

## 누에고치 유래 실크 펩타이드와 녹차잎 및 식이 섬유소 보충이 체지방 및 혈청 지질 대사에 미치는 영향에 관한 연구

이민숙<sup>1</sup> · 김동명<sup>1</sup> · 조병남<sup>1</sup> · 구성자<sup>2</sup> · 주상섭<sup>3</sup> · 진동규<sup>4</sup> · 이성희\*

<sup>1</sup>(주)아미노젠 중앙연구소, <sup>2</sup>경희대학교 생활과학대학, <sup>3</sup>서울대학교 약학대학, <sup>4</sup>효산의료재단

(2003년 3월 3일 접수, 2003년 4월 28일 수리)

본 연구는 서울 지역에 거주하고 일상식을 하는 20-30대 여성 47명을 대상으로 1일 4.0 g의 누에고치 유래 실크 펩타이드와 녹차잎 및 식이 섬유소를 한 달 정도 섭취하도록 하여 2002년 4월 1일부터 5월 30일에 실시하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 실험군의 평균 연령은 26.2세, 평균신장은 161.7 cm, 평균 체중은 60.7 kg, BMI 평균은 23.4이었다. 보충전에 비하여 보충 후에 대조군의 총열량, 당질, 지질, 단백질, 식이 섬유소 섭취량의 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, 실험군의 경우 총열량은 보충 후에 유의적으로 감소하는 경향으로 나타났으며( $p<0.01$ ), 체중 변화는 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 보충 후에 3.0 kg 정도 감소하는 것으로 나타났으며, BMI는 유의하게 감소하는 경향을 나타내었다( $p<0.01$ ). 체지방량 변화는 보충 후 유의적으로 감소하는 경향으로( $p<0.001$ ) 보충 전에 비해 2.0 kg 정도 감소하는 것으로 나타났다. 복부비만율(WHR)의 경우 보충군에서 보충 전에 비해 유의적으로 감소하는 것으로 나타나( $p<0.01$ ), 복부비만 해소에 효과적으로 작용하는 것으로 나타났다. Total cholesterol과 LDL-cholesterol 변화 또한, 보충 후에 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 보충 후에 따른 상관관계를 분석한 결과로 HDL-cholesterol은 BMI와 WHR에서 음의 상관관계가 나타났다( $p<0.01$ ). LDL/HDL ratio는 BMI와  $p<0.01$  수준에서 양의 상관관계가 나타났으며, WHR과는  $p<0.05$  수준에서 양의 상관관계가 나타났다. 이상 결과에서 보듯이, 저분자 펩타이드, 녹차잎 및 식이 섬유소의 보충은 체지방의 감소 효과 뿐만 아니라, 혈청 내 total cholesterol과 LDL-cholesterol 수준의 감소 효과가 있음을 알 수 있었다. 특히 신체의 부위 중 복부의 지방을 감소시켜 복부 비만 관리 및 체지방 관련 위험을 감소시키는 결과가 나타났다.

**Key words:** 실크 펩타이드, 녹차잎, 식이섬유소, 복부비만율, 혈청지질

### 서 론

편리한 현대 생활 양식은 인간의 신체적 활동량을 감소시키고 있으며, 식생활 양식은 정제된 식품을 선택하는 경향이 증가되어 점차 서구화되어가는 추세이다. 이러한 식생활 양식은 식품의 섭취량과 소비량간에 불균형을 이루며 비만 인구를 심각하게 증가시키고 있다. 비만은 체지방이 과잉 축적된 상태로 고혈압, 인슐린 저항성, 고지혈증 등의 X 증후군(Syndrome X)을 초래하게 되어 심혈관계 질환의 주요 원인이 될 뿐만 아니라 암 발생율을 증가시키며 수명을 단축하는 원인으로 작용하므로 비만 예방은 건강유지를 위해 중요한 문제로 대두되고 있다.<sup>1)</sup>

펩타이드는 지질대사 촉진 기능이 있는 것으로 알려져 있으며, 최근 들어 다이어트 식품 등에 응용되고 있는 실정이다. 지질대사 개선 기능을 가진 기능성 펩타이드의 원료 단백질로 우유, 어육, 대두 글루텐 등이 사용되고 있다. 누에고치의 가수분해물인 실크 펩타이드는 18종의 amino acids와 peptide로 이루어져 있으며, 특히 serine, glycine, alanine 등은 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추어 주는 작용을 하며, 항산화 효과 및 면역 관련 작용을 한다고 한다.<sup>2)</sup> 또한, 이러한 실크 펩타이드는 발열

반응과 활동량을 증가시키고 섭취량을 감소시켜 체중과 체지방량 감소의 역할 및 비만과 연관이 있는 leptin의 농도를 증가시키는 작용을 하는 것으로 알려져 있다.<sup>3)</sup> 이러한 실크 아미노산과 펩타이드의 상호작용에 의하여 체내에 존재하는 노폐물을 배출시키면서 체지방을 분해하는 작용이 촉진되어 체중 감소에 도움이 되는 것으로 알려져 있다.<sup>4)</sup>

녹차(*Camellia sinensis*, 차나무과)잎 내의 catechin류는 (+)catechin(C), (-)epicatechin(EC), (-)epicatechin gallate(ECG), (-)epigallocatechin(EGC), (-)epigallocatechin gallate(EGCG) 등이 있다. 카테킨 화합물 중 가장 관심을 모으는 물질은 EGCG로서, 가장 강력한 효능을 지닌 것으로 평가되고 있는데, 이는 항산화제로 널리 이용되는 비타민 E보다 25배, 비타민 C보다 100배 더 효능이 있다고 하며,<sup>5)</sup> catechin 등의 polyphenol 물질은 혈압 강하 작용, 암 발생 억제 효과, cholesterol 재흡수 억제 작용, 노화 방지, 질병 예방은 물론, 피로회복과 각종 성인병의 예방제로 그 효능이 입증되었다.<sup>6)</sup>

