Dietary fiber(g)	14.3±9.9 (57.3±39.5)	15.4±4.1 (61.8±16.6)	11.9±6.5 (47.5±26.0)	0.758

1) Energy intakes were compared with estimated energy requirement(EER)

2) Percentage of recommended intake(RI)

3) Ratio of protein , fat and carbohydrate in energy

4) Dietary fiber intakes was compared with percentage of adequate intake(AI)

Table 20. Mean daily nutrient intakes of subjects in experimental groups (continued)

unit : Mean±SD

	Experimental group			F
	Iso-40 (n=12)	Iso-80 (n=12)	Placebo (n=12)	
Calcium(mg)	457.2±274.5 (65.3±39.2)[1)]	454.1±135.7 (64.9±19.4)	499.5±235.0 (71.3±33.6)	0.155
Plant source(%)	51.7±16.6	60.4±16.4	49.8±23.8	1.038
Animal source(%)	48.3±16.6	39.6±16.4	50.2±23.8	1.038
Phosphorus(mg)	836.8±408.7 (119.5±58.4)	936.3±218.9 (133.8±31.3)	930.4±252.0 (132.9±36.0)	0.640
Ca : P	33.6 : 66.4	32.4 : 67.6	33.9 : 66.1	-
Iron(mg)	11.4 ±6.7 (81.8±47.6)	12.2±3.2 (87.3±23.1)	11.8±2.9 (84.6±20.8)	0.086
Plant source(%)	76.4±9.2[a]	68.5±12.7[ab]	63.3±13.6[b]	3.656*
Animal source(%)	23.6±9.2[a]	31.5±12.7[ab]	36.7±13.6[b]	3.656*
Sodium(mg)	3157.7±862.1 (210.5±68.6)[2)]	3813.4±960.1 (254.2±64.0)	3640.3±987.6 (242.7±91.8)	1.072
Zinc(mg)	6.6±2.7 (83.1±33.4)	7.6±1.9 (95.4±23.5)	7.8±1.6 (97.5±20.4)	1.052
Vitamin A(R.E)	635.2±265.4 (97.7±10.8)	616.6±253.1 (94.9±38.9)	885.9±568.8 (136.3±87.5)	1.778

ab : different superscripts are significantly different in the same row at * : $p < 0.05$ by Tukey's multiple range test

1) Percentage of recommended intake(RI)

2) Sodium intakes was compared with percentage of adequate intake(AI)

Table 20. Mean daily nutrient intakes of subjects in experimental groups (continued)

unit : Mean±SD

	Experimental group			F
	Iso-40 (n=12)	Iso-80 (n=12)	Placebo (n=12)	
Thiamin(mg)	0.9±0.3 (83.8±31.0)[1)]	1.1±0.6 (103.4±51.6)	1.1±0.3 (103.6±28.2)	1.061
Riboflavin(mg)	0.9±0.4 (77.4±30.9)	1.0±0.2 (80.4±18.3)	1.2±0.5 (103.2±42.3)	2.322
Vitamin B_6(mg)	1.6±0.7 (111.0±51.8)	1.6±0.6 (114.4±42.3)	1.7±0.5 (124.5±37.7)	0.303
Niacin(mg)	10.9±5.1[a] (78.1±36.5)[a]	13.8±4.8[b] (98.3±33.9)[b]	13.3±4.3[b] (95.0±30.8)[b]	3.231*
Vitamin C(mg)	99.3±54.3 (99.3±54.3)	86.5±58.2 (86.5±58.1)	101.3±60.0 (101.3±60.0)	0.235
Folate(㎍)	219.6±111.1 (54.9±27.8)	181.4±63.9 (45.3±15.9)	216.7±71.2 (54.2±17.8)	0.761
Vitamin E(mg)	13.1±7.5	17.9±9.0	11.9±4.1	2.401

ab : different superscripts are significantly different in the same row at * : $p < 0.05$ by Tukey's multiple range test

1) Percentage of recommended intake(RI)

조사 대상자들의 영양소 섭취량 중 문제가 되는 영양소를 알아보기 위하여 에너지를 제외한 여러 영양소들의 평균 필요량 대비 섭취 비율과 평균필요량 미만을 섭취하고 있는 비율을 조사한 결과는 Table 21과 같다. 단백질 섭취는 평균필요량과 비교하여 Iso-40군 157.0%, Iso-80군 182.1%, 위약투여군 190.0%로 모든 군 매우 높은 섭취 수준을 보였다. 단백질 섭취 수준에 있어 Iso-40군에서 16.7%만이 평균 필요량 미만으로 섭취하고 있었고, 나머지는 모두 평균 섭취량 이상으로 섭취하고 있는 것으로 조사되었다.

칼슘 섭취는 Iso-40군 78.8%, Iso-80군 78.3%, 위약투여군 86.1%로 위약투여군이 Iso-40군과 Iso-80군보다 섭취 수준이 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 그러나 모든 군 모두 평균필요량과 비교하여 낮은 수준으로 섭취하고 있었고, 특히 Iso-40군 66.7%, Iso-80군 83.3%, 위약투여군 75.0%가 평균필요량 미만으로 섭취하였다. 인의 섭취수준은 Iso-40군 144.3%, Iso-80군 161.4%, 위약투여군 160.4%로 높은 섭취 수준을 보였나, Iso-40군에서는 41.7%가 평균 필요량 미만으로 섭취하고 있었다.

철분 섭취는 평균필요량과 비교하여 Iso-40군 104.1%, Iso-80군 111.2%, 위약투여군 107.7%로 모든 군에서 평균 필요량 이상 섭취하고 있었다. 그러나 섭취 수준을 본 결과 Iso-40군의 50.0%, Iso-80군의 41.7%, 위약투여군의 50.0%가 평균필요량 미만으로 섭취하는 것으로 조사되어 젊은 여성들의 철분섭취 수준이 양극화 현상을 보였다.

비타민 A 섭취는 Iso-40군 138.1%, Iso-80군 134.1%, 위약투여군 192.6%로 모든 군에서 평균필요량 이상 섭취하였고, Iso-40군과 Iso-80군 사이에는 유의한 차이가 없었으나, 위약투여군은 Iso-40군과 Iso-80군의 두 군과 유의한 차이를 보였다 ($p<0.05$). 비타민 A의 평균필요량 대비 섭취 수준에서는 Iso-40군과 Iso-80군 각각 25.0%, 위약투여군의 16.7%가 평균필요량 미만을 섭취하는 것으로 조사되었다.

리보플라빈 섭취는 Iso-40군 92.9%, Iso-80군 96.5%, 위약투여군 123.9%로 위약투여군에서만 평균필요량 이상 섭취하였고, Iso-40군과 Iso-80군 사이에는 유의한 차이가 없었으나, 위약투여군은 Iso-40군, Iso-80군 두 군과 유의한 차이가 있었다 ($p<0.05$). 또한 Iso-40군과 Iso-80군의 각각 50.0%가 평균필요량 미만을 섭취하였으며, 위약투여군은 33.3%가 평균필요량 미만으로 섭취하였다.

엽산 섭취는 평균필요량과 비교하여 Iso-40군 68.6%, Iso-80군 56.7%, 위약투여군은 67.7%로 모든 군에서 평균필요량 미만을 섭취하였고, 엽산 섭취 수준으로 본 결과 Iso-40군 25.0%, 위약투여군 8.3%만이 평균필요량 이상을 섭취하는 것으로 조사되어 엽산 섭취에 문제가 있음을 알 수 있었다.

Table 21. Percentage of estimated average requirements(EAR) and distribution range of nutrients in experimental groups

unit : Mean±SD

	Experimental group			F, X^2
	Iso-40 (n=12)	Iso-80 (n=12)	Placebo (n=12)	
Protein	157.0±60.2[a]	182.1±46.4[b]	190.0±53.2[b]	1.940
Below	2(16.7)[1)]	0(0.0)	0(0.0)	4.235
Over	10(83.3)	12(100.0)	12(100.0)	
Calcium	78.8±47.3	78.3±23.4	86.1±40.5	0.155
Below	8(66.7)	10(83.3)	9(75.0)	0.889
Over	4(33.3)	2(16.7)	3(25.0)	
Phosphorus	144.3±70.5	161.4±37.7	160.4±43.4	0.403
Below	5(41.7)	0(0.0)	0(0.0)	11.613**
Over	7(58.3)	12(100.0)	12(100.0)	
Iron	104.1±60.6	111.2±29.4	107.7±26.5	0.086
Below	6(50.0)	5(41.7)	6(50.0)	0.223
Over	6(50.0)	7(58.3)	6(50.0)	
Zinc	94.9±38.2	109.0±26.8	111.5±23.4	1.052
Below	3(25.0)	0(0.0)	0(0.0)	-
Over	9(75.0)	12(100.0)	12(100.0)	
Vitamin A	138.1±57.7[a]	134.1±55.0[a]	192.6±123.7[b]	1.778*
Below	3(25.0)	3(25.0)	2(16.7)	0.321
Over	9(75.0)	9(75.0)	10(83.3)	

ab : different superscripts are significantly different in the same row at * : $p < 0.05$ by Tukey's multiple range test

Fisher's exact test, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

1) N(%)

Table 21. Percentage of estimated average requirements(EAR) and distribution range of nutrients in experimental groups (continued)

unit : Mean±SD

	Experimental group			F, X^2
	Iso-40 (n=12)	Iso-80 (n=12)	Placebo (n=12)	
Thiamin	102.4±37.9	126.4±63.1	126.6±34.4	1.061
Below	4(33.3)[1)]	4(33.3)	3(25.0)	0.262
Over	8(66.7)	8(66.7)	9(75.0)	
Riboflavin	92.9±37.1[a]	96.5±22.0[a]	123.9±50.8[b]	2.322*
Below	6(50.0)	6(50.0)	4(33.3)	0.900
Over	6(50.0)	6(50.0)	8(66.7)	
Vitamin B_6	129.5±60.4	133.4±49.4	145.3±44.0	0.303
Below	5(41.7)	2(16.7)	0(0.0)	6.739*
Over	7(58.3)	10(83.3)	12(100.0)	
Niacin	99.4±46.4	125.1±43.2	120.9±39.2	1.231
Below	5(41.7)	5(41.7)	5(41.7)	0.000
Over	7(58.3)	7(58.3)	7(58.3)	
Vitamin C	132.4±72.4	115.3±77.6	135.1±80.0	0.235
Below	4(33.3)	8(66.7)	5(41.7)	2.898
Over	8(66.7)	4(33.3)	7(58.3)	
Folate	68.6±34.7	56.7±20.0	67.7±22.3	0.761
Below	9(75.0)	12(100.0)	11(91.7)	3.938
Over	3(25.0)	0(0.0)	1(8.3)	

ab : different superscripts are significantly different in the same row at * : $p < 0.05$ by Tukey's multiple range test

Fisher's exact test, *: $p < 0.05$

1) N(%)

5. 실험군별 각 요인들 간의 상관관계

가. 골밀도지표와 신체구성성분, 혈액성분과의 상관관계

Table 22는 Iso-40군, Iso-80군, 위약투여군에 있어서 골밀도지표와 신체 구성성분, 혈액성상과의 상관성을 분석한 결과이다. BQI는 체성분 중 무기질량, 제지방량, 근육량과 양의 상관관계를 보였고, 혈액성분 중에서는 알부민, 칼슘, 마그네슘, ALPase, 오스테오칼신과 양의 상관계를 가졌으며, 혈청 오스테오칼신과는 유의한 양의 상관성을 보였다(r=0.643). 그러나 신장, 체중, 체성분 중 단백질량, 체지방량, BMI, 총수분량, 체지방율, 복부피하지방두께와 음의 상관관계를 가졌으며, 혈액성분 중에서는 단백질, 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤과 음의 상관관계를 보였고, 그 중에서 총 콜레스테롤(r=-0.337), LDL-콜레스테롤(r=-0.313)와는 유의한 음의 상관성 보였다.

T-score와 Z-score는 체성분 중 무기질량, 제지방량, 근육량과 양의 상관관계를 보였고, 그 중 T-score(r=0.336)와 Z-score(r=0.335) 모두 근육량과 유의한 양의 상관성을 보였다. 그에 반하여 신장, 체중, 체성분 중 단백질량, 체지방량, BMI, 총수분량, 체지방율, 복부피하지방두께와 음의 상관관계를 보였다. 혈액성분 중에서는 알부민, 칼슘, 마그네슘, ALPase, 오스테오칼신과 양의 상관계를 가졌고, 혈청 오스테오칼신과는 유의한 양의 상관성을 보였다(r=0.643). 그러나 혈액성분 중에서는 단백질, 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤과 음의 상관관계를 보였고, 그 중에서 총 콜레스테롤과는 T-score(r=-0.342)와 Z-score(r=-0.370), LDL-콜레스테롤과 T-score(r=-0.321)와 Z-score(r=-0.342)로 모두 유의한 음의 상관성을 가졌다.

Table 22. Correlation between bone density indices and anthropometric measurements through body composition analysis or biochemical indices of subjects

	BQI	T-score	Z-score
Height	-0.179	-0.193	-0.168
Weight	-0.175	-0.190	-0.183
Body protein	-0.256	-0.264	-0.282
Body mineral	0.274	0.288	0.294
Body fat mass	-0.043	-0.057	-0.039
Lean body mass	0.271	0.285	0.291
Total body water	-0.233	-0.247	-0.250
Body muscle mass	0.318	0.336*	0.335*
BMI	-0.112	-0.122	-0.132
% body fat	-0.112	-0.104	-0.128
Abdominal subcutaneous fat	-0.230	-0.255	-0.270
Total - protein	-0.022	-0.008	-0.060
Albumin	0.028	0.027	0.060
Total - cholesterol	-0.337*	-0.342*	-0.370*
Triglyceride	-0.088	-0.095	-0.097
HDL-cholesterol	-0.018	-0.006	-0.023
LDL-cholesterol	-0.313*	-0.321*	-0.342*
Calcium	0.072	0.056	0.087
Magnesium	0.103	0.090	0.136
ALPase	0.060	0.053	0.070
Osteocalcin	0.643***	0.640***	0.664***

*: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$

나. 골밀도지표와 혈중 무기질 농도, 골형성지표 및 이소플라본 섭취량 및 영양소섭취와의 관계

Iso-40군, Iso-80군, 위약투여군에 있어서 골밀도지표 및 골형성지표와 영양소섭취 수준과의 상관관계를 분석한 결과는 Table 23과 같다. BQI는 에너지, 단백질, 콜레스테롤, 탄수화물, 식이섬유소, 칼슘, 철분, 아연, 비타민 A, 비타민 B_6, 나이아신, 비타민 C, 엽산, 비타민 E, 이소플라본 섭취량과 양의 상관관계를 보였고, 그 중에서 이소플라본 섭취량과는 유의하게 양의 상관성을 가졌다(r=0.474). 반면 BQI는 지방, 인, 나트륨, 티아민, 리보플라빈, 나이아신과 음의 상관관계를 보였다.

T-score와 Z-score는 에너지, 단백질, 콜레스테롤, 탄수화물, 식이섬유소, 칼슘, 철분, 아연, 비타민 A, 비타민 B_6, 나이아신, 비타민 C, 엽산, 비타민 E, 이소플라본 섭취량과 양의 상관관계를 보였고, 그 중에서 이소플라본 섭취량과는 T-score(r=0.491)와 Z-score(r=0.510)에서 모두 유의하게 양의 상관성을 가졌다. 반면 지방, 인, 나트륨, 티아민, 리보플라빈, 나이아신과 음의 상관성을 보였다.

