

이소플라본 보충과 운동이 폐경 후 여성의 혈중 지질 수준에 미치는 영향

최인선¹⁾ · 배운정¹⁾ · 장 설¹⁾ · 이다홍^{2)§} · 윤미은¹⁾
이행신³⁾ · 김미현⁴⁾ · 이상호⁵⁾ · 승정자¹⁾

숙명여자대학교 식품영양학과,¹⁾ 원광대학교 식품영양학과,²⁾ 한국보건산업진흥원 보건의료사업단,³⁾
삼척대학교 식품영양학과,⁴⁾ 익산병원 방사선과⁵⁾

Effect of Soy Isoflavone Supplementation and Exercise on Serum Lipids in Postmenopausal Women

Choi, In-Sun¹⁾ · Bae, Yun-Jung¹⁾ · Jang, Sul¹⁾ · Lee, Da-Hong^{2)§} · Yun, Mi-Eun¹⁾
Lee, Haeng-Shin³⁾ · Kim, Mi-Hyun⁴⁾ · Lee, Sang-Ho⁵⁾ · Sung, Chung-Ja¹⁾

Department of Food & Nutrition,¹⁾ Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

Department of Food & Nutrition,²⁾ Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

Department of Food Industry,³⁾ Korea Health Industry Development Institute, Seoul 156-800, Korea

Department of Food & Nutrition,⁴⁾ Samcheok National University, Samcheok 245-711, Korea

Iksan Hospital,⁵⁾ Iksan 570-170, Korea

ABSTRACT

To elucidate the effect of soy isoflavone supplementation and exercise on serum lipids in normolipidemic and mildly hyperlipidemic postmenopausal period, 54 women residing in Seoul area were recruited. The subjects were divided into 4 groups: control group (n = 13), isoflavone group (n = 14), exercise group (n = 14), isoflavone + exercise group (n = 13). The control group was given placebo capsules, isoflavone group was given soy isoflavone supplements (90 mg/day), exercise group was given placebo capsules and exercised 3 times/week, over 30 min/time, and isoflavone + exercise group took soy isoflavone supplement and exercised. The duration of study were 8 weeks. The average age of the subjects was 57.0 years, 56.0 years, 54.4 years, and 55.2 years, respectively. There were no significant differences among the four groups in terms of height, weight, and body mass index. There were no significant differences among the four groups in terms of serum, total cholesterol, HDL-cholesterol. But the subjects indicated a significant difference in serum LDL-cholesterol (110.5 mg/day in before versus 74.6 mg/day in after) in the isoflavone + exercise group at the levels of p < 0.05. In conclusion, the isoflavone supplementation and exercise may be helpful to decrease serum lipids of normolipidemic and mildly hyperlipidemic postmenopausal women. (*Korean J Nutrition* 38(6) : 411~418, 2005)

KEY WORDS : soy isoflavone, exercise, serum lipids, postmenopausal.

서론

경제 수준과 의학의 발달 등으로 인한 평균수명이 꾸준히 증가하고 있는 가운데, 최근에는 여성들에게 있어서 고혈압 및 심장질환 등 순환기계 질환으로 인한 사망률이 1위를 차지하고 있다.¹⁾ 또한 여성은 폐경을 맞이하면서 심혈관계, 근

골격계 등의 변화에 의한 다양한 증상들을 경험하게 되는데, 이러한 증상의 주된 원인으로 에스트로겐 합성 저하를 들 수 있다.^{2,3)} 그러므로 질병으로 이환되기 전에 예방대책 마련이 특히 강조되며,⁴⁾ 심혈관계질환의 예방과 치료를 위해서는 식이조절과 운동 등 생활 습관의 조정이 중요하다.

최근 에스트로겐과 유사한 구조와 활성을 가지는 식물성 에스트로겐 (phytoestrogen)인 이소플라본이 심혈관계 위험요인을 개선하거나 LDL-콜레스테롤에 대한 항산화 작용을 하는 것과 같은 보호 메카니즘에 대한 연구가 진행되고 있다.⁵⁾ 또한 일부 인체실험과 동물실험에서 대두 이소플라본 섭취가 지질개선 효과를 나타내는 것으로 보고 되었다.⁶⁻¹¹⁾

접수일 : 2005년 4월 18일

채택일 : 2005년 7월 19일

§To whom correspondence should be addressed.

E-mail : jmdhh@hanmail.net

Anderson 등¹²⁾은 대두 단백질과 혈중 지질 수준과의 관계에 대한 38개의 연구결과를 종합 분석한 결과 하루 70~106 mg의 이소플라본을 함유한 대두단백질 (31~47 g)의 섭취가 혈청 콜레스테롤에 대한 개선 효과를 보였다고 하였다. 최근에는 고지혈증 환자를 대상으로 한 연구가 대부분이며,^{13,14)} Sitori와 Lovati¹⁵⁾는 최소한 혈중 콜레스테롤이 270 mg/dl 이상이어야 그 효과를 기대할 수 있다고 보고하였다. 또한 Crouse 등¹⁶⁾의 연구에서는 정상성인 남녀를 대상으로 이소플라본 62 mg/day를 9주간 공급하였을 때 초기 LDL-콜레스테롤 수준이 높았던 (164 mg/dl) 대상자에게서만 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 수준이 유의하게 감소하였다. 반면 Kerry 등¹⁷⁾은 혈중 지질 수준이 정상이거나 경계수준인 폐경 후 여성을 대상으로 93일 동안 132 mg/day의 공급한 결과 LDL-콜레스테롤과 LHR (LDL 콜레스테롤/HDL-콜레스테롤)의 유의적인 감소를 볼 수 있었다.

