

인삼 분획성분들이 고지방식이에 의해서 유도된 비만 Rat에서 혈장, 지방조직 및 변 Steroids에 미치는 영향

배만중 · 성태수* · 최청**

대구한의과대학 식품과학과 · *창원전문대학 식품영양학과 ·

**영남대학교 식품가공학과

(1990년 11월 9일 접수)

Effect of Ginseng Fraction Components on Plasma, Adipose and Feces Steroids in Obese Rat Induced by a High Fat Diet

Man-Jong Bae, Tae-Soo Sung* and Cheong Choi**

Department of Food Science, Taegu Orient Medical College, Kyungsan 713-715

*Department of Food and Nutrition, Changwon Junior College, Changwon and

**Department of Food Science and Technology, Yeungnam University, Kyungsan 713-749, Korea

(Received November 9, 1990)

Abstract □ This study is conducted to evaluate the effect of ginseng fraction component (ginseng extract solution, GES; ginseng protein, GP; ginseng saponin, GSA; ginseng residue, GR) upon hyperlipidemia and fatty liver induced by high fat administration. In doing so, the serum, liver and epididymal adipoid tissue have been examined for lipid components level and lipoprotein fraction. Feces bile acid and neutral sterol excretion have been also measured. The results obtained from this study are as follows.

1. Serum, liver, epididymal lipid components of GP and GSA group were significantly lower than the control group.
2. During the feeding experiment, VLDL and LDL increase while HDL decrease in all group. However the degree of VLDL and LDL increase and HDL decrease were significantly small in GP and GSA group compared with control group.
3. In the excretion of bile acid and neutral sterol, all experiment group showed increased excretion in the comparison of control group.

Keywords □ fecal bile acid, fecal sterols, cholesterol, gineng protein, saponin, lipoprotein.

서 론

비만은 여러가지 요인에서 일어나는 일반적인 질병으로 고지혈증, 지방간, 동맥경화, 심맥질환, 고혈압, 당뇨병 등 여러가지 다른 질병을 수반하고, 높은 사망율을 나타내고 있어 현대사회에서 국민보건에 심각한 문제로 대두되고 있다.¹⁾

최근에 식품의 어떤 성분들이 고콜레스테롤혈증과 동맥경화성에 영향을 미치는 데 대해서 상당한 관심의

대상이 되고 있다. 혈청 콜레스테롤 농도에 영향을 미치는 인자로서 식이중 지방,^{2,3)} 콜레스테롤,^{4,5)} 포화 지방산과 불포화 지방산의 비,^{6,7)} 섬유질,⁸⁻¹¹⁾ 단백질¹²⁻¹⁴⁾ 및 총열량 등에 대해 연구되어 왔다. 대두단백질, 불포화 지방산, 섬유소의 일부성분 및 사포닌 등은 혈중 콜레스테롤 수준을 낮추고 동맥경화 발생을 억제하는 것으로 보고되고 있다.^{6,8,9,12,23,24)}

식이 단백질이 혈중 콜레스테롤의 수준에 미치는 영양에 대해서 Carroll²⁴⁾은 콜레스테롤 turnover와

산화가 대두 추출단백질로 급식했을때 보다는 카제인 급식을 했을때 더욱 느리다고 보고한 바 있다. 동물 단백질이 식물 단백질보다 콜레스테롤 지향성이고 동맥경화성인데 대하여 Kritchevsky²³⁾는 Arg/Lys와 같은 특이아미노산의 함량 비율 때문이라고 제창했고, Sugano 등³³⁾ 아미노산배열, West 등³⁴⁾은 식이단백질의 3차 구조가 혈청 콜레스테롤 수준을 유지해 주는데 중요한 역할을 한다고 주장했다.

식이섬유소는 리그닌, 셀룰로즈, 헤미셀룰로즈, 펙틴 등을 함유하고 있다. 식이섬유소는 혈청 콜레스테롤을 낮추는 것으로 알려져 있으며, 이런 효과를 나타내는 식품과 그 성분들은 lucerne, oat beans, wheats straw, guar gum, 펙틴 등¹⁹⁾이다. 식이섬유소가 콜레스테롤 흡수와 대사에 영향을 주는 기작은¹⁶⁾ 즉 섬유소는 음식물의 장내 통과시간을 감소시키고, 장내에서 담즙산과 결합함으로써 담즙산의 배설을 촉진시키며, 이리하여 체내 필요한 담즙산은 간에서 콜레스테롤로부터 합성되어 재충전됨으로 체내 콜레스테롤을 감소시킨다.

고지혈증 환자들은 지단백질의 형성, 운반 및 분해과정에 이상이 생겨 지단백질대사가 정상적으로 이루어지지 못한다.¹⁷⁾ 허혈성 심장질환, 고혈압, 당뇨병, 고TG혈증고콜레스테롤 혈증 및 비만에서 혈청 HDL가 정상군보다 유의하게 감소되고^{18,19)} 역학 조사에 있어서도 혈청 HDL치와 관상동맥 질환의 발병율간에는 역비례 관계가 있다는 것이 밝혀짐으로써²⁰⁾ 혈청 HDL은 항위험인자 또는 예방인자로서 중요성이 강조되었다.

담즙산은 체내에서 진행되는 콜레스테롤의 이화과정의 최종산물이다. 동물 조직은 steroid핵을 분해하지 못하므로 담즙 중에 존재하고 있는 콜레스테롤과 더불어 이들 담즙산은 체내로부터 콜레스테롤을 제거하는 유일한 중요한 경로이다. 따라서 담즙산의 배설량을 측정하는 것은 생체로부터 상실되는 콜레스테롤의 양을 측정하는 가장 정확한 길이라 하겠다.