이러한 효능 이외에 새롭게 부각된 특성으로 녹차와 체중 조절 기능 및 에너지 소비 증가와 관련한 효과가 입증되었으며,<sup>7-9)</sup> caffeine과 polyphenol류를 함유한 녹차 추출물을 젊은 남성에게 섭취시킨 결과, caffeine만을 섭취한 군에서는 에너지 소비량과 지방 산화에 영향이 없었으나, 녹차 추출물을 섭취한 군은 일일 에너지 소비량(EE)과 지방 산화가 증가됨을 보고했다.<sup>9)</sup> 또한 비만인 암컷과 수컷 Zucker rat에 EGCG를 투여 한 결과, 일주일 이내에 유의적으로( $p<0.05$ ) 체중 감소 또는 체중 증가

\*연락처

Phone: 82-02-743-6788, Fax: 82-02-741-8769

E-mail: caulee@aminogen.co.kr

의 억제력을 보였다.<sup>10)</sup> 이처럼, 녹차의 장기 섭취시 체중 감소, 체지방, 혈청 지질성분, 열 발생, 지방 산화에 대한 EGCG의 체내 효과는 비만 감소에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 이는, EGCG와 같은 녹차 성분이 비만에 유용하게 작용하기 때문으로 보인다.<sup>11)</sup>

한편 도시화 및 산업화에 따른 스트레스가 증가함에 따라 변비 현상을 비롯한 위장장해를 호소하는 사람들이 늘어나고 있으며, 최근 식이 섬유소로 알려진 비소화성 다당류가 사람에게 있어서 생리적 또는 영양적 측면에서 그 중요성이 인정되면서 상당한 연구가 진행되고 있다. 식이 섬유소는 과일, 야채, 두류, 곡류, 해조류 등 식물성 식품에 복합 탄수화물 형태로 존재하고 있으며, 흡수 팽창하는 성질로 인해 정장작용과 연동 운동을 촉진하여 변비나 대장암 등의 예방에 도움이 된다. 또한 cholesterol의 흡수를 저해시켜 비만, 고지혈증, 동맥경화 등을 예방할 수 있는 물질로 작용할 수 있다고 한다.<sup>12)</sup> 이러한 기능을 하는 식이 섬유소는 특히, 다이어트나 식사 조절을 하는 젊은 여성층에게 부족하기 쉬운 식품성분 중의 하나이다.<sup>13)</sup>

이에 본 연구에서는 예비실험을 통하여 체지방 분해와 신체 균형유지에 도움을 주는 누에고치 유래 실크 펩타이드, 녹차잎 및 정장 기능에 도움을 주는 유산균의 배합비율을 조정하여 식이 섬유소 보충용 식품으로 제조 후 정상식이를 하는 20-30대 여성 47명을 대상으로 한 달 보충하여 체지방 및 혈청 지질 대사에 미치는 영향에 대해 확인하고자 하였다.

## 재료 및 방법

**제조 방법.** 풍부한 식이 섬유소를 함유하고 있는 다시마와 차전자피, 알로에, 글루코만난과 체지방 분해와 신체 균형유지에 도움을 주는 실크 유래 저분자 펩타이드, 녹차잎 및 정장 기능에 도움을 주는 유산균이 첨가된 식이 섬유소 보충용 식품은 예비실험을 통하여 배합비율을 조정하였으며, 그 성분 배합 비율은 Table 1과 같으며, 이 중 실크 유래 펩타이드와 녹차잎은 다음과 같은 방법으로 가공하였다.

**누에고치 유래 실크 펩타이드 제조 공정.** 정선된 누에고치 10 g에 5% (w/v) 농도의  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  수용액 500 ml를 처리하여 1 시간 동안 가열하고 여과지로 여과하여 용해된 sericin을 제거

하였다. 잔사를 열수를 이용하여 수차례 세척함으로써 잔여 sericin과  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 을 제거하였다. 이로써 sericin이 제거되어 피브로인만 남아있는 피브로인 견사를 얻었다. 이 피브로인 견사는 산 가수분해물 공정 과정에 의하여 제조하였다.<sup>14)</sup> 즉, 피브로인 견사에 2N HCl 용액을 견사 중량의 80배 용량으로 첨가하여 100°C에서 4시간 동안 가열하면서 피브로인을 가수분해하였다. 제조된 가수분해물은 진한 암갈색을 나타내었고, 여기에 2N NaOH를 첨가하며 중화시켜 pH 7.4가 되도록 하였다. 중화된 가수분해물에는 활성탄을 전체 용액 용량의 6%가 되도록 첨가하여, 60분 동안 교반함으로써 각종 비용해 물질 및 이취 등을 제거한 후 여과하여 투명한 액상의 분자량이 500-1000이며, 입자크기는 0.1-100  $\mu\text{m}$ 이며, 평균 입자크기는 약 50  $\mu\text{m}$ 인 가수분해물을 얻었다. 이 가수분해물 용액을 투석막을 사용하여 증류수로 1일 동안 투석하여 염을 제거하였다. 염이 제거된 가수분해물 용액을 동결건조하여 분말로 사용하였다.

**누에고치 유래 실크 펩타이드의 gel filtration chromatography.** 산 가수분해된 피브로인 시료를 10 mg/ml의 농도가 되도록 증류수에 용해시킨 후 Sephadex G-25 gel chromatography column (2×60 cm)에 2 ml loading하여 3차 증류수로 용출시켜 펩타이드의 크기에 따른 분획을 분리하였다. 각 분획의 크기는 약 3 ml로 하고 각 분획의 214 nm에서의 UV 흡광도를 측정하여 chromatogram을 얻었다.