한편 운동은 혈중 HDL-콜레스테롤의 농도를 높이고,^{18,19)} 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤을 낮추어²⁰⁾ 심장질환의 위험률을 낮춘다. 이에 Wood 등²¹⁾의 연구에서는 운동에 의해 HDL-콜레스테롤의 유의적인 증가와 LDL-콜레스테롤의 뚜렷한 감소를 가져왔고, 일정기간 동안의 규칙적이고 반복적인 운동의 효과를 분석한 연구결과들에 의하면 유산소 지구력 형태의 운동은 HDL-콜레스테롤을 증가시키고 LDL-콜레스테롤은 감소시키는 효과를 보였다.^{19,22-24)} 최근에는 유산소성 운동뿐 만 아니라 일상생활에 필요한 근력강화 운동을 통해 혈중 지질 수준의 개선에 긍정적인 효과를 보이는 여성을 위한 운동프로그램이 많이 연구되고 있다.²⁵⁻²⁸⁾ Lee와 Kim²⁹⁾은 트레드밀 런닝과 저항운동의 복합훈련이 중년 여성의 혈청지질에 미치는 영향을 알아본 결과 총콜레스테롤이 유의적으로 감소하였고, HDL-콜레스테롤의 유의적인 증가를 보였으며, LDL-콜레스테롤이 감소하는 경향을 보였다고 보고하였다. 일부 보고^{30,31)}에 의하면 운동 기간이 8주 이상에서도 HDL-콜레스테롤을 증가시킬 수 있다고 하여 운동이 혈중 지질 수준에 긍정적인 결과를 보이고 있다. 최근에는 운동과 함께 호르몬요법이나 식이요법을 병행하는 것³²⁻³⁵⁾이 혈중 지질 수준의 개선에 더 효과적임이 밝혀지고 있다.

이와 같이 일부 폐경 후 여성에서의 심혈관계질환 발생을 예방하고 치료하기 위한 방법으로 이소플라본 보충과 운동 습관에 대한 개선 등의 연구결과들이 밝혀지고 있다. 그러나 그 효과는 인종, 연령, 생활습관, 보충수준과 기간 등에 따라 다른 결과를 보이므로 우리나라 여성에 있어서 폐경을 맞이하면서 변화되는 혈중 지질수준의 개선 효과에 대한 연구를 실행하고자 한다. 특히 고지혈증으로의 이행되기 전, 예방이 중요시 되는 정상이나 경계 수준의 혈중 지질 수준

을 가진 폐경 후 여성에서 이소플라본 보충과 운동의 영향을 복합적으로 살펴본 연구는 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 이소플라본 보충과 함께 프로그램에 따른 규칙적인 운동이 폐경 후 여성의 혈중 지질 수준에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려 하였다. 고지혈증 분류 기준에 따라 혈중 지질이 정상이거나 경계 수준에 해당되는 폐경 후 여성 54명을 대조군, 이소플라본군, 운동군, 이소플라본 보충 + 운동군의 총 4군으로 분류한 후, 8주간 각 군별 처방을 실시하였다. 실험 전과 후의 신체계측, 식사섭취 조사, 혈중지질을 분석하고 각 처방군별 차이를 살펴봄으로써 폐경 후 여성들의 고지혈증으로 인한 순환기계질환으로의 이행을 예방하고 치료하기 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

연구내용 및 방법

1. 대상자선정 및 연구기간

본 연구는 2002년 10월 서울에 거주하는 44~68세의 폐경 후 여성을 대상으로 선정하였다. 연구 대상자는 지원한 70명 중 갑상선질환과 신장질환이 없는 폐경 후 여성으로서, 특별한 식이요법이나 약물치료를 6개월 동안 받지 않은 자, 혈액 검사 후 고지혈증 분류 기준³⁶⁾에 따라 혈청 총콜레스테롤 240 mg/dl 미만과 HDL-콜레스테롤 35 mg/dl 이상, LDL-콜레스테롤 160 mg/dl 미만을 모두 만족하는 54명을 대상으로 최종 대상자를 선정하였다. 본 연구에 참여하고자 하는 지원자에게는 사전에 연구내용에 대해 쉽게 이해할 수 있도록 설명하였으며, 참가 동의서를 받았다.

2. 실험계획

연구대상자들은 각 군의 연령분포, 혈중 지질 수준 및 이소플라본 섭취량과 운동량 등을 고려하여 대조군, 이소플라본군, 운동군, 이소플라본 + 운동군으로 분류하였다.

1) 이소플라본 정제 제조방법

대조군 (13명)은 위약을, 이소플라본군 (14명)은 대두 이소플라본 추출물을, 운동군 (14명)은 위약과 1회 30분 이상, 주 3회 운동을 하도록 하였고, 이소플라본 + 운동군 (13명)은 대두 이소플라본 추출물과 1회당 30분 이상, 주 3회 운동을 하도록 하였다. 위약은 옥수수 전분 0.3 g을, 대두 이소플라본 추출물 (국내 렉스진바이오텍)은 이소플라본을 90 mg 함유하도록 하여 각각 캡슐화 하였고, 이상의 실험을 8주간 수행하였다.

2) 운동수행방법

연구대상자들에 대한 운동은 체력센터에서 운동군과 이소

Table 1. Exercise protocol and muscle groups

Exercise protocol	
1 step vital sign check	Blood pressure, heart rate
2 step warming up	Treadmill walk (10 min, 4 - 6 km/hr)
3 step stretching	Whole body 15 sites (during 15 min)
4 step muscle strength training	7 sites specific for locomotor
Exercise methods	Muscle groups
Crunch	Abdomen
Dead lift	Back (lumbar)
Rotary torso	Oblique extensor & back
Leg press	Quadriceps
Back kick	Hip & gluteus
Adductor	Adductor magnus
Calf raise	Lower leg
5 step cool down	

