

장내의 탄수화물과 지방 흡수 억제를 통한 체지방 및 비만 개선 효과에 관한 연구

정은희, 윤승원, 이홍석, 윤유식*, 유경미**, 황인경**
(주)바이오랩 기술연구소, *한국 한의학 연구소, **서울대학교 생활과학대학 식품영양학과

Beneficial effects of body fat and obesity through the inhibition of the digestion of carbohydrate and lipid in gastrointestinal tract

Jung Eun-Hee, Yoon Seung-Won, Lee Hong-Seok, Yoon Yoo-sik*, Yoo Kyung-Mi**, Hwang In-kyeong**

BioLab, Research center, Gwanyang-dong 1451-1, Anyang-city, Kyunggi

*Korea Institute of Oriental Medicine, Chungdam-dong 107-3, Kangnam-Gu, Seoul

**Dept. of Food and Nutrition, Seoul National University, Sinlim-dong San56-1, Gwanak-Gu, Seoul

Abstract

In a previous study, a dietary supplement was developed in our lab using natural herbal extracts against digest enzyme activity in GI tract for weight control. This natural herbal extracts could regulate absorption of glucose and lipid by the inhibition of digest enzyme activity. In this study, we screened the natural herbs that inhibit glucoamylase activity and developed an water extract of cinnamon. The cinnamon extract delayed and decreased the increment of carbohydrate degradation through the inhibition of glucoamylase activity *in vitro*. Fifty volunteers were subjected to the intake of the herbal extracts by taking twice a day for 60 days. As a result, the treated subjects lost 3 kg of body weight and 3.5 kg of body fat mass after the treatment. Furthermore, the body mass index and waist size were significantly decreased during the experimental period. Above results suggested that the administration of the dietary additives composed of cinnamon and natural herbal extract improves the obesity by the decrement of body weight and body fat mass.

Key word : Obesity, Cinnamon, Body fat mass, Body mass index

1. 서 론

비만증은 당뇨병, 고지혈증, 고혈압 및 관상동맥 질환 등과 밀접한 연관성이 있기 때문에 비만한 사람에게 이러한 질병들의 유병률 및 사망률이 높은 것은 이미 잘 알려진 사실이다¹⁻⁵⁾. 이러한 성인병의 예방 및 치료의 관점뿐 아니라 아름다운 몸매를 가꾸기 위한 체중감소는 온 국민의 관심사가 되었다. 그러나 체중을 감소시키기 위하여 합리적인 방법을 사용하지 않고 원푸드 다이어트나 단식 등과 같이

비합리적인 방법을 사용하거나 또는 의사처방이 필요한 전문의약품의 임의로 사용하는 경우도 있다⁶⁻⁷⁾.

비만치료를 위해서 가장 적극적인 방법으로 지방과 탄수화물을 비롯한 에너지원의 섭취 제한이 이용되고 있으며, 이것은 SSRI(serotonin selective reupake inhibitor)나 lipase 저해제인 제니칼 등에서 모두 이용되고 있는 원리이다⁸⁾. 그러나 에너지 섭취 제한은 기초 대사량의 감소와 체지방 감소 등의 문제점이 발생한다. 따라서, 정상적인 식사를 진행하면서 비만 증상을 완화시키는 방법은 매우 중요하다고 할 수 있다. 특히, 우리나라 식습관의 특성상 서양인에 비하여 중증의 비만 환자의 빈도가 상대적으로 낮으며, 지방질 위주의 식사를 하는 서구와 달리 곡류 즉, 탄수화물 위주의 식사를 하므로 서양에서 개발된 제품들은 국내에서 그대로 적용시키기에는 문제

Corresponding author: Eunhee Jung, BioLab, Research center Gwanyang-dong #1451-1, Anyang-city, Gyunggi-Do 431-807, Korea
Tel: 031-426-1264
Fax: 031-426-1268
E-mail: eunhee02@snu.ac.kr

점이 있다. 따라서, 국내에서 비만을 개선하기 위한 시도에는 기존의 지방질 흡수 억제 기전 뿐 아니라 탄수화물의 흡수 억제 기전 또한 겸비되는 방법이 바람직할 것이다. 이러한 점에서 한국인에게 적합한 비만 개선을 위한 식품의 개발이 천연물의 탐색 등을 통해 최근 들어 활발히 진행되고 있으나 아직까지 명확한 기전을 통한 비만 개선의 효과를 나타내는 다이어트 신소재 등의 개발은 뚜렷한 결과를 나타내지는 못하고 있다.