혈청 오스테오칼신 농도는 에너지, 단백질, 콜레스테롤, 탄수화물, 식이 섬유소, 칼슘, 철분, 나트륨, 아연, 비타민 A, 티아민, 비타민 B_6, 비타민 C, 엽산, 비타민 E, 이소플라본 섭취량과 양의 상관성을 보였고, 그 중에서 이소플라본 섭취량과는 유의하게 양의 성관관계를 가졌다(r=0.370). 그러나 지방, 인, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 E와는 음의 상관성을 보였다.

혈청 오스테오칼신 농도는 에너지, 단백질, 콜레스테롤, 탄수화물, 식이 섬유소, 칼슘, 철분, 나트륨, 아연, 비타민 A, 티아민, 비타민 B_6, 비타민 C, 엽산, 비타민 E, 이소플라본 섭취량과 양의 상관성을 보였고, 그 중에서 이소플라본 섭취량과 유의하게 양의 성관관계를 가졌다(r=0.510). 반면 지방, 인, 리보플라빈, 나이아신 섭취량과는 음의 상관성을 보였다.

혈청 ALPase 농도는 콜레스테롤, 칼슘, 철분, 나트륨, 아연, 비타민 A, 리보플라빈 섭취량과 양의 상관관계를 보였고, 그 중 비타민 A 섭취량과는 유의한 양의 상관성을 가졌다(r=0.495). 반면 에너지, 단백질, 지방, 탄수화물, 식이 섬유소, 인, 티아민, 비타민 B_6, 나이아신, 비타민 C, 엽산, 비타민 E, 이소플라본 섭취량과 음의

상관관계를 보였고, 그 중에서 식이 섬유소 섭취량과는 유의하게 음의 상관성을 보였다(r=-0.423).

Table 23. Correlation between bone density indices and nutrient intakes including isoflavone through dietary intake analysis

	BQI	T-score	Z-score	Osteocalcin	ALPase
Energy	0.047	0.040	0.049	0.026	-0.248
Protein	0.025	0.033	0.013	0.118	-0.201
Fat	-0.293	-0.296	-0.283	-0.205	-0.176
Cholesterol	0.182	0.187	0.137	0.196	0.295
Carbohydrate	0.228	0.213	0.214	0.199	-0.230
Dietary fiber	0.096	0.089	0.084	0.041	-0.423*
Calcium	0.090	0.076	0.085	0.048	0.149
Phosphorus	-0.106	-0.102	-0.088	-0.015	-0.208
Iron	0.139	0.145	0.166	0.143	0.137
Sodium	-0.092	-0.082	-0.070	0.159	0.011
Zinc	0.074	0.069	0.072	0.005	0.021
Vitamin A	0.010	0.006	0.007	0.048	0.495**
Thiamin	-0.209	-0.212	-0.217	0.084	-0.097
Riboflavin	-0.198	-0.186	-0.185	-0.092	0.122
Vitamin B_6	0.057	0.032	0.066	0.080	-0.173
Niacin	-0.172	-0.172	-0.153	-0.044	-0.156
Vitamin C	0.028	0.020	0.025	0.031	-0.117
Folate	0.037	0.029	0.054	0.059	-0.211
Vitamin E	0.037	0.029	0.054	0.059	-0.217
Isoflavone	0.474**	0.491**	0.510**	0.370*	-0.209

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

제 3 절 실험군별 신체계측치, 생화학 지수의 이소플라본 섭취 전·후 변화 비교

이소플라본의 투여 전·후의 변화추이를 알아보기 위하여 신체계측치와 혈액성상, 골밀도에 대해 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 실험군별 신체계측치의 변화

위약투여군의 12주 동안 투여 전과 후의 신체계측치에 대한 결과는 Table 24와 같다. 체중의 변화는 투여 전 52.77kg, 투여 후 52.73kg으로 거의 변화가 없었고, 근육량의 변화는 투여 전 36.94kg에서 투여 후 36.87kg으로 소폭의 감소를 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

복부피하지방의 두께는 투여 전 2.40cm에서 투여 후 2.43cm로 조금 증가하였고, 체지방율 역시 투여 전 23.60%에서 투여 후 20.43%로 소폭으로 증가하였으나, 신체계측치에 대한 변화에 있어 유의한 차이를 보이는 항목은 없었다.

Table 24. Effect of treatment on anthropometric measurements in placebo group

unit : Mean±SD

	Treatment		Difference[2)]	T
	Baseline	Posttreatment		
Weight(kg)	52.77±6.17	52.73±6.18	-0.04	-1.000
Body protein(kg)	7.90±0.98	7.89±0.98	-0.02	-1.000
Body mineral(kg)	2.92±0.36	2.92±0.36	-0.01	-1.000
Body fat mass(kg)	12.46±3.14	12.50±3.13	0.04	1.000
Lean body mass(kg)	40.08±4.95	40.00±4.96	-0.08	-1.000
Total body water(kg)	29.50±3.49	29.45±3.50	-0.06	-1.000
Body muscle mass(kg)	36.95±4.39	36.87±4.40	-0.73	-1.000
Abdominal subcutaneous fat (cm)	2.40±0.63	2.43±0.63	0.03	1.000
BMI(kg/m^2)	20.43±2.00	20.42±2.00	-0.17	-1.000
% body fat (%)	23.60±4.35	23.69±4.34	0.09	1.000

1) Placebo : glutinous rice flour intake of 40mg

2) Difference : posttreatment values- baseline values

Table 25는 매일 Iso-40군에 있어서 12주 동안 투여 전과 후의 신체 계측치의 변화 양상에 대한 조사결과이다. 신체구성성분 중 단백질양은 투여 전 7.57kg에서 투여 후 7.64kg으로, 무기질양은 투여 전 2.80kg에서 2.83kg으로 두 가지 성분 모두 유의하게 증가하였다($p<0.05$)

제지방량은 투여 전 38.39kg에서 38.77kg으로 증가하였고, 총수분량은 투여 전 28.03kg에서 28.30kg으로, 신체 근육량은 투여 전 35.59kg, 투여 후 35.94kg으로 세 가지 성분 모두 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 반면 체지방량, 체지방율, 복부피하지방두께, BMI는 투여 전보다 투여 후에 소폭의 감소를 보였나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다.

Table 25. Effect of treatment on anthropometric measurements in Iso-40 group

unit : Mean±SD

	Treatment		Difference[2)]	T
	Baseline	Posttreatment		
Weight(kg)	50.73±5.49	51.09±5.08	0.35	0.937
Body protein(kg)	7.57±0.68	7.64±0.66	0.07	1.361*
Body mineral(kg)	2.80±0.25	2.83±0.24	0.03	1.474*
Body fat mass(kg)	12.34±2.35	12.32±2.19	-0.02	-0.084
Lean body mass(kg)	38.39±3.48	38.77±3.32	0.37	1.371*
Total body water(kg)	28.03±2.54	28.30±2.42	0.27	1.377*
Body muscle mass(kg)	35.59±3.23	35.94±3.08	0.34	1.367*
Abdominal subcutaneous fat (cm)	2.24±0.60	2.23±0.73	-0.01	-0.068
BMI(kg/m^2)	20.14±2.10	20.23±2.00	0.08	0.449
% body fat (%)	24.17±2.47	23.97±2.34	-0.20	-0.454

* : $p < 0.05$

1) Iso-40 : isoflavone intake of 40mg

2) Difference : posttreatment values- baseline values

매일 Iso-80군에 있어서 투여 전과 후의 신체계측치에 대한 결과는 Table 26과 같다. 체중의 변화는 투여 전 53.69kg에서 투여 후 49.98kg으로 평균 3.71kg의 감량하여 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 또한 근육량은 투여 전 35.61kg에서 투여 후 37.60kg으로 평균 1.99kg의 유이하게 증가하였다($p<0.05$).

체성분 신체 단백질 함량과 무기질 함량은 투여 전과 후에 소폭으로 증가하였고, 제지방량과 총수분 함량 역시 투여 전과 투여 후에 조금씩 증가함을 보였다. 반면, 복부피하지방두께와 체지방량, BMI 및 체지방율은 투여 전과 후에 소폭으로 감소하였으나 유의한 차이는 없었다.

Table 26. Effect of treatment on anthropometric measurements in Iso-80 group

unit : Mean±SD

	Treatment		Difference[2)]	T
	Baseline	Posttreatment		
Weight(kg)	53.69±5.89	49.98±7.98	-3.71	-2.982*
Body protein(kg)	7.85±0.83	8.00±0.60	0.16	1.034
Body mineral(kg)	2.95±0.22	2.96±0.77	0.01	0.252
Body fat mass(kg)	13.36±3.39	13.24±2.64	-0.12	-0.431
Lean body mass(kg)	40.55±3.02	40.64±3.04	0.09	0.281
Total body water(kg)	29.61±2.20	29.67±2.22	0.07	0.286
Body muscle mass(kg)	35.61±2.80	37.60±2.81	1.99	1.980*
Abdominal subcutaneous fat (cm)	2.29±0.77	2.26±0.70	-0.03	-0.308
BMI(kg/m^2)	20.40±2.0	20.38±1.8	-0.02	-0.152
% body fat (%)	24.38±1.97	24.10±3.71	-0.27	-0.637

* : $p < 0.05$

1) Iso-80 : isoflavone intake of 80mg

2) Difference : posttreatment values- baseline values

2. 실험군별 생화학적 지수의 변화

가. 실험군별 혈청 단백질 및 지질치 변화

이소플라본 투여와 위약 투여 12주 동안 실험 전·후 혈청 단백질 및 지질의 변화는 Table 27에 제시하였다. 위약투여군의 위약 투여 전과 투여 후 총 콜레스테롤은 투여 전 184.75mg/dl에서 투여 후 177.17mg/dl로, 중성지방은 투여 전 110.08mg/dl에서 투여 후 105.83mg/dl로 감소하였고, HDL-콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤도 투여 전에 비하여 투여 후 그 농도가 감소하였으나 유의한 차이는 아니었다. 반면, 혈청 단백질 농도는 투여 전 7.45g/dl에서 투여 후 7.53g/dl로, 혈청 알부민의 농도 역시 소폭 증가 하였다.

Iso-40군에서 총 콜레스테롤 농도는 투여 전 189.08mg/dl에서 투여 후 166.92mg/dl로 평균 22mg/dl이 낮아져 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). HDL-콜레스테롤은 투여 전 45.75mg/dl, 투여 후 56.25mg/dl로 평균 10.50mg/dl 정도 유의하게 높아졌으며($p<0.05$), LDL-콜레스테롤 농도는 투여 전 125.00mg/dl에서 투여 후 94.30mg/dl로 12주 동안 평균 30.70mg/dl이 낮아져 투여 전후로 유의한 차이를 보였다($p<0.01$). 중성지방 농도는 투여 전보다 투여 후에 낮아졌으며, 혈청 단백질 농도와 알부민 농도는 투여 전에 비하여 투여 후에 높아졌으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

또한 Iso-80군에서 총 콜레스테롤 농도는 투여 전 195.83mg/dl에서 투여 후 179.08mg/dl로 평균 16.75mg/dl 감소로 이소플라본 투여 전후로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 또한 LDL-콜레스테롤 농도 역시 투여 전 126.93mg/dl에서 투여 후 106.82mg/dl로 평균 20.12mg/dl 정도 감소하여 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 그러나 혈청 알부민 농도, HDL-콜레스테롤 농도는 투여 전 보다 투여 후에 소폭으로 증가하였고, 혈청 알부민과 중성지방은 투여 전보다 투여 후에 감소하였으나 모두 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 27. Comparison of biochemical indices by treatment groups between baseline and posttreatment value

unit : Mean±SD

		Treatment		D[1]	T
		Baseline	Posttreatment		
Placebo	Total - protein(g/dl)	7.45±0.70	7.53±0.55	0.08	0.914
	Albumin(g/dl)	4.90±0.37	4.93±0.32	0.03	0.432
	Total - cholesterol(mg/dl)	184.75±34.08	177.17±29.09	-7.58	-0.089
	Triglyceride(mg/dl)	110.08±60.13	105.83±60.58	-4.25	-1.242
	HDL-cholesterol(mg/dl)	41.50±12.67	39.50±11.52	-2.00	-1.378
	LDL-cholesterol(mg/dl)	121.23±36.47	116.50±33.93	-4.73	-0.627
Iso-40	Total - protein(g/dl)	7.29±0.91	7.43±0.23	0.13	0.546
	Albumin(g/dl)	4.84±0.51	5.00±0.30	0.16	0.925
	Total - cholesterol(mg/dl)	189.08±52.68	166.92±30.03	-22.17	-2.389*
	Triglyceride(mg/dl)	91.67±40.14	81.83±34.24	-9.83	-1.843*
	HDL-cholesterol(mg/dl)	45.75±17.90	56.25±14.95	10.50	2.895*
	LDL-cholesterol(mg/dl)	125.00±45.58	94.30±26.58	-30.70	-3.463**
Iso-80	Total - protein(g/dl)	7.32±0.81	7.39±0.36	0.08	0.332
	Albumin(g/dl)	4.78±0.51	4.49±1.39	-0.29	-0.586
	Total - cholesterol(mg/dl)	195.83±31.14	179.08±16.79	-16.75	-1.943*
	Triglyceride(mg/dl)	80.33±16.15	72.58±20.49	-7.75	-1.219
	HDL-cholesterol(mg/dl)	52.83±14.54	57.75±9.49	4.92	0.875
	LDL-cholesterol(mg/dl)	126.93±38.28	106.82±20.88	-20.12	-1.858*

* : $p<0.05$

1) D: posttreatment values- baseline values

제 4 절 실험군별 골밀도 지표 및 혈중 무기질함량 또는 골형성 지표의 이소플라본 섭취 전·후 변화 비교

1. 실험군별 골밀도지표 변화

Table 28은 12주 동안 실험 후 골밀도 변화에 대하여 동질성 검정결과 위약투여군과 Iso-40군, Iso-80군 간에 유의한 차이($p<0.05$)가 있는 음주여부, 하루 중 걷는 시간, 혈청 중성지방, HDL-콜레스테롤 농도를 통제한 상태에서 실험 전·후를 비교한 결과이다. 그 결과 BQI는 위약 투여군에서 투여 전에 비하여 투여 후 평균 -0.99±3.67 감소폭을 보였고, Iso-40군은 투여 전·후 7.38±5.74 증가하였으며, Iso-80군은 투여 전에 비하여 투여 후 평균 6.43±6.29 증가를 보였으며, 세 군에서 평균 변화에 유의한 차이를 보였다. 이에 따라 사후 검정 결과 Iso-80군과 Iso-40군 간에는 통계적으로 유의하지 않았지만, Iso-40군과 위약투여군, Iso-80군과 위약투여군 사이에는 평균의 변화가 통계적으로 유의한 차이를 보였다($f=3.276$, $P<0.05$).