플라본 + 운동군은 중력부하운동을 개인별로 처방하여 실시하였다. 연구대상자들에 대한 운동실행 프로토콜 (Table 1)은 운동군과 이소플라본 + 운동군 모두 동일하게 실행하도록 하였다. 운동시 트레이너의 지도로 10개 종목의 스트레칭을 5분 정도 실행한 뒤, 위밍업을 위하여 트레드밀에서 각자 적절한 보행속도 (4~6 km/hr)를 선택 조절하면서 10~15분간 보행토록 하였다.^{37,38)} 보행을 마친 후 다시 매트 위에서 약 15분간 신체 국소부위에 대한 스트레칭을 수행하였다. 근력트레이닝은 보행에 주로 관련하는 7개 근군들에 대하여 집중 실시하였다. 실험 1주차에 모든 운동수행 대상자들은 7부위 근군에 대하여 최대근력 (1 RM: repetition maximum weight)을 측정하고, 최대근력의 60% 수준에서 2주간 각 부위별 12회를 3세트 반복하도록 하였다. 3주차부터 8주차까지는 최대근력의 80%로 3세트를 실행하였으며, 이후 운동부하증가는 매 3세트에서 10회 이상 최대반복을 시도하여 15회의 반복을 할 수 있게 되면 최대근력을 다시 측정하고, 측정된 최대근력의 80% 수준에서 근력운동 3세트를 실행토록 하였다. 운동 수행기간 중 운동 순응율이 낮은 피검자는 연구대상에서 탈락시켰다. 연구대상자들은 실험기간 동안 일상 식사패턴과 운동패턴을 유지하도록 하였고, 대상자에게 본 실험 전에 연구내용에 대해 쉽게 이해할 수 있도록 설명하였다.

3. 신체계측

신장과 체중은 신체 자동계측기 (DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 측정하였다. 신장과 체중을 이용하여 체질량지수 (BMI, body mass index = 체중 (kg)/신장 (m)²)를 산출하였다.

4. 영양소섭취량 및 이소플라본 섭취량 분석

식이섭취조사는 조사원이 직접 인터뷰를 하면서 식기와 음식모형을 제시하여 3일간의 식사섭취를 회상법에 의해 조사하였다. 식이섭취조사 결과는 영양분석 프로그램 Can-pro 2.0³⁹⁾을 이용하여 일반 영양소 섭취량을 분석하였다. 이소플라본 섭취는 주요 이소플라본인 제니스테인, 다이드제인을 분석한 국내외 자료⁴⁰⁻⁴²⁾를 사용하였다.

5. 혈액성상분석

12시간 공복 상태에서 해당일 아침에 정맥혈 10 ml를 채취하고 2500 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 -70℃에서 냉동 보관하여 분석에 사용하였다.

총콜레스테롤 함량은 효소법에 의한 총콜레스테롤 측정용 kit (BÖringer Mannheim, Germany)를 사용하여 측정하였다. 혈청 HDL-콜레스테롤 함량은 HDL-콜레스테롤 측정용 kit (BÖringer Mannheim, Germany)를 사용하여 측정하였으며, 혈청 LDL-콜레스테롤 함량은 직접효소법에 의한 LDL-콜레스테롤 측정용 kit인 LDL-R₁, R₂ (Daichii, JAPAN)를 이용하여 자동 생화학 분석기 (HITACHI 747, Japan)로 분석하였다.

Atherogenic Index (AI, 동맥경화지수)와 Cardiac Index (CI)는 총콜레스테롤 함량과 HDL-콜레스테롤 함량을 이용하여 다음과 같은 공식으로 계산하였다.

$$\text{Atherogenic Index} = (\text{총콜레스테롤} - \text{HDL-콜레스테롤}) / \text{HDL-콜레스테롤}$$

$$\text{Cardiac Index} = \text{총콜레스테롤} / \text{HDL-콜레스테롤}$$

6. 통계처리

본 연구에서 실험결과로 얻어진 각 분석치는 이소플라본 보충여부와 운동실시에 따른 각 군별 평균치와 표준편차를 계산하였고, SAS 프로그램 (Version 8.1)을 이용하였다. 이소플라본 보충과 운동에 따른 요인간의 상호작용을 알아보기 위해 분산분석 (ANOVA, 2-way Analysis of variance)을 하였으며, 각 군의 평균치 간의 비교는 Duncan's multiple range test로 $\alpha = 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 일반사항

대상자의 연령 및 신체 계측사항은 Table 2와 같다. 전체 대상자의 군별 연령, 신장, 체중, BMI는 네 군 간에 유의적인 차이가 없었다. 대조군의 평균 연령은 57.0세, 이소플라본군이 56.0세, 운동군이 54.4세, 이소플라본 + 운동군

Table 2. Anthropometric measurements in subjects

Variables	Control (n = 13)	Isoflavone (n = 14)	Exercise (n = 14)	Isoflavone + exercise (n = 13)	F-value ³⁾
Age (yrs)	57.0 ± 4.3 ²⁾	56.0 ± 6.6	54.4 ± 6.8	55.2 ± 7.1	0.43 ^{N.S4)}
Height (cm)	154.1 ± 5.4	154.8 ± 4.6	155.0 ± 3.8	155.2 ± 5.8	0.11 ^{N.S}
Weight (kg)	58.6 ± 8.6	59.1 ± 6.7	59.5 ± 7.8	62.8 ± 9.5	0.72 ^{N.S}
BMI (kg/m ²) ¹⁾	24.6 ± 2.7	24.7 ± 3.1	24.8 ± 3.3	26.1 ± 3.6	0.64 ^{N.S}

¹⁾ Body mass index²⁾ Mean ± standard deviation³⁾ Significantly difference among control, isoflavone, exercise and isoflavone + exercise groups by ANOVA (p < 0.05)⁴⁾ Not significant**Table 3.** Mean daily energy and nutrient intakes in subjects

Variables	Control (n = 13)	Isoflavone (n = 14)	Exercise (n = 14)	Isoflavone + exercise (n = 13)	F-value ²⁾
Energy (kcal)	1521.3 ± 287.2 ¹⁾	1658.0 ± 286.1	1591.9 ± 323.4	1600.2 ± 419.5	0.92 ^{N.S3)}
Carbohydrate (g)	268.4 ± 57.2	278.8 ± 47.9	272.1 ± 66.9	274.2 ± 66.4	1.45 ^{N.S}
Protein (g)	59.8 ± 15.4	65.4 ± 15.5	66.4 ± 14.8	58.5 ± 11.9	1.57 ^{N.S}
Fat (g)	26.1 ± 10.5	32.5 ± 10.3	29.4 ± 8.7	26.8 ± 9.0	1.80 ^{N.S}
Cholesterol (mg)	164.5 ± 114.0	177.8 ± 111.4	151.4 ± 79.9	131.7 ± 102.8	1.04 ^{N.S}