홍 등^{9,10)}의 연구보고에 따르면 장내 소화 효소 활성 저해 효과가 있다고 보고된 비만 개선용 식이 조성물이 지방 및 탄수화물의 소화흡수를 억제함으로써 체지방의 감소 및 체내 신진대사를 활발히 하여 체지방과 체중을 유의적으로 감량함으로써 비만 개선에 도움을 준 것으로 나타났다. 또한 윤 등¹¹⁾의 비만개선을 위한 조성물 중 길경(*Platycodon grandiflorum Palibin*)은 초롱과꽃과에 속하는 다년생으로서 triterpenoid계 사포닌과 당질, 섬유질을 함유하고 있으며, 혈청 및 간장의 지질개선 작용에 관한 연구로서 Kim 등¹²⁾은 길경의 섬유소가 흰쥐의 콜레스테롤 농도를 낮춤으로서 atherom성 동맥경화의 진행을 억제한다고 보고하였으며, 가지 또한 열수 추출물의 섭취시 혈중 콜레스테롤의 함량을 저하시킨다고 보고되어 있다¹³⁻¹⁴⁾.

본 연구에서는 비만개선을 위한 시도로 지방질 흡수 억제 기전 뿐 아니라 과잉의 탄수화물의 흡수 억제가 함께 작용하는 방법을 통해 한국인에게 적합한 비만 개선책을 찾고자 육계 등 천연물을 이용하여 장내의 탄수화물 소화 효소 억제활성을 *in vitro* 상에서 확인하였다.

또한 국내 식생활에 맞춘 탄수화물과 연관된 다이어트 소재로서 이미 동물 실험을 통해 탄수화물의 흡수를 억제하는 효과를 나타낸 것으로 보고된¹¹⁾ 천연물 조성물과 본 연구를 통하여 *in vitro* 상에서 탄수화물 소화효소 억제활성이 확인된 육계 등을 추가하였으며, 신규 식이조성물을 이용하여 인체 효능 실험을 실시하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 돼지 소장으로부터 sucrase, maltase 및 glucoamylase의 분리

소화 효소에 관여하는 sucrase, maltase 및 glucoamylase의 분리를 위하여 신선한 돼지의 소장을 생리식염이 포함된 sodium phosphate saline buffer

(이하 'PBS')로 세척하고 점막층을 긁어낸 후, 200 mM manitol을 포함하는 20mM Tris-HCl 완충액(pH 6)에 1:10의 비율로 혼합하였다. 상기 혼합액을 균질화하고 50mM의 NaCl을 첨가하여 방치한 후 원심분리하여 상층액을 회수하였다. 회수된 상층액을 35,000×g로 초원심분리하여 침전된 막단백질을 분리하였다. 분리된 막단백질을 50mM Tris-HCl 완충액(pH 8)으로 평형화시킨 DEAE-Sepharose column에 단백질을 흡착시키고 0 내지 1.0M NaCl을 포함하는 동일 완충액으로 선택적으로 단백질을 분획하여 sucrase, maltase 및 glucoamylase를 분리하였다.

2. 시료제조 및 탄수화물 소화 효소 활성 억제 효과

돼지 소장에서 분리된 sucrase, maltase 및 glucoamylase에 대한 저해활성을 확인하기 위하여 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)를 이용한 환원당의 발색효과를 이용하여 탐색하였다. 천연물들은 식품공전에 식품으로 사용이 가능하도록 등재된 천연 약재를 이용하였다. 천연물 원료 각 500g을 1L의 냉수로 2시간 냉침 후에 가열하여 2~4시간 정도 95~110°C의 열수를 이용하여 추출하였다. 열수 추출 후 추출액의 상층액 100mL를 취하여 저해 시료로 이용하였다. 난황은 계란에서 노른자를 분리하여 homogenizer를 이용하여 균질화 시킨 다음 동량의 EtOH를 가한 후 원심분리하여 상층액을 이용하였다.