인삼 추출 성분 중 사포닌류는 많은 연구자들의 관심에 대상이 되어 왔으며 이의 기능에 대해서는 결정적인 과학적 증명은 아직도 제시되고 있지 못하지만 인삼사포닌 생리적 약리적 작용을 뒷받침하는 실험적 결과는 상당량에 이르고 있다.²¹⁻²⁵⁾ 구²⁶⁾는 인삼 사포닌이 콜레스테롤대사를 촉진하고, 인지질 생합성 증가, 지단백질 lipase 활성 증가 등의 효과에

의한 체내 지질이동 및 대사를 원활하게 하고, 고콜레스테롤혈증 유발 및 동맥경증으로의 콜레스테롤 유입을 억제함으로써 동맥경증의 발생을 방지하는 효과가 있다고 보고하였다. Nahm²⁷⁾은 인삼 분말이 고콜레스테롤혈증을 저하시켜 동맥경화를 예방할 수 있음을 시사한 바 있고, Po pov²⁸⁾은 혈액내 콜레스테롤량이 상승된 환자들에게 인삼 추출물의 투여로 이들 혈액내 콜레스테롤 하강효과를 보았으며 정상치로 돌아온환자의 수가 현저히 증가되었다고 보고한 바 있다. 그 외에 인삼에관한 연구들을 살펴보면 임 등²⁹⁾의 흰쥐의 혈청총콜레스테롤 및 중성지방 수준에 미치는 인삼 총사포닌의 영향, 강 등³⁰⁾의 인삼사포닌 분획이 혈청지단백질 분포에 미치는 영향 등이 있으며 그 외에도 많은 연구보고가 있다.³¹⁻³⁵⁾

인삼 단백질에 대한 연구보고는 발견되지 않았으며 또한 인삼 성분들을 분획해서 이들이 지방대사와 관련된 연구 보고는 없었다.

본 연구에서는 고지방 식이에 의한 비만유도 흰쥐에 인삼 분획 성분인 인삼 용액, 인삼 사포닌, 인삼 단백질, 인삼박 등이 지방축적 억제 효과를 규명하기 위하여 고안되었다. 혈장, 간, 지방조직중 지방성분들의 침착도를 분석하고 지방대사에 중요한 영향을 미치는 지단백질들과 이들의 전기영동 패턴, 분변 중 담즙산과 중성스테로이드의 배설량을 관찰한 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시약 및 시기

본 실험에 사용된 시약은 V-cholestase(日水製藥, Japan), β -Lipo(Iatron Lab., Japan), Iatronlipo high cholest(Iatron Lab., Japan), 그리고 5 α -cholestane, 5 β -cholanic acid 등과 전기영동에 필요한 시약은 Sigma제품을 사용하였다.

기기는 Gas liquid chromatograph(Varian-3300), Lyophilizer(Labconco), Densitometer(German Science. inc. ACD-18), U.V Spectrophotometer(Sequoia-Turner 340), Amino acid autoanalyzer(LKB 4150)를 사용하였다.

2. 재료

본 실험에 사용된 인삼은 금산산 5년근 수삼을 대구 약령시장에서 구입하였으며 일반성분 함량은 단백질

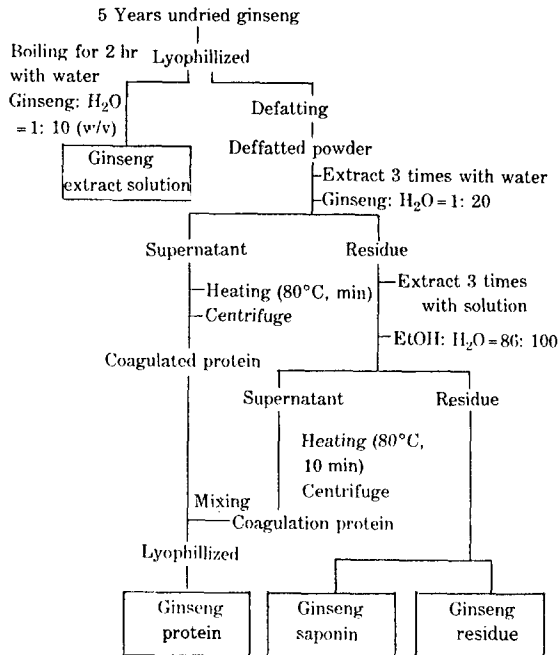


Fig. 1. Scheme of ginseng fraction.

15.9%, 지질 2.3%, 조섬유 2.6%, 탄수화물 60.0%, 회분 3.0%이었다.

3. 인삼 fraction 성분 분리

인삼 성분 분획의 조제는 Fig. 1 에서와 같이 동결 건조한 인삼분말과 물의 비율을 1 : 10(V/V)로 하여 2시간 끓인 다음 여과하여 여액은 Ginseng extract solution(이하 GES)으로 하였다. 인삼단백질은 수용성 단백질을 먼저 추출하고, 불용성 단백질을 Nash 등³⁶⁾의 방법에 의하여 추출한 것을 혼합해서 Ginseng protein(이하 GP)을 얻었다. 잔사는 JOO³⁷⁾의 방법으로 Ginseng saponin(이하 GSA)을 추출하였으며 최종에 남은 잔사를 Ginseng residue(이하 GR)분획물로 규정하여 실험 재료로 사용하였다. GP 와 GSA는 더 많은 양이 필요했기 때문에 탈지한 건조인삼에서 GP를 추출하여 얻었으며 GSA는 건조인삼에서 추출해서 보충하였다.

GES의 제조 : GES는 500 ml 플라스크에 건조인삼 20 g당 물 200 ml를 넣고 냉장장치하에서 2시간 가열한 후 4겹 여포로 여과한 여액을 GES 식이 재료로 사용하였다.

GP의 추출 : 인삼 단백질은 먼저 탈지 건조인삼분말 20배 량을 증류수로 3회 반복 추출하여 상등액에 함유되어 있는 수용성 단백질은 85°C에서 10분간 열

응고한 다음 동결건조 시켰으며, 잔사에 남아있는 불용성 단백질은 Nash 등³⁶⁾의 방법에 따라 ethanol : H₂O(86 : 100 V/V)용액으로 3회 반복 추출하여 수용성 단백질 회수 때와 같은 방법으로 단백질을 얻어, 혼합하여 동결건조 하였다.

GSA의 추출 : 인삼 사포닌의 추출 및 정제는 Joo³⁷⁾의 방법에 따랐다. 즉 분말 300 g에 chloroform : methanol : water(1 : 2 : 0.8, V/V/V)혼합액 1520 ml를 가하여 1차 추출액과 합하고 전추출액은 chloroform : methanol : water의 부피비가 1 : 1 : 0.9(V/V/V) 되도록 한 다음 동결건조하여 조사포닌류를 얻었다. 이것을 다시 가열한 methanol 100 ml에 용해한 다음 냉각하고 methanol 불용성물질을 원심분리 하였다.

methanol 상등액에 300 ml의 chloroform을 가하여 불용성물질을 원심분리 제거한 다음 상등액을 감압 농축, 진공건조한 후 사포닌 혼합물을 본 실험에 사용하였다.

