

## 유전성 비만 마우스에 대한 항비산의 혈중 콜레스테롤 저하 효과

채명희<sup>1</sup> · 노진구<sup>2</sup> · 전덕영<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>전남대학교 식품영양학과, 생활과학연구소

<sup>2</sup>광주 백두한의원

### Hangbisan, Sulfur-based Oriental Medicine, Lowers the Blood Cholesterol Level of *ob/ob* Obese Mice

Myoung-Hee Chae<sup>1</sup>, Jin-Gu No<sup>2</sup> and Deok-Young Jhon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food and Nutrition and Human Ecology Research Institute,  
Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

<sup>2</sup>Baek-du Oriental Medicine Center, Gwangju 503-841, Korea

#### Abstract

Among oriental medicine, sulfur is known to generate heat in the human body. Since body warming reaction results in the consumption of energy source, the medicines containing sulfur could help in the weight loss of laboratory rats. This study was designed to determine the possible weight loss effects of Hangbisan, sulfur based oriental medicine, on *ob/ob* mice. The obese mice were fed with standard diet containing 10% (w/w) Hangbisan or 10% (w/w) cellulose during 12 weeks. Hangbisan affected the weight loss of obese mice as cellulose did during experimental periods, while also reducing the level of plasma total cholesterol. These results suggest that dietary Hangbisan improved the composition of blood profiles in obese mice, and therefore has potential as an anti-obesity ingredient in the application of oriental medicine compounds.

**Key words:** Hangbisan, sulfur, obesity, cholesterol

#### 서론

C57BL/6J *ob/ob* mice는 leptin encoding gene을 유전적으로 변형시킨 동물로 hyperglycemia, hyperinsulinemia, insulin resistance가 발병하며 glucocorticoid 농도가 높은 특징이 있어서 주로 당뇨, 비만, 대사 기전의 연구에 사용된다. Leptin은 지방세포에서 생산되는 신호전달 단백질로 간에서 lipogenesis와 lipolysis, 식품 섭취 및 체중을 조절한다(1). Leptin은 neuropeptide Y(NPY), agouti-related peptide(AgRP), melanocortin 등 anorexigenic peptide 유전자 발현을 조절하여 에너지 대사를 조절한다(2). 현재까지 *ob/ob* mice에 관해서는 leptin gene의 생물학적 기전, 화학물질 및 식품 섭취에 의한 비만 개선 연구가 진행되고 있다(2-4). Leptin이 과다 발현된 실험동물에서는 식품 섭취가 감소되고 백색·갈색 지방세포가 없어졌다(3). 비만쥐에 leptin 유전자를 삽입한 adenoviral vector를 투여하여 비만이 감소하였다(4). *ob/ob* mice는 비만증 연구를 위한 동물 모델로 널리 사용되어 왔으나 아직까지 근본적인 비만 치료 방법은 소개되지 않았다.

비만은 전세계적인 건강 문제로 우리나라에서도 비만인구가 급격하게 증가하고 있다. 비만은 단순히 체중과다뿐만 아니라 체내의 지방량이 과다하게 축적되어 있는 경우로 고혈압, 당뇨, 죽상경화 등을 유발하는 관상동맥 질환의 위험인자이다(5). 그래서 비만을 예방, 치료할 수 있는 치료 방법에 대한 연구 및 기능성 식품소재에 관한 연구가 진행되고 있다(6-8).

유황은 예로부터 여러 질병의 처방제로 쓰여왔다. 서양의 학에서는 의약품으로 국부 자극제, 변비, 치질 등에 이용하였으며 동양의학에서는 독성을 제거한 후 지혈작용, 신경마비, 냉수족을 치료하는 약품으로 사용하였다(9-11). 또한 유황은 발열작용이 있어 양기(陽氣)의 물질이며(10) 근골을 튼튼히 하고 골다공증의 치료에도 사용 가능한 것으로 알려져 있다(12). 현재까지 한약재를 이용한 항비만 또는 체중감소에 대한 여러 연구가 보고되었고(13,14) 법제유황에 대하여는 법제 유황이 골질환에 미치는 영향에 관한 연구가 보고되었다(12). 특히, 차전자(車前子), 창출(蒼朮), 백복령(白茯苓), 천궁(川芎)을 고지방식이와 함께 SD계 흰쥐에 투여시 체중 증가의 억제 효과, 지방세포의 면적 및 혈중 총 콜레스

\*Corresponding author. E-mail: dyjhon@chonnam.ac.kr  
Phone: 82-62-530-1335, Fax: 82-62-530-1339

테롤의 감소효과가 있음이 보고되었다(15,16).