녹차잎의 나노 분체 공정. 엄선된 녹차잎을 잘게 세절한 후 80°C 이상의 열풍 건조기에서 수분함량 6.0% 이하로 건조하였다. 세절 건조된 녹차잎은 다시 기류식분쇄기(Theme Mill, Hyunjun powtech. Co., Ltd.)에 넣어 분쇄하였고, 입자크기의 범위는 약 0.2-200  $\mu\text{m}$ 였으며, 평균 입자크기는 약 50  $\mu\text{m}$  크기로 분체 가공하여 나노 입자화하였다.

**유산균의 캡슐링 공정.** 변성전분과 말토덱스트린(DE16)을 증류수에 수화하여 수조에서 75°C까지 가온한 다음 균질기 압력 700 psi에서 균질화하였다. 탑스프레이가 장착된 유동층과립 건조기에 유산균을 넣고 혼합한 후 피복물질, sodium alginate, citric acid를  $\text{H}_2\text{O}_2$ 에 넣어 제조하여 유산균 원료에 순간 분사하여 피복시키면서 건조하였다. 건조된 마이크로 입자는 50  $\mu\text{m}$  mash를 통과하여 일정 사이즈의 미세캡슐만을 선별하여 사용하였다.

**기타 공정.** 그 외의 식이 섬유소 보충용 식품에 사용되는 원료는 수분, 성상, 중금속, 대장균 검사 등의 규격에 적합한지 검사한 후 적합한 원료만을 엄선하여 Table 1과 같이 원료를 칭량하여 배합하였으며, 각 원료들은 균일하게 혼합한 후 4g 씩 복용하도록 하여 실험에 사용하였다.

**재료 및 시약.** 정상식이를 하는 실험군에게 1일 2.7g의 식이 섬유소를 보충하기 위하여 본 연구에서 개발된 제품 4g (supplementation)을 1회에 1포씩 아침, 저녁 2회 공복에 200 ml의 물과 함께 보충시켰으며, 대조군에게는 placebo(starch)를 투여하여 실험군과 같은 방법으로 1주일에 한번씩 문진을 통해 관리하였다.

**연구조사 대상자 및 기간.** 본 연구는 서울시에 소재하고 있는 20-30대 여성 47명을 대상으로 효산의료재단 안양병원·한방병원에서 실시하였으며, 조사 기간은 2002년 4월 1일부터 5

Table 1. Formula for Supplementation

Ingredients	Level (%)
Kelp powder	20
Psyllium Husk	20
Refined konyac flour (from <i>Amorphophallus konjac</i> )	13
Aloe powder	12
Polydextrose powder	7
Microcrystalline Cellulose	4
Garcinia Cambogia	4
Silk peptide	5
Green Tea leaves	5
Lactobacillus acidophilus	3
Xylo-oligo 95p	2
Coffee	2
etc	3

월 30일에 걸쳐 실시하였다. 또한 본 실험에 앞서 2002년 1월 1일-2002년 2월 31일 동안 30명을 대상으로 예비실험을 실시한 후 실험 상의 미비한 점을 보완하여 설문지를 수정 보완한 다음 본 조사를 실시하였다.

**설문 조사 및 신체조성 측정.** 조사 대상자의 일반 특성을 알아보기 위하여 식이 섬유소 보충 전에 조사를 실시하였다. 실험군의 신장, 체중, 나이를 기록하도록 하였고, 체중(kg)/신장(m)<sup>2</sup>의 공식을 적용하여 체격지수(BMI: Body Mass Index)를 계산하였다.<sup>15)</sup>

조사 대상자의 영양소 섭취 상태, 체격지수 및 복부 비만율에 영향을 미치는 식이요인을 조사하기 위해 식이 섬유소 보충 전후에 24시간 회상법을 이용하여 3일간의 식이섭취 조사를 실시하였다. 예비실험을 통하여 사전에 목측량과 식사기록법에 대한 교육을 실시하였으며, 본인들이 직접 설문지를 기록하도록 하였다. 식이 섭취 조사는 음식명과 그에 포함된 식품 재료명과 섭취량을 기록하도록 하였다. 영양소섭취상태는 조사된 자료를 기초로 하여 개인별 1일 식품 및 영양소 섭취량을 영양평가프로그램(Can-Pro, Computer Aided Nutritional analysis program for professionals, 한국영양학회 부설 영양정보 센터)으로 분석하여 산출하였다. 이를 한국인 영양권장량과 비교하여 개인별 영양권장량에 대한 섭취비율을 구하였다.

신체 조성 측정은 생체 내 전기저항을 이용하여 체구성 성분을 분석하는 InBody 3.0 (Biospace사, 한국)을 사용하여 실험군의 체중, BMI, 비만도, 근육량, 체지방량, 체지방율, WHR (waist hip ratio)을 식이 섬유소 보충 전후에 측정하였다.

**체혈 및 혈청 지질 분석.** 12시간 정도의 공복을 유지하게 한 후 정맥에서 5 ml을 채혈하였다. 혈액 내에서 serum을 분리하여 serum 내의 total cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol을 분석하였다. Total cholesterol과 triglyceride는 효소법에 의하여 분석하였으며, HDL-cholesterol은 Mg-phosphotungstic acid 효소법에 의해 분석하였다. LDL-cholesterol은 Friedewald 계산식[total cholesterol-HDL cholesterol-(triglyceride/5)]에 의해 산출하였으며, LDL-HDL ratio는 LDL-cholesterol과 HDL-cholesterol의 비율을 산출하였다.

**통계 처리.** 모든 자료의 분석 결과와 실험 결과는 SAS package를 이용하여 평균값과 표준오차를 구하였으며, 식이 섬유소 보충 유무에 따른 영양소 섭취, 신체 조성, 체지방 변화 및 혈청 지질 성상에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 보충 전후의 측정치로부터 변화값을 구하고, 이 값으로 paired t-test를 실시하였다.