4. 실험동물 및 시기

실험동물은 sprague-dawley 종의 수컷(170-180 g)을 체중에 따라 난괴법(rando-mized complete block design)에 의해 7마리 씩 5군으로 다음과 같이 나누었다. 즉 High fat 식이(이하 HF) : 대조군(이하 CON군), HF%GES군(이하 GES군), HF%GP군(이하 GP군), HF%GSA군(이하 GSA군), HF%GR군(이하 GR군)이며 실험기간 동안 실험 식이와 물은 제한 없이 먹도록 하였다. 실험식이와 구성성분은 Table 1과 같다.³⁸⁻⁴⁰⁾

5. 혈장, 간장, 지방조직 및 분변 채취

0, 2, 4, 6 주간의 실험식이 급여 후에 16시간 절식시키고 ethyl ether로 마취시켜 개복하여 복부 대동맥으로부터 혈액을 채취한 다음 간장 및 지방조직(epididymal adipose)을 추출 하였다. 혈장을 얻기 위해서 채혈 즉시 1 mg/100 ml의 EDTA가 함유된 원심관에 넣어 냉장조건 하에서 3,000 rpm, 10분간 원심분리시켜 상등액의 혈장을 얻었다. 적출한 가장은 혈관속의 혈액을 제거하기 위해서 생리식염수로 세척하고 여과지로 수분을 제거한 후 조직검사와 간의 지질분석을 위한 공시재료로 하였으며 분변 채취는 채혈 하루 전의 것을 모아서 공시재료로 사용하였다.

6. 혈장 중의 지질분석

총콜레스테롤의 분석 : 혈장 중 총콜레스테롤 정량에는 혈장에 cholesterol esterase(20.5 ku/l) 및 cho-

Table 1. The composition of experimental diets

Ingredients	Group	CON	GES	GP	GSA	GR
Casein		20.00	20.00	10.00	20.00	20.00
Sucrose		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Starch		36.15	36.15	35.47	36.15	26.15
Hydrogenated palm oil		25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Cellulose		2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Mineral mixture ¹		3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Vitamine mixture ²		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Choline chloride		0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
DL-methionine		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Cholesterol		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sodium taurocholate		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
GES			20 ml/kg/day			
GP				11.36		
GSA					50 mg/kg/day	
GR						10.00

CON, Control; GES, Ginseng extract solution; GP, Ginseng protein; GSA, Ginseng saponin; GR, Ginseng residue. Ginseng protein contained the following: Moisture 10.7%; Protein (N×6.25) 82%; CaHPO₄, 500g; NaCl, 74g; K₃C₆H₅O₇H₂, 220g; K₂SO₄, 52g; MgO, 24g; 43-48% Mn, 3.5g; 16-17% Fe, 6.0g; 70% ZnO, 1.6g; 53-55 Cu, 0.3g; KIO₃, 0.01g; Na₂SeO₃5H₂O, 0.01g; CrK(SO₄)₂12H₂O, 0.55g; Sucrose, finely powdered, to make 1,000g. 2. AIN-76^{IM} Vitamin Mixture. Contained: Thiamin HCl, 600 mg; Riboflavin, 600 mg; Pyridoxine HCl, 700 mg; Nicotinic acid, 3g; D-Calcium pantothenate, 1.6g; Folic acid, 200 mg; D-Biotin, 20 mg; Vitamin B-12, 1 mg; Vitamin A, 400,000 IU; Vitamin E, 5,000 IU; Vitamin D3, 2.5 mg; Vitamin K, 5.6 mg; Sucrose, finely powdered, to make 1,000g.

lesterol oxidase(10.7 ku/l)은 분해효소와 NaOH(1.81 g/l)를 촉매로 하여 phenol과 4-aminoantipyrine을 축합시켜서 생성되는 quinone 화합물의 적색을 500 mm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다.⁴¹⁾

β-lipoprotein 측정 : 혈장 중 β-lipoprotein의 정량은 면역비탁법⁴²⁾에 의하여 정량하였다.

HDL-콜레스테롤 측정 : 혈장에 dextran sodium sulfate, MgCl₂ 및 sodium phosphotungstate를 가하여, HDL 이외의 지단백질(LDL, VLDL)은 불활성 복합체를 형성하여 침전하고 상층에는 HDL이 남는다. HDL 중의 에스테르형 콜레스테롤에 cholesterol esterase을 분해하여 유리형 콜레스테롤을 형성하게 하고 유리콜레스테롤은 cholesterol oxidase, peroxidase의 작용에 의해서 생성된 청색 quinone 화합물을 580 mm에서 흡광도를 측정하였다.⁴³⁾

7. 간장 및 지방조직 중 각종지질정량

16시간 절식시킨 쥐에서 적출한 간장과 부고환지방조직은 glass homogenizer를 사용하여 10배량의

생리식염수로 마쇄하였다. 마쇄액은 Folch 법⁴⁴⁾에 의해 지질을 추출하고, 조직중의 각종 지질은 혈장의 방법에 준해서 정량하였다.

8. Lipoprotein 분획

혈장 중 lipoprotein 분획 분석은 Naito 등⁴⁵⁾의 방법으로 polyacrylamide-gel disc 전기 영동을 하였다.

9. 분변 중 중성 sterol과 bile acid의 분석

분변 중 중성 sterol과 bile acid은 Roseleur 등⁷⁶⁾의 방법에 따라 Fig. 2,3과 같이 분석하였다. 이들 분석을 위한 GLC의 조건은 Table 2와 같다.