따라서 저자들은 유헴이 인체내에서 에너지 영양소의 소모를 일으킬 것이라는 가정하에 유헴이 30%(w/w) 함유되고 청피, 목향, 백복령 등 10여 가지의 한약재로 이루어진 항비산을 제조하고 이를 비만의 예방 및 치료에 대한 효과를 갖는 가루약이라는 뜻에서 항비산(抗肥散)으로 명명하였다. 이전 연구에서 저자들은 고지방식이로 비만을 유도한 실험동물과 고지방식을 섭취한 실험동물에서 항비산을 함유한 한약재를 투여한 결과 체중 감소 및 혈장 지질성분의 개선효과를 나타내어 항비산이 비만 치료에 이용할 수 있음을 확인하였다(17,18). 이에 본 연구에서는 항비산의 비만 예방 효과가 유전적으로 비만인 실험동물에서도 있는지를 확인하고자 하였다. 항비산을 함유한 식이로 C57BL/6J *ob/ob* mice를 사육하고 실험 동물의 체중 및 혈액 성분의 변화 및 간독성의 유무를 확인하였기에 이를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료 및 동물사육

실험 동물과 식이는 (주) Harlan(Indiana, USA)에서 구입하여 사용하였다. 5주령의 C57BL/6J *ob/ob* male mice(30~35 g)를 1주동안 적응시킨 후 8마리씩 2그룹으로 분류하였다. 항비산 첨가군은 standard diet(Table 1)에 10%(w/w) 항비산을, 대조군은 10%(w/w) cellulose를 첨가한 식이로 12주 급여하였으며, 물과 식이는 제한없이 공급하였다. 실험 동물의 사육조건은 명암을 12시간 주기(lights on at 8.00 hours)로 조절하였고 온도는  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , 습도는 50~60%로 유지하였다. 실험에 사용한 한약재는 전보와 동일하게 사용하였다(18).

### 체중과 식이 섭취량, 식이 효율 측정

실험 기간동안 체중과 식이 섭취량은 일주일에 2번씩 측정하였다. 체중은 한약재를 공급한 첫날의 체중을 초기

(initial) 체중으로 하였고, 12주 후의 체중을 마지막(final) 체중으로 하여 체중 증가량을 관찰하였다. 식이 섭취량은 식이 공급량에서 흘린 양을 제한 양으로 하였고, 총 식이 섭취량은 항비산을 공급한 첫날부터 12주 동안의 섭취량으로 하였다. 식이 효율비(food efficiency ratio: FER)는 체중 증가량(g)을 총 식이 섭취량(g)으로 나누어 산출하였다.

$$\text{FER (\%)} = \frac{\text{총 실험기간의 체중 증가량(g)}}{\text{총 실험기간의 식이 섭취량(g)}}$$

### 질병 및 사육상태의 관찰

실험 동물을 사육하면서 동물의 외관상의 변화(피부와 털, 탄력성 등)와 질병의 발생 유무 등을 평가하였다.

### 혈액 채취 및 혈장 지질 함량

혈액의 채취는 실험 사육 12주가 되는 마지막 날에 실험 동물을 6시간 절식한 후 diethyl-ether로 마취시켜 심장에서 혈액을 채취하였다. 분석에 사용한 시약은 아산 제약(Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 혈액은 채취한 후 3,000 rpm에서 15분 원심분리하여 혈장 중성지방(ASAN TG-Lq Reagents), 총 콜레스테롤(ASAN T-CHO-Lq Reagents)을 측정하였다.

### 간장의 형태학적 분석

간장은 개복 즉시 차가운 PBS buffer(pH 7.4)에 세척 후 여과지로 물기를 제거하고 무게를 측정하였다. 또한 조직학적 관찰을 위하여 간장의 중엽에서 일부 간장 조직을 적출하여 4% paraformaldehyde 용액에 고정된 다음 수세, 탈수 과정을 거친 후 paraffin 포매하였다. Paraffin block은 4~5  $\mu\text{m}$ 두께로 박절하여 hematoxylin-eosin 염색하고 광학현미경으로 관찰하였다.