T-score는 위약 투여군에서 투약 전과 후에 0.04±0.18 감소폭을 보였고, 반면 Iso-40군에서는 투약 전에 비하여 투약 후 0.39±0.31의 증가를, Iso-80군은 역시 투약 후 0.38±0.30의 증가를 보여 이러한 평균 변화의 차이는 세 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 각 군 간의 유의성 검증을 위하여 사후 검증한 결과 Iso-80군과 Iso-40군 간의 변화 폭은 통계적으로 유의하지 않았으나, Iso-40군과 위약투여군, Iso-80군과 위약투여군 사이의 평균 변화가 통계적으로 유의한 차이를 보였다($f=4.831$, $p<0.05$). Z-socre에서도 위약 투여군에서만 투약 후 감소를, Iso-40군과 Iso-80군에서는 투약 후 차이가 증가 하였으나 평균 변화의 차이에는 통계적으로 유의하지 않았다.

Table 28. Comparison of mean changes in bone density in experimental groups(with adjusting covariates)

unit : Mean±SD

		Experimental group			F	P	Post Hoc test
		Placebo(a)	Iso-40(b)	Iso-80(c)			
BQI[1]	Base	78.83±6.25	80.24±4.26	74.54±3.54			
	Post	77.83±6.99	87.62±6.47	80.98±6.85			a-b
	Δ[2]	-0.99(D)±3.67	7.38(D)±5.74	6.43(D)±6.29	3.276	0.036	a-c
T-score	Base	-1.35±0.33	-1.27±0.23	-1.58±0.19			
	Post	-1.39±0.38	-0.88±0.34	-1.19±0.21			a-b
	Δ	-0.04(E)±0.18	0.39(E)±0.31	0.38(E)±0.30	4.831	0.015	a-c
Z-score	Base	-1.40±0.36	-1.32±0.25	-1.67±0.21			
	Post	-1.47±0.40	-0.89±0.36	-1.29±0.41			
	Δ	-0.07(F)±0.22	0.43(E)±0.31	0.38(F)±0.36	3.298	0.051	

1) BQI : Bone quality index

2) Δ : Posttreatment value-Baseline value

D, E, F : Covariates appearing in the model are evaluated at the following value : ndrink(drinking) = 0.2500, nwalk(Daily walking time(min)) = 0.8056, TG_b(baseline triglyceride) = 94.0278, HDL_b(baseline HDL-cholesterol) = 46.6944

2. 실험군별 혈중 무기질 농도 및 골형성 지표의 변화

지난 12주 동안 실험 후 혈중 무기질 농도 및 골형성 지표의 변화를 동질성 검정결과 위약투여군과 Iso-40군, Iso-80군 간에 유의한 차이($p<0.05$)가 있는 변수를 제(음주여부, 하루 중 걷는 시간, 혈청 중성지방, HDL-콜레스테롤 농도)한 상태에서 실험 전·후를 비교한 결과를 Table 29에 제시하였다. 혈청 칼슘 농도는 모든 실험군에서 투여 전보다 투여 후 평균 변화가 증가하였고, 그 중 Iso-40군에서 가장 큰 증가폭을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 혈청 마그네슘 농도는 모든 실험군에서 투여 전보다 투여 후 평균의 차이가 감소하였으며, Iso-40군에서 가장 많이 감소폭을 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

골형성 지표의 중 혈청 ALPase의 농도는 모근 실험 처치 후에 평균 변화가 증가하였고, 그 중 Iso-80군에서 가장 평균 변화의 차이가 가장 큰 폭으로 증가하였지만 통계적으로 유의한 변화는 아니었다.

혈청 오스테오칼신의 농도가 위약 투여군에서 투여 후 평균-0.48±1.63로 감소하였고, 그에 반하여 Iso-40군에서는 투여 전·후 평균의 차이가 2.36±1.72으로 증가폭을 Iso-80군 역시 실험 처치 후 평균의 차이가 3.02±2.23 증가함을 알 수 있었으며, 세 군의 평균 변화에 유의한 차이를 보였다. 이에 따라 사후 검정 결과 위약투여군과 Iso-40군, Iso-80군과 Iso-40군 간에는 통계적으로 유의하지 않았지만, Iso-80군과 Iso-40군 사이에서는 평균 변화의 차이가 통계적으로 유의한 차이를 보였다($f=6.317$, $P<0.01$).

Table 29. Comparison of mean changes in concentrations of serum mineral and bone turnover markers in experimental groups(with adjusting covariates)

unit : Mean±SD

			Experimental group			F	P	Post Hoc test
			Placebo(a)	Iso-40(b)	Iso-80(c)			
Mineral	Ca (mg/dl)	Base	10.50±0.66	10.33±1.19	10.37±1.20			
		post	10.67±0.61	11.41±0.38	11.23±0.30			
		Δ[1]	0.17(D)±0.48	1.08(D)±1.21	0.86(D)±1.37	0.596	0.558	
	Mg (mg/dl)	Base	2.11±0.16	2.26±0.39	2.20±0.35			
		post	2.10±0.15	2.04±0.39	2.06±0.10			
		Δ	-0.02(E)±0.10	-0.22(E)±0.42	-0.14(E)±0.38	1.875	0.172	
Bone turnover marker	ALP[2] (U/L)	Base	164.08±32.68	159.00±29.24	156.92±19.01			
		post	175.50±36.56	188.58±27.83	188.33±59.78			
		Δ	11.42(F)±25.61	29.58(F)±22.68	31.42(F)±67.50	0.049	0.952	
	OC[3] (ng/ml)	Base	9.64±1.60	8.90±0.91	8.18±0.52			
		post	9.16±1.80	11.26±1.88	11.20±2.15			
		Δ	-0.48(G)±1.63	2.36(G)±1.72	3.02(G)±2.23	6.317	0.005	a-b

1) Δ : Posttreatment value-Baseline value

2) ALPase

3) Osteocalcin

D, E, F, G : Covariates appearing in the model are evaluated at the following value : ndrink(drinking) = 0.2500, nwalk(Daily walking time(min)) = 0.8056, TG_b(baseline triglyceride) = 94.0278, HDL_b(baseline HDL-cholesterol) = 46.6944

제 5 장 고 찰

20대 여성 중 종골의 T-score가 -2.5~ -1.0 미만으로 골결핍증(osteopenia)을 보이는 36명 선별 후, 선별된 대상자들을 대상으로 각각의 실험군으로 분류 Iso-80(이소플라본 80mg 투여)군 : 12명, Iso-40(이소플라본 40mg 투여)군 : 12명, 위약투여(찹쌀가루 40mg 투여)군 : 12명과 종골의 T-score와 체질량지수가 정상인 대조군 12명, 총 48명을 대상으로 12주 동안 실험하였으며, 그에 따른 설문조사, 영양소 섭취조사, 골밀도 측정, 혈액 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 조사대상자의 골밀도 분류에 따른 특성

가. 조사 대상자의 특성 비교

본 연구 조사대상자들 중 정상군의 58.3%가 골결핍증군에서는 75.0%가 술을 마신다고 응답하였다. Laitinen 등(135)은 알코올이 골절과 골다공증에 위험인자라고 지적하였고, Eisman 등(77)도 과다한 음주는 골량에 해로운 영향을 미친다고 하였다. 반면, New 등(78)은 부신에서 androstenedionedml 생성과 에스트론으로의 전환에 유도효과로 골질량과 양의 성관성을 보인다고 한 결과도 있으므로 과음보다는 적당한 양의 알코올을 섭취할 수 있도록 조절하여야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서 정상군의 41.7%가 골결핍증의 77.8%가 평소에 커피를 마신다고 응답하였다. Massey 등(136)은 카페인의 섭취 후 3시간 동안 소변으로 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 염소의 배설이 증가되기 때문에 칼슘의 섭취량을 권장섭취량 이하로 섭취하고 있는 경우에는 부정적인 효과가 있을 수 있다고 하였다. 본 연구에서 연구 대상자들의 칼슘 섭취량이 평균 필요량 미만으로 섭취하고 있어 카페인 섭취에 의한 칼슘 균형에 부정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 보여지므로 칼슘섭취량을 높일 수 있는 방안과 함께 다량의 카페인섭취의 부정적인 측면에 대한 교육이 이우러져야 할 것으로 사료된다.

조사 대상자들의 체지방율에 의한 비만도 분류 결과는 정상군에서 정상이 58.3%,

약간 과체중 이상은 41.7%였다. 또한 골결핍증군에서는 마름이 2.8%, 정상 47.2%, 약간 과체중 이상 37.5%로 두 군 모두 체지방율이 문제가 되는 대상자가 많았다. 최근 연구 결과에서 저체중뿐만 아니라 과체중이나 비만의 경우 골결핍증의 위험이 높을 수 있다고 보고하고 있다(68). 특히 비만은 2차적인 호르몬의 변화와 활동량 감소로 인한 골무기질화를 저하시키기도 하고(69), Goulding 등(19)은 비만 아동이 체중에 비해 상대적으로 낮은 골밀도를 가짐으로써 골절의 위험이 더 크다고 보고하였다. 뿐만 아니라 골밀도 강화와 관련하여 체중을 구성하는 신체조성 중 체지방량의 증가보다는 제지방량의 증가가 더욱 의미가 있다고 하였다(71,72).

나. 생화학 검사치

혈청 오스테오칼신의 농도는 정상군 10.1±6.6ng/ml, 골결핍증군 8.9±1.2ng/ml로 정상군이 골겹핍증군보다 높았다. 본 결과는 정상적인 참고치인 9~55ng/ml과 비교하여 골결핍증군은 정상보다 낮은 수준이었다. 혈청 오스테오칼신에 대한 연구 결과(15) 평균 13세 여아의 수치는 50ng/ml였고, 평균 22세의 젊은 여성의 수치는 18ng/ml였다. Weaver 등(15)의 또 다른 연구에서 평균 17세 사춘기 여성의 수치는 33.4ng/ml로 성장기를 지나 성인 여성으로 갈수록 혈청 오스테오칼신의 수치가 떨어지는 것으로 조사되었다. 또한 우리나라 여대생들을 대상으로 한 연구(14) 결과 2년 추적조사 결과 10.2ng/ml과 본 연구 결과는 비슷한 수준이었다.

다. 영양소 섭취량

식이 중 이소플라본 섭취량이 정상군 25.1±3.4mg, 골겹핍증군은 24.2±32.mg으로 조사되었다. 이 결과는 백수경(41)이 보고한 여대생의 이소플라본 섭취량 14.48mg보다는 많았고, 안홍석 등(40)이 조사한 여대생의 33.46mg보다는 적었다. 또한 이수경 등(35)의 중년 여성의 이소플라본 섭취량 24.41mg과는 비슷한 수준으로 섭취하고 있었다.

조사 대상자들의 에너지섭취량은 필요추정량과 비교하여 정상군은 94.3%, 골결핍증군은 85.9% 수준으로 섭취하고 있었다. 단백질은 권장섭취량과 대비하여 정상군

은 173.1%, 골결핍증군은 137.2%로 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 단백질 섭취는 평균필요량과 비교하여 Iso-40군 157.0%, Iso-80군 182.1%, 위약투여군 190.0%로 모든 군 매우 높은 섭취 수준을 보였다. 고단백식이의 섭취는 과잉의 단백질은 잉여 아미노산의 산화로 체지방의 축적과 질소 노폐물 배설로 간과 신장에 부담을 주어 신장의 산부하를 증가시키고 동시에 소변으로의 칼슘배설을 증가시킬 수도 있다고 하였다(58). 또한 소장에서의 칼슘 흡수는 자동적으로 증가하지 않기 때문에 소변으로의 칼슘 손실은 칼슘 균형에 손상을 가져올 수 있다고도 하였다(59). 탄수화물 : 단백질 : 지방의 섭취 비율이 정상군은 54.0 : 15.5 : 30.5, 골결핍증군은 60.1: 14.0 : 25.9로 조사되었다. 한국인 영양섭취 기준(133)에서 제시한 20세 이상 연령에서 탄수화물 : 단백질 : 지방의 에너지 적정 비율(55~70 : 7~20 : 15~25)과 비교하여 정상군에서 탄수화물 섭취 비율이 낮았고, 두 군에서 모두 지방의 섭취 비율은 높았으며, 특히 정상군에서 지방의 섭취 비율이 매우 높았다.

칼슘섭취량은 권장섭취량과 비교하여 정상군은 81.8%, 골결핍증군은 67.2%, 평균필요량 대비 칼슘섭취 수준은 정상군과 골결핍증군 각각 평균필요량 대비 98.7%, 81.8% 있어 칼슘섭취에 있어 심각한 결핍수준을 보였다. Matkovic 등(21)은 청소년기와 젊은 성인기 동안 칼슘 섭취는 골격의 칼슘 보유에 직접적인 영향을 미친다고 하였으며, 골량이 축적되는 시기에 칼슘의 섭취량이 부족하게되면 골량 축적이 감소되고 이는 결국 최대 골질량을 감소시켜 성인기에 골다공증을 유발하는 주요 요인이 될 것이라고 하였다(60). 그 반면, 인의 섭취량은 정상군이 135.9%, 골결핍증군이 1283.7%로 매우 높은 수준으로 섭취하고 있어 칼슘과 인의 섭취 기준에 문제가 있음을 시사하고 있다. 식이 중 인의 함량은 높고 칼슘이 낮은 식이 섭취는 일상적인 항상성 기작에 영향을 끼칠 수 있으며 골손실을 유발하고 최대 골질량을 최대화 하는데 부정적인 영향을 준다고 하였다(137). 또한 Metz 등(8)은 젊은 백인 여성에서 칼슘 : 인의 섭취 비율이 낮을수록 요골 골밀도는 증가하는 양의 상관성을 갖는다고 하였는데, 본 연구에서는 칼슘 : 인의 섭취 비율이 정상군 34.7 : 65.3이었고, 골결핍증은 칼슘 : 인의 섭취비율이 33.3 : 66.7로 인의 섭취 비율이 칼슘에 비하여 거의 2배에 달하고 있어 칼슘 : 인의 평형에 문제가 되어 골밀도에 부정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다.

라. 상관관계

T-score와 Z-score는 신장, 체성분 중 무기질량, 제지방량, 근육량과 양의 상관관계를 보였고, 그 중 T-score는 근육량과 유의한 양의 상관성을 보였다(r=0.215). 그에 반하여 체중, 체성분 중 단백질량, 체지방량, BMI, 총수분량, 체지방율, 복부피하지방두께와 음의 상관관계를 가졌으며, 그 중 복부피하지방두께와는 T-score(r=-0.270)와 Z-score(r=-0.284) 모두 유의한 음의 상관성을 보였다. 이는 과체중 여성과 비만한 여성은 정상체중이나 저체중 여성보다 골밀도가 높은 것으로 조사된 국내 연구 결과(41,61)와는 상반된 결과를 보였다. 최근 연구 결과에서 저체중뿐만 아니라 과체중이나 비만의 경우 골결핍증의 위험이 높을 수 있다는 보고(68)와 비슷한 결과를 보였다. 특히 비만은 2차적인 호르몬의 변화와 활동량 감소로 인한 골무기질화를 저하시키기도 하고(69), Goulding 등(70)은 비만 아동이 체중에 비해 상대적으로 낮은 골밀도를 가짐으로써 골절의 위험이 더 크다고 보고하였다. 뿐만 아니라 골밀도 강화와 관련하여 체중을 구성하는 신체조성 중 체지방량의 증가보다는 제지방량의 증가가 더욱 의미가 있다고 보고하였다(71,72).