결과 및 고찰

1. 인삼단백질의 아미노산 조성

인삼에서 분리, 추출한 단백질의 아미노산 조성은 Table 3에서 보는 바와 같이 17종류로 arginine이 30.6%로 가장 많았고 glutamic acid 18.1%, aspartic acid 8.0%, glycine 7.6%, lysine 5.7% 순이었다. 이는 최

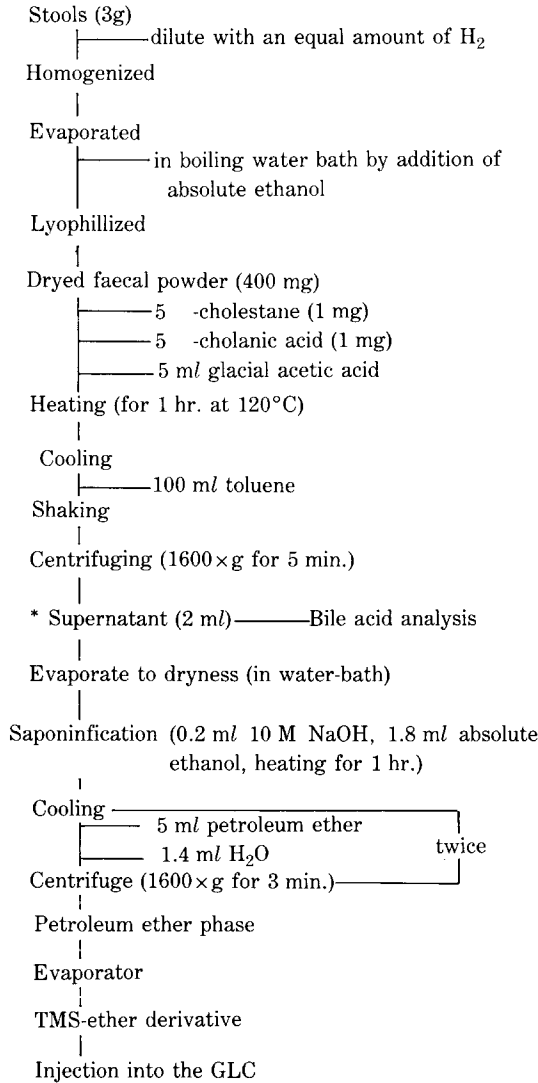


Fig. 2. Flow chart of neutral sterols analysis.

등⁴⁷⁾이 보고한 결과와 유사하였다.

Kritchevsky⁴⁸⁾는 동물 단백질이 식물 단백질 보다 콜레스테롤 수준을 높이고 동맥경화지향성 인데 대해서 그 이유를 Lys/Arg 비율 때문 이라고 제창한 바 있다. 카세인은 Lys/Arg의 비율이 2.0이고 대두 단백질은 그 비율이 0.9이다. 대두 단백질에 lysine을 첨가하여 Lys/Arg의 비율을 2.0으로 높여서 급식하게 되면 동맥경화 지향성을 증가시킨다고 보고 하였다. 지질 대사에 중요한 요인으로 작용하는 것으로 알려진 Lys/Arg 비율이 인삼단백질에서는 0.19 였다.

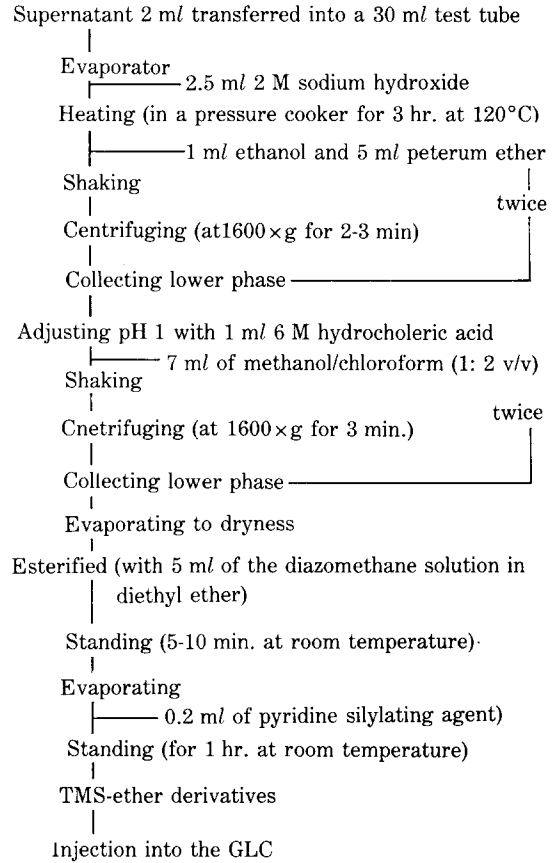


Fig. 3. Flow chart of bile acid analysis.

Table 2. GLC operating conditions for analysis of bile acid and neutral steroid

Detector	Flame ionization detector
Column	1.8 m x 4 mm ID
Packing material	3% SE-30 for bile acid, 1.5% SE-52 for neutral steroid on gaschrom Z (80-100 mesh)
Temperature	Column: programmed from 200°C to 300°C at rate of 5°C/min, Detector: 320°C
Gas flow rate	60 ml/min Carrier: N ₂

2. 혈장, 간장, 지방조직 중 총콜레스테롤 함량

실험직전과 실험 2, 4, 6주에 혈장, 간장, 부고환 지방조직 중 콜레스테롤 함량을 표시한 성적은 Table 4, 5, 6과 같다. 대조군의 혈장 중 총콜레스테롤 함량은 실험직전 46.67 ± 5.43 mg/dl 였으나 실험기일이 경과

Table 3. The amino acid composition of ginseng protein

Amino acid	Composition (wt%)
Alanine	4.48
Arginine	30.63
Aspartic acid	8.00
Lysine	5.69
Glutamic acid	18.14
Glycine	7.62
Histidine	3.58
Isoleucine	1.98
Leucine	4.09
Methionine	0.51
Phenylalanine	2.53
Proline	t
Cystine	t
Serine	3.32
Threonine	3.13
Tyrosine	1.77
Valine	2.46

t: trace

함에 따라 증가하여 6주에서 84.25±5.87 mg/dl로 약 1.8배 높았다. 실험군들은 콜레스테롤 증가가 억제되어 GSA 급여군은 거의 정상상태를 유지했으며 GP군은 대조군에 비해 축적억제가 현저하여 4, 6주에서 유의성 있는 감소를 보였다. GES군과 GR군은 콜레스테롤 수준을 억제하는 경향은 있으나 유의성은 인정되지 않았다. 실험기일이 경과함에 따라 증가하여 6주에서 22.55±3.72 mg/dl의 축적을 보였다.