### 에너지 및 식이섭유소 측정

에너지 측정은 calorimeter(CAL2k-ECO, Northcliff, South Africa)를 사용하였고, 항비산에 함유된 총 식이섭유소는 Mongeau와 Brassard(19)의 방법에 의하여 분석하였다.

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredients	Standard diet	Standard diet + 10% (w/w) cellulose	Standard diet + 10% (w/w) Hangbisan	Calories (%)
Casein	20	18	18	22.47
Corn starch	60	54	54	67.42
Corn oil	9	8.1	8.1	10.11
Cellulose	5.0	14.5	4.5	<sup>2)</sup> -
Mineral mixture <sup>1)</sup>	3.5	3.15	3.15	-
Vitamin mixture <sup>1)</sup>	1.0	0.9	0.9	-
Cholesterol	1.0	0.9	0.9	-
DL-methionine	0.3	0.27	0.27	-
Choline	0.2	0.18	0.18	-
Hangbisan	0	0	10	-
Total kcal/kg diet	4,010	3,204	3,204	

<sup>1)</sup>AIN mixture, Nutritional Biochemicals, ICN Life Science Group (Cleveland, Ohio, USA).

<sup>2)</sup>Not determined.

통계처리

본 실험의 결과는 평균±표준편차로 나타냈고, 자료 분석은 SPSS 프로그램의 Student's t-test(SPSS 10.0, SPSS Inc., Chicago, IL)를 실시하여 p<0.05 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

사육 및 질병 관찰 소견

실험기간 동안 실험 동물의 외관상 변화 및 질병의 발생 유무를 관찰하였다. 두 실험군에서 질병 등의 이상 증상은 나타나지 않았으며 피부와 털의 윤기, 탄력성에 있어서도 이상 증세는 나타나지 않았다.

체중 증가 및 식이 효율

전보에서 저자들은 고지방식이에 10%(w/w) 항비산을 첨가하여 공급하면 체중 증가를 억제하는 효과가 있음을 확인하고(18) 식이에 10%(w/w) 항비산을 첨가하였다. 또한 선행연구에서 cellulose 첨가 식이가 체중 감량 효과가 있음이 보고되어(20,21) 본 연구에서는 cellulose 투여군을 대조군으로 하여 실험하였다.

10%(w/w) 항비산 또는 cellulose를 첨가한 식이를 *ob/ob* mice에 공급한 후 체중의 변화는 Fig. 1과 같다. 12주 후 대조군의 체중은 55.63±4.27 g, 항비산 투여군에서는 56.11±2.19 g으로 유의적인 차이는 없었다. 일일 식이 섭취량은 대조군이 1.86±0.10 g, 항비산 투여군은 1.87±0.10 g였다(Table 2). 식이 효율은 항비산 투여군(0.12%)이 대조군(0.16%)보다 더 낮았다.

Cellulose는 체중 저하 효과가 있다고 알려져 있으며(20), Kang 등(21)은 10%(w/w) cellulose를 공급시 쥐의 체중이

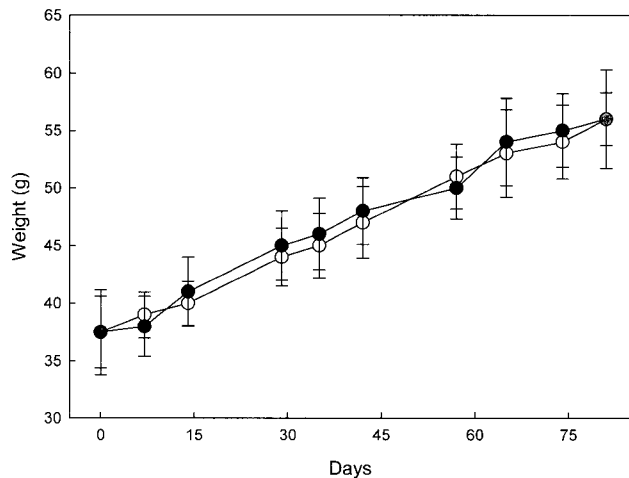


Fig. 1. Effects of Hangbisan, an oriental medicine on the body weights of *ob/ob* mice. The results are expressed as mean±SD of 8 OB mice. C group (—●—) fed a standard diet with added 10% cellulose. H group (—○—) fed a standard diet with added 10% Hangbisan.