골밀도는 영양소 섭취량에서 에너지, 단백질, 탄수화물, 칼슘, 인, 철분, 아연, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 엽산, 이소플라본 섭취량과 양의 상관관계를 보였는데, 이는 고단백 식이과 골밀도에 부정적인 영향을 미친다는 연구결과(58)와 비교하여 상반된 결과를 보여 골밀도에 영향을 미치는 절적한 단백질 섭취량의 제시가 필요할 것으로 보인다. 반면 BQI는 지방, 콜레스테롤, 식이 섬유소, 나트륨, 비타민 B_6, 비타민 C, 비타민 E와 음의 상관관계를 보였다. 정상군에서 지방의 섭취량이 더 많았던 점과 비교하여 지방섭취량의 BQI의 음의 상관성을 보인 점은 서로 상반된 결과를 보였는데 이는 지방섭취량의 증가는 비만을 유발하고 특히 체지방 축적을 유도할 수 있으며 본 조사 대상자들에 있어 정상군에서도 체지방이 과다한 경우가 절반에 가까웠으므로 이와 관련이 있을 것으로 사료되므로 추후 이들의 관계 규명에 대한 심도 있는 연구가 추가되어야 할 것으로 보인다. 젊은 성인 여성을 대상으로 한 연구에서 칼슘 섭취가 많을수록 골밀도의 증가가 있다는 연구결과가 있었으며(15), 폐경 후 여성에 대한 연구들에서도 식이 칼슘의 섭취 또는 칼슘제의 복용은 골밀도와 유의적인 양의 상관성을 보였다고 하였다(138,139).

혈청 오스테오칼신 농도는 탄수화물, 칼슘, 인, 철분, 나트륨, 비타민 A, 비타민 B_6, 비타민 C, 엽산, 이소플라본 섭취량과 양의 상관성을 보였다. 식물성 단백질의 대표인 대두 단백질의 하나인 이소플라본은 황 함유 아미노산이 적어 칼슘의 소변 배설을 촉진 시키지 않으므로 대두 속의 이소플라본은 골생성 및 유지에 중요한 역할이 될 수 있다고 하였다(81).

2. 기초 조사 결과 골결핍증 대상자들의 실험군 분류에 따른 특성

가. 조사 대상자의 특성 비교

조사대상자들의 흡연 여부 조사 결과 Iso-40군은 현재 흡연 중인 경우가 8.3%, 과거 흡연력이 있는 여성이 16.7%, Iso-80군에서는 현재 흡연 중인 경우가 25.0%, 과거 흡연력이 있는 여성은 16.7%, 위약투여군에서는 과거 흡연력이 있는 여성이 8.3%로 골밀도가 가장 낮았던 Iso-80군의 흡연률이 가장 높았다. Mazess 등(46)은 20-39세의 폐경 전 젊은 여성을 대상으로 한 연구에서 흡연자가 비흡연자보다 요추의 골밀도가 유의적으로 낮았다고 하였으며, 일부 연구에서 흡연으로 인해 에스트로겐 대사에 부정적인 영향을 끼쳐서 골밀도가 낮아 졌을 수 있다고 보고하였다(140).

일상생활에서의 활동 정도는 주로 앉아서 하는 일이 많은 가벼운 활동 정도라는 응답이 Iso-40군과 Iso-80군에서 각각 75.0%, 위약투여군 66.7%로 조사되었는데 이는 김소연(141)의 연구에서 골결핍을 보이는 여대생의 51.5%보다 높은 수치였다. Kemper(2000)의 연구에서 청소년기와 초기 성인기의 활발한 신체활동을 한 군에서 30세 이후 척추 골밀도에 있어 유의미하게 높았다고 하였고, 또 다른 연구(Bailey, 2000)에서는 규칙적인 신체활동은 골격손실을 막고 골밀도 유지에 긍정적인 영향을 미친다고 하였으므로, 본 조사 대상자들의 일상생활에서의 활동량 증가를 위한 생활 습관의 변화를 유도할 필요가 있다고 판단된다. 본 연구결과 하루 중 자신이 걷는 시간에 대하여 Iso-40군에서 100.0%가 20분 이상은 걷는다고 응답한 반면, Iso-80군에서는 16.7%가 하루 20분 미만을 위약투여군에서는 41.7%가 하루 20분 미만을 걷는다고 하여 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 활동량 증가는 특히 근력과 육제 적응은

골밀도를 증진시켜서 규칙적인 중등도 정도의 운동은 골질량의 유지에 도움이 된다고 보고하였으며, 운동은 젊은 연령 시기부터 성인기를 거쳐 폐경 전까지 골질량을 형성하고 유지하는 및 폐경 후 골 손실 속도를 감소시키거나 예방하는 것으로 보여진다고 하였다(73-75). 그러므로 육체적 활동량이 적은 것으로 나온 본 조사 대상자들의 활동량 증가를 위한 교육이 절실히 필요하다고 사료된다.

나. 영양소 섭취량

에너지 섭취는 Iso-40군이 평균 1709.8±411.9kcal, Iso-80군은 1901.3±391.8kcal, 위약투여군 1799.3±284.3kcal을 섭취하였고, 에너지섭취량은 필요추정량에 대비하여 Iso-40군 81.5%, Iso-80군은 90.5%l, 위약투여군 85.7%를 섭취하였다. 이정숙(142) 연구에서 골결핍증을 보이는 성인 여성들의 에너지 섭취량 보다는 많은 양을 섭취하였고, 골격건강상태가 낮은 청소년기 여성들과 비슷한 수준으로 섭취하였다. Iso-40군은 식물성 단백질 섭취비율이 52.7%인데 반하여, Iso-80군과 위약투여군은 동물성 단백질 섭취비율이 각각 51.6%, 52.6%로 두 군에서는 식물성 단백질 섭취비율보다 동물성 급원으로의 섭취율이 높았다.

엽산 섭취 수준은 평균필요량과 비교하여 Iso-40군 68.6%, Iso-80군 56.7%, 위약투여군은 67.7%로 모든 군에서 평균필요량 미만을 섭취하였으며, 엽산 섭취에 문제가 있음을 알 수 있었다. 엽산의 섭취가 결핍되면 골수와 세포분열이 빠르게 진행되어 세포에 거대적아구성 빈혈이 발생하게 되고, 특히 가임기 여성의 경우 엽삽 섭취의 부족은 임신 시 신경관 손상의 기형아 출산할 확률이 높아질 수 있다. 이에 미국에서는 가임기 여성에서 매일 400㎍의 엽산 보충제 섭취를 권장하였고, 현재 미국, 캐나다등의 국가에서는 곡류에 엽산을 강화시켜 섭취하도록 하여 그 결과 신경관손상 기형아의 발생률이 감소하였다고 보고하였다(143). 최근에서는 신경관 손상 뿐만 아니라 언청이, 다운증후군 등의 기형아 출산도 모체의 엽산부족과 관계가 있는 것으로 연구 결과(144) 보고하고 있으므로 가임기 여성의 엽산 섭취가 매우 중요하다고 볼 수 있겠다.

그러나 본 연구에서 엽산의 섭취 수준이 다른 영양소에 비하여 낮은 수준으로 측정된 이유 중 하나로 국내 식품 데이터 베이스에 엽산 함량에 관한 자료 부족으로

실제의 엽산의 섭취량보다 과소평가된 결과일 수도 있다고 하였다(145). 하지만 이러한 데이터 베이스 미흡으로 인한 섭취량의 과소평가라고 하기에는 본 대상자들의 엽산 섭취량이 매우 불량하므로 이에 대한 엽산 급원식품에 대한 교육 등이 이루어 져야 할 것으로 사료된다.

3. 실험군별 신체계측치, 생화학지수의 이소플라본 섭취 전·후 변화 비교

1. 실험군별 혈청 단백질 및 지질치 변화

이소플라본 투여 전·후 혈청 단백질 및 지질치의 변화는 이소플라본을 40mg 투여한 Iso-40군에서 총 콜레스테롤, 중성지방, LDL-콜레스테롤의 농도는 유의하게 감소하였고($p<0.05$), HDL-콜레스테롤의 농도는 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 이소플라본 80mg 투여군인 Iso-80군에서는 혈중 총 콜레스테롤 농도와 LDL-콜레스테롤 농도만 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 이소프라본 투여 전과 투여 후 혈청 단백질 및 지질치는 모두 정상 범위에 속하였다. 백숙경 등(41)의 연구에서 여대생을 대상으로 90mg의 이소플라본 투여 후 총콜레스테롤 농도, HDL-콜레스테롤 농도, LDL-콜레스테롤 농도 등의 변화에 유의한 변화가 없었다는 연구 결과와는 상반된 결과를 보였다. 그러나, Potter 등(23)의 연구에서는 동물성 단백질을 대두로 대체 하였을 시 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도의 감소를 가져왔다. 또한 Samman 등(92)의 연구에서는 폐경 전 여성에게 86mg의 이소플라본 투여 후 혈중 HDL-콜레스테롤의 농도가 유의하게 상승하였다는 연구결과가 본 연구에서의 이소플라본 투여 전과 투여 후 혈중 지질치의 변화에 대한 결과가 일치하여, 이소플라본의 섭취가 혈중 지질치에 긍정적인 효과를 보였다고 판단된다.

4. 실험군별 골밀도 지표 및 혈중 무기질함량 또는 골형성 지표의 이소플라본 섭취 전·후 변화 비교

12주 동안 실험 후 골밀도 변화에 대하여 동질성 검정결과 위약투여군과 Iso-40군, Iso-80군 간에 유의한 차이($p<0.05$)가 있는 음주여부, 하루 중 걷는 시간, 혈청 중성지방, HDL-콜레스테롤 농도를 통제한 상태에서 실험 전·후를 비교한 결과이다.

1. 실험군별 골밀도지표 변화

T-score는 위약 투여군에서 투약 전과 후에 감소폭을 보였고, 반면 Iso-40군과 Iso-80군에서는 투약 전에 비하여 투약 후 증가를 보였으며, 이러한 평균 변화의 차이는 세 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 각 군 간의 유의성 검증을 위하여 사후 검증한 결과 Iso-80군과 Iso-40군 간의 변화 폭은 통계적으로 유의하지는 않았으나, Iso-40군과 위약투여군, Iso-80군과 위약투여군 사이의 평균 변화가 통계적으로 유의한 차이를 보였다($f=4.831$, $p<0.05$). 폐경 이행단계의 여성들을 대상으로 한 Alekel 등(22)의 연구에서는 이소플라본을 매일 80.4mg씩 24주간 투여 후 요추의 골손실이 감소되는 효과가 있었고, Potter 등(23)의 연구에서도 폐경 후 여성에게 매일 90mg의 이소플라본을 6개월간 식이 중에 섭취하게 한 결과 요추의 골밀도가 투여 전보다 유의적으로 증가하였으며, 백수경 등(41)의 연구에서도 저체중군에서 이소플라본의 섭취가 요추 T-score가 유의적으로 증가하였다고 보고하였다. 본 연구는 요추의 골밀도 지표의 변화가 아닌 종골의 골밀도 지표의 변화여서 다른 연구 결과들과 비교하는데 한계가 있으나, 종골 역시 체중 부하를 받는 부위이며, 골대사가 왕성한 해면골이 많기 때문에 골량감소가 일어날 때 진단에 유리한 부위이므로 이소플라본의 투여가 종골의 골밀도의 증가를 보인 것으로 사료된다. 그러나 골밀도 증가에 있어 이소플라본 섭취가 단독으로 효과를 보였다고는 할 수 없으며, 여러 식이인자 및 활동량, 운동의 효과가 있을 수 있는데 본 연구 결과에서 운동효과를 측정하지 못하였으므로 연구 결과에 한계가 있어 향후 운동과의 관계에 대한 연구가 지속적으로 되어져야 할 것이다.

2. 실험군별 혈중 무기질 농도 및 골형성 지표의 변화

본 연구 결과 혈청 오스테오칼신의 농도는 위약 투여군에서 투여 전보다 투여 후 감소하였고, 그에 반하여 Iso-40군과 Iso-80군에서는 투여 전·후 평균의 차이가 증가함을 알 수 있었으며, 세 군의 평균 변화에 유의한 차이를 보였다. 이에 따라 사후 검정 결과 위약투여군과 Iso-40군, Iso-80군과 Iso-40군 간에는 통계적으로 유의하지 않았지만, Iso-80군과 Iso-40군 사이에서는 평균 변화의 차이가 통계적으로 유의한 차이를 보였다($f=6.317$, $p<0.01$). 본 연구 결과에서 이소플라본 투여 효과로 골교체율이 유의적으로 증가했음을 알 수 있었다. 이는 여대생을 대상으로 한 백수경 등(41)의 연구에서도 이소플라본의 투여가 혈청 오스테오칼신의 유의한 증가를 보였다는 연구결과와 유사하였다. 비록 동물실험 결과이지만 난소를 절제한 쥐에게 에스트라디올이나 대두 식품을 투여 시 골형성지표와 골용해지표가 유의하게 높아져 골교체율이 높았지만, 대조군보다 척추와 대퇴골의 골밀도가 높게 나타나 난소절제에 의한 골용해율보다 대두단백에 의한 골형성율이 높았다고 보고하여(82), 대두 식품의 이소플라본 섭취가 골혈성에 긍정적인 효과를 보임을 시사한 것으로 여겨진다.

이상의 본 연구 결과 젊은 여성에게 이소플라본의 섭취는 골밀도에 긍정적인효과를 가져왔음을 알 수 있었으므로, 향 후 연구에서는 이소플라본 투여 종료 일정 기간 추적 연구가 이루어져야 할 것이다.또한 이소플라본의 섭취량을 증가시키기 위하여 다양한 대두 가공식품의 개발에 관한 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

또한 식이 인자는 골대사에 영향을 미치고 폐경 전 젊은 여성은 최대 골 질량 획득에 중요한 시기이므로 균형잡힌 식사를 통한 적절한 영양소 섭취와 육체활동은 최대 골밀도 획득에 중요하며 이에 대한 젊은 여성을 대상으로 한 영양교육이 필요할 것으로 사료된다.

제 6 장 결론 및 제언

1. 조사대상자의 골밀도 분류에 따른 특성

본 연구에서 골밀도 정상군과 골결핍증군으로 분류하여 일반특성, 신체계측치, 혈청단백질 및 지질치, 골밀도에 관련된 지수, 혈중 무기질 함량, 골형성 지표, 식습관 이소플라본을 포함한 영양소 섭취량에 대하여 비교 결과 다음과 같다.

1. 조사 대상자의 평균 연령은 정상군이 21.8세 골핍증군은 21.7세 두군 모두 비슷하였다. 정상군은 41.7%가 가벼운 활동, 58.3%가 중간 활동이라고 하였고, 골결핍증군에서는 72.2%가 가벼운 활동, 27.8%가 중간 활동정도를 한다고 응답하여 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

2. 조사 대상자의 신체 사항에 대한 조사 결과 대상자들의 평균 신장은 정상군 162.6±5.4cm, 골결핍증군 160.5±5.1cm으로 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 복부피하지방두께는 골결핍증군이 정상군보다 더 컸으며 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 또한 BMI와 체지방율 모두 골결핍증군에서 정상군보다 유의하게 높았다($p<0.05$).