### 결과 및 고찰

실크 펩타이드에 대하여 Sephadex G-25 gel filtration chromatography를 실시한 결과 Fig. 1과 같이 펩타이드 분획들이 분리되었다. 본 실험조건에서의 Sephadex G-25의 분리특성은 Hyun 등의 보고<sup>15)</sup>와 동일한 방법으로 조사한 결과, 분자량 10,000-3,000 사이, 3,000-1,000 사이, 1,000-500 사이, 500 이하의 펩타이드 분획이 각각 fraction number 50-90번, 91-110

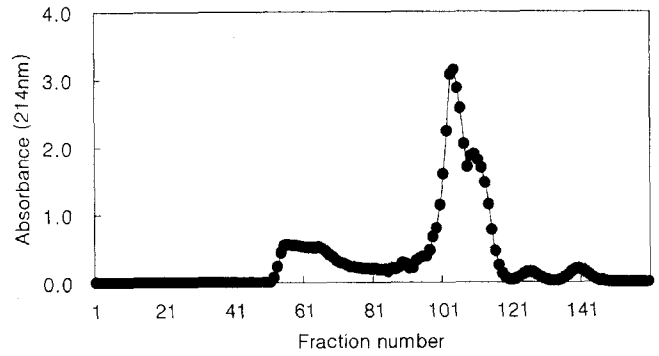


Fig. 1. Sephadex G-25 gel filtration chromatogram of the cocoon hydrolysate.

Table 2. Anthropometric indices of the subjects

Characteristics	Total subjects (n=47)
Age (yr)	26.2 ± 0.31 <sup>1)</sup>
Height (cm)	161.7 ± 4.32
Weight (kg)	60.7 ± 7.57
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>	23.4 ± 5.32

<sup>1)</sup>Mean ± S.E. (Standard error)

<sup>2)</sup>BMI: Body Mass Index=body weight(kg)/height(m<sup>2</sup>)

번, 111-120번, 121번 이상에서 용출되는 것으로 확인되었다. 따라서 피브로인은 산 가수분해에 의해 분자량 3,000이하(아미노산 7, 8개 이하)의 작은 펩타이드 또는 아미노산 상태로 분해되었음을 알 수 있었다.

**일반특성 및 영양소 섭취 상태.** 본 연구의 조사 대상자들은 20-30대 여성으로 일반적인 상황은 Table 2와 같이 나타나 평균 연령은 26.2세, 평균신장은 161.7 cm, 평균 체중은 60.7 kg, BMI 평균은 23.4였다.

조사 대상자들의 신체적 특성인 평균 신장과 체중은 한국인 성인의 기준치인 여자 161 cm, 54 kg에 비하여 신장은 매우 유사한 수치였고, 체중은 6.7 kg 정도 많았으나, BMI 평균은 23.4로 정상범위에 속하였다. 이는, Choi 등<sup>16)</sup>의 성인 여성을 대상으로 한 연구 결과 평균 체중이 63.8 kg으로 본 연구 결과보다는 다소 높은 경향으로 나타났다.

조사 대상자들의 식이섬유소 보충 전후에 따른 영양소 섭취 상태 결과는 Table 3과 같이 나타나 대조군의 경우 보충 전·후에 따른 총열량, 당질, 지질, 단백질 및 식이 섬유소 섭취량의 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, supplementation군의 경우 총열량은 보충 전보다 보충 후에 유의하게 감소하는 경향으로 나타났으며(p<0.01), 한국인 영양 권장량과 비교시 보충 전은 약 67.58%, 보충 후에는 약 58.8%로 감소하는 경향이 나타났다. 이렇게 보충군에서 섭취 열량의 감소 경향을 보인 것은 supplementation군을 통한 설문조사 결과, 식사전에 supplementation이 식이섬유소의 포만감 작용과 실크펩타이드의 식욕억제 효과가 함께 작용한 것으로 보인다. 당질, 단백질과 지방의 섭취는 보충 전후에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았으며, 식이 섬유소 섭취의 경우 대조군에서는 보충 전·후에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았으나, supplementation군의

Table 3. Changes of nutrient intake status among subjects

	Control (n=19)		Supplementation (n=28)	
	Before	After	Before	After
Energy (kcal)	1406.7±292.24 <sup>1)</sup>	1394.1±291.92 <sup>5,3)</sup>	1351.6±297.24	1176.1±11.68 <sup>**4)</sup>
% of RDA <sup>2)</sup>	70.34	69.71	67.58	58.8
Carbohydrate (g)	207.4±46.12	203.4±43.68 <sup>N.S.</sup>	204.1±49.12	183.1±41.66 <sup>N.S.</sup>
% energy	60.9	60.2	61.9	62.3
Protein (g)	44.9±9.70	48.1±10.15 <sup>N.S.</sup>	48.4±13.41	45.2±11.04 <sup>N.S.</sup>
% of RDA	81.64	87.45	88.05	82.14
% energy	14.8	15.8	14.4	15.6
Fat (g)	33.8±11.29	34.4±9.98 <sup>N.S.</sup>	35.6±15.40	29.2±9.92 <sup>N.S.</sup>
% energy	23.7	24.0	23.7	22.1
Dietary fiber (g)	5.0±2.19	5.1±1.32 <sup>N.S.</sup>	4.3±2.16	7.2±2.56 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± S.E.

<sup>2)</sup>% RDA: Recommended Daily Allowance for Koreans, the 7th revision.

<sup>3)</sup>N.S: Not significant difference between two groups (before/after) by paired t-test.

<sup>4)</sup>There is significant difference between two groups (before/after) by paired t-test, at \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001.