¹⁾ Mean ± standard deviation²⁾ Significantly difference among control, isoflavone, exercise and isoflavone + exercise groups by ANOVA (p < 0.05)³⁾ Not significant**Table 4.** Mean daily isoflavone intakes in subjects

Variables	Control (n = 13)	Isoflavone (n = 14)	Exercise (n = 14)	Isoflavone + exercise (n = 13)	F-value ²⁾
Daidzein (mg)	11.5 ± 5.1 ¹⁾	10.8 ± 5.2	11.1 ± 4.9	10.8 ± 5.5	0.37 ^{N.S3)}
Genistein (mg)	13.8 ± 6.5	12.4 ± 6.1	13.2 ± 6.2	13.2 ± 7.0	0.34 ^{N.S}
Total Isoflavone (mg)	25.3 ± 11.6	23.2 ± 11.3	24.3 ± 11.1	23.7 ± 12.5	0.27 ^{N.S}

¹⁾ Mean ± standard deviation²⁾ Significantly difference among control, isoflavone, exercise and isoflavone + exercise groups by ANOVA (p < 0.05)³⁾ Not significant

이 55.2세였으며, 평균 신장과 체중은 각각 대조군이 154.1 cm, 58.6 kg으로 BMI가 24.6 kg/m², 이소플라본군이 154.8 cm, 59.1 kg으로 BMI가 24.7 kg/m², 운동군이 155.0 cm, 59.5 kg으로 BMI가 24.8 kg/m², 이소플라본 + 운동군이 155.2 cm, 62.8 kg으로 BMI가 26.1 kg/m²이었다.

2. 영양소 섭취상태

3일 동안의 식이섭취 기록을 통하여 분석한 연구 대상자의 1일 평균 영양소 섭취량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 모든 영양소에서 실험전과 8주 후에 유의적인 차이가 없었으며, 또한 네 군 간에 실험 전과 8주 후에 유의적인 차이가 없어서 식이에 의한 이소플라본 보충과 운동의 차이를 최소화 할 수 있었다. 실험 전 대상자의 평균 열량 섭취량은 대조군 1521.3 kcal (권장량의 81.6%), 이소플라본군 1658.0 kcal (권장량의 88.5%), 운동군 1591.9 kcal (권장량의 84.2%), 이소플라본 + 운동군 1600.2 kcal (권장량의 85.8%)로 군 간에 유의적인 차이가 없었다. 대상자들의 에너지 섭취량은 2001년 국민건강·영양조사⁴³⁾에서 연구대상자들의 연령인 50~64세가 권장량의 93.6%를 섭취한다는 결과보다 낮은, 권장량의 81.6~91.3% 수준으로 섭취하

는 것으로 나타났다. 1일 평균 탄수화물 섭취량은 대조군 268.4 g, 이소플라본군 278.8 g, 운동군 272.1 g, 이소플라본 + 운동군 274.2 g, 모든 군 간의 유의적인 차이가 없었다. 이는 2001년도 국민건강·영양조사결과 (보건복지부 2002)⁴³⁾ 50~64세 여성의 311.2 g보다 낮은 수준을 보였다. 단백질 섭취량은 대조군 59.8 g (권장량의 108.7%), 이소플라본군 65.4 g (권장량의 118.9%), 운동군 66.4 g (권장량의 93.0%), 이소플라본 + 운동군 58.5 g (권장량의 107.2%)으로 권장량 (55 g/일)의 93.0~118.9% 섭취비율을 보였으며, 군 간에 유의적인 차이가 없었다. 지방 섭취량은 대조군이 26.1 g, 이소플라본군 32.5 g, 운동군 29.4 g, 이소플라본 + 운동군 26.8 g이었으며, 네 군간의 유의적인 차이는 없었다.

3. 식이 중 이소플라본 섭취량과 보충을 통한 중 이소플라본 섭취량

대상자의 이소플라본 섭취량 및 보충량에 대한 결과는 Table 4와 Table 5에 나타나 있다. 실험 전 일상식을 통한 이소플라본의 섭취량은 대조군 25.3 mg (다이드제인 11.5 mg, 제니스테인 13.8 mg), 이소플라본군 23.2 mg (10.8

Table 5. Dietary isoflavones intakes after isoflavone supplementation

Variables	Control (n = 13)	Isoflavone (n = 14)	Exercise (n = 14)	Isoflavone + exercise (n = 13)	F-value ³⁾
Dietary isoflavone (mg)	18.5 ± 8.7 ¹⁾	17.9 ± 14.2	20.9 ± 15.3	19.8 ± 8.3	0.27 ^{NS4)}
Supplemented ²⁾ (mg)	0	90	0	90	-
Total (mg)	18.5 ± 8.7 ^{NS1)}	107.9 ± 14.2 ^{a)}	20.9 ± 15.3 ^{b)}	109.8 ± 8.3 ^{a)}	162.52 ^{***)}

¹⁾ Mean ± standard deviation

²⁾ Isoflavone supplementation 90 mg/day

³⁾ Significantly difference among control, isoflavone, exercise and isoflavone + exercise groups by ANOVA (p < 0.05)

⁴⁾ Not significant

⁵⁾ ab values with different alphas within the column are significantly different at α = 0.05 by Duncan's multiple range test