3. 혈중 총 콜레스테롤, 중성지방, LDL-콜레스테롤의 농도는 골결핍증군이 정상군보다 유의하게 높았고($p<0.05$), HDL-콜레스테롤 농도는 정상군이 골결핍증군보다 유의하게 높았다($p<0.05$).

4. 조사대상자들의 골밀도에 대한 결과 종골의 BQI는 정상군 95.2±7.2, 골결핍증군 77.9±5.2였고, T-score는 정상군 -0.47±0.39, 골결핍증군 -1.40±0.28이었으며 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.001$). 골형성지표의 분석 결과 혈청 ALPase 농도는 정상군이 골결핍증군보다 유의하게 높았다($p<0.05$).

5. 조사대상자들의 일상 중에 많이 상용하는 대두 식품을 통한 이소플라본의 섭취량은 정상군 25.1±3.4mg, 골결핍증군 24.2±32.mg였고, 정상군의 칼슘섭취량이 골결핍증군보다 많은 양을 섭취하고 있었으며 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 칼슘섭취 수준은 정상군의 58.3%, 골결핍증군의 75.0%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있어 칼슘섭취에 있어 심각한 결핍수준을 보였다. 엽산섭취 수준은 정상군 91.7%, 골결핍증군 88.9%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있어 본 조사 영양소 중 가장 심각한 결핍수준이 의심되는 영양소였다.

6. BQI는 혈청 오스테오칼신과는 유의한 양의 상관성을 보였고(r=0.346), 복부 피하지방 두께와는 유의한 음의 상관성을 보였다(r=-0.272). 혈청 총 콜레스테롤 농도와는 유의한 음의 상관성을 가졌다(r=-0.238). 또한 식이 성분 중 단백질(r=0.300)과 이소플라본 섭취량(r=0.320)과는 유의하게 양의 상관성을 가졌다. T-score는 근육량과 유의한 양의 상관성을 보였으나(r=0.215), 복부 피하지방 두께와는 T-score(r=-0.270)와 Z-score(r=-0.284) 모두 유의한 음의 상관성을 보였다. 혈청 총 콜레스테롤 농도와는 T-score(r=-0.240)와 Z-score(r=-0.256) 모두 유의한 음의 상관성을 가졌다. T-score는 단백질 섭취량과는 유의하게 양의 상관관계를 보였고(r=0.296), Z-score는 단백질(r=0.308)과 이소플라본 섭취량(r=0.334)과는 유의하게 양의 상관성을 가졌다. 혈청 오스테오칼신 농도는 탄수화물 섭취량과는 유의하게 양의 성관관계를 가졌으나(r=0.303), 지방(r=-0.367), 티아민 섭취량(r=-0.360)과는 유의성을 보였다. 혈청 ALPase 농도는 식이 섬유소 섭취량과는 유의하게 음의 상관관계를 가졌다(r=-0.305).

2. 기초 조사 결과 골결핍증 대상자들의 실험군 분류에 따른 특성

본 연구에서는 이소플라본의 투여가 골결핍증을 보이는 젊은 여성들의 골밀도 및 골대사지표에 미치는 효과를 알아보기 위하여 이소플라본 40mg 투여군은 Iso-40군, 이소플라본 80mg 투여군은 Iso-80군, 찹쌀가루 40mg 투여군은 위약투여

군으로 명명하였으며 각 군의 실험 전 기초 조사 결과는 다음과 같다.

1. 조사 대상자의 평균 연령은 Iso-40군 21.7세, Iso-80군 21.3세, 위약투여군 22.2세였다. 음주 여부에 대한 조사 결과 위약투여군에서 음주율이 가장 높았고, 그 다음은 Iso-80군, Iso-40군 순으로 각 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 하루 중 자신이 걷는 시간에 대하여 Iso-40군, Iso- 480군, 위약투여군 순으로 걷는 시간이 많았으며, 세 군 간에 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

2. 체지방율 Iso-40군 24.2±2.5%, Iso-80군 24.4±2.7%, 위약 투여군은 23.6±4.3%로 모든 군 모두 정상 범위였다. 그러나 체지방율에 의한 비만도 분류 결과는 Iso-40군과 Iso-80군, 위약투여군 모두에서 약간 과체중 이상은 50.0%로 체지방율이 정상범위 이상의 문제가 되는 대상자가 많았다.

3. 혈청 중성지방 농도는 위약투여군의 중성지방 농도가 가장 높았고, Iso-40군과 Iso-80군과는 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 위약투여군은 다른 두 군과 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 혈청 HDL-콜레스테롤은 Iso-80군의 농도가 가장 높았고, Iso-40군과 Iso-80군 사이에 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 위약투여군과 두 군과는 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

4. 혈청 오스테오칼신의 농도는 Iso-40군 8.9±0.9ng/ml, Iso-80군 8.2±0.5ng/ml, 위약투여군 9.6±1.6ng/ml로 위약투여군은 Iso-40군과는 통계적으로 유의한 차이는 없었으나, Iso-80군과는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

5. 이소플라본 섭취는 평균 Iso-40군 24.8±4.0mg, Iso-80군 22.7±2.0mg, 위약투여군 25.0±3.1로 이소플라본 섭취량이 위약투여군, Iso-40군, Iso-80군 순 이었으며 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. Iso-40군의 탄수화물 : 단백질 : 지방의 섭취 비율은 62.0 : 24.9 : 13.1, Iso-80군이 56.7 : 28.8 : 14.5, 위약투여군은 61.7 : 24.0 : 14.3이었다. 칼슘 섭취량은 위약투여군, Iso-40군, Iso-80군 순으로 섭취하였고, 칼슘섭취량은 권장섭취량과 비교하여 Iso-40군 65.3%, Iso-80군 64.9% 위약

투여군 71.3%로 모든 군에서 칼슘섭취 수준이 매우 낮음을 알 수 있었다. 엽산 섭취 수준은 평균필요량과 비교하여 Iso-40군 68.6%, Iso-80군 56.7%, 위약투여군은 67.7%로 모든 군에서 평균필요량 미만을 섭취하였으며, 엽산 섭취에 문제가 있음을 알 수 있었다.

6. BQI는 혈청 오스테오칼신과는 유의한 양의 상관성을 보였으나(r=0.643), 혈청 총 콜레스테롤(r=-0.337), LDL-콜레스테롤(r=-0.313)와는 유의한 음의 상관성 보였다. T-score(r=0.336)와 Z-score(r=0.335) 모두 근육량과 유의한 양의 상관성을 보였고, 혈청 오스테오칼신과는 유의한 양의 상관성을 보였으나(r=0.643), 그에 반하여 혈청 총 콜레스테롤과는 T-score(r=-0.342)와 Z-score(r=-0.370), LDL-콜레스테롤과 T-score(r=-0.321)와 Z-score(r=-0.342)로 모두 유의한 음의 상관성을 가졌다. 식이 성분 중 이소플라본 섭취량은 BQI(r=0.474)와, T-score(r=0.491)와 Z-score(r=0.510) 모든 골밀도 지수와 유의한 양의 상관성을 보였다. 혈청 ALPase 농도는 비타민 A 섭취량과는 유의한 양의 상관성을 가졌고(r=0.495), 식이 섬유소 섭취량과는 유의하게 음의 상관성을 보였다(r=-0.423).

3. 실험군별 신체계측치, 생화학지수의 이소플라본 섭취 전·후 변화 비교

이소플라본의 투여 전후의 변화추이를 알아보기 위하여 12주 동안 투여 결과 신체계측치와 혈청 단백질과 지방 농도에, 골밀도에 대해 조사한 결과는 다음과 같다.

1. Iso-40군에서 신체구성성분 중 단백질양과 무기질양은 투여 전보다 투여 후 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 신체 근육량은 투여 전 35.59kg, 투여 후 35.94kg으로 세 가지 성분 모두 유의하게 증가하였다($p<0.05$). Iso-80군은 체중의 변화가 투여 전에 비하여 투여 후 유의하게 감소하였고($p<0.05$), 근육량은 투여 전보다 투여 후 유의하게 증가하였다($p<0.05$).

2. Iso-40군에서 혈청 총 콜레스테롤 농도는 투여 후가 투여 전보다 감소하여 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). HDL-콜레스테롤은 투여 후가 투여 전보다 유의하게 높아졌으며($p<0.05$), LDL-콜레스테롤 농도는 투여 전보다 투여 후가 감소하여 투여 전·후로 유의한 차이를 보였다($p<0.01$). Iso-80군에서 혈청 총 콜레스테롤 농도는 투여 전보다 투여 후 평균 16.75mg/dl 감소로 이소플라본 투여 전·후로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 또한 LDL-콜레스테롤 농도 역시 투여 후가 투여 전보다 감소하여 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

4. 실험군별 골밀도지표 및 혈중 무기질함량 또는 골형성지표의 이소플라본 섭취 전·후 변화 비교

이소플라본의 투여 전후의 변화추이를 알아보기 위하여 12주 동안 실험 후 골밀도 변화에 대하여 동질성 검정결과 실험군 간에 유의한 차이($p<0.05$)가 있는 음주여부, 하루 중 걷는 시간, 혈청 중성지방, 혈청 HDL-콜레스테롤 농도를 통제한 상태에서 실험 전·후를 비교한 결과는 다음과 같다.

1. BQI는 위약투여군에서 투여 후 평균변화의 감소폭을 보였고, Iso-40군과 Iso-90군에서는 투여 전·후 평균차이의 폭이 증가하였으며, 세 군에서 평균 변화에 유의한 차이를 보였다. 이에 따라 사후 검정 결과 Iso-80군과 Iso-40군 간에는 통계적으로 유의하지 않았지만, Iso-40군과 위약투여군, Iso-80군과 위약투여군 사이에는 평균의 변화가 통계적으로 유의한 차이를 보였다($f=3.276$, $P<0.05$).

T-score는 위약투여군에서 투약 후 감소폭을 보였고, 반면 Iso-40군과 Iso-80군에서는 투약 전에 비하여 투약 후 평균의 변화에 증가를 보이면서, 세 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 각 군 간의 유의성 검증을 위하여 사후 검증한 결과 Iso-80군과 Iso-40군 간의 변화 폭은 통계적으로 유의하지 않았으나, Iso-40군과 위약투여군, Iso-80군과 위약투여군 사이의 평균 변화가 통계적으로 유의한 차이를 보였다($f=4.831$, $p<0.05$).

2. 혈청 오스테오칼신의 농도가 위약 투여군에 투여 후 평균의 변화가 감소폭을 보였으나, 그에 반하여 Iso-40군과 Iso-80군에서는 실험 처치 후 평균의 차이가 증가함을 알 수 있었으며, 세 군의 평균 변화에 유의한 차이를 보였다. 이에 따라 사후 검정 결과 위약투여군과 Iso-40군, Iso-80군과 Iso-40군 간에는 통계적으로 유의하지 않았지만, Iso-80군과 Iso-40군 사이에서는 평균변화의 차이가 통계적으로 유의한 차이를 보였다($f=6.317$, $P<0.01$).

이상의 연구 결과 젊은 여성에 골밀도 정상군보다 골밀도가 낮은 군은 정상체중 범위에 있더라고 체지방율이 높았던 점을 고려하여 최대 골질량을 높이는데 있어 체지방량을 줄이면서 대신 근육량을 높일 필요가 있다고 사료된다. 또한 12주 동안 골밀도가 낮은 젊은 여성들에게 이소플라본 섭취가 증가가 혈중 지질성분의 농도를 낮춰주고, 골밀도와 골형성지표 상승에 영향을 주어 전체적으로 골밀도에 대하여 긍정적인 효과를 가져왔다.

그러나 본 연구 결과에 대해 제한점과 그에 대한 제언을 해보면 다음과 같다.

첫째, 인간을 대상으로 한 실험으로 실험참여자 수가 적어 통계적 검증에 한계가 있었고, 특히 정상군의 수가 골결핍증군의 수에 비하여 부족하므로 각 군 간에 비교함에 있어 한계가 있었다. 이에 보다 많은 표본을 대상으로 다각적인 접근으로 연구할 것을 제언한다.

둘째, 골밀도 측정 장비와 측정부위의 단일성으로 상대적인 골밀도를 비교하는데 한계가 있었다.

셋째, 동물실험과 달리 식이를 통제하는 데 어려움이 있고, 골밀도 증가에 있어 이소플라본 섭취 단독의 효과로 보기에는 인간의 식이는 복잡하고 또한 영양소가 건강에 미치는 효과는 하나의 영양소만의 효과가 아닌 다른 영양소들과 상호 연관성이 있으므로 그 관계까지 규명하는 것은 한계가 있었다.

넷째, 골밀도의 긍정적 증가를 살펴보기에 장기간 실험을 하였다면 이소플라본이 골밀도에 미치는 효과를 실험 중간단계에도 관찰하여 보다 세밀한 실험이 될 수 있었겠지만 장기간 골밀도의 변화 추이를 살피기에는 실험집단의 통제가 어려워 12주 동안의 실험으로 종료하였다는 점이다. 그러므로 향후 폐경 전 젊은 여성들을 대상

으로 이들을 위한 영양교육 프로그램 개발과 함께 지속적인 관찰과 실험이 필요하겠다.