Table 4. Changes of antropometric indices among subjects

	Control (n=19)		Supplementation (n=28)	
	Before (B)	After (A)	Before (B)	After (A)
Weight (kg)	56.6±1.42 <sup>1)</sup>	56.1±1.81 <sup>N.S.2)</sup>	63.5±3.03	60.5±3.11 <sup>N.S.</sup>
A-B (% of B)		-0.5 (0.88%)		-3.0 (4.72%) <sup>**3)</sup>
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>4)</sup>	21.8±1.33	21.6±1.6 <sup>N.S.</sup>	24.5±1.35	23.0±1.91 <sup>**</sup>
A-B (% of B)		-0.2 (4.59%)		-1.50 (6.12%) <sup>**</sup>
Body fat (kg)	26.7±1.25	26.6±1.24 <sup>N.S.</sup>	25.2±1.43	23.2±0.86 <sup>N.S.</sup>
A-B (% of B)		-0.1 (0.37%)		-2.0 (7.94%) <sup>***</sup>
Percent body fat	27.7±1.72	27.6±2.15 <sup>N.S.</sup>	32.6±1.74	31.7±1.15 <sup>N.S.</sup>
A-B (% of B)		-0.1 (0.36%)		-0.9 (2.76%) <sup>N.S.</sup>
WHR <sup>5)</sup>	0.82±0.03	0.81±0.02 <sup>N.S.</sup>	0.85±0.04	0.82±0.04 <sup>**</sup>
A-B (% of B)		-0.01 (1.22%)		-0.03 (3.53%) <sup>**</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± S.E.

<sup>2)</sup>N.S: Not significant difference between two groups (before/after) by paired t-test.

<sup>3)</sup>There is significant difference between two groups (control/Supplementation) by paired t-test, at \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001, N.S.: Not significant difference between two groups (control/Supplementation) by paired t-test.

<sup>4)</sup>BMI: Body Mass Index=body weight(kg)/height(m<sup>2</sup>)

<sup>5)</sup>WHR: Waist hip ratio

경우 보충 전에 비해 보충 후에 유의적으로 증가한 것으로 나타났다(p<0.001).

**신체계측 및 복부비만.** 조사 대상자들의 식이 섬유소 보충 전후에 따른 신체 계측치의 변화 및 복부 비만 변화에 따른 결과는 Table 4, Fig. 2와 같다.

대조군의 경우 보충 전·후에 따른 체중 변화, BMI, 체지방량 및 체지방율의 경우 유의한 차이는 나타나지 않았다. Supplementation군의 경우 보충 전·후의 체중 변화는 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 보충 전에 비하여 보충 후에 3.0 kg 정도 감소하는 것으로 나타났으며, BMI 변화는 보충 전에 비해 보충 후 유의적으로 감소하는 경향으로 나타났다(p<0.01). 체지방량 변화는 보충 전에 비해 보충 후 유의적으로 감소하는 경향으로(p<0.001) 보충 전에 비해 보충 후에 2.0 kg 정도 감소하는 것으로 나타났으며, 체지방율 변화의 경우 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 보충 전에 비하여 보충 후에 0.9% 정도 감소하는 것으로 나타났다.

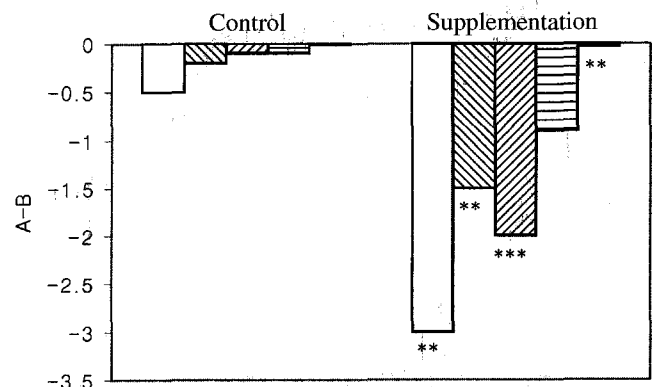


Fig. 2. Changes of antropometric indice between control group and supplementation group. □ Weight (kg), ▨ BMI (Kg/m<sup>2</sup>), ▩ Body fat (kg), ▪ Percent body fat (%), ■ WHR. A-B: A (after supplementation), B (before supplementation), BMI: Body Mass Index=body weight(kg)/height (m<sup>2</sup>), WHR: Waist hip ratio. There is significant difference between two groups(before/after) by paired t-test, at \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001.

Table 5. Changes of serum lipid component levels among subjects

	Control (n=19)		Supplementation (n=28)	
	Before (B)	After (A)	Before (B)	After (A)
TC <sup>1)</sup>	71.1±20.78 <sup>2)</sup>	172.0±22.13 <sup>N.S.3)</sup>	175.6±25.70	162.6±29.83*
A-B (% of B)		0.9 (0.53%)	-13.0 (7.40%)* <sup>4)</sup>	
TG	66.9±23.15	67.1±23.29 <sup>N.S.</sup>	82.8±39.22	79.1±35.36 <sup>N.S.</sup>
A-B (% of B)		0.2 (0.30%)	-3.7 (4.47%) <sup>N.S.</sup>	
HDL-chol.	44.1±9.64	44.4±8.88 <sup>N.S.</sup>	47.8±8.30	48.8±9.10 <sup>N.S.</sup>
A-B (% of B)		0.3 (0.68%)	1.0 (2.09%) <sup>N.S.</sup>	
LDL-chol.	113.5±24.79	114.1±22.82 <sup>N.S.</sup>	111.2±26.46	97.9±30.36*
A-B (% of B)		0.6 (0.53%)	-13.3 (11.96%)* <sup>4)</sup>	
LDL/HDL Ratio	2.77±1.13	2.69±0.89 <sup>N.S.</sup>	2.40±0.69	2.11±0.79 <sup>N.S.</sup>
A-B (% of B)		-0.08(2.89%)	-0.29 (12.08%) <sup>N.S.</sup>	

<sup>1)</sup>TC: total cholesterol, TG: triglyceride, HDL-chol.: High density lipoprotein cholesterol, LDL-chol.: low density lipoprotein cholesterol, LDL/HDL Ratio: LDL-cholesterol (HDL-cholesterol)

<sup>2)</sup>Mean ± S.E.