GSA군과 GP군은 대조군에 비해 현저하게 축적이 억제되었으며 실험 6주에서 모두 유의성(P<0.01) 있는 감소를 보였다. GR군과 GES군은 대조군에 비해 축적억제 경향을 보였으나 유의성은 인정되지 않았다.

부고환 지방조직 중 대조군의 총 cholesterol 축적도는 실험기일이 경과함에 따라 증가하여 6주에서 10.53±0.2에 비해 약 5배 축적되었다. 역시 GP급여군, GSA투여군, GR군은 대조군에 비해 현저한 축적억제 효과를 나타내었으며 실험 4, 6주에서 P<0.01의 유의성이 인정되었다.

Table 4. Effect of ginseng fraction on plasma total cholesterol level of rats fed high-diet for 0, 2, 4 and 6 weeks

Group	Plasma total cholesterol (mg/dl)			
	0	2	4	6 weeks
CON	46.67±5.43	57.4±6.71	73.56±3.43	84.25±5.87
GES	-	60.28±4.18	66.75±10.17	75.05±4.46
GP	-	49.17±7.57	53.00±7.56*	63.62±4.01*
GSA	-	43.62±4.38	44.08±3.28**	52.48±3.92**
GR	-	50.15±7.22	63.00±5.61	67.19±7.56

All values are means±standard error of six rats. Statistically significance compare with group (*: p<0.05, **: p<0.01).

Table 5. Effect of ginseng fraction on liver total cholesterol level in rats fed high-diet for 0, 2, 4 and 6 weeks

Group	Liver total cholesterol (mg/g liver)			
	0	2	4	6 weeks
CON	5.78±0.14	10.24±1.79	18.11±3.61	22.35±3.72
GES	-	12.23±1.11	17.88±3.69	18.30±6.80
GP	-	6.15±0.51	10.39±3.52	10.32±2.85**
GSA	-	6.25±0.45	7.72±2.69	10.64±1.96**
GR	-	8.78±1.23	12.18±4.20	14.18±3.78

All values are means±standard error of six rats. Statistically significance compare with group (**: p<0.01).

Table 6. Effect of ginseng fraction on epididymal total cholesterol level in rats fed high-diet for 0, 2, 4 and 6 weeks

Group	Epididymal total cholesterol (mg/g %)			
	0	2	4	6 weeks
CON	2.12±0.2	4.85±0.2	8.03±0.4	10.53±0.8
GES	-	4.80±0.2	7.24±0.5	8.03±0.3
GP	-	3.21±0.3	3.35±0.4**	4.56±0.2**
GSA	-	3.21±0.3	3.98±0.4**	5.49±0.3**
GR	-	3.75±0.3	4.02±0.5**	4.93±0.4**

All values are means±standard error of six rats. Statistically significance compare with group (**: p<0.01).

Ho 등⁴⁹⁾은 흰쥐, 가토 등에 고콜레스테롤 급여시 혈장 및 대부분의 장기에서 콜레스테롤 수준의 상당한 증가를 보였다고 보고한 바 있으며, 또한 Taylor⁵⁰⁾ 및 Ho 등⁵¹⁾도 콜레스테롤 급여투여 가토에서 간장 및 혈청 콜레스테롤의 증가를 보였는데 이는 투여기간과 투여량에 비례한다고 주장하였다.

Mattson 등⁵²⁾은 식이 중의 지방산 조성이 혈중 지방 함량에 큰 영향을 미치되 특히 포화지방산의 섭취 증가가 혈중 콜레스테롤과 TG의 증가 요인이라고 하였고, 김⁵³⁾은 우지와 채종유 첨가급식시 채종유를 20% 첨가한 고채종유식이 섭취군의 간장, 혈청 및 대동맥 중의 TG함량이 높았다고 하였다. 총지질의 구성 성분은 주로 지방산을 위시하여 총콜레스테롤, PL, TG 들로서 이루어져 있는데 대조군과 실험군의 혈청, 간장, 지방조직의 총지질 함량의 증감은 이들 조직의 총콜레스테롤, TG, PL 등이 다같이 증감되었기 때문이라 하겠다. 비만 동물의 지방조직에 있어서 지방축적의 원인이 지방 분해 능력의 저하보다는 지방합성 증가에 있다고 Okuda⁵⁴⁾와 김 등⁵⁵⁾이 보고한 바 있다. 또한 혈장 콜레스테롤, 인지질, TG의 감소는 김⁵⁶⁾과 정 등⁵⁷⁾의 주장과 일치하였는 바, 이는 인삼 분획 성분들 중 특히 사포닌과 단백질이 간장 세포내 콜레스테롤과 지방산의 생합성 및 분해를 촉진시키는 한편 콜레스테롤 대사를 항진시키는 것으로 볼 수 있다.

이상의 결과로 보아 체중, 부고환 지방조직의 무게 및 지방성분들의 축적을 억제시킬 수 있는 인삼 분획성분의 효과는 지방의 분해를 촉진하고 지방합성 억제함으로써 지방축적을 억제하는 역할에 기인한 것이라 생각된다.

3. 혈장 중 β -lipoprotein 함량

실험식이 급여전 2, 4, 6주간 사육한 후 혈장 중 β -lipoprotein 함량은 Table 7과 같다. 혈장 중 β -lipoprotein 함량 변화는 대조군에서 실험시작 전에서 62.41 ± 5.02 mg/dl에서 급여 기간이 경과할수록 증가하여 마지막 6주에서 161.88 ± 5.02 mg/dl로 약 2.6배 증가하였다. 실험군에서도 전반적으로 높게 나타났으나 대조군에 비해서는 낮았다. 역시 GP군과 GSA군에서 가장 낮아 4주에서는 각각 34.8%, 27.3%, 6주에서는 37.4%, 16.8%의 감소 효과를 보여 모두 $P < 0.01$ 의 높은 유의성이 인정되었다. GES군은 2주에서 대조군에 비하여 18.6% 감소 되었고 6주에서는 11%의 감소를 보였다.