***: p < 0.001

Table 6. Serum lipids before and after isoflavone supplementation

		Control (n = 13)	Isoflavone (n = 14)	Exercise (n = 14)	Isoflavone + exercise (n = 13)	F-value ⁵⁾	Significant factor ⁹⁾
Total-C (mg/dl)	Before	188.2 ± 23.8 ⁴⁾	191.8 ± 27.6	182.2 ± 33.4	174.3 ± 27.7	0.83 ^{NS6)}	p > 0.05 ^{NS6)}
	After	188.9 ± 34.1	189.1 ± 24.7	181.2 ± 28.1	170.0 ± 37.7	1.28 ^{NS)}	
HDL-C (mg/dl)	Before	55.7 ± 13.8	54.6 ± 12.4	48.9 ± 8.4	47.8 ± 8.0	1.54 ^{NS)}	p > 0.05 ^{NS6)}
	After	54.9 ± 14.8	53.3 ± 13.4	51.6 ± 9.5	46.8 ± 8.2	1.19 ^{NS)}	
LDL-C (mg/dl)	Before	105.8 ± 22.2	124.9 ± 21.8	106.7 ± 23.8	110.5 ± 15.9	25.5 ^{NS)}	p > 0.05 ^{NS6)}
	After	103.5 ± 26.3 ^{a7)}	112.2 ± 27.3 ^{a)}	106.2 ± 27.0 ^{a)}	74.6 ± 4.35 ^{b18)}	4.35 ^{**)}	
LHR ¹⁾	Before	2.0 ± 0.4	2.5 ± 0.6	2.3 ± 0.7	2.1 ± 0.7	1.86 ^{NS)}	p > 0.05 ^{NS6)}
	After	1.9 ± 0.4	2.2 ± 0.6	2.1 ± 0.6	1.7 ± 0.3	1.40 ^{NS)}	
AI ²⁾	Before	2.5 ± 0.6	2.6 ± 0.7	2.8 ± 0.5	2.7 ± 0.6	0.41 ^{NS)}	p > 0.05 ^{NS6)}
	After	2.6 ± 0.7	2.7 ± 0.8	2.7 ± 0.5	2.7 ± 0.5	0.16 ^{NS)}	
CI ³⁾	Before	3.5 ± 0.6	3.6 ± 0.7	3.8 ± 0.5	3.7 ± 0.6	0.41 ^{NS)}	p > 0.05 ^{NS6)}
	After	3.6 ± 0.7	3.7 ± 0.8	3.7 ± 0.5	3.7 ± 0.5	0.16 ^{NS)}	

¹⁾ LDL-cholesterol/ HDL-cholesterol ratio

²⁾ Atherogenic Index = { (Total cholesterol) - (HDL-cholesterol) } / HDL-cholesterol

³⁾ Cardiac index = total-cholesterol/ HDL-cholesterol

⁴⁾ Mean ± standard deviation

⁵⁾ Significantly difference among control, isoflavone, exercise and isoflavone+exercise groups by ANOVA (p < 0.05)

⁶⁾ Not significant

⁷⁾ ab values with different alphas within the column are significantly different at α = 0.05 by Duncan's multiple range test

** : p < 0.01

⁸⁾ Significance between before and after treatment by paired t-test †: p < 0.05

⁹⁾ Statistical significance of experimental factors was calculated based on 2-way ANOVA

mg, 12.4 mg), 운동군 24.3 mg (11.1 mg, 13.2 mg), 이소플라본 + 운동군 23.7 mg (10.8 mg, 13.2 mg)으로 군 간에 유의적인 차이가 없었다. 일상식이를 통한 이소플라본 섭취량과 실험기간 동안 이소플라본군과 이소플라본 + 운동군에 매일 90 mg의 이소플라본을 보충 (Table 5)으로 대조군 18.5 mg, 이소플라본군 107.9 mg, 운동군 20.9 mg, 이소플라본 + 운동군 109.8 mg으로 군 간의 유의적인 차이를 보였다.

본 연구 대상자의 일상식이 중 이소플라본 섭취량은 Lee 등⁴²⁾이 한국 중년여성의 대두식품을 통한 이소플라본 섭취 수준을 조사한 결과인 하루 평균 24.2 (0.0~144.3) mg와 Choi⁴⁴⁾가 폐경 후 여성을 대상으로 조사한 24.1 mg/day와 유사하였다. 외국인의 경우 Maskarinec 등⁴⁵⁾이 하와이 주민을 대상으로 조사한 이소플라본 섭취량은 중국계 38.2 mg, 일본계 31.3 mg, 하와이 원주민 22.2 mg으로 본 연구결

과와 큰 차이가 없었으나, 백인계 6.9 mg, 필리핀계 5.0 mg 보다는 높은 섭취 수준이었다.

본 연구의 이소플라본 보충 수준 (90 mg/day)은 대상자의 평균 이소플라본 섭취량 (24.2 mg/day)의 약 3.7배이었다.

4. 혈중 지질

이소플라본 공급으로 인한 혈중 지질 농도의 변화를 Table 6과 Fig. 1에 나타내었다. 실험 전과 후의 혈중 총 콜레스테롤 수준은 각각 대조군이 188.2 mg/dl, 188.9 mg/dl, 이소플라본군은 191.8 mg/dl, 189.1 mg/dl, 운동군은 182.2 mg/dl, 181.2 mg/dl, 이소플라본 + 운동군은 174.3 mg/dl, 170.0 mg/dl로 모든 군에서 공급 전 후의 유의적인 차이가 없었다. 실험 전과 후의 HDL-콜레스테롤 수준은 각각 대조군이 55.7 mg/dl, 54.9 mg/dl, 이소플라본군이 54.6

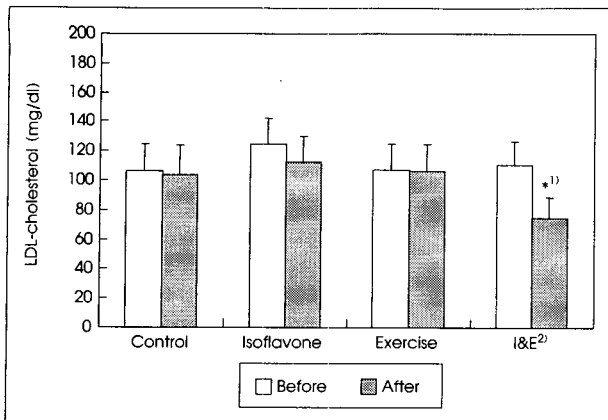


Fig. 1. LDL-cholesterol before and after isoflavone supplementation with exercise. ¹⁾ Significance between before and after treatment by paired t-test *: $p < 0.05$, ²⁾ Isoflavone + exercise.

mg/dl, 53.3 mg/dl, 운동군이 48.9 mg/dl, 51.6 mg/dl, 이소플라본 + 운동군이 47.8 mg/dl, 46.8 mg/dl로 네 군 모두 실험 전후 유의적인 차이를 보이지 않았다.