<sup>3)</sup>N.S.: Not significant difference between two groups (before/after) by paired t-test.

<sup>4)</sup>There is significant difference between two groups (control/Supplementation) by paired t-test, at \*\*\*p<0.001, N.S.: Not significant difference between two groups (control/Supplementation) by paired t-test.

Supplementation군과 대조군 간의 비교시 체중과 BMI 변화는 보충군이 대조군에 비해 유의하게 감소하는 것으로 나타났으며(p<0.01), 체지방 변화는 보충군이 대조군에 비해 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다(p<0.001). 체지방을 변화의 경우 supplementation군과 대조군 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 supplementation 군이 대조군에 비해 감소하는 경향으로 나타났다.

복부비만율(WHR) 변화는 대조군의 경우 보충 전·후에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, Supplementation군의 경우 보충 전·후에 따라 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며(p<0.01), 대조군과 supplementation군간의 비교시 WHR은 보충 전·후 모두 정상 범위인 0.70-0.80보다 높은 수치였고, 보충군이 대조군에 비해 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다(p<0.01). 1일 2.7g 이상의 식이섬유소 보충이 WHR의 감소에도 영향을 미치는 결과가 나타났다.

펩타이드는 지질대사 촉진 기능을 지니는 것으로 알려져 있으며, 최근 들어 다이어트 식품 등에 응용되고 있는 실정이다. Park 등<sup>3)</sup>의 연구에 의하면 이러한 펩타이드 소재 중 실크 펩타이드는 발열반응과 활동량을 증가시키고 섭취량을 감소시켜 체중과 체지방량 감소의 역할 및 비만과 연관이 있는 leptin의 농도를 증가시키는 작용을 하는 것으로 알려져 있으며, Lee 등<sup>17)</sup>의 연구에 의하면 펩타이드의 상호작용에 의하여 체내에 존재하는 노폐물을 배출시키면서 체지방 분해하는 작용을 촉진하여 체중 감소에 도움을 주는 성분으로 알려져 있다.

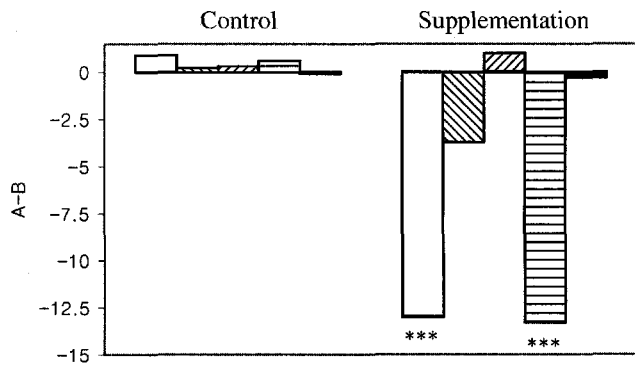
최근 녹차의 성분 중의 하나인 EGCG (epigallocatechin gallate)는 Dulloo 등<sup>9)</sup>의 연구에 의하면 caffeine과 polyphenol류를 함유한 녹차 추출물을 젊은 남성에게 섭취시킨 결과, caffeine만을 섭취한 군에서는 에너지 소비량과 지방 산화에 영향이 없었으나, 녹차 추출물을 섭취한 군은 일일 에너지 소비량(EE)과 지방 산화가 증가됨을 보고했다. 이러한 현상은 녹차 polyphenol류, 특히 EGCG (epigallocatechin gallate)가 열발생

과 지방 산화를 조절하는 것으로 보여지며, Liao 등<sup>10)</sup>의 연구에서 비만인 암컷과 수컷 Zucker rat에 EGCG를 투여 한 결과, 일주일 이내에 p<0.05 수준에서 유의적인 체중 감소 또는 체중 증가의 억제 효과를 보였다. 체중 감소, 체지방, 열 발생, 지방 산화에 대한 EGCG의 체내 효과와 지방 세포 기능에 대한 EGCG의 체외 효과는 비만을 감소시키는 것으로 보고되었으며<sup>13)</sup> 이는, EGCG와 같은 녹차 성분이 비만에 유용하게 작용하기 때문으로 보인다. 이처럼 녹차는 체중과 에너지 소비에 효과적으로 작용을 하며,<sup>9,10)</sup> 녹차 추출물의 catechine-polyphenol은 교감신경 활성화로 에너지 소비를 증가시키고 지방 산화를 촉진하여 체중 조절에 영향<sup>17)</sup>을 미치는 것으로 생각된다.

식이 섬유질은 소화관에서 소화되지 않고 그대로 장을 통과하는데 이 과정에서 담즙과 결합하므로 담즙이 재흡수되지 못하고 그대로 대변으로 배설되도록 하는 역할을 담당한다. 즉, 지방 특히 콜레스테롤의 체내 합성이 낮아져서 혈중 지질 및 체지방을 낮추는 역할을 한다.<sup>11)</sup>

따라서, 본 실험에서 저분자 펩타이드, 녹차 잎 및 식이 섬유질의 보충은 체지방을 낮추는 역할을 하였으며, 이에 따른 체중의 감소 효과를 알 수 있었다. 또한 비만 중에서도 특히 복부 비만은 고혈압과 동맥경화 등의 만성 퇴행성 질환의 강력한 위험인자<sup>11)</sup>로 알려져 있다. 남자의 경우 0.95 이상, 여자의 경우 0.8 이상이면 비만으로 인한 건강 문제를 야기하는 것으로 알려져 있는 허리-엉덩이 둘레비(WHR, waist hip ratio)는 supplementation 유무에 따라 유의적인 감소 결과를 나타내어 부분 비만의 해소에도 효과적인 것으로 사료된다.