16%가 감소했다고 보고하였다. 본 실험에서 사용한 항비산은 45%(w/w)의 식이섬유소를 함유하고 있다(data not shown). 따라서 항비산 투여군의 체중 감소 효과는 항비산에 함유된 식이섬유소가 체중감소에 일부 기인했을 것으로 생각된다. 비만유도 동물을 이용한 전보에서는 대조군보다 항비산 투여군에서 체중감소 효과가 우수했던 점을 고려한다면 유전성 비만인 동물에서는 체중 감소 효과가 크지 않음을 알 수 있다. 한편 황을 함유하는 성분은 UCP(uncoupling protein)와 adrenaline 분비 기전을 증가시킨다고 보고되었고(22), 한방에서 황은 인체에서 열 생산(thermogenesis)을 증진하는 물질로 사지의 냉증을 치료하는데 사용되어 왔다(23). 항비산의 성분인 차전자(車前子), 창출(蒼朮), 백복령(白茯苓), 천궁(川芎)을 고지방식이와 함께 SD계 흰쥐에 투여시 체중 증가와 지방세포의 면적을 억제하는 효과가 있었다(15,16). 여러 가지 한방 약물을 이용한 비만 치료법 중에 청피(靑皮), 시호(柴胡), 지실(枳實), 목향(木香) 등은 이기(理氣)의 효능이 있고, 창출(蒼朮), 반하(半夏), 남성(南星), 후박(厚朴), 고백반(告白礬)은 조습건비(燥濕健脾)의 효능이 있다. 차전자(車前子), 저령(猪苓), 택사(澤瀉), 백복령(白茯苓) 등은 이수삼습(利水滲濕)의 효능이 있으며, 천궁(川芎), 홍화(紅花) 등은 활혈거어(活血祛瘀)의 효능이 있다고 알려져 있다(24). 본 실험의 결과는 항비산의 주성분인 황의 발열작용과 한약재 및 식이섬유소의 복합적인 작용으로 체중 증가를 억제했을 것으로 생각된다.

혈중 중성지질 및 총 콜레스테롤 억제 효과

중성지방은 두 실험군에서 75~75.50 mg/dL로 유의적인 차이는 없었다(Table 2). 총 콜레스테롤은 대조군이 172.67±16.95 mg/dL, 항비산 투여군은 141.17±6.91 mg/dL로 항비산 투여군에서 유의적으로(p<0.05) 낮았다. 이러한 결과는 본 실험에서 사용한 항비산이 혈중 총 콜레스테롤을 낮추는 효과가 있음을 보여준다.

선행연구에서 식이에 cellulose를 급여했을 때 콜레스테

Table 2. Effects of the C and H diets on body weight, food intake and several blood parameters in *ob/ob* mice

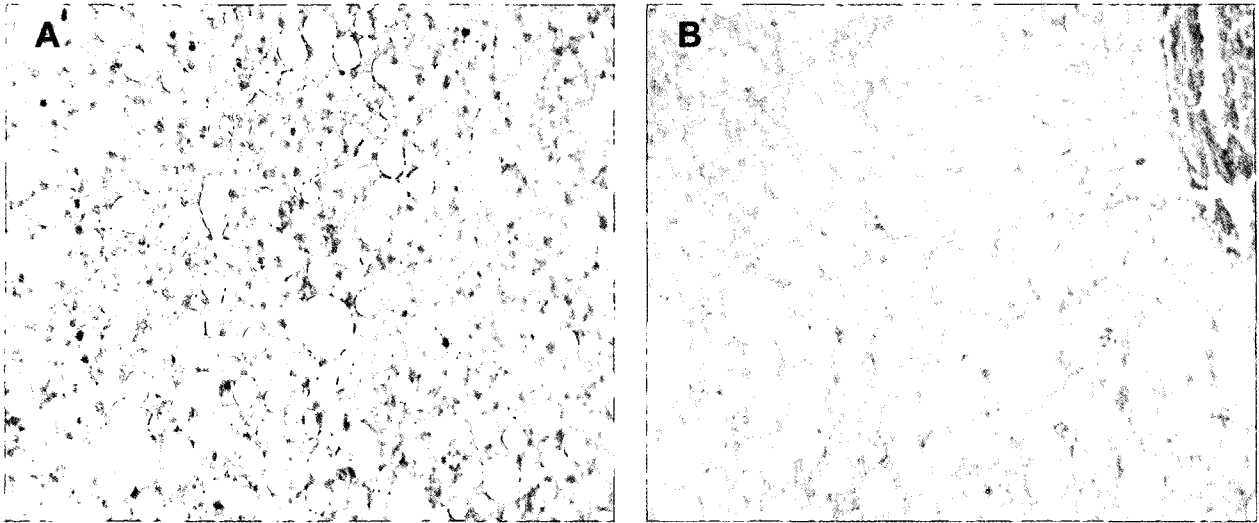
	C <sup>1)</sup>	H
Energy of diet (MJ/g)	37.14	37.82
Weight (g)	55.63±4.27 <sup>2)</sup>	56.11±2.19
Weight gain (g/day)	0.25±0.08	0.23±0.02
Food intake (g/day)	1.86±0.10	1.87±0.10
FER <sup>3)</sup> (%)	0.16±0.07	0.12±0.01
Total cholesterol (mg/dL)	172.67±16.95	141.17±6.91*
Triglyceride (mg/dL)	75.00±19.27	75.50±17.00
Liver weight (g)	4.52±0.48	4.12±0.55