효소의 기질로서 각각 sucrose, maltose, 수용성전분을 50mM 생리식염이 포함된 pH 6.9의 0.02M phosphate buffer에 1%의 농도가 되도록 용해하여 사용하였다. 검량선 작성을 위해서는 glucose 용액을 이용하여 작성하였다. 효소 저해제의 활성을 정량하기 위하여 양성 대조군으로 기질 1%, 50mM phosphate buffer, enzyme(0.2 unit), 증류수를 포함하며 반응용량은 2mL 37°C에서 20분간 반응시켰다. 효소 저해제의 검사는 기질 1%, 50mM phosphate buffer, 효소(0.2 unit), 천연물 추출액, 증류수를 포함하며 반응용량은 2mL로 37°C에서 20분간 반응시켰다. 반응이 종료된 후에는 100°C에서 열처리하여 반응을 종료하였다. 발색 반응을 위하여 상기에 제조된 DNS 시약 1mL를 가한 후 100°C 5분간 반응시킨 다음 상온으로 식힌 후 10mL의 증류수를 가하고 540nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도 측정을 위해서 96 well microplate의 ELISA 판독기를 이용하였다.

3. 비만 개선용 식이혼합물의 조성

탄수화물 소화효소에 대한 저해작용이 확인된 육계와 난황 추출물을 추가하여 새로운 비만 개선용 식이혼합물의 조성을 완성하였다. 사용된 천연식품 소재인 길경(*Platycodon grandiflorum Palibin*), 가지(*Solanum melongena L.*), 육계(*Cinnamon*)는 가락시장에서 구입하였고, 진피(*Dried Orange Peel*), 숙지황(*Rahmannia glutinosa Liboschitz*), 천궁(*Cnidii Rhizoma*) 등은 경동시장에서 구입하여 이용하였다. Table 1의 조성으로 원료량의 3.5배량의 증류수를 넣고 95°C에서 순환시키면서 6시간 동안 시료 brix가 10이 될 때까지 추출하여 천연물 추출액으로 사용하였으며, 천연물 추출액을 얻은 후에 후 배합 원료로서 수용성 식이섬유, 가르시니아 캄보지아, 난황분, 올리고당을 첨가하였다. 비만개선용 식이혼합물의 최종 조성은 Table 2와 같으며, 내용량은 1포당 25mL로 하였다.

4. 당부하도 검사

공복시 혈당이 90mg/dL 정도를 나타내는 정상인 성인 남성 10명을 대상으로 당부하도 검사를 실시하였다. 정상적인 상황에서 혈당농도를 측정하기 위해 12시간 금식기간을 갖고 공복 혈당을 측정한 후 sucrose 10g을 경구 투여하였다. Sucrose를 투여한 후 10분 간격으로 50분까지 혈액을 채취하여 혈당을 측정하였고, 시간이 지남에 따라 혈당 변화량을 관찰하였다. 1차 검사 후 2주간 식이조성물을 1회 1포씩 1일 2회 복용하게 한 후 동일한 방법으로 2차 검사를 수행하였다.

Table 1. Composition of herbal extracts

Herb	Weight (g/25mL)
<i>Platycodon grandiflorum Palibin</i>	4
<i>Rahmannia glutinosa Liboschitz</i>	0.9
<i>Solanum melongena L.</i>	3
<i>Coix lachryma-jobi var. ma-yuen</i>	3.6
<i>Cnidii Rhizoma</i>	0.1
Dried Orange Peel	1
Cinnamon	1

Table 2. Composition of dietary supplement

Component	Weight (g/25mL)
Herbal extracts	24
Dietary fiber	2.78
<i>Garcinia cambosia</i>	0.15
Egg yolk powder	0.025
Oligosaccharide	1.38

5. 인체효능 실험

본 인체효능 실험은 식품영양학과 대학원생을 포함한 젊은 남녀 50명 중 대조군으로 20명, 실험군으로 30명으로 나누어 실시하였다. 피험자는 특별한 의학적 질환이 없고 BMI가 21이상에서 34이하로서 평균 BMI가 약 25이며, 평균연령은 21에서 37세 전후에 해당되었으며, 피험자의 일반적 특징은 Table 3과 같았다. 시료의 섭취는 1일 2회 식사전으로, 식사량이 가장 많은 시간대를 택해서 복용하도록 피험자들에게 지도하였으며, 정상적인 식사를 진행할 것을 권고하였다.