**혈청 지질 성상.** 조사 대상자들의 식이 섬유소 보충에 따른 혈청 지질 성상의 변화는 Table 5, Fig. 3과 같다. 대조군의 보충 전·후에 따른 total cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol 및 LDL/HDL ratio의 변화는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 반면, supplementation군의 경우 보충 전·후에 따른 total cholesterol의 변화는 보충 전에 비해



**Fig. 3. Changes of serum lipid component levels between control group and supplementation group.** □ TC, ▨ TG, ▩ HDL-chol, ▪ LDL-chol, ■ LDL/HDL Ratio. A-B: A (after supplementation), B (before supplementation), TC: total cholesterol, TG: triglyceride, HDL-chol.: High density lipoprotein cholesterol, LDL-chol.: low density lipoprotein cholesterol, LDL/HDL Ratio: LDL-cholesterol (HDL-cholesterol). There is significant difference between two groups (control/Supplementation) by paired t-test, at \*\*\* $p < 0.001$

보충 후에 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며 ( $p < 0.05$ ), triglyceride와 HDL-cholesterol은 보충 전·후에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. LDL-cholesterol의 변화는 보충 전에 비해 보충 후에 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며 ( $p < 0.05$ ), LDL/HDL ratio는 보충 전·후에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

Supplementation군과 대조군 간의 비교시 total-cholesterol의 변화는 보충군이 대조군에 비해 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며 ( $p < 0.001$ ), triglyceride과 HDL-cholesterol의 경우는 보충군과 대조군 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. LDL-cholesterol의 변화는 보충군이 대조군에 비해 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며 ( $p < 0.001$ ), LDL/HDL ratio의 경우는 보충군과 대조군 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Park 등<sup>3)</sup>의 db/db mouse에게 실크 펩타이드 급여가 leptin 농도를 증가시키는 작용을 하는 것으로 결과가 나타나 이러한 펩타이드의 상호작용에 의하여 체지방 분해 작용이 촉진되어 혈청 지질을 개선한 것으로 알려져 있다.

또한 Mitscher 등<sup>6)</sup>의 연구 결과 녹차 내의 카테킨 성분이 혈청 콜레스테롤 농도를 감소시키는 것으로 나타났으며, Matsumoto 등<sup>18)</sup>의 녹차 또는 EGCG 함유 녹차 추출물을 매일 2-4컵 (500-1000 ml)을 장기간 섭취시킨 결과 LDL cholesterol 감소와 HDL cholesterol 증가, 혈청 glucose의 감소 효과가 나타나 본 연구 결과의 보충 전 후에 따른 혈청 콜레스테롤과 LDL-cholesterol의 감소와 유사한 연구 결과를 나타냈다. Sayama 등<sup>19)</sup>의 마우스에 녹차 투여 후의 항비만 효과를 측정 한 결과 마우스의 간, 신장, 뇌, 복강 내 지방조직에서 지질 농도와 leptin 농도, 체중을 측정 한 결과, 체중 증가와 복강 내 지방 조직의 증가가 억제되었으며, 간에서의 총콜레스테롤 농도, 혈청과 간에서의 TG, 혈청의 지방산은 대조군보다 녹차를 섭취한 군에서 더 낮은 것으로 나타났으며, Liao 등<sup>12)</sup>의 연구에서 EGCG를 식욕에 관련된 렙틴 수용체(leptin receptor) 결손 쥐와 정상 쥐에게 투여시 동일한 반응을 보이는 것으로 나타나

렙틴 수용체와는 다른 식욕 조절 경로에서 작용하는 것으로 나타났다.

또한, Jung 등<sup>20)</sup>의 rat을 대상으로 한 실험 연구 결과 콜레스테롤 식이 급여시 식이 섬유소 섭취로 혈중 지질이 감소되는 것으로 나타나 본 연구의 total cholesterol이 유의적으로 감소한 결과와 같은 것으로 나타났다.

따라서, 본 연구에서 누에고치 유래 실크 펩타이드, 녹차잎 및 식이 섬유소의 보충은 체지방을 낮추는 역할을 하였으며, 이는 실크 펩타이드와 녹차 잎 내의EGCG가 체중조절에 효과적인 결과를 초래한 것으로 사료된다. 또한, 식이 섬유소의 포만감으로 인하여 체중 조절 기능도 효과적으로 작용하였다. 뿐만 아니라, 혈청 지질 대사에 관여하여 혈청 내 total cholesterol과 LDL-cholesterol 수준의 감소 효과를 알 수 있었다. 특히 신체의 부위 중 복부의 지방을 감소시켜 부분 비만 관리 및 체지방 관련 위험을 감소시키는 결과가 나타났다.