실험 전 LDL-콜레스테롤은 대조군 105.8 mg/dl, 이소플라본 124.9 mg/dl, 운동군 106.7 mg/dl, 이소플라본 + 운동군이 110.5 mg/dl로 네 군간에 유의적인 차이가 없었다.

실험 후에 LDL-콜레스테롤은 이소플라본 + 운동군이 110.5 mg/dl에서 74.6 mg/dl로 32.5%의 유의적인 감소를 보였으며 ($p < 0.05$) (Fig. 1), 다른 군에서는 유의적인 감소가 없었다. 이와 같은 결과를 통해 단독으로 이소플라본을 보충하거나 운동을 수행하는 것 보다 이소플라본 보충과 동시에 운동을 수행했을 때 혈중 LDL-콜레스테롤의 감소 효과를 보인다는 것을 알 수 있다.

본 연구와 같이 대상자가 혈중 지질 수준이 정상이거나 경계수준인 폐경 후 여성을 대상으로 한 Kerry 등¹⁷⁾의 연구에서는 93일 동안 132 mg/day의 이소플라본을 공급했을 때 LDL-콜레스테롤이 유의적인 감소를 보였다고 하였다. Francene 등¹⁶⁾도 혈중 지질 수준이 정상인 폐경 후 여성을 대상으로 이소플라본 107 mg을 함유한 대두 단백질, 이소플라본을 제거한 대두 단백질, 그리고 우유 단백질을 각각 25 g씩 6주간 공급한 후 혈장 지질 수준을 비교하였을 때 이소플라본 함유 대두 단백질 섭취군에서만 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 수준의 유의적인 감소를 볼 수 있었다. 또한 Seo¹³⁾는 폐경 후 여성의 혈중 지질 수준이 정상인군과 고지혈증인군에게 이소플라본 90 mg을 3개월 간 보충시켰을 때, 정상군에서는 유의적인 변화가 없었으나 고지혈증군에서만 혈청 총콜레스테롤 수준이 유의적으로 감소하였다.

또한 운동이 혈중 지질 수준에 미치는 영향에 대하여 Lee와 Kim²⁹⁾은 트레드밀 런닝과 저항운동의 복합훈련이 중년여

성의 LDL-콜레스테롤을 유의적으로 감소시켰다고 하였으며, 근지구성 웨이트 트레이닝이 중년 여성의 혈중 지질수준에 미치는 영향을 본 Seo 등²⁷⁾은 12주간의 무산소성 운동으로 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤의 유의한 감소를 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 건강한 폐경 후 여성에게 있어서 8주간의 유산소 운동과 무산소 운동의 복합적인 운동만으로는 혈중 지질 수준의 개선을 보이지 않았으나, 운동과 함께 이소플라본을 보충하였을 때 LDL-콜레스테롤 수준이 유의적으로 감소하였다.

이와 같이 혈중 지질 수준이 정상인 폐경 후 여성에게 있어서 8주 동안 일상식외와 함께 1일 이소플라본 90 mg의 보충과 프로그램에 의한 규칙적인 운동을 하였을 때 대조군, 이소플라본 보충과 운동을 단독으로 수행한 이소플라본군, 운동군보다는 LDL-콜레스테롤이 유의적으로 감소하였다. 이소플라본 보충과 프로그램에 의한 규칙적인 운동에 대한 연구는 대부분 고지혈증 환자를 대상으로 하고 있으며, 개별적으로 이루어진 연구들이 대부분이나, 본 연구에서는 혈중 지질이 모두 정상 또는 경계 수준의 폐경 후 대상자에게 이소플라본 보충과 운동의 단독수행 보다는 운동과 함께 이소플라본의 보충이 이루어졌을 때 LDL-콜레스테롤이 더 유의적으로 감소시킴으로써 전반적으로 혈중 지질 수준에 긍정적인 영향을 주었음을 알 수 있었다.

이에 본 연구 결과를 토대로 폐경 후 여성들의 고지혈증으로 인한 순환기계질환으로의 이행을 예방하고 치료하기 위해 다양한 이소플라본 섭취수준과 규칙적인 운동습관을 위한 다양한 프로그램에 대한 좀더 구체적인 추후 연구가 필요할 것으로 본다. 또한 폐경 후 여성의 혈중 지질 대사 이상을 예방하기 위해 혈중 지질 수준이 경계 수준에 있는 좀더 많은 대상자의 연구가 필요하며, 일상 식이 중 이소플라본 섭취량을 증가시키기 위한 대두 식품을 이용한 다양한 식단개발과 운동 기간과 종류, 그리고 운동 강도에 대한 연구도 필요할 것으로 사료된다.

요약 및 결론

대두 이소플라본 보충과 운동이 폐경 후 여성의 혈중 지질 수준에 미치는 영향을 알아보기 위하여 혈중 지질 수준이 정상이거나 경계인 일부 폐경 후 여성 총 54명을 대조군 (옥수수 전분 0.3 g/day, 13명), 이소플라본군 (이소플라본 90 mg/day, 14명), 운동군 (옥수수 전분 0.3 g/day + 운동 3회/주, 30 min이상/회, 14명), 이소플라본 + 운동군 (이소플라본 90 mg/day + 운동 3회/주, 30 min이상/회, 13명)의 네 군으로 분류한 후, 8주 동안 각 군별 처방을 실시하

였다. 실험 전과 후의 신체계측, 식사섭취조사, 혈청 지질 수준을 분석하였으며, 이에 대한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 연구 대상자의 평균 연령은 대조군 57.0세, 이소플라본 56.0세, 운동군 54.4세, 이소플라본 + 운동군 55.2세로 네 군간에 유의적인 차이가 없었으며, 체질량지수, 폐경기간, SBP, DBP도 네 군간에 유의적인 차이가 없었다.