6. 신체계측 및 혈액성분 분석

피험자에 대하여 신장과 체중, 신체둘레, 혈압을 측정하였고, 생체전기저항법(Bioelectrical Impedance Analysis)를 이용한 Inbody 2.0 (Biospace사, 서울, 대한민국)을 사용하여 체지방률을 측정하였다. 또한 캘리퍼를 이용하여 삼두근을 측정하여 체지방률을 측정하였고, 신체둘레로는 허리둘레 및 엉덩이 둘레를 줄자를 이용하여 측정하였고, 피험자들의 혈청 지질을 조사하기 위해 조사 피험자의 혈액에서 총콜레스테롤, 중성지방, HDL, LDL, VLDL 등의 지질을 측정하였고, 공복시 혈당 농도를 확인하였으며, 인체효능 실험용 시료의 부작용의 유발 및 안전성을 검사하기 위하여 시료를 섭취하기 전 채혈하여 glutamate-pyruvate transaminase (GPT)을 포함하여 혈액학적 검사를 행하였다. 또한 혈압 및 맥박 등의 일반적인 건강 상태 조사를 행하였으며, 60일이 경과한 후 다시 혈액을 채취하여 동일한 검사를 반복하여 시료의 안전성을 검사하였다.

7. 식이섭취 조사

피험자들의 식습관과 식생활 패턴을 조사하기 위해서 인체 효능 실험 기간인 60일 중에서 주말을

Table 3. Change of general clinical aspects before and after treatment

	Case(Weight loss)	
	Before treatment	After treatment
Blood glucose(mg/dL)	105.03±1.7	103.63±1.67
GPT(U/L)	10.84±1.05	12.43±1.84
T-Cholesterol(mg/dL)	193.67±5.12	187.80±5.67
Systolic blood pressure(mmHg)	118.64±2.89	115.00±3.54
Diastolic blood pressure(mmHg)	77.93±2.05	75.00±2.19
Pulse(time/min)	76.07±1.95	76.46±1.75

Mean±S.E.

All values are Mean ± S.E.

포함한 7일씩, 4주간 섭취한 음식량을 기억회상법(24hr usual food intake)을 이용하여 아침, 점심, 저녁과 간식 등으로 나누어 조사하였으며, 피험자들에게 식이 기록지를 준비하여 작성 요령을 설명한 후 직접 수거, 확인하였다. 조사는 섭취날짜, 요일, 끼니별 섭취음식, 섭취시간대, 식품의 분량과 포만감 정도 등을 기재하도록 구성하였으며, 각 개인의 일일 영양소 섭취량을 CAN program을 이용하여 계산하였다.

8. 통계 분석

인체효능 실험의 피험자들의 체중감소 효과를 살펴보기 위해 실험시작 0일과 60일 후에 얻은 모든 자료에 대해 쌍체비교 t-test를 실시하였고 모든 측정치는 평균과 표준오차로 표시하였으며 SAS-통계 program을 이용하여 통계처리 하였다. 실험군과 대조군에 대한 비교를 위해 측정치의 평균차이에 대한 쌍체비교 t-test를 실시하여 유의성을 살펴보았으며, P값이 0.05미만, 0.01미만일 때와 0.001미만일 때를 통계적으로 유의하다고 보았다. 또한 신체측정치의 상관관계와 혈액 성분간의 상관관계는 Pearson's 상관계수를 이용하였다.

III. 연구결과

1. 탄수화물 소화 효소 활성 억제 효과

천연 추출물의 sucrase와 maltase 및 glucoamylase에 대한 저해활성도를 조사한 결과 100여종의 천연물 중에 육계의 추출물에서 높은 저해 활성을 나타내었다. 육계의 열수 추출물은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 추출물 4mg/mL의 농도에서 sucrase와 maltase는 약 60%, glucoamylase는 약 40%의 효소활성이 저해됨을 확인하였다.

난황의 경우 Fig. 2와 같이 난황농도에 따라 췌장 α -amylase에 대하여 저해활성도를 나타내었으며, 난황의 α -amylase 저해활성은 농도가 500mg/mL일 때 64%, 250mg/mL일 때 41%의 저해율을 나타내었다.