4. 혈장 중 HDL-cholesterol 함량

실험식이 급여전 2, 4, 6주간 사육한 후 혈장 중 HDL-cholesterol 함량은 Table 8와 같다. 혈장 중 HDL-cholesterol 함량은 고지방식이군인 대조군에서 실험 시작전 $27.00 + 1.48$ mg/dl에서 시간이 경과함에 따라 감소하여 4, 6주에서는 약 21 mg/dl 이었다. GP군은 4주 까지는 실험시작 전 보다 증가하였으며 ($P < 0.05$) 6주에서 급격히 감소하였다. GSA 군과 GES군은 대조군 보다는 증가 현상을 보였으나 시간이 경과함에 따라 불규칙한 약간의 감소 현상을 나타냈으며 GR군은 대조군과 비슷한 양상을 보였다.

5. 혈장 lipoprotein 전기영동 분획

Table 9은 0, 2, 4, 6주간 급여한 대조군과 실험군의 혈장지단백질의 분포를 표시하였다. 급여기간이 길어짐에 따라 VLDL과 LDL의 함량비율이 훨씬 높았으며 한편 HDL의 함량비율은 반대로 낮아져서 역상관 관계를 나타내었다. 그러나 VLDL과 LDL 농도의 증

Table 7. Effect of ginseng fraction on plasma β -lipoprotein level in rats fed high-diet for 0, 2, 4 and 6 weeks

Group	β -Lipoprotein (mg/dl)			
	0	2	4	6 weeks
CON	62.41 ± 5.02	90.70 ± 8.50	121.40 ± 8.01	161.88 ± 10.84
GES	-	73.80 ± 4.60	107.92 ± 8.15	143.40 ± 10.98
GP	-	72.90 ± 5.70	$79.17 \pm 5.24^{**}$	$101.33 \pm 7.64^{**}$
GSA	-	73.80 ± 5.60	$88.24 \pm 5.31^{**}$	$104.72 \pm 8.34^{**}$
GR	-	85.80 ± 5.10	108.92 ± 7.05	$156.15 \pm 10.41^{**}$

All values are means \pm standard error of six rats.
Statistically significance compare with group (**: $p < 0.01$).

가솔이나 HDL 농도의 저하율은 모든 실험군에서 낮았으며 특히 인삼단백질과 인삼사포닌 투여군에서 현저하여 4주와 6주에서 HDL이 대조군에서는 각각 8.2%, 5.3%였으나 GP군은 34.6%, 21.7%로 약 4배, GSA군은 30.7%와 26.7%로 각각 2.7에서 5.0배로 증가하였다.

본 실험에서 관찰된 특히 인삼사포닌과 인삼단백질 급여로 인한 VLDL과 LDL의 현저한 감소는 이들 성분이 Chyromicron과 IDL, LDL의 제거 기작에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 지단백질 합성에 필요한 물질들 즉 단백질, 중성지질, 콜레스테롤, 에스

테르형 콜레스테롤 그리고 인지질의 제공이 부족할 때 결국은 지단백질 형성과 간장으로 부터의 유출에 손상을 초래할 수 있고, 더욱이 간장에 있는 중성지질이 이탈이 안될 때 결국 지질과 아포단백질의 조화에 결함이 생길 수도 있고 혹은 지단백질이 혈장으로 유출되는 데에도 결함이 생길 수 있다.⁵⁸⁾

Kritchevsky¹²⁾는 식물 단백질이 혈중 콜레스테롤을 수준을 낮추고 관상동맥의 지방축적을 억제하는 데에 대한 이유를 Lys/Arg 비율 때문이라고 제창한 바 있다. 인삼단백질이 0.19로 매우 낮음을 미루어 볼때 이는 아미노산의 중간 대사 과정에서 다양한 혈청

Table 8. Effect of ginseng fraction on plasma HDL-cholesterol level in rats fed high-diet for 0, 2, 4 and 6 weeks

Group	HDL-cholesterol (mg/dl)			
	0	2	4	6 weeks
CON	27.00 ± 1.15	25.50 ± 1.34	20.80 ± 1.28	21.60 ± 1.16
GES	-	23.00 ± 1.22	23.83 ± 1.26	25.40 ± 1.20
GP	-	27.40 ± 1.20	29.00 ± 1.25*	24.60 ± 1.23
GSA	-	23.17 ± 1.37	25.83 ± 1.26	22.50 ± 1.30
GR	-	24.20 ± 1.27	20.21 ± 1.22	20.79 ± 1.19

All values are means ± standard error of six rats.
Statistically significance compare with group (*: p < 0.05).

Table 9. Effect of ginseng fractions on plasma lipoprotein fraction level in rats fed fat-diet 0, 2, 4 and 6 weeks (%)

Group	Lipoprotein fractions	Weeks			
		0	2	4	6
CON	HDL	52.5 ± 4.8	25.7 ± 1.9	8.2 ± 0.7	5.3 ± 1.0
	LDL	12.3 ± 2.6	17.3 ± 2.7	28.5 ± 2.3	30.7 ± 2.8
	VLDL	35.2 ± 3.2	56.0 ± 5.1	64.3 ± 7.3	65.8 ± 6.2
GES	HDL	-	30.3 ± 3.5	15.8 ± 1.2	13.6 ± 2.9
	LDL	-	20.5 ± 2.9	24.5 ± 2.9	22.4 ± 2.8
	VLDL	-	49.2 ± 4.5	60.7 ± 5.9	64.0 ± 5.3
GP	HDL	-	40.9 ± 3.2	34.6 ± 3.8	21.7 ± 3.1
	LDL	-	15.3 ± 2.8	19.0 ± 2.7	24.5 ± 3.7
	VLDL	-	44.8 ± 3.0	46.4 ± 2.5	53.8 ± 4.2
GSA	HDL	-	41.3 ± 3.3	30.7 ± 2.8	26.7 ± 2.9
	LDL	-	14.4 ± 2.9	20.6 ± 2.7	22.8 ± 2.5
	VLDL	-	38.3 ± 3.8	49.7 ± 3.5	50.5 ± 4.6
GR	HDL	-	32.7 ± 1.9	19.4 ± 1.5	10.7 ± 1.1
	LDL	-	18.2 ± 2.8	25.7 ± 2.9	30.3 ± 2.6
	VLDL	-	49.1 ± 3.3	54.9 ± 4.6	59.0 ± 5.1

All values are means ± standard error of six rats.