2) 실험 전과 후 각각 3일간 식사섭취조사 결과, 대조군, 이소플라본, 운동군, 이소플라본 + 운동군으로 네 군 간의 식이 중 영양소 섭취량에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 일상식이 중의 이소플라본 섭취량은 대조군이 25.3 mg, 이소플라본군이 23.2 mg, 운동군이 24.3 mg, 이소플라본 + 운동군이 23.7 mg으로 네 군간에 유의적인 차이가 없었다.

3) 이소플라본 + 운동에 따른 혈중 총콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤은 모든 군에서 이소플라본 보충에 따른 효과와 운동에 따른 효과 그리고 이소플라본 보충과 운동의 교호작용에 따른 효과에서 유의적인 변화가 없었다.

4) 이소플라본 + 운동 후의 혈중 LDL-콜레스테롤은 이소플라본 + 운동군에서만 실험 전 110.5 mg에서 실험 후 74.6 mg으로 32.5%가 감소했다 ($p < 0.05$).

이상을 종합하면 혈중 지질이 정상 또는 경계 수준의 폐경 후 대상자에게 있어서 이소플라본 보충과 운동을 동시에 실시하였을 때 LDL-콜레스테롤에 유의적인 감소효과를 보임으로써 전반적으로 혈중 지질 수준에 긍정적인 영향을 주었음을 알 수 있었다. 또한 폐경 후 여성의 혈중 지질 대사 이상을 예방하기 위해 더 많은 대상자의 연구가 필요할 것으로 사료되며, 일상 식이 중 이소플라본 섭취량을 증가시키기 위한 대두 식품을 이용한 다양한 식단개발과 운동 기간과 종류, 그리고 운동 강도에 대한 연구도 필요할 것으로 본다.

Literature cited

- 1) 2002년 사망원인 통계참고표. 통계청, 2003
- 2) Kannel AB. Metabolic risk factors for coronary heart disease in women: perspective from the Framingham Study. *Atherosclerosis* 99: 207-217, 1993
- 3) Kim HY, Eo WK. The effects of low dose estrogen replacement therapy on the lipid profile on postmenopausal women. *Kor J Obst Gyn* 45(8): 1360-1366, 2002
- 4) Eaker ED, Chesebro JH, Sacks FM, Wenger NK, Whisnant JP, Winston M. Cardiovascular disease in women. *Circulation* 88(4): 1999-2009, 1993
- 5) Tikkanen MJ, Adlercreutz H. Dietary Soy-Derived Isoplavone Phytoestrogens Could they have a role in coronary heart disease prevention, *Biochemicology* 60: 1-5, 2000
- 6) Potter S. Soy protein and serum lipids. *Curr Opin Lipidol* 7: 260-265, 1996

- 7) Nagata C, Takatsuka N, Inaba S, Kawakami N, Shimizu H. Effect of soymilk consumption on serum estrogen concentrations in premenopausal Japanese women. *J Natl Cancer Inst* 90: 1830-1835, 1998
- 8) Potter SM, Baum JA, Teng H, Stillman RJ, Shay NF, Erdman Jr JW. Soy protein and isoflavones: Their effects on blood lipids and bone density in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 68(suppl): 1375S-1379S, 1998
- 9) Ho SC, Woo JL, Leung SSF, Sham ALK. Intake of soy products is associated with better plasma lipids profiles in Hong Kong Chinese population. *J Nutri* 130(10): 2590-2593, 2000
- 10) Albertazzi P, Coupland K. Polyunsaturated fatty acids. Is there a role in postmenopausal osteoporosis prevention? *Maturitas* 42: 13-22, 2002
- 11) Lorraine A. Fitzpatrick. Soy isoflavones: hope or hype? *Maturitas* 44: S21-S29, 2003
- 12) Anderson JW, Johnston BM, Cook-Newell ME. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *N Engl J Med* 333(5): 276-282, 1995
- 13) Seo YL. Effect of soy isoflavone supplementation on plasma lipids and apolipoprotein in hyperlipidemic postmenopausal women. *The-sis. Sookmyung Women Graduate School*, 2002
- 14) Jenkins DJ, Kendall CW, Jackson CJ, Connelly, PW, Parer T, Faulker D, Vidgen E, Cunnane SC, Leiter LA, Josse RG. Effects of high-and low-isoflavone soyfoods on blood lipids, oxidized LDL, homocystein, and blood pressure in hyperlipidemic men and women. *Am J Clin Nutr* 76: 365-372, 2002
- 15) Sitori CR, Lovati MR. Soy proteins and cardiovascular disease. *Curr Atheroscler Rep* 3(1): 47-53, 2001
- 16) Crouse JR, Morgan T, Terry JG, Ellis J, Vitolins M, Burke GL. A randomized trial comparing the effect of caein with of soy protein containing varying amounts of isoflavones on plasma concentrations of lipids and lipoproteins. *Arch Intern Med* 159(17): 2070-2076, 1999
- 17) Wangen KE, Duncan AM, Xu X, Kurzer MS. Soy isoflavone improve plasma lipids in normocholesterolemic and mildly hypercholesterolemic postmenopausal women. *J Clin Nutr* 73(2): 225-231, 2001
- 18) Suter E, Bernard M. Little effect of long term, self-monitored exercise on serum lipid levels in middle-aged women. *J Sports Med Phys Fitness* 32: 400-411, 1992
- 19) Motoyama M, Sunami Y, Kinoshita F, Irie T, Sasaki J, Arakawa K, Kiyonaga A, Tanaka H, Shindo M. The effects of long-term low intensity aerobic training and detraining on serum lipid and lipoprotein concentrations in elderly men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 70(2): 126-131, 1995
- 20) Wood PD, Terry RB, Haskell WL. Metabolism of substrates: diet, lipoprotein metabolism, and exercise. *Fed Proc* 44(2): 358-363, 1985
- 21) Wood PJ, Haskell WL, Blair SN, Williams PT, Krauss RM, Lindgren FT, Albers JJ, Farquhar JW. Increased exercise level and plasma lipoprotein concentrations: a one-years. randomized, controlled study in sedentary middle-aged men. *Metabolism* 32: 31, 1983
- 22) Griffin BA, Skinner ER, Maughan RJ. The acute effect of prolonged walking and dietary changes on plasma lipoprotein concen-