참 고 문 헌

1. Ahn HS, Kim SH, Lee SS. A Study of Factors Affecting Bone Mineral Density in Korean Adolescents: Anthropometric measurements, Life Style, and Other Environmental Factors. *Korean J Nutr.* 38(3): 242-250. 2005
2. Lee MS. Change in bone mineral density and fracture threshold. *The Korean Society of Endocrinology.* 5(3): 232-233. 1990
3. NIH consensus develpoment panel on osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. *JAMA.* 285: 785-795. 2001
4. Kim KR, Kim KH, Lee EK, Lee SS. A study on the factors affecting bone Mineral density in adult women-based on the mothers of elementary school students. *Korean J Nutr.* 33(3): 241-2000
5. Kim YI, Park JH, Lee JS, Kim JW, Yang SO, Jeon DJ. Prevalence and risk factors of the osteoporosis of perimenopausal women in the community population. *Korean J Med. 62*: 11-24. 2002
6. Lee JS, Yoo CH. Some factors affecting bone mineral density of Korean rural women. *Korean J Nutr.* 32(8): 935-945. 1999
7. Barr SI, McKay HA. Nutrition, exercise and bone status in youth. *Int J Sport Nutr.* 8(2): 124-142. 1998
8. Metz JA, Anderson JJ, Gallaghter PN Jr. Intakes of calcium, phosphorus, and protein, and ohysical-activity level are related to radial bone mass in young adult women. *Am J Clin Nutr.* 58(4): 537-42. 1993
9. Ryu HK, Yoon JS. A Comparative Study of Nutrient Intakes and Health Status with Body Size and Weight Control Experience in Adolescent Females. *Korean J Community Nutr.* 5(3): 444-451. 2000
10. Park HS, Lee HO, Sung CJ. Body Image, Eating Problems and Dietary

Intakes among Female College Students in Urban Area of Korea. *Korean J Community Nutr.* 2(4): 505-514. 1997

11. Kim SH, Choi BY. Ca and P balance in Korean female adolescents. *Korean J Nutr.* 34(4):433-439. 2001
12. Lee HJ, Choi MJ. The Effect of Nutrient Intake and Energy Expenditure on Bone Mineral Density of Korean Women in Taegu. *Korean J Nutr.* 29: 778-787. 1996
13. Choi MJ, Jung YJ. The Relationship between Food Habit, Nutrient Intakes and Bone Mineral Density and Bone Mineral Content in Adult Women. *Korean J Nutr.* 31(9):1446-1456. 1998
14. Song YJ, Paik HY. Effect of dietary, biochemical and other factors on bone mineral density change for 2 years in Korean college women. Korean J Nutr. 36(2):175-182. 2003
15. Weaver CM, Peacock M, martin B, Plawecki KL, McCabe GP. Calcium retention estimated from indicators of skeletal status in adolescent girls and young women. *Am J Clin Nutr.* 64:67-70. 1996
16. Jackmam LA, Millane SS, Martin B, Wood OB, McCabe GP, Peacock M, Weaver C. Calcium retention in relation to calcium intake and postmenarcheal age in adolescent females. *Am J Clin Nutr.* 66: 327-333. 1997
17. 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
18. Compston JE. Sex steroids and bone. *Physiol Rev.* 81: 419-447. 2001
19. Grainge MJ, Couplnad 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. *Osteoporosis Int.* 8: 355-363. 1998
20. Kerstter JE, Mitnick ME, Gundberg CM, Caseria DM, Ellison AF, Carpenter TO, Insogna KL, Change in bone turnover in young women consuming

different levels of dietary protein. *J Clin Endorcrinol Metab.* 84:1052-1055. 1999

21. Matkovic V, Fontana D, Tominac C, Goel P, Chesnut CH 3rd. Factord 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
22. Alekel DL, Germain A, Peterson CT, Hanson HB, Stewart JW, Toda T. Isof;avone-rich soy protein attenuates bone loss in the lumbar spine of perimenopausal women. *Am J Clin Nutr*. 72:844-852. 2000
23. Potter SM, Baum JA, Teng H, Stillman RJ, Shay NF, Erdam Jr JE. Soy pretein and isoflavone: their effects on blood lipids and bone density in postmenopausal women. Am J Clin Nutr. 68 Suppl: 1375S-1379S. 1998
24. Kurzer MS. Hormonal effects of soy isoflavones: studies in premenopausal and postmenopausal women. *J Nutr.* 130:660S-661S. 2000
25. Kleijin MJ, van der Schouw YT, Wilson PW, Grobbee DE, jacques PF. Dietary intake of phytorstrogens is associated with a favorable metabolic cardiovascular risk profile in postmenopausal U.S. women: the Framingham study. J Nutr. 132(2): 276-282. 2002
26. Ander SYT, Pijpe A, Lebrum CE, Bots MI, Peeters PH, van Staveren WA, Lamberts SW, Grobbee DE. Higher usual dietary intake of phytoestrogens is associated with lower aortic stiffness in postmenopausal women. *Arterioscler hromb Vasc Biol Aug.* 22(8):1316-1322. 2002
27. Setchell KDR. Phytoestrogrns: the biochemistry, physiology, and implications for human health of soy isoflavones. A*m J Clin Nutr.* 68 Suppl: 1333S-1346S. 1998
28. Cooper C, Campion G, Melton LJ 3rd. Hip fractures in the elderly: a world-wide projection. Osteoporos Int. 58:285-289. 1992
29. Shim JY, Cho YM, Kim YK, Lee HO, Om AS. Effects of soy isoflavones on detoxification of cadium. *Korean Soybean Digest.* 22:19-24. 2005
30. Choi IS, Bae YJ, Jang S, Lee DH. Yun ME, Lee HS, Kim MH, Lee SH,

Sung CJ. Effect of Soy Isoflavone Supplementation and Exercise on Serum Lipids in Postmenopausal Women. *Korean J Nutr.* 38(6):411-418. 2005

31. 윤미은. 운동과 대두 이소플라본 보충이 폐경 후 여성의 골밀도 및 골대사지표에 미치는 영향 *[박사학위논문]* 숙명여자대학교 대학원. 2004

32. Lee DH, Shin LH, Kim MH, Yoon ME, Sung CJ. Effect of Isoflavones Supplementation on Bone Mineral Density and Sex Hormones in Postmenopausal Women. *Korean J Nutr.* 35(8):863-869. 2002

33. Lee MJ, Kim MJ, Min SH, Yoon S. A Study on the Attitude of soy Food and Estimated Dietary Isoflavone Intake among Korean Adolescents. *Korean J Community Nutr.* 9(5):606-614. 2004

34. Sung CJ, Choi SH, Kim MH, Park MH, Ko BS, Kim HK. A study on diwtary intake from soy foods and urinary isoflavone excretion and menopausal symtoms in Korean women in rural areas. *Korean J Community Nutr.* 5(1):120-129. 2000

35. Lee SK, Lee MJ, Yoon S, Kowm DJ. Estimated Isoflavone Intake from Soy Products in Korean Middle-aged Women. *J. Korean. Soc. Food SCi.* 29(5): 948-956. 2000

36. Kim CH, Park JS, Sohn HS, Chung CW. Determination of Isoflavone, Total Saponin, Dietary Fibers, Soy Oligosaccharides and Lecithins from Commercial Soy Prodects Based on the Onw Serving Size-Some bioactive compounds from commercialized soy products-. *Korean J Food Sci Technol.* 34(1):96-102. 2002

37. Lee MY, Park YH, Oh HS, Kwak TS. Isoflavone Conrent in Soybean and its processed products. *Korean J Food Sci Technol.* 34(3):365-369. 2002

38. Kim CS, Lee YS, Kim JS, Hahn YH. High Performance Liquid Chromatographic Analysis of Isoflavone in Soybean Foods. *Korean J Food Sci Technol.* 32(1):25-30. 2000

39. Choi YB, Sohn HS. Isoflavone Content in Korean Fermented and Unfermented Soybean Foods. *Food Sci Technol.* 30(4): 745-750. 1998

40. Ahn HS, Park YS. The Correlation of Usual Dietary Isoflavone Intake and Serum Osteocalcin. Korean J Community Nutr. 9(1):23-46. 2004
41. Baek SK, Sung CJ. 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. 2003
42. Burger EH, Klein-Nulend J, Van Der Plas A, Nijweide PJ. Function of osteocytes in bone - heir role in Mechanotransduction. *J Nutr.* 125:2020s-2023s. 1995
43. 대한골대사학회. *골다공증 치료지침*. 서흥출판사. 서울. 2004
44. Riggs BL, Melton LJ. Involutional osteoporosis. *N Engl J Med.* 314:1676-1686. 1995
45. Aderson JJB, Garner SC. The effects of phytoestrogens on bone. *Nutrition Reserch.* 17(10): 1617-1632. 1997
46. Mazess RB. On aging bone loss. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 165:239-252. 1982
47 Kim WY. Osteoporosis and Dietary Factors. *The Korean J Nutr.* pp.636-635. 1994
48. Bronner F, Stein WD. Calcium homeostasis - An old problem revisited. *J Nutr.* 125:1987s-1995s. 1995
49. Kleerekoper M. Biochemical markers of bone remodeling. *Am J. Med. Sic.* 312:270-277. 1996
50. Liu G, Peacock M. Age-related changes in serum undercarboxylated osteocalcin and its relationship with bone density, bone quality, and fip fracture. *Caicif. Tissue Int.* 62:286-289. 1998
51. Kanis JA, Delmas P, Burckhard P, Cooper CT. Guidelines for Diagnosis and Management of Osteoporosis. Osteoporosis International. 7:390-406, 1997.
52. Kanis JA, Melton LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltaev N. The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res.* 9:1137-1141. 1994
53. Kim DY. Clinical Application of Bone Mineral Density Measurement.

Korean J Nucl Med. 38(4):275-281. 2004

54. ISCD. The writing group for the ISCD position development coference. Diagnosis of osteoporosis in men, premenopausal women, and children. *J Clin Densitom.* 7:17-26. 2004.
55. Baek KH, Kang MI. Official Positions of the Internatonal Society for Clinical Densitometry.
56. Fehily AM, Coles RJ, Evans WD, Elwood PC. Factors affectong bone density in young adults. Am J Clin. 56:579-586. 1992
57. Kardinal AF, Hoorneman G, Vaananen K, Charles P, Ando S, Maggiolini M, Charzewska J, Rotily M, Deloraine A, Heikkinen J, Juvin R, Schaafsma G. Determinants of bone mass and bone geometry in adolescent and young adult women. *Calcif Tissue Int.* 66:81-89. 2000
58. Kerstetter JE, O'Brein KO, Insogna KL. Dietary protein affects intestinal calcium absorption. *Am J Nutr.* 68:859-865. 1998
59. Hu JF, Ahao XH, Parpia B, Campbell TC. Dietary intakes and urinary excretion of calcium and acids: a cross-sectional study of women in China. *Am J Clin Nutr.* 58:398-406. 1993
60. Teegarden D, Lyle RM, McCabe GP, Mccabe LD Proulx WR, michon K, Knight AP, Johnson CC, Weaver CM. Dietary calcium, protein, and phosphorus are related to bone mineral density and content in young women. Am J Clin Nutr. 68:749-754. 1998
61. Yu CH, Lee YS, Lee JS. Some Factors Affecting Bone Density of Korean College Women. *Korean J Nutr.* 31(1): 36-45. 1998
62. Kushuhara R, Katayama S, Itabashi A, Maruno Y, Inaba M, Akabane S, Tanaka K, Morita K, Shibuya M, Kawazy S. Effect of dietary calcium on serum BGP(osteocalcin). *Endocrinol Jpn.* 38:145-149. 1991
63. Jeong HK, Kim JY, Lee HS, Kim JY. The Effect of Dietary Calcium and Phosphate Levels on Calcium and Bone Metabolism in Rats. *Korean J Nutr.* 30(7):813-824. 1997

64. Choi MJ, Jo HJ. Effect of Sodium Chloride Supplementation on Bone Metablism in Rats Consuming a Low Calcium Diet. *Korean J Nutr.* 29(10):1096-1106. 1996

65. Woo SI, Cho SS. The Influence of Diet, Body Fat, Mineral Function, and Activity upon the Bonr Density of Female Gymnasts. *Korean J Nutr.* 32(1): 50-63. 1999

66. Douchi T, Yamamoto S, Oki T, Maruta K, Kuwahata R, Nagata Y. Relationship between body fat distribution and bone mineral density in premenopausal Japanese women. *Obstet Gynecol.* 95: 722-725. 2000

67. Sung CJ, Yun ME, Lee JK, Kim MH, Lee HS. Effects of Isoflavone Supplementation and Exercise on Bone Mineral Density and Urinary Deoxypyridinoline in Postmenopausal Women. *Korean J Nutr.* 37(4): 291-301. 2004

68. Shapses SA, Riedt CS, Schlussel Y, Gordon CL, Li WP, Brolin RE, Stahl T. Body weight and menopausal sstatus influence trabecular and cortical bone mineral density. *International Congress Series.* 1297: 231-240. 2007

69. Chang KY. *The influences of obesity on bone mineral density in children, Unpulished master dissertation.* Korea University. 2001

70. Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Manning PJ, Williams SM. More broken bones: a 4-year double cohort study of young girls with and without distal forearm fractures. J Bone Miner Res. 10: 2011-2018. 2000

71. Wang MC, Bachrach M, Van Loan, Hudes M, Flrgal KM, Crawford PB. The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. *Bone.* 37: 474-471. 2005

72. Kim MH, Kim MS. A study on the Relationships between Knowledge about Osteoporosis and Cognitive Factors in Middle-aged Women. *Korean J Women Health Nurs.* 11(1):52-57. 2005

73. Mayoux-Benhaumou MA, Leyge JF, Roux C, Reval M. Cross-sectional study of weight-bearing activity on proximal femur bone mineral density. *Calcif Tissue Int.* 67:179-183. 1999

74. Uusi-Rasi K, Sievanen H, Vuori I, Pasanen M, Oja P. Assocations of physical activity and calcium intake with bone mass and size in healthy

women at different ages. J Bone Miner Res. 13:133-142. 1998

75. Ho SC, Wong E, Chan SG, Lau J, Chan C, Leung PC. Determinants of peak bone mass in Chinese women aged 21-40 years Ⅲ. Physical activity and bone mineral density. *J Bone Miner Res.* 12:1262-1271. 1997

76. Hannan MT, Felson DT, Dawson-Hughes B, Tucker, Cupples LA, Wilson PWF, Kiel DP. Risk factors for longitudinal bone loss in elderly men and women : The framingham osteoporosis study. *J Bone Miner Res.* 15:710-720. 2000

77. Eisman JA, Kelly PJ, Morrison NA, Pocock NA, Yeoman R, Birmingham J, Sambrook PN. Peak bone mass and osteoporosis prevention. *Osteoporos Int.* 3 Suppl:56-60. 1993

78. New SA. Robins SP, Campbell MK, Martin JC, Garton MJ, Bolton-Smith C, Grubb DA, Lee SJ, Reid DM. Dietary influences on bone mass and metabolism: further evidensce of a positive link between fruit and vegeTable consumption and bone health?. *Am J Clin Nutr.* 71:142-151. 2000

79. Huang AS, Hsieh OAL, Chang SS. Characterization of the nonvolatile minor constituents responsible for the objectionable taste of defatted soybean flour. J Food Sci. 47:19-23. 1981

80. Okubo K, Iijima M, Kobayashi Y, Yoshikoshi M, Uchida T, Kudou S. Components responsible for the undesirable taste of soybean seeds. *Biosci Biotechnol Biochem.* 56:99-103. 1992

81. Messina M, Messina V, Setchell KDR. *The simple soybean and your health.* Avery Publishing Group, Garden City park, New York. 1994

82. Arjmandi BH, Birnbaum R, Goyal NV, Getlinger M, Juma S, Alekel L, Hasler CM, Drum ML, Hollis BW, Kukrega SC. Bone-sparing errect of soy protein in ovarian hormone - deficient rats is related to its isoflavone content. *Am J Clin Nutr.* 68 Suppl:1364S-1368S. 1998

83. Kim HJ, Bae KH, Lee HJ, Eun JB, Kim MK. Effect of hesperidin extracted from tangerine peel on Cd and lipid metabolism, and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutr.* 32(2):137-149. 1999