지단백질에 어떤 영향을 미칠 것으로 추측되며 인삼 단백질이 HDL과 결합된 콜레스테롤의 양을 어떻게 변화시키는 지는 밝혀야 할 과제이며 HDL-cholesterol이 GP를 섭취한 흰쥐에서 감소 되었으며 이는 cotton seed protein을 섭취한 흰쥐에서도 감소 한다는 보고와⁵⁾ 유사함을 알 수 있었다.

본 연구에서 인삼 분획성분 들의 급여로 지단백질 중 특히 HDL의 현저한 회복세는 사포닌에서 Gordon⁶⁰⁾의 결과와 일치 하였다. Cittadini⁶¹⁾은 간 arginase 활성을 자극해서 간장으로부터 콜레스테롤 운반 아포지단백질의 형성을 지연시킴으로써 혈중 콜레스테롤의 수준을 낮추고 관상동맥의 지방축적을 스킨 억제시킬수 있다고 보고한 바 있다. 위에서 언급한 여러가지 사실로 미루어 볼때 본 실험에서 관찰된 인삼분획 성분들의 급여로 인한 VLDL과 LDL의 현저한 농도 감소와 HDL의 증가는 이들 성분들이 chylomicron remnant, IDL, LDL의 제거기작에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

6.분변 중 담즙산 및 중성스테로이드 함량

실험식이 급여전 2, 4, 6주 간 사육한 후 분변 중의 담즙산 및 중성스테로이드 함량은 Table 10, 11와 같다. 급여 6주에서 분변 중 담즙산 배설량은 GSA군이 가장 많았으며 GP군, GR군, GES군 순이었다. 그리고 deoxycholic acid가 전반적으로 가장 많이 배설되었고 lithocholic acid, cholic acid순이었다. 급여 6주에서 분변 중 중성스테로이드의 배설량은 대조군보다 전반적으로 많았으며 coprostanol%coprostanone의 배설량은 GSA군에서 50.36 ± 6.05 mg/g($P < 0.01$)으로 대조군의 3.3배로 제일 많은 양을 배설하였고 GP군은 38.28 ± 5.68 mg/g($P < 0.01$)으로 2.4배, GR군 19.88 ± 1.03 mg/g($P < 0.01$) 1.3배 였다. Cholesterol%cholestanone은 대조군이 19.24 ± 1.83 mg/g 이었으며 실험군은 대조군보다 전반적으로 많은 양을 배설했다. 즉 GSA군은 68.67 ± 4.9 mg/g로 대조군에 비해서 3.6배로 가장 높았고 그 다음이 GP군 49.71 ± 3.60 mg/g($P < 0.01$)로 2.9배, GR 군 23.66 ± 2.42 mg/g, GES군 21.09 ± 1.80 mg/g 순이었다. Campesterol은 대조군이 8.89 ± 1.20 mg/g 이었으며 실험군

Table 10. Effect of ginseng fraction on fecal excretion of bile acids in rats fed high-diet for 6 weeks

Group	(mg/g dry feces)			
	Lithocholic acid	Deoxycholic acid	Cholic acid	Total bile acid
CON	3.69 ± 1.57	5.24 ± 0.74	1.75 ± 0.21	10.68 ± 0.81
GES	3.24 ± 1.45	6.18 ± 2.80	4.33 ± 2.52	13.76 ± 2.26
GP	8.72 ± 1.90	13.14 ± 2.70	3.61 ± 1.80	$25.47 \pm 2.74^{**}$
GSA	7.64 ± 2.59	$15.58 \pm 2.23^{**}$	$5.12 \pm 1.06^{**}$	$20.99 \pm 1.96^{**}$
GR	5.57 ± 2.27	8.47 ± 2.18	2.86 ± 0.61	16.90 ± 1.69

All values are means \pm standard error of six rats.

Statistically significance compare with group (**: $p < 0.01$).

Table 11. Effect of fecal excretion on neutral steroids in 6 weeks old rats fed a high-diet

Group	(mg/g dry feces)			
	Coprostanal + coprostanone	Cholesterol + cholestanone	Canpesterol	Sitosterol
CON	15.36 ± 1.87	19.24 ± 1.83	8.89 ± 1.20	12.33 ± 1.18
GES	15.65 ± 0.91	21.09 ± 1.80	$13.21 \pm 1.39^{**}$	12.69 ± 1.71
GP	$38.28 \pm 5.68^{**}$	$49.71 \pm 3.60^{**}$	$18.06 \pm 1.89^{**}$	$31.62 \pm 3.81^{**}$
GSA	$50.36 \pm 6.05^{**}$	$68.67 \pm 4.97^{**}$	$17.94 \pm 1.72^{**}$	$27.17 \pm 1.51^{**}$
GR	$19.88 \pm 1.03^{**}$	23.66 ± 2.42	$13.76 \pm 1.12^{**}$	3.79 ± 1.71

All values are means \pm standard error of six rats.

Statistically significance compare with group (**: $p < 0.01$).

은 13~18로 배설되어 모두 $P < 0.01$ 의 유의성이 인정되었다. Sitosterol은 대조군이 12.33 ± 1.18 mg/g 이었으며, GP군이 31.62 ± 3.81 mg/g ($P < 0.01$)로 가장 많은 양이 배설되었고 GSA군 27.17 ± 1.51 mg/g ($P < 0.01$) GR군 13.79 ± 1.71 mg/g, GES군 12.33 ± 1.18 mg/g 수이었다.

최근에 식이 섬유가 지질 대사에 미치는 영향에 대해서 많은 관심의 대상이 되고있다. 하나의 가능한 기작은 비영양성인 섬유소가 담즙염과 결합해서 콜레스테롤 흡수를 방해함으로써 이룩되며 Eastwood 등⁶²⁾은 흰쥐의 소장에서 비영양물질이 장내 담즙염과 결합하고 있기 때문이라고 보고한 바 있다.

사포닌이 대동맥과 장관 콜레스테롤 농도를 감소시켰는데 그 이유는 소화관에서 중성스테롤과 담즙산의 불용성 화합물질을 형성해서, 사포닌이 콜레스테롤 장내흡수를 억제하는 효과를 나타내기 때문이다.