- trations and high-density lipoprotein subfractions. *Metabolism* 37(6): 535-541, 1988
- 23) Hinkleman LL, Nieman DC. The effects of a walking program on body composition and serum lipids and lipoproteins in overweight women. *J Sports Med Phys Fitness* 33(1): 49-58, 1993
 - 24) Rubinstein A, Burstein R, Lubin F, Chetrit A, Dann EJ, Levtoy O, Geter R, Deuster PA, Dolev E. Lipoprotein profile changes during intense training of Israeli military recruits. *Med Sci Sports Exerc* 27(4): 480-484, 1995
 - 25) 류근림, 이유산. 웨이트 트레이닝 운동이 혈장 지질 및 지단백에 미치는 영향. *경희대학교 체육학논문집*, 제 21 호: 43-51, 1993
 - 26) Park HC. the effects of weight-training on body composition plasma lipids and bone density in premenopausal and postmenopausal women. *Thesis. Wonkwang Graduate School*, 1997
 - 27) Seo HK, Lee SW, Na JC, Kang SB, Kim JM. The effects of muscle enduranceweight trainingon physical fitness, blood lipid, and lipoprotein in middle aged-women. *Korean J Sports Med* 17(2): 224, 1999
 - 28) Vincent KR, Vincent HK, Braith RW, Lennon SL, Lowenthal DT. Resistance exercise training attenuates exercise-induced lipid peroxidation in the elderly. *Eur J Appl Physiol* 87(4-5): 416-423, 2002
 - 29) Lee GY, Lee EK. The effects of treadmill running resistance exercise on %fat, serum lipid and lipoprotein responses in middle-aged women. *J Sport Leisure Studies* 14: 211-219, 2000
 - 30) Farrell PA, Wilmore JH, Coyle EF. Exercise heart rate as a predictor of running performance. *Res Q Exerc Sport* 51(2): 417-421, 1980
 - 31) Hill JO, Thiel J, Heller PA, Markon C, Fletcher G, Digirolamo M. Differences in effects of aerobic exercise training on blood lipid in men and women. *Am J Cardiol* 63: 254-256, 1989
 - 32) Stefanick ML, Mackey S, Sheehan M, Ellsworth N, Haskell WL, Wood PD. Effects of diet and exercise in men and postmenopausal women with low levels of LDL Cholesterol. *N Engl J Med* 339(1): 12-20, 1998
 - 33) Barnard RJ, Inkeles SB. Effects of an intensive diet and exercise program on lipids in postmenopausal women. *Women's Health Issues* 9(3): 155-161, 1999
 - 34) Tymchuk CN, Tessler SB, Barnard RJ. Changes in sex hormone-binding globulin, insulin, and serum lipids in postmenopausal women on a low-fat, high-fiber diet combined with exercise. *Nutr Cancer* 38(2): 158-162, 2000
 - 35) Haddock BL, Marchak HP, Mason JJ, Blix G. The effect of hormone replacement therapy and exercise on cardiovascular disease risk factors in postmenopausal women. *Sports Med* 29(1): 39-49, 2000
 - 36) Korean Society of Lipidology and Atherosclerosis, 1998
 - 37) Karvonen M, Kentala K, Musta O. The effects of training heart rate: A longitudinal study. *Ann Med Exp Bio Fenn* 35: 307, 1957
 - 38) Byeon JO, Tchae Ester, Kim NI, Choi KS, Seong KH. A study on the relationship between oxygen uptake and heart rate for the establishment of exercise -targeted heart rate. *J Korean Soc Aerobic Exercise* 3(1): 23-32, 1999
 - 39) Recommended dietary allowances for Koreans, 7th revision, *The Korean Nutrition Society*, Seoul, 2000
 - 40) Franke AA, Hankin JH, Yu MC, Maskarinec G, Low SH, Custer LJ. Isoflavone levels in soy foods consumed by multiethnic populations in Singapore and Hawaii. *J Agric Food Chem* 47(3): 977-986, 1999
 - 41) Liggins J, Bluck LJ, Runswick S, Atkinson C, Coward WA, Bingham SA. Daidzein and genistein content of fruits and nuts. *J Nutr Biochem* 11: 326-331, 2000
 - 42) Lee SK, Lee MJ, Yoon S, Kwon DJ. Estimated isoflavone intake from soy products in Korean middle-aged women. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(5): 948-956, 2000
 - 43) 2001 National Health and nutrition survey report. *Ministry of Health and Welfare*, 2002
 - 44) Choi SH. A study on bone metabolism and urinary isoflavones concentration associated with dietary intake of soybeans and soy products in postmenopausal Korean women. *Thesis. Sookmyung Women Graduate School*, 1999
 - 45) Maskarinec J, Singh S, Meng L, Franke AA. Dietary soy intake and urinary isoflavone excretion among women from a multiethnic population. *Cancer Epidemiology, Biomarkers Prevention* 7: 613, 1998
 - 46) Steinberg FM, Guthrie NL, Villablanca AC, Kumar K, Murray MJ. Soy protein with isoflavones has favorable effects on endothelial function that are independent of lipid and antioxidant effects in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 78: 123-130, 2003