84. Messina M, Messina V. Soyfood, soybean isoflavone, and health: a brief

overview. *J Ren Nutr.* 10(2):63-68. 2000

85. Honore EK, Willuams JK, Anthony MS, Clarkson TB. Effects of dietary soy isoflavones on coronary vasodilation, and neointimal formation after illiac artery balloon injury in atherosclerotic monkeys. *Presented at Third International Coference on Phytoestrogens Little Rock*, Arkansas, Dec. pp. 3-6. 1995
86. Frost HM, Jeo WSS. On the rat model of human osteopenias andosteoporosis. Bone Miner. 18:227. 1992
87. Lee YS. Effect of Isoflavone on Proliferation and Oxidative Stress of MC3T3-E1 Osteoblast-like Cells. *Korean Soybean Digest.* 18(1): 35-42. 2001
88. Wangen KE, Duncan AM, Xu X, Kurzer MS. Soy isoflavone improve plasma lipids in normocholesterolemic and mildly hypercholesterolemic potmenopausal women. *Am J. Clin. Nutr.* 73:225-231, 2001
89. Wolfgang W, Hubertus J, Dana SW. Isoflavones-Safe food additives or dangerous drugs? *Ageing Research Review.* 6:150-188. 2007
90. Crouse JR, Morgan T, Terry JG, Ellis J, Vitolins M, Burke GL. A randomized trial comparing the effect of casein with soy protein containing varying amounts of isoflavones on plasma concentrations of lipids and lipoproteins. *Arch Intern Med.* 159(17): 2070-2076, 1999
91. Wu J, Oka J, Higuchi M, Tabata I, Toda T, Fujioka M, Fufu N, Teramoto T, Okkuhira T, Ueno T, Uchiyama S, Urata K, Yamada K, Ishimi Y. Cooperative effects of isoflavones and exercise on bone and lopod metabolism in postmenopausal Japannese women: a randomizeed placebo-controlled trial. *Metabolism.* 55: 423-433. 2006
92. Samman S, Lyons Wall PM, Chan GS, Smith SJ, Petocz P. The effect of supplementation with isoflavones on plasma lipids and oxidisability of low density liopoprotein in premenopausal women. *Atherosclerosis.* 147:277-283. 1999
93. 정동효. *대두이소플라본 건강기능식품-대두*. 신일상사. 서울. 2006
94. 五来.逸雄. 骨とエストロゾェン. 内分泌. 糖尿病科. 1:601-610. 1995

95. Ernst M, Schmid CH, Froesch ER. Enhanced osteoblast proliferation and collagen gene expression by estradiol. *Proc Natl Acad Sci.* 85:2307-2310. 1998

96. Dixon RA, Ferreira D. Molecules of interest: Genistein. *Phytochemistry*, 60: 205-211. 2002

97. Tsutsumi N. Effect of coumestrol on bone metabolism in organ culture. *Biol Pharm Bull.* 18:1012-1015. 1995

98. Yamaguchi M, Gao YH. Inhibitory effect of genistein on bone resorption in tissue culture. *Biochem Pharm.* 55:71-76. 1998

99. Stephan EB, Dziak R. Effects of genistein, tyrphostin, and pertussis toxin on EGF-induced mitogenesis in primary culture and clonal osteoblastic cells. *Calcif Tissue Int.* 54:409-413. 1994

100. Hurley MM, Marcello K, Abreu C, Brinckerhoff CE, Bowik CC, Hibbs MS. Transcriptional regulation of the collagenase gene by basic fibroblas growth factor in osteoblastic MC 3 T 3-E 1 cells. *Biochem Biophys Res Commun.* 214:331-339. 1995

101. Yamaguchi M, Gao YH. Anabolic effect of genestein and genistin on bone metabolism in the femoral-metaphyseal tissues of elderly rats: The gensitein effect is enhanenced by zinc. *Mol Cell Biochem.* 178:377-382. 1998

102. Gao YH, Yamaguchi M. Anabolic effect of daidzein on cortical bone in tissue culture: Comparison with genistein effect. *Mol Cell Biochem.* 194:93-97. 1999

103. Valent M, Bufalino L, Castiglione GN, D'Anglelo R, Mancuso A, Galoppi P, Zichella L. Effects of I-year treatment with ipriflavone on bone in postmenopausal women with low bone mass. *Calcif Tissue Int.* 54:377-380, 1994

104. Cheng SL, Zhang SF, Nelson TL, Warlow PM, Civitelli R. Stimulation of human osteolast differentiation and function by ipriflavone and its metabolites. *Calcif Tissue Int.* 55:356-362. 1994

105. Benvenuti S, petilli M, Frediani U, Tanini A, Fiorelli G, Bianchi S, Bernabei PA, Albanese C, Bran°ㅑ ML. Binding and bioeffects if ipriflavone on a human preosteocalstic cell line. Bichem Biophys Res Commun. 201:1084-1089. 1994

106. Brandi DD, Umbach DM, Lansdell L, Hughes CL, Setchell KDR, Weingerg CR, Haney AF, Wilcox AJ, mcLachlan JA. Dietary intervention study to assess estrogenicity of dietary soy among postmenopausal wpmen. J. Clin. Endocrinol. Merabol. 80: 1985. 1995

107. Lee KH, Chung HK, Han JH, Son HS. Soy Isoflavone: Currenr Usage and Production. *Korean Soybean Digest.* 20(2): 28-36. 2003.

108. Coward L, Barnes NC, Setchell KDR, Barnes S. Genistein, daidzein and their β-glycoside conjugates: Antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. *J. Agric. Food Chem.* 41: 1961-1957. 1993

109. Haytowiyz DB, Beecher GR, Bhagwat S, Holden JM, Murphy PA. Development of a database on the isoflavone content of food: USDA-lows State University Database. *IEF Anual Meeting*. p106. 1999

110. Hutchins AM, Slavin JL, Lamp JW. Urinary isoflavonoid phytoestrogen and linan excretion after consumption of fermented and unfermented soy products. J *Am Diet Assoc.* 95:545-551. 1995

111. Klaus K, Brarz W. Formation of polyhydroxylated isoflavones from the isoflavones genistein and biochanin a by bacteria isolated feom tempw. *Phytochemistery*. 47(6): 1045-1048. 1998

112. Easiki H, Onozaki H, Morimitsu Y, Kawakiashi S, Osawa T. Potent antioxidative isoflavones iolated from soybeans fermented with Aspergillus saitoi. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*. 62(4): 740-746. 1998

113. Mei J, Yeung SSC, Kung AWC. High dietary phytoestrogen intake is associated with higher bone mineral density in postmenopausal but not premenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab.* 86:5217-5221. 2001

114. Somekawa Y, Chiguchi M, Ishibashi T, Aso T. Soy intake related on

menopausal symptoms, serum lipids, and bone mineral density in postmenopausal Japaneses women. *Obstet Gynecol.* 97(1): 109-115. 2001

115. Greendale GA, Fitzgerald G, Huang MH, Sternfeld B, Gold E, Seeman T, Sherman S, Sowers M. Dietary soy isoflavones and bone mineral density: Results from the study of women's health across the nation. *Am J Epidemiol.* 155:746-754. 2002

116. Wangen KE, Duncan AM, Merz-Delow BE, Xu X, Marcus R, Phipps WR, Kurzer MS. Effects of soy isoflavones on markers of bone turnover in premenopausal women. *Am J Clin Nutr.* 73:225-231. 2000

117. Calfton-Bligh PB, Baber RJ, Fulcher GR, Nery ML, Moreton T. The effect of isoflavone extracted from red clover(Rimostil) on lipid and bone metabolism. *Menopause.* 8:259-265. 2001

118. Uesugi T, Fukui Y, Yamori Y. Beneficial effects of soybean isoflavone supplementation on bone metabolism and serum lipids in postmenopausal Japaneses women: a four-week study. *J Am Coll Nutr.* 21:97-102. 2002

119. Yamamori Y, Moriguchi EH, Teramoto T, Miura A, Honda KI, Fukui M, Nara Y, Taira K, Moriguchi Y. Soybean isoflavones reduce postmenopausal bone resorption in female Japanese immigrants in Brazil: a ten week study. *J Am Coll Nutr.* 21: 560-563. 2002

120. Chen WF, Wong MS. Genistein enhances insulin-like growth factor signaling pathway in human breast cancer(MCF-7) cells. *J Clin Endocrinol Metab.* 89:2351-2359. 2004

121. Gallaghter JC, Satpathy R, Refferty K, Haynatzka V. The effect of soy protein isolate on bone metabolism. *Menopause.* 11:290-298. 2004

122. John H. *Soy: health claims for soy protein, questions about other components.* FDA Consumer magazine. May/June. 2000

123. National Guideline Clearinghouse. The role of isoflavones in menopausal health: consensus opinion of The North American Menopause Society. *Menopose.* 7(4):215-229. 2000

124. Lee HC, Choi JM, Son LS, Song JI, Yoon TY, Park SY, Lew DJ. A Study on the Body Fatness and Lifestyles of University Students. *J Korean Soc Study Obes.* 6(2):163-184, 1997.

125. World Health Organization. Obesity. *Preventing and managing the global epidemic report of WHO consultation on obesity*. WHO: Geneva, 1997.

126. WHO West Pacific Region. *The Asia-Pacific Perspective: Redefining Obesity and its Treatment*. IOTF Feb, 2000.

127. Robert D, Lee & David C, Nieman. *Nutritional assessment, 2nd ed.* USA: ASPEN, . 1995.54. Thompson MA, Gray JJ. Development and validation of a new body image assesment scale. *J Pers Asse* ***64***(2): 258-69, 1995.

128. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of concentration of low density lipoprotein cholestrol in plasma, without use of the proparative ultracentrifuge. *Clin Chem.* 18:499-502. 1972

129. Lee YN, Choi Haymie. A study on the Relationship between Body Mass Index and the Food Habits of College Students. *Korean J. Dietary Culture.* ***9***(1): 1-10, 1994.

130. Lim HY. Dietary Survey of the College Women. *Korean Home Economics Assoc* ***18***(1): 47-52, 1980

131. Kim BR, han YB, Chang UJ. A Study on the Attitude toward Weight Control, Doet behavior and Food Habits of Colleges Students. *Kor J Comm Nutr* ***2***(4): 530-538. 1997

132. Kim WY. Nutrition Knowledge and Food Habits of College Students. *Korean J Nutr.* ***17***(3): 178-184, 1984.

133. The Korean Nutrition Society. *Dietary Reference Intake for Koreans*. The Korean Nutrition Society. Seoul. 2005

134. The Korean Nutrition Society. *CAN - Pro 3.0-Computer Aided Nutritional Analysis Program 3.0.* The Korean Nutrition Society. Seoul. 2006

135. Laitinen K, Valimaki M. Alcohol and bone. *Calicif. Tissue Int.* 49

Suppl:S70-S73, 1991

136. Massey V. Calcium and peak bone density. *J Intern. Med.* 231:151-160, 1993

137. Calvo MS. The effects of high phosphorus intake on calcium homeostasis. *Adv. Nutr. Res.* 9:183-207, 1994

138. Andon MB, Lloyd T, Matkovic V. Supplementation trials with calcium citrate malate: evidence in favor of increasing the calcium RDA during childhood and adolescence. J Nutr. 124 Suppl:14112S-1417S, 1994

139. Reid IR, Ames RW, Evans MC, Susan S. Determinants of total body and reginal bone mineral density in normal postmenopausal women-a key role for fat mass. *J Clin Endocrinol Metab.* 75:45-51, 1992

140. Baron JA. Smoking and estrogen-related disease. *Am J. Epidemiol.* 119:9-22, 1985

141. 김소연. 두유 공급 및 운동이 골량이 감소된 일부 저체중 여대생의 골밀도에 미치는 영향. 숙명여대 대학원*[석사학위논문]*. 2002

142. 이정숙. 한국인의 연령별 골밀도와 각 연령군의 골밀도와 관련된 식이요인 분석. 상명대학교 대학원*[박사학위논문]*. 2001

143. Williams LJ, Mai CT, Edmonds LD, Shaw GM, Kirby RS, Hobbs CA, Sever LE, Miller LA, Meaney FJ, Levitt M. Prevalence of spina bifida and anecephaly during the transition to mandatory folic acid fortification in the United State. *Teratology.* 66:33-39, 2002

144. Woodside JV, Young IS. Folite, homocysteine, and cardiovascular disease.

145. Hyun TS, Han YH. Comparison of Folate intake and Food Sources in College Students Using the 6th v.s 7th Nutrient Database. *Korean J Nutr.* 34(7):797-808. 2001

- 부 록 -

20대 여성의 골다공증 지식 및 식습관과 식사섭취 실태 조사

안녕하십니까?

본 설문지는 대학생들의 식습관이 건강에 미치는 영향과, 영양지식을 알아봄으로서 바람직한 식생활 확립의 기초를 만들어 만성질환을 예방하는데 기여 하고자 하오니 평소의 생활, 생각을 있는 그대로 정확히 답변해 주시기 바랍니다. **이 설문 내용은 본 연구 이외의 목적으로는 사용하지 않을 것을 약속드립니다.** 그러므로 바쁘시더라도 솔직하고 정확하게 응답해 주시면 감사하겠습니다.

Ⅰ.

일반 사항

1. 성명 : _____ 연령 만 _____세
2. 하루 평균 수면시간은 ? _____(시간)
3. 귀하의 현재 거주 형태는 어떠합니까?

① 현지에 있는 자택에서 통학 ② 타 지역에 있는 자택에서 매일 통학
③ 기숙사 ④ 친척집에서 거주 ⑤ 자취 ⑥ 하숙

4. 한달 용돈은 얼마입니까?

① 10만원 미만 ② 10-20만원 미만 ③ 20-30만원 미만
④ 30-40만원 미만 ⑤40-50만원 미만 ⑥ 50만원 이상

Ⅱ. 흡연 및 음주

1. 담배를 피우십니까??

① 예 ② 처음부터 피우지 않았다 ③ 예전에 피우다 끊었다

2. 술을 마십니까?

① 예 ② 아니오

Ⅲ. 활동량

1. 일상생활 중의 활동 정도는 어느 정도 입니까?

① 가벼운 활동(앉아서 책읽기, 앉아서 수업듣기, 주로 앉아서 일한다)
② 중간 활동(보통 속도로 걷기, 가벼운 운동: 탁구, 자전거 등, 걸어 다니며 일한다)
③ 심한 활동(심한 운동: 배드민턴, 수영 등, 농사일, 달리기)

2. 평소 하루에 자신이 걷는 시간은 얼마나 됩니까?

① 10분 이내 ② 10-20분 ③ 20-30분 ④ 30분-1시간 ⑤ 1시간 이상

3. 하루에 TV를 보거나, 전자오락, 컴퓨터를 하는 시간을 모두 합치면 어느 정도입니까?
① 1시간 이내 ② 1시간- 2시간 ③ 2시간-3시간 ④ 3시간 이상

Ⅲ. 체중조절

1. 자신의 체중에 만족하고 있습니까?
① 만족한다 ② 줄여야 한다고 생각한다 ③ 늘여야 한다고 생각한다
2. 최근 2년 사이 체중감량 위한 시도를 해본 경험이 있습니까?
①예 ② 아니오
☞ "2번에서 ①을 응답한 분 중에"
체중 감량의 결과는 어떻습니까?
① 성공 ②실패
☞ "2번에서 ①을 응답한 분 중에"
체중 감량을 한 가장 중요한 이유는 무엇이었습니까?
① 자신의 건강 유지를 위해 ② 날씬하게 보이고 싶어서
③ 질병 치료를 위해서 ④ 이성친구를 의식해서 ⑦ 기타_____
4. 여학생의 경우 월경은 규칙적(28-35일 주기)으로 하십니까?
① 예 ② 아니오

Ⅲ. 영양지식

※ 다음 중 옳다고 생각하는 것에는 ○표, 틀리다고 생각하는 것에는 ×표를 하시오.