<sup>1)</sup>C, Standard diet added 10% cellulose; H, Standard diet added 10% Hangbisan.

<sup>2)</sup>Values are means±standard deviation of 8 mice.

<sup>3)</sup>FER (Food Efficiency Ratio)=body weight gain (g/day)/food intake (g/day).

\*Significantly different between the values in the same row (p<0.05).



**Fig. 2** Microphotographs of liver tissue on *ob/ob* mice fed a standard diet with added cellulose or Hangbisan.

A: Representative histology from OB mice fed a standard diet with added 10% cellulose at magnification 100×. B: Representative histology from OB mice fed a standard diet with added 10% Hangbisan at magnification 100×. Liver parenchyma shows normal structure and no significant fatty changes are present. Significant steatotic changes (>30% fatty infiltration) were not present on either slide.

물과 중성지질이 감소했으며(17,18), Castro 등(25)의 연구에서는 5%(w/w) cellulose를 흰쥐에 급여했을 때 콜레스테롤은 17%가 중성 지질은 62%가 감소하였다. 따라서 항비산은 cellulose와 유사한 정도로 중성지방을 감소시키고 cellulose보다 콜레스테롤 저하 능력이 우수하다고 생각된다. 비만인의 혈청 중 총 콜레스테롤 함량은 증가하는 것으로 밝혀져 있어(26) 혈청 중 총 콜레스테롤 및 지질 함량은 비만증에서 중요하다.

여러 연구에서 황 함유 물질이 norepinephrine 분비를 증가시켜 갈색 지방세포의 성장을 촉진하고, 중성지방 분해를 촉진하여 혈장 지질 농도를 감소시킨다고 보고되었다(22, 23, 27). 또한 차전자(車前子), 창출(蒼朮)을 고지방식이와 함께 SD계 흰쥐에 투여시 부고환 지방세포 및 간소엽내 지방면적이 감소했고, 백복령(白茯苓), 천궁(川芎), 차전자(車前子)를 함유한 한약재가 고지방식이를 하는 SD계 흰쥐에서 혈중 총 콜레스테롤 감소가 나타났음이 보고되었다(15,16). 따라서 본 연구에서 혈중 콜레스테롤의 감소는 항비산에 함유된 유향에 의한 지질 분해 작용으로 혈중 지질 조성이 개선되었으며 백복령(白茯苓), 천궁(川芎), 차전자(車前子) 등의 한약재 및 섬유소 등에 의한 효과가 병행되어 나타났을 것으로 생각된다.

#### 장기의 병리 조직 검사

*ob/ob* mice의 간 중량은 항비산 투여군이  $4.12 \pm 0.55$  g, 대조군은  $4.52 \pm 0.48$  g으로 두 실험군 간에 유의적인 차이가 없었다(Table 2). Song 등의 보고에서 10% cellulose를 급여한 흰쥐가 대조군에 비해 간의 중량에 유의적인 차이가 없었고(28), 본 실험에서도 유의적인 차이가 없어서 항비산 투여가 간 중량에 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

체중이 증가하면 일반적으로 지방이 용이하게 축적되는 장기는 간장이기 때문에 간 조직내 지방의 면적비율의 변화를 살펴보게 되었다. 간세포에서 지방침착에 미치는 항비산의 영향을 알기 위해 간 조직을 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다. 일부 실험동물에서 가벼운 지방변성을 보였으나 실험군 간의 차이는 나타나지 않았다. 또한 항비산 투여군은 모두 정상소견으로 대조군과 유사하고 지방간은 나타나지 않았다.