2. 당 흡수 억제 효과

혈당의 최대치는 20분에서 나타났으며 이때의 sucrose 투여 전에 공복 혈당과 대비하여 sucrose 투여 후 20분이 경과되었을 때 대조군의 혈당은 121.75mg/dL이 증가하였고, 실험군은 99mg/dL 으로 대조군에 비해 22.7mg/dL가 감소되는 것으로 나타나 혈당 증가가 억제됨을 확인하였다(Fig. 3). 따라

서 본 연구에서 제조된 육계 및 천연추출물이 사람의 장내소화효소를 저해하여 sucrose섭취 후 혈당의 증가를 감소시키는 것으로 확인되었다.

3. 일반적 건강 지표의 변화

인체효능 실험용 시료는 지질의 소화흡수를 억제할 것으로 추측되는 가지 및 길경과 탄수화물 효소 활성 억제효과가 있는 것으로 판단되는 육계와 더

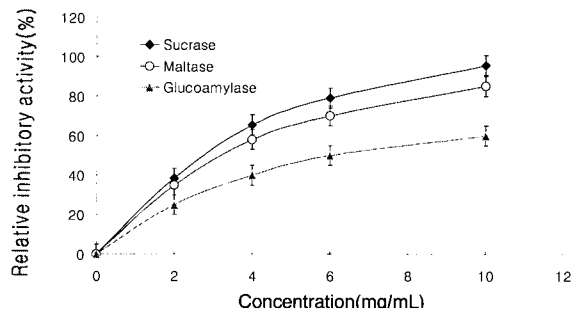


Fig. 1. Inhibitory effects of water extracts of Cinnamon on sucrase, maltase and glucoamylase activity

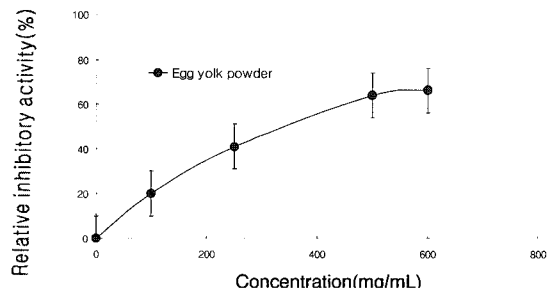


Fig. 2 Inhibitory effect of egg yolk powder against porcine pancreatic α -amylase activity

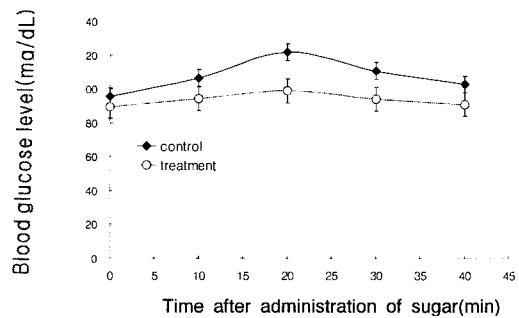


Fig. 3 Inhibitory effects of Cinnamon and herbal water extract administration on increment of blood glucose level in human in glucose tolerance test

불어 숙지황, 천궁 등의 천연물을 사용하였다. 이상의 인체효능용 시료는 천연물을 중심으로 구성되어 있어 체내에서 높은 안전성을 확보할 것으로 추측되며, 이를 확인하기 위하여 인체효능 피험자들의 혈액을 시작 전날과 마지막날에 채취하여, 일반적 건강 지표를 측정함으로써 안전성을 검사하였으며, 그 결과는 Table 3와 같았다. Glutamate-pyruvate transaminase(GPT)는 간세포내에 존재하는 효소로서 간 손상이 발생하였을 경우 혈액으로 유출된다. 따라서, 혈액내의 GPT의 증가는 간손상이 발생했다는 증거로서 이용되는 중요한 지표이다. 본 연구에서 사용된 시료를 60일간 복용한 후 GPT의 혈액내 활성의 변화는 없는 것으로 나타나 시료에 의한 간장애는 없는 것으로 확인되었다. 또한, 일반적 건강 지표인 혈압, 맥박수 등에 있어서 시료의 복용전과 복용 후에 유의적인 변화가 관찰되지는 않았다. 따라서, 본 연구에서 사용된 육계, 난황 및 천연 추출물의 조합으로 제조된 시료는 인체에서 부작용을 야기하지는 않아 안전성이 있는 것으로 생각된다.