Story⁶³⁾는 in vitro 에서 cholic acid의 sodium 염, chenodeoxycholic acid, deoxycholic acid, taurocholic acid, taurochenodeoxycholic acid, taurodeoxycholic acid 등과 alfalfa, bran, cellulose, lignin, cholestyramine과 결합을 측정할 때 cholestyramine 등은 모든 bile acid 및 그 염과 평균 81.3% 결합한 반면 cellulose는 단지 1.4%만 결합했고 lignin은 29.2%, alfalfa 15.9%, bran은 9.0% 결합했음을 밝힌 바 있다. 담즙산염의 대사에서 섬유소의 영향은 담즙산 및 염들과 섬유소들의 조성에 좌우 된다고 주장했다.

Malinow 등⁶⁴⁾은 alfalfa로부터 얻은 사포닌은 콜레스테롤의 장내 흡수를 감소시켜 콜레스테롤 축적 억제효과가 있음을 보고하였다. 또한 alfalfa를 급여한 가토에서도 중성스테롤 배설이 증가됨을 확인하였다.

Gestetner 등⁶⁵⁾은 alfalfa 사포닌을 식이한 흰쥐 실험에서 변 중에 β -sitosterol 배설이 대조군에 비해서 4% 증가했음을 보고했다. 이 증가된 배설은 β -sitosterol의 흡수가 감소된 때문일 것으로 추측하였으며, 이 sterol은 alfalfa saponins과 불용성의 화합물을 형성하기 때문이라고 주장했다. 분변 중에 중성스테로이드와 담즙산의 배설 증가는 bagasse,⁶⁴⁾ cellulose,⁶⁶⁾ alfalfa⁶⁷⁾을 먹은 쥐에서도 관찰되었다.

비만유발 과정에서 대조군이 다른 실험군에 비해서 분변중 담즙산과 중성스테로이드의 배설이 감소됨으로 혈중 콜레스테롤 수준이 높은 상호관계가 있음을 추측케한다. 즉 콜레스테롤이 몸에서 제거되지 않고

결국 혈중 콜레스테롤 수준을 높게 된다. 혈청 지단백질의 제거와 감소가 콜레스테롤의 수준을 높이는 데 1차적 원인이 될수 있다. 즉 간에서 지단백질의 흡수가 감소되면 콜레스테롤이 담즙으로의 유출이 감소되어 중성스테로이드와 담즙산이 분변으로의 배설을 낮추게 된다. Bran 은 사람의 혈청 지방을 낮추지 않는 것으로 알려졌고,⁶⁸⁾ pectin 은 사람의 고콜레스테롤 혈청을 개선시키는 것으로 보고 되고 있다.⁶⁹⁾

Kritchevsky 등⁷⁰⁾은 cholic acid, chenodeoxycholic acid 및 deoxycholic acid와 이들의 taurine 및 glycine 화합물과 alfalfa, bran, cellulose 및 lignin 등과의 결합 능력을 실험한 결과 전반적으로 lignin이 가장 결합 능력이 높았으며 alfalfa, bran, cellulose 순이었다.

Story 등⁷¹⁾의 보고에 의하면 대두 단백질에 cellulose, wheat straw 와 alfalfa를 함유한 식이를 급여했을 때 가토 실험에서 각각의 단백질 군에서 cellulose 식이군이 가장 콜레스테롤중이고 동맥경화성 섬유소였다. 또한 단백질을 비교했을 때 soya-cellulose 와 soya-wheat straw 가 casein-cellulose 와 casein-wheat straw에 비해서 콜레스테롤중과 동맥경화성이 낮았다.

이상의 결과들을 종합해 볼때 인삼단백질, 인삼사포닌 및 인삼박 중의 어떤 성분들이 지방질 특히 콜레스테롤의 장내 흡수를 방해해서 분변중에 담즙산, 스테롤 형태로 배설 시킴으로써 지방간, 지혈중, 비만의 억제효과를 증진시키는 것으로 추측된다.

요 약

Sprague-dawley 흰쥐에 고지방식으로 0, 2, 4, 6주간 급여하면서 인삼엑액(ginseng extract solution : GES), 인삼단백질(ginsengprotein : GP), 인삼사포닌(ginseng saponin : GSA), 인삼박(ginseng residue : GR)의 분획성분들을 급여하였다. 이들 각 실험군의 혈장, 간장, 부고환지방조직에서 지방성분들의 수준을 측정 하고, 지질 운반지단백질의 분포를 조사하였으며 또한 변중의 담즙산과 중성스테롤들의 배설량을 측정하였다.

1. 고 지방식으로 사육하면서 인삼단백질과 인삼사포닌을 급여한 군은 혈장 부고환 지방조직과 간장

에서 지방성분들의 축적억제가 다른군에 비하여 효과적 이었다.

2. 고 지방식이가 급여되는 동안 Low density lipoprotein(LDL)과 Very low density lipoprotein(VLDL)이 다같이 증가하고 High density lipoprotein(HDL)의 농도는 감소 하였는데 인삼사포닌 및 인삼단백질 투여군에서는 LDL, VLDL의 증가율이 대조군에 비하여 훨씬 낮아졌으며 HDL의 감소율은 대조군에 비하여 현저히 적었다.

3. 대조군은 물론 다른실험군에 비하여 인삼사포닌 및 인삼단백질 급여군에서는 분변을 통한 담즙산과 중성스테롤의 배설량이 유의성 있는 증가를 보였다.

인용문헌

- Carlson, L.A. and Bottiger, L.E.: *Lancet*, **1**, 865 (1972).
- Im, J.G. and Cho, S.H.: *Korean J. Nutr.*, **16**(1), 10 (1983).
- Rhee, S.J., Kim, K.H. and Jo, J.S.: *Korean J. Nutr.*, **14**(1), 34 (1981).
- Kranse, B.R., Pharas, F., Serbin, V., Krause, L. and Hartman, A.d.: *J. Nutr.*, **109**, 2213 (1979).
- Brien, B.C.O., Skntches, C.L., Henderson, G.R. and Reiser, R.: *J. Nutr.*, **107**, 1444 (1977).
- Choi, Y.S. and Sugano, M.: *Ann. Nutr. Metab.*, **32**, 169 (1988).
- Grundy, S.M.: *J. Clin. Inves.*, **55**, 269 (1975).
- Oakenfull, D.G. and Fenwick, D.E.: *Br. J. Nutr.*, **40**, 299 (1978).
- Kritchevsky, D.: *Am. J. Cli. Nutr.*