독성 물질 유입시 간 조직에서는 염증 세포 침윤, 간세포 괴사 및 섬유화가 진행될 수 있으나(29), 본 실험의 해부학적 결과에서 항비산 투여군은 대조군에 비해 특이적인 이상 증상을 나타내지 않아 본 실험에 사용한 항비산도 안전하다고 생각된다.

일반적으로 유향은 인체에 직접 투여시 독성이 강하여 부작용이 있는 것으로 알려져 있으나 법제 과정을 거치면 안전하다고 알려져 있다(11). 본 실험에서 사료 중 3%(w/w)까지 processed sulfur를 첨가하여도 독성을 나타내지 않아 유향이 법제를 통해서 안전하다는 보고와 일치한다. 이러한 결과로서 항비산은 간에 독성을 유발하지 않으며 비만과 관련된 혈액 조성을 개선시킴으로써 비만 치료에 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

#### 요 약

한약에서 사용하는 유향은 인체에서 열을 발생하는 물질로서 분류되어 있다. 차전자(車前子), 창출(蒼朮), 백복령(白茯苓), 천궁(川芎) 등은 비만을 치료하는 한약재로 이용되고 있다. 본 연구에서는 유향을 주성분으로 하고 차전자(車前子), 창출(蒼朮), 백복령(白茯苓), 천궁 등의 한약재를 혼합한

항비산을 제조하였다. 항비산을 10%(w/w) 함유한 식이를 C57BL/6J *ob/ob* mice에 12주 동안 투여하고 체중, 간 조직 및 혈액 지질 조성에 미치는 효과를 조사하였다. 유허이 주로 함유된 항비산을 섭취하는 동안 실험동물의 건강상태는 양호하였다. 항비산을 일반 식이와 병행 공급시 cellulose가 갖는 정도의 체중 감소 효과를 나타냈고, 혈중 총 콜레스테롤이 감소하여 혈중 지질 조성을 개선시키는 작용이 있었다. 또한 실험동물의 간 기능에는 독성을 나타내지 않았다. 따라서 항비산의 임상실험 및 지질 조성 개선 효과에 대한 기전 연구가 필요하지만 항비산은 비만인의 체중감량 및 지질 조성 개선에 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구를 도와주신 전남대학교 한호재 교수님과 조선대학교 장인엽 교수님께 감사드립니다.