4. 연령 및 평균 열량 섭취량

조사 피험자의 평균 연령은 27세(20~37세)이었고, 각각에 해당하는 신체계측치와 식이조사에 의한 평균 열량 섭취량은 Table 4과 같았다. 대조군과 실험군 모두 나이와 신체 계측치가 비슷한 상태에서 시작하였고, 평균 열량 섭취량은 실험 시작과 실험 끝이 비슷하였으며 피험자들의 평균 섭취열량은 2,168~2,175kcal이었다.

5. 신체계측 및 체성분의 변화 효과

인체효능 실험 기간동안 체중 및 체성분의 변화는 Table 5와 같이 나타났다. 피험자들중 실험군에서 평균 체중은 인체효능 시작 전 68.9kg(55~116kg)이었으며, 시료를 복용한 지 50일째부터 시작 전 체중의 4.3% 감소함으로써 약 3kg의 평균체중 감량을 보였고, 대조군에서는 유의적인 변화가 없었다. 체

Table 4. Characterization of subjects

	Control (placebo)	Case (weight loss)
Number	20	30
Age (yrs)	31±9	27±5
Female : Male	15:5	22:8
Intake calories(kcal)	2,175	2,168
Body weight(kg)	68.88±11.10	68.85±15.91
Body Mass Index(kg/m ²)	25.41±3.62	24.86±3.58
Mean±S.E.		

중변화의 경향을 보면 Fig. 4에서 보는 바와 같이 체중이나 체성분의 변화가 50일 이후부터는 거의 나타나지 않았다. 비만도는 인체효능 실험 시작 전 117%이었으나 111.7%로 감소하였고, 체지방량은 체중 변화보다 큰 것으로 나타나, 섭취 전 21.9kg이었던 피험자의 평균 체지방량은 인체효능 시료를 복용시킨 후 감소하는 경향을 보였으며, 50일째 검사 결과 18.4kg으로 약 16% 정도의 체지방량이 감소하는 결과가 나타났다.

체지방량 및 체중의 감소와 더불어 피험자들의 허리 둘레 및 엉덩이 둘레 역시 각각 4.25cm, 1.46cm 씩 유의적으로 감소하는 결과를 보였으며, 이것은 체지방량의 감소와 연관되어져 나타난 것으로 추측되었다. 비만도 지표를 나타내는 BMI 측정 결과 또한 4.3%의 유의적으로 감소되는 효과를 나타내었다.

6. 신체계측치 및 혈액 성분지표의 상호간 상관관계

각 신체계측치 상호간의 상관관계를 Table 6에 나타내었다. 체중이 BMI(body mass index), 체지방량, 복부비만율, 허리둘레 그리고 엉덩이 둘레와 높은

Table 5. Anthropometric parameters and fat mass before and after treatment

	Case(Weight loss)	
	Before treatment	After treatment
% ideal body weight	117.00±14.94	111.73±15.67**
Body weight (kg)	68.85±15.91	65.88±16.26**
Body fat mass (kg)	21.89±6.47	18.37±6.63**
Body mass index(kg/m ²)	24.86±3.58	23.80±3.77**
Percent body fat (%)	31.05±5.96	29.79±5.84**
Panniculus adiposus(mm)	25.53±5.02	23.87±3.96*
Waist(cm)	83.28±10.31	79.03±9.56**
Waist/Hip ratio	0.87±0.05	0.85±0.06**
Mean±S.E.		

*significant at p<0.05 ; ** p<0.001

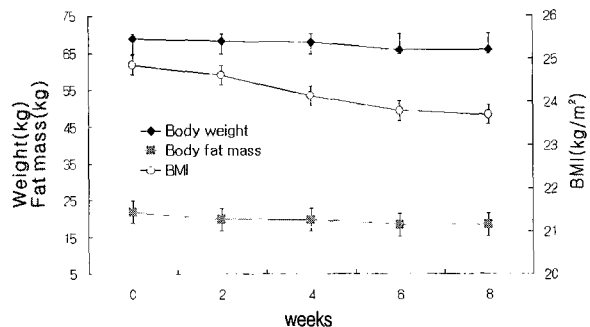


Fig. 4 Change profiles of body weight, body fat mass and BMI during experiment period