## 참고문헌

- Lee, I. H., Lee, H. Y., Rho, S. N., Ahn, S. J. and Lee, B. H. (1997) In *the human body nutrition and health*. Chung-Ang University publishing department, Seoul.
- Lee, S. H., Cho, H. N., Hyun, C. K. and Jew, S. S. (2002) physiology functional Characteristics of silk peptide. *Food. Sci. Ind.* **35**, 57-62
- Park, K. J., Hong, S. E., Do, M. S. and Hyun, C. K. (2002) Stimulation of insulin secretion by silk fibroin hydrolysate in streptozotocin-induced diabetic rats and db/db mice. *Kor. J. Pharmacogn.* **33**, 21-28.
- Ahren, B., Mansson, S., Gingerich, R. L. and Havel, P. J. (1997) Regulation of plasmaleptin in mice: influence of age, high-fat diet, and fasting. *Am. J. Physiol.* **273**, 113-120.
- Feyes, A. L., Nieminen, R. and Ahmad, N. D. (1997) Green tea constituent epigallocatechin-3-gallate and induction of apoptosis and cell cycle arrest in human carcinoma cells. *J. Natl. Cancer Inst.* **89**, 1881-1886.
- Mitscher, L. A., Jung, M., Shankel, D., Dou, J. K., Steele, L. and Pillai, S. P. (1997) Chemoprevention: a review of the potential therapeutic antioxidant properties of green tea (*Camellia sinensis*) and certain of its constituents. *Med. Res. Rev.* **17**, 327-365.
- Liao, S. and Liang, T. (1997) Methods and compositions for inhibiting 5 $\alpha$ -reductase activity. *J. Pat. Off. Soc.* **5**, 605-909.
- Kao, Y. H., Hiipakka, R. A. and Liao, S. (2000) Modulation of endocrine systems and food intake by green tea epigallocatechin gallate. *Endocrinol.* **141**, 980-987.
- Dulloo, A. G., Duret, C. and Rohrer, D. (1999) Efficacy of a green tea extract rich in catechin polyphenols and caffeine in increasing 24-h energy expenditure and fat oxidation in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* **70**, 1040-1045.
- Kao, Y. H. and Richard, A. (2000) Hiipakka and Shutsung Liao modulation of obesity by a green tea catechin. *Am. J. Clin. Nutr.* **72**, 1232-1234.
- Watanabe, J., Kawabata, J. and Niki, R. (1998) Isolation and identification of acetyl-CoA carboxylase inhibitors from green tea (*Camellia sinensis*). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **62**, 532-

- 534.
12. Van Itallile, T. B. (1978) Dietary fiber and obesity. *Am. J. Clin. Nutr.* **31**, 123-128.
  13. Kim, Y. S. (1990) Recent progress in obesity research: Classification and evaluation of obesity. *Kor. J. Nutr.* **23**, 227-340.
  14. Kim, M. K., Lee, K. H., Lim, H. J., Lee, S. J., Lee, S. H. and Min, K. S. (1996) Preparation protocols for the functional polypeptide materials from cocoon. Korean Patent 98.712.
  15. Hyun, C. K. and Shin, H. K. (2000) Utilization of bovine blood plasma proteins for the production of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides. *Process. Biochem.* **36**, 65-71.
  16. Choi, J. W., Lee, K. M., Kim, H. J., Kim, S. H., Kim, H. S., Ro, J. S., Oh, K. W. and Lee, K. S. (2002) The effects of dried orange peel compound intaking and exercise training on the physique, body fat and concentration of blood lipid in obese women. *Kor. J. Pharmacogn.* **33**, 57-63.
  17. Lee, S. H., Choi, A. J., Song, S. J., Ryu, J. M., Rho, S. N. and Hwang, Y. H. (2002) Study on consequent nutrient intake status, body mass index, and fat distribution after silk amino peptide and dietary fiber supplementation. *J. Kor. Diet. Assoc.* **8**, 175-184.
  18. Matsumoto, N., Ishigaki, F., Ishigaki, A., Iwashina, H. and Hara, Y. (1994) Reduction of blood glucose levels by tea catechin. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **57**, 525-527.
  19. Sayama, K., Lin, S., Zheng, G. and Oguni, I. (2000) Effects of green tea on growth, food utilization and lipid metabolism in mice. *In Vivo* **14**, 481-484.
  20. Jung, K. A. and Chang, Y. K. (1995) Effect of cereals on lipid concentration of liver and serum in the rats. *Kor. J. Nutr.* **28**, 5-14.

### Study on Consequent Body Fat and Serum Lipid Metabolism after Cocoon Hydrolysate, Green Tea Leaves and Dietary Fiber Supplementation

Min-Sook Lee<sup>1</sup>, Dong-Myung Kim<sup>1</sup>, Byung-Nam Cho<sup>1</sup>, Seung-Ja Koo<sup>2</sup>, Sang-Sup Jew<sup>3</sup>, Dong-Kyu Jin<sup>4</sup> and Sung-Hee Lee\* (<sup>1</sup>Aminogen Co., Ltd, Seoul 110-799, Korea; <sup>2</sup>Dept of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea; <sup>3</sup>Dept. of Pharmacy Seoul National University, Seoul 110-799, Korea; <sup>4</sup>Anyang Hospital, AnYang 430-015, Korea)

**Abstract:** This study is to investigate consequent nutrient intake status, influences of body mass index (BMI) and serum lipid composition, and fat distribution on the cocoon hydrolysate, green tea leaves and dietary fiber supplementation. During 2 months of this research (April to May, 2002), 47 women aged 20 yr-30 yr (average age 26.2 yr) were selected as subjects. Nutrient intake was investigated by questionnaire and 24-hr recall method. Anthropometric assessments of the subjects were investigated by SBIA method (Segmental bioimpedance assay, Inbody 3.0). The results were as follows: mean body weight was 60.7 kg, mean body height 161.7 cm and mean BMI 23.4. Status of energy intakes significantly decreased ( $p < 0.01$ ) and dietary fiber intakes significantly increased ( $p < 0.001$ ) after supplementation. BMI and WHR (waist-hip ratio) significantly decreased ( $p < 0.01$ ) and body fat significantly decreased after supplementation ( $p < 0.001$ ). Total cholesterol and LDL-cholesterol significantly decreased after supplementation ( $p < 0.05$ ). HDL-cholesterol was negatively correlated with BMI and WHR ( $p < 0.01$ ). LDL/HDL ratio was positively correlated with BMI ( $p < 0.01$ ) and WHR ( $p < 0.05$ ). Above results of this study show that low-molecule peptide, green tea leaves and dietary fiber supplementation-added routine diet improves lessening body fat distribution, total cholesterol, LDL-cholesterol. Especially, decrease of abdominal fat and WHR were notable. That meant decrease of risk factors.

Key words: cocoon hydrolysate, green tea leaves, dietary fiber, waist hip ratio, fat distribution, serum lipid

\*Corresponding author