### 문 헌

- Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. 1994. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* 372: 425-432.
- Inui A. 2001. Ghrelin: an orexigenic and somatotrophic signal from the stomach. *Natural Review of Neurosciences* 2: 551-560.
- Ogawa Y, Masuzaki H, Hosoda K, Aizawa-Abe M, Suga J, Suda M, Ebihara K, Iwai H, Matsuoka N, Satoh N, Odaka H, Kasuga H, Fumisawa Y, Inoue G, Nishimura H, Yoshimasa Y, Nakao K. 1999. Increased glucose metabolism and insulin sensitivity in transgenic skinny mice over-expressing leptin. *Diabetes* 48: 1822-1829.
- Byun YJ, Jeong IC, Oh SH, Cho MY. 2000. Retroviral-mediated transduction of leptin gene in genetically obese mice (*ob/ob*). *J Kor Soc Endocrinol* 15: 502-512.
- Sharrett AR, Ballantyne CM, Coady SA, Heiss G, Sorlie PD, Catellier D, Patsch W. 2001. Atherosclerosis risk in communities stud levels, triglyceride, lipoprotein(a), apolipoprotein A-I and B, and HDL density subfractions: The atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. *Circulation* 104: 1108-1113.
- Jang JY, Choi HJ. 2003. Effects of *Artemisia Iwayomogi* oligosaccharide on the blood lipids, abdominal adipose tissues and leptins in the obese rats. *Korean J Nutr* 36: 437-445.
- Bae MJ. 1991. Effects of ginseng fraction components on fat accumulation of liver in the obese rat induced by high fat dietary. *J Korean Soc Food Nutr* 20: 27-34.
- Lee MS, Han MK, Lee KB, Park SS, Hong YP, An YS. 2003. Effects of Chinese medical material extract on plasma lipids and glucose in male rats. *Korean J Food & Nutr* 16: 146-151.
- Xingjian C, Xuwu F. 1991. *Essentials of traditional Chinese medicine*. Higher education Press, Beijing, China. p 4-15.
- Song H, Liang Y. 1997. Effect of Yang-warming and Qi-tonifying natural products on neuroendocrine of deficiency-cold rats. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi* 22: 182-184.
- Gu JH, Kim YA, Rue KH, Jung HD. 1991. *The Oriental medicine*. Yeogang Inc., Seoul, Korea. p 442-443.
- Kim SH, Seo YB. 1996. Effect of processed sulfur on experimental bone disease. *Korean J Oriental Medical Pathology* 10: 79-87.
- Ahn JM, Kim SS, Shin HD. 1993. Effects of Bangpoongtongsungsan on the weight and lipid metabolism of induced obesity rats. *J Kyung Hee University Medical Center* 9: 69-82.
- Cho K, Seo B, Lee E, Park J. 2003. The effect of *Artemisia iwayomogi* Herba on rats fed high fat diet. *Kor J Herb* 18: 57-67.
- Kang SA, Jang KH, Park SK, Lim JP, Jeon H, Cui X, Leem K. 2003. Effects of herbal composition on obese rats fed high fat diet. *Kor J Herb* 18: 59-64.
- Kim YS, Byun SH, Kim SC, Kuk M, Cho EH. 2000. Effects on cure and prevention of an obesity (IV). *Kor J Herb* 15: 37-43.
- Chae MH, No JG, Jhon DY. 2006. Effect of Hangbisan, an oriental medicine, on body weight gain in diet-induced obese (DIO) rats. *Food Sci Biotechnol* 15: 158-161.
- Chae MH, No JG, Jhon DY. 2006. Effect of high fat diet containing Hangbisan on the body weight and blood lipid composition in the rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 416-421.
- Mongeau R, Brassard R. 1990. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber; Collaborative study of a rapid gravimetric method. *Cereal Foods World* 35: 319-324.
- Lee HJ, Hwang EH. 1997. Effects of alginic acid, cellulose and pectin level on bowel function in rats. *Korean J Nutr* 30: 465-477.
- Kang HJ, Suh MJ, Kim EH, Song YS. 1994. Effects of sodium alginate and cellulose on fasting plasma lipoprotein composition and cholesterol metabolism in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 879-886.
- Oi Y, Kawada T, Shishido C, Wada K, Kominato Y, Nishimura S, Ariga T, Iwai K. 1999. Allyl-containing sulfide in garlic increase uncoupling protein content in brown adipose tissue, and noradrenaline and adrenaline secretion in rats. *J Nutr* 129: 336-342.
- Yanagita T, Han SY, Wang YM, Tsuruta Y, Anno T. 2003. Cycloalliin, a cyclic sulfur imino acid, reduces serum triacylglycerol in rats. *Nutrition* 19: 140-143.
- Kim JK, Oh MS, Song TW. 2002. Oriental and western study on medication treatment of obesity. *The Oriental Medicine Center Thesis on Daejeon Univ* 11: 193-199.
- Castro IA, Tirapegui J, Benedicto ML. 2003. Effects of diet supplementation with three soluble polysaccharides on serum lipid levels of hypercholesterolemic rats. *Food Chem* 80: 323-330.
- Kim HJ, Kim CH, Kim KC, Jun IS, Seo HK. 1996. The relationship between serum cholesterol level and dietary pattern. *J Korean Acad Fam Med* 17: 861-868.
- Durak I, Kavutcu M, Aytac B, Avci A, Devrim E, Özbek H, Öztürk HS. 2004. Effects of garlic extract consumption on blood lipid and oxidant/antioxidant parameters in humans with high blood cholesterol. *J Nutr Biochem* 15: 373-377.
- Song YS, Yang JL, Suh MJ. 1996. Effects of sodium alginate and cellulose on gastrointestinal physiology in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 551-559.
- Oh JD, Yoon CG, Yu TS. 2004. Effects of dietary *Monascus* koji on the liver damage induced by bromobenzene in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 965-972.

(2006년 7월 10일 접수; 2007년 1월 2일 채택)