Table 6. Correlation coefficient among various anthropometric measurements of subjects

	Weight	BMI	Fat(kg)	Fat(%)	WHR	Waist	Hip	Arm
Weight(kg)	1.00	0.93***	0.80***	0.08	0.82***	0.91***	0.87***	0.45**
BMI(kg/m ²)		1.00	0.86***	0.32	0.90***	0.95***	0.88***	0.53**
Fat(kg)			1.00	0.51***	0.80***	0.80***	0.87***	0.47**
Fat(%)				1.00	0.39*	0.26	0.41*	0.43*
WHR					1.00	0.93***	0.77***	0.57**
Waist						1.00	0.86***	0.51**
Hip							1.00	0.55**
Arm								1.00

*significant at p<0.05 ; ** p<0.01 ; ***p<0.001

수준의 양의 상관관계를 가지는 것을 살펴볼 수 있었다. 특히, BMI와 허리둘레가 각각 r=0.93, 0.91의 높은 양의 상관관계를 가짐으로서 체중이 많이 감량할수록 BMI와 허리둘레가 유의적으로 낮아지는 것을 알 수 있었다. 체지방량 또한 복부비만율과 허리둘레 및 엉덩이 둘레와 양의 상관관계를 가짐으로서 체지방량의 감소율이 낮아질수록 복부비만율을 낮추는 데 크게 영향을 주는 것으로 나타났다.

각 혈액 성분치 상호간의 상관관계는 Table 7과 같았으며, 혈액내의 포도당과 총콜레스테롤 농도와 양의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 혈액내로 흡수되는 포도당이 감소되면서 혈액내의 총콜레스테롤 수치를 낮추는 데 영향을 준 것으로 사료된다.

IV. 결 론

천연물을 이용하여 탄수화물 소화 효소 활성억제를 알아보기 위해 천연물 100여종에 대해 탐색을 실시한 결과, sucrase, maltase 및 glucoamylase에 대한 저해활성도가 육계 추출물이 가장 높은 것으로 나타났다. 육계의 열수 추출물은 4mg/mL의 농도에서 sucrase와 maltase에 대해서 약 60%, glucoamylase는 약 40%의 효소활성이 저해됨을 확인하였으며, 난황의 경우 췌장 α -amylase에 대해 농도가 500mg/mL일 때 64%, 250mg/mL일 때 41%의 저해율을 나타내었다.

인체효능 실험을 하기에 앞서, 탄수화물 소화 효소 활성억제 실험을 통해 얻어낸 육계 및 난황 열수 추출물과 윤 등¹¹⁾에 의해 보고된 식이조성물을 기초로 만들어진 식이혼합물을 가지고, 건강한 성인 남자 10명을 대상으로 양부하도 검사를 실시한 결과, 당 부하도 검사에서 식이조성물 섭취 전에 비해 혈당이 최대 22.7mg/dL정도 감소함을 알 수 있었다.

또한 인체 효능 실험을 통해 알아보기 위하여 우

Table 7. Correlation coefficient among various biological measurement of subjects

	Weight	Glucose	Triglyceride	T-Cholesterol
Weight(kg)	1.00	0.09	-0.01	0.17
Glucose(mg/dL)		1.00	0.27	0.39*
Triglyceride			1.00	0.27
T-Cholesterol				1.00

*significant at p<0.05

선 피험자들에게 정상적인 식사를 진행하면서 60일간 섭취하는 방식으로 진행되었다. 서울대학교 식품영양학과 대학원생과 건강한 남녀 50명을 대상으로 하여 대조군 20명, 실험군 30명으로 나누어 인체효능 실험을 실시 후 측정결과를 보면, 실험 시작 50일째 검사결과 전체 피험자의 평균 체지방 3.5kg과 체중 3kg(체지방 16%, 체중 4.3% 감소)에 해당하는 감량 결과를 얻었으며 실험 시작 전 평균체중에 비해 유의적으로 감소시킨 것으로 나타났다. 또한 인체효능 실험기간 동안 피험자가 섭취한 식이섭취량을 조사한 결과 약 2,100kcal 이상으로서, 정상적인 식사를 하면서도 비만 개선 및 체지방 감소 효과가 나타나는 결과를 얻었으며, 이는 천연 추출물이 장내에서 탄수화물 및 지방의 흡수 억제를 통한 체지방 및 비만 개선 효과에 어느 정도 기여한 것으로 판단된다.