1. 다섯 가지 기초 식품군은 곡류 및 전분류, 야채 및 과일류, 고기・생선・계란 및 콩류, 우유 및 유제품, 그리고 유지 및 당류를 말한다. (○,×)
2. 물을 많이 마시면 살이 찐다. (○,×)
3. 건강 유지에 필요한 모든 영양소를 다 포함하고 있는 완전한 식품은 없다. (○,×)
4. 술(알코올)은 칼로리가 매우 낮은 편이다. (○,×)
5. 아침식사를 걸러도 다른 끼니에 많이 먹으면 된다. (○,×)
6. 비타민제는 몸에 좋으므로 많이 먹을수록 좋다. (○,×)
7. 콜레스테롤은 우리 몸의 정상 구성 성분이다. (○,×)
8. 철분은 체내에서 적혈구 생성 및 빈혈 방지를 위해 필요한 영양소이다. (○,×)
9. 콜라나 사이다 등의 탄산음료는 칼슘 섭취를 방해한다. (○,×)
10. 동백경화증 환자에게는 지방의 양만 감소시키면 된다. (○,×)
11. 섬유소는 영양적 가치가 없으므로 먹지 않아도 된다. (○,×)
12. 체중 조절을 할 경우 1주일에 2.5kg 정도를 감량하는 것이 좋다. (○,×)
13. 우유는 칼슘의 좋은 급원 식품이다. (○,×)

14. 동물성단백질은 우수하므로 많이 먹을수록 좋다. (○,×)
15. 마가린은 같은 양의 버터보다 열량을 적게 낸다. (○,×)
16. 규칙적인 운동을 하는 것이 식욕 조절에 도움이 된다. (○,×)
17. 비타민과 무기질은 몸의 생리기능을 조절하고 질병을 예방하는 영양소다. (○,×)
18. 식품은 조리 방법에 따라 영양가가 달라진다. (○,×)
19. 무가당 주스는 당분이 없다. (○,×)
20. 균형 잡힌 식사란 영양권장량에 도달하면 된다. (○,×)

※ 다음 중 옳다고 생각하는 것에는 ○표, 틀리다고 생각하는 것에는 ×표를 하시오.

1. 여성은 50세가 되기 전에 남성보다 골밀도가 많이 감소된다.(○,×)
2. 칼슘강화 우유를 제외한 모든 종류의 우유 즉, 저지방우유, 일반우유는 같은 양의 칼슘이 함유되어 있다.(○,×)
3. 흡연은 골밀도에 영향을 준다.(○,×)
4. 뼈는 20~30세 정도에 뼈가 가장 단단한 최대골밀도에 도달한다.(○,×)
5. 신체 운동은 근육에만 영향을 주지 뼈에는 효과가 없다.(○,×)
6. 뿌리부분을 먹는 채소에는 칼슘이 많이 들어 있다.(○,×)
7. 지방이 많이 함유된 식품은 칼슘도 많이 함유하고 있다.(○,×)
8. 시금치는 칼슘을 많이 함유하고 있다.(○,×)
9. 수영은 골밀도를 증가시키는 좋은 운동이다.(○,×)
10. 달리기는 뼈에 무리를 주어 골밀도를 감소시킨다.(○,×)
11. 비타민 D는 골밀도에 중요하다.(○,×)
12. 여성 성호르몬인 에스트로겐은 뼈를 강화시키는 것을 방해한다.(○,×)
13. 햇빛은 골다공증으로 진행되는 위험을 감소시킨다.(○,×)
14. 햇빛은 골다공증으로 진행되는 위험을 감소시킨다.(○,×)
15. 비타민 B12는 골밀도에 효과가 없다.(○,×)
16. 치즈는 골다공증을 예방하는 좋은 급원식품이다.(○,×)
17. 자전거타기는 골다공증을 줄이기 위한 가장 좋은 운동이다.(○,×)
18. 알코올을 많이 섭취하는 것은 골밀도에 영향을 주지 않는다.(○,×)
19. 케일과 브로콜리에는 칼슘이 많이 함유되어 있다.(○,×)
20. 현대의 60세 사람은 1950년대 시대의 60대 사람보다 골다공증에 걸리기 쉽다.(○,×)

Ⅳ. 식생활 태도

1. 식사를 결식하십니까?

① 예 ② 아니오

☞ "*1*번에서 ①을 응답한 분 중에"

어떤 식사를 결식하십니까?

① 아침 ② 점심 ③ 저녁

☞ "*1*번에서 ①을 응답한 분 중에"

식사를 결식하는 중요한 이유가 무엇입니까?

① 식사시간 부족 ② 식욕부진 ③ 체중감량 ④ 습관적

⑤ 간식 때문에 ⑥ 귀찮아서

2. 하루 세끼 중 가장 많이 먹는 때는 언제 입니까?

① 아침 ② 점심 ③ 저녁

3. 편식을 합니까?

① 예 ② 아니오

4. 가공식품(인스턴트 혹은 패스트푸드)은 자주 먹습니까?

① 0-2일/주 ② 3-5/주 ③ 6-7일/주

5. 곡류음식(밥, 빵, 국수 등)을 하루에 몇 회 드십니까?

① 3회 이상 ② 2회 ③ 1회 ④ 1회 미만

6. 생선, 고기, 계란, 콩, 두부 등으로 만든 반찬을 하루에 몇 회 드십니까?

① 3회 이상 ② 1-2회 ③ 1회 미만

7. 야채류로 만든 반찬을 하루에 몇 회 드십니까?

① 3회 이상 ② 1-2회 ③ 1회 미만

8. 기름을 넣어 조리한 반찬을 하루 몇 회 드십니까?

① 3회 이상 ② 1-2회 ③ 1회 미만

9. 우유 및 유제품을 하루에 얼마나 드십니까?

① 3회 이상 ② 1-2회 ③ 1회 미만

10. 과일을 하루에 얼마나 드십니까?

① 3회 이상 ② 1-2회 ③ 1회 미만

11. 평소에 커피를 마십니까?

① 예 ② 아니오

* 보기 음식의 섭취빈도를 조사하기 위한 것입니다.
  제시된 음식의 해당 섭취빈도 란에 V표 하여 주십시오.

음식명	하루			일주일			한달			거의 먹지 않음	섭취분량		
	1회	2회	3회~	1-2회	2-3회	5-6회	1회	2회	3회		적게	보통	많이
콩밥													
유부초밥													
두부된장국 (순두부 포함)													
된장국 (감자, 호박 등)													
청국장													
두부김치													
두부요리													
콩나물													
콩나물국													
콩조림													
두유													
콩물국수													
쌈장													

◈ 최근 3일 동안에 식사한 모든 음식명과 양에 대한 질문입니다.
(공휴일은 제외!!)
(자세히 쓰셔야만 영양분석을 해드릴 수 있습니다. 보기를 참조하세요)

보 기				200 년 월 일 요일			
식사	음식명	재료명	분량(눈대중 그램)	식사	음식명	재료명	분 량
아침	토스트	식빵	2쪽(70g)	아침			
		잼	2작은술(10g)				
		마아가린	2작은술(10g)				
	우유	우유	1컵(200g)				
	계란부침	계란	1개(50g)				
		기름	1작은술(5g)				
	과일,사과	사과	1/2개(100g)				
간식	야쿠르트	야쿠르트	1개(50g)	간식			
	과자,빼빼로	빼빼로	10개(20g)				
점심	쌀밥	쌀밥	1공기(210g)	점심			
	소고기무국	소고기	2점(10g)				
		무	5-6쪽(40g)				
	삼치구이	삼치	(소)토막(50g)				
	시금치나물	시금치	1/2접시(70g)				
	김치,깍두기	깍두기	5쪽(50g)				
간식	오렌지주스	델몬트	1컵(200g)	간식			
	크래커,제크	제크	3쪽(10g)				
저녁	콩밥	콩, 검정콩	10알(10g)	저녁			
		쌀밥	1/2공기(105g)				
	콩나물국	콩나물	1/2대접(40g)				
		고춧가루	2작은술(4g)				
	동태전	동태포	4점(40g)				
		밀가루	1큰술(10g)				
		식용유	2작은술(10g)				
	깻잎조림	깻잎	5장(15g)				
	장조림	소고기	3쪽(30g)				
		간장	2작은술(6g)				
	배추김치	배추김치	5점(50g)				
간식	과일,귤	귤	1개(100g)	간식			
	과일,배	배	1/3개(100g)				
	치즈	치즈	2장(30g)				

보 기				200 년 월 일 요일			
식사	음식명	재료명	분량(눈대중 그램)	식사	음식명	재료명	분 량
아침	토스트	식빵	2쪽(70g)	아침			
		잼	2작은술(10g)				
		마아가린	2작은술(10g)				
	우유	우유	1컵(200g)				
	계란부침	계란	1개(50g)				
		기름	1작은술(5g)				
	과일,사과	사과	1/2개(100g)				
간식	야쿠르트	야쿠르트	1개(50g)	간식			
	과자,빼빼로	빼빼로	10개(20g)				
점심	쌀밥	쌀밥	1공기(210g)	점심			
	소고기무국	소고기	2점(10g)				
		무	5-6쪽(40g)				
	삼치구이	삼치	(소)토막(50g)				
	시금치나물	시금치	1/2접시(70g)				
	김치,깍두기	깍두기	5쪽(50g)				
간식	오렌지주스	델몬트	1컵(200g)	간식			
	크래커,제크	제크	3쪽(10g)				
저녁	콩밥	콩, 검정콩	10알(10g)	저녁			
		쌀밥	1/2공기(105g)				
	콩나물국	콩나물	1/2대접(40g)				
		고춧가루	2작은술(4g)				
	동태전	동태포	4점(40g)				
		밀가루	1큰술(10g)				
		식용유	2작은술(10g)				
	깻잎조림	깻잎	5장(15g)				
	장조림	소고기	3쪽(30g)				
		간장	2작은술(6g)				
	배추김치	배추김치	5점(50g)				
간식	과일,귤	귤	1개(100g)	간식			
	과일,배	배	1/3개(100g)				
	치즈	치즈	2장(30g)				

보 기				200 년 월 일 요일			
식사	음식명	재료명	분량(눈대중 그램)	식사	음식명	재료명	분 량
아침	토스트	식빵	2쪽(70g)	아침			
		잼	2작은술(10g)				
		마아가린	2작은술(10g)				
	우유	우유	1컵(200g)				
	계란부침	계란	1개(50g)				
		기름	1작은술(5g)				
	과일,사과	사과	1/2개(100g)				
간식	야쿠르트	야쿠르트	1개(50g)	간식			
	과자,빼빼로	빼빼로	10개(20g)				
점심	쌀밥	쌀밥	1공기(210g)	점심			
	소고기무국	소고기	2점(10g)				
		무	5-6쪽(40g)				
	삼치구이	삼치	(소)토막(50g)				
	시금치나물	시금치	1/2접시(70g)				
	김치,깍두기	깍두기	5쪽(50g)				
간식	오렌지주스	델몬트	1컵(200g)	간식			
	크래커,제크	제크	3쪽(10g)				
저녁	콩밥	콩, 검정콩	10알(10g)	저녁			
		쌀밥	1/2공기(105g)				
	콩나물국	콩나물	1/2대접(40g)				
		고춧가루	2작은술(4g)				
	동태전	동태포	4점(40g)				
		밀가루	1큰술(10g)				
		식용유	2작은술(10g)				
	깻잎조림	깻잎	5장(15g)				
	장조림	소고기	3쪽(30g)				
		간장	2작은술(6g)				
	배추김치	배추김치	5점(50g)				
간식	과일,귤	귤	1개(100g)	간식			
	과일,배	배	1/3개(100g)				
	치즈	치즈	2장(30g)				

감사의 글

논문을 완성하면서 지난날들을 미소지우며 뒤돌아보게 됩니다. 우선 이 자리까지 올 수 있도록 물심양면 보살펴 주신 지도교수님이신 노희경 교수님께 진심으로 감사드립니다. 편찮으셨던 몸으로도 학문에 대한 교수님의 큰 열정은 제가 평생도록 배우겠습니다. 부족한 저의 논문을 세심하게 읽고 지도하여 주신 심사위원장 김기순 교수님, 양은주 교수님, 김복희 교수님, 허영란 교수님께도 마음 깊이 감사드립니다. 또한 식품영양학도로 깊이 있는 지식과 자긍심을 가질 수 있도록 많은 가르침을 주신 서화중 교수님, 이명렬 교수님, 김경수 교수님, 장해춘 교수님께도 감사드립니다. 그리고 저의 새로운 삶의 터전이 된 예방의학교실의 박종 교수님, 강명근 교수님, 류소연 교수님께서 해주신 조언으로 논문을 완성하는데 좋은 약이 되었고, 이에 진심으로 감사드립니다.

실험에 대해서 문외한이었던 저에게 실험논문을 쓸 수 있도록 많은 노하우를 전수해 주시고 용기와 애정을 베풀어 주신 이재준 박사님 정말 고맙습니다. 그리고 언제나 웃는 모습을 보여주었던 우리 영양판정실험실 후배들 주영이, 인애, 수산나, 햇빛에게도 고마움을 전합니다. 학교 밖에서 저를 많이 응원해 주던 정민언니, 은령언니, 수인언니, 연진에게도 감사한 마음을 전합니다. 제가 공부하는 동안 힘들 때 전화하면 어김없이 저의 넋두리를 들어주던 쌍둥이 엄마가 된 경미, 둘째를 출산한 윤경, 속초까지 불러 스트레스 해소시켜준 영의에게도 언제나 고마움을 느낍니다. 논문 쓰느라 바쁜 저를 위해 많은 일을 도와준 연구실의 이선옥 선생과 김소희 선생에게도 고마움을 전합니다.

저와 마찬가지로 학문의 길을 가고 있는 오빠에게 먼저 학위를 받아 미안한 마음이 먼저 듭니다. 또한 저에게 언제나 걱정 말고 공부만 하라던 막내동생에게 앞으로 부끄럽지 않은 누나가 되어야겠습니다. 새언니, 막내올케, 고모에게 가끔 노래를 불러주는 사랑스런 소린에게도 고맙다고 말하고 싶습니다.

공부하느라 바빠서 며느리 노릇도 제대로 못했는데 언제나 예쁘다고 사랑으로 보듬어주신 시어머님, 가끔씩 문자로 용기를 주시는 아주버님, 저를 새로운 가족으로 받아들여 사랑 베풀어 주신 큰누님, 작은누님 가족께도 감사합니다.

대학을 졸업하고 2년의 공백에 다시 공부를 하겠다던 저를 두말없이 하고 싶은 일을 하라며 저의 든든한 버팀목이 되어주셨고, 곱게 키워서 결혼까지 시켜주신 엄마, 아빠의 사랑은 어떤 말로도 표현을 할 수없이 감사하고, 또 사랑합니다.

마지막으로 저의 논문이 있기까지 결혼 전부터 손발이 되어준 기철오빠에게 정말로 감사한 마음을 전합니다. 논문 쓴다고 살림도 제대로 못하고 사는데 예쁘다고 봐줘서 정말 고맙습니다. 그리고 평생을 다하여 사랑하겠습니다.

2007년을 마무리하며...

정 은

저작물 이용 허락서

학 과	식품영양학과	학 번	20027458	과 정	박사
성 명	한글: 정은 한문 : 丁 銀 영문 : Jeong Eun				
주 소	광주광역시 서구 풍암동 주은모아아파트 103동 106호				
연락처	E-MAIL : silver1057@hanmail.net				
논문제목	한글 : **대두 이소플라본섭취가 골결핍증을 보이는 젊은 여성의 골밀도에 미치는 영향** 영어 : ***Effect of soy isoflavone supplementation on bone mineral density in young women with osteopenia***				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의(○) 반대( )

2007년 12 월 31 일

저작자: 정 은 (印)

조선대학교 총장 귀하