체중변화에 영향을 주는 요인으로 체지방률, BMI, 허리둘레, 엉덩이 둘레 등을 포함한 8군의 신체측정치 간에 상관성을 비교한 결과 체중감량과 높은 상관관계를 가지는 것으로 허리둘레와 BMI, 복부비만율 및 체지방률이 관여하는 것으로 나타났으며, 특히 체중감소에 따라 허리둘레와 BMI가 특히 유의적으로 낮아지는 것을 확인하였다.

식이조성물의 안전성 확인을 위해 한국한의학 연구원 진료실에서 인체 효능 실험 시작일과 60일째에 채혈을 한 후, 생화학적 지표를 토대로 검사를 실시하였고, 그 결과 실험 전과 후의 GPT, 혈압, 맥박 등의 수치에 유의적인 변화가 보이지 않으므로

식이조성물에 대한 일반적인 안전성이 있는 것으로 확인되었다.

V. 참고문헌

1. Colditz, GA : Economic costs of obesity. *Am. J. Clin. Nutr.*, 55:503, 1992
2. Higgins, M and D'Agostino, R : Obesity and cardiovascular disease. In Oomura Y.ed. *Progress in Obese Research*. John Libbey & Comp. Ltd., London, p.381, 1990
3. DeFronzo, RA and Ferrannini, E : Insulin resistance. Multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care* 14:173, 1991
4. Daly, PA and Landsberg, L : Hypertension in obesity and non-insulin-dependent diabetes mellitus. Role of insulin and sympathetic nervous system. *Diabetes Care* 14:240, 1991
5. Sjostrom, LV : Morbidity of severely obese subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, 55:508, 1992
6. Ljung, T, Ahlberg, AC, Holm, G, Friberg, P, Anderson, B, Eriksson, E and Bjorntorp, P : Treatment of abdominally obese men with a serotonin reuptake inhibitor: a pilot study. *J. Intern. Med.*, 250(3):219, 2001
7. Beermann, B, Melander, H, Sawe, J, Ulleryd, C and Dahlqvist, R : Incorrect use and limited weight reduction of orlistat (Xenical) in clinical practice. A cohort study. *Eur. J. Clin. Pharmacol.*, 57(4):309, 2001
8. Trichopoulou, A, Gnardellis, C, Benetou, V, Lagiou, P, Bamia, C and Trichopoulos, D : Lipid, protein and carbohydrate intake in relation to body mass index. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 56(1):37, 2002
9. Hong, SG, Kim, DW, Kim, JW and Lee, HS : Inhibition of carbohydrate digestion using egg yolk antibody. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 18(1):94, 2002
10. Hatta, H, Kim, M and Yamamoto, T : A novel isolation method for hen egg yolk antibody, "IgY", *Agric. Biol. Chem.*, 54, 2531-5, 1990.
11. Yoon, YS, Choi, SM, Hong, SB, Hong, JM, Kim, JW, Lee, HS and Hong, SG : Development of an anti-obesity dietary supplement inhibiting the digestion of carbohydrate and lipid. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 18(3):319, 2002
12. Kim, KS, Ezaki, O, Ikemoto, S and Itakura, H : Effects of *Platycodon grandiflorum* feeding on serum and liver lipid concentrations in rats with diet-induced hyperlipidemia. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 41(4):485, 1995
13. Kritchevsky, D, Tepper, SA and Story, JA : Influence of an eggplant (*Solanum melongena*) preparation on cholesterol metabolism in rats. *Exp. Pathol.*, 10(3-4):180, 1975
14. Jorge, PA, Neyra, LC, Osaki, RM, Almeida, E and Bragagnolo, N : Effect of eggplant on plasma lipid levels, lipidic peroxidation and reversion of endothelial dysfunction in experimental hypercholesterolemia. *Arq. Bras. Cardiol.*, 70(2):87, 1998

(2003년 1월 10일 접수, 2003년 2월 5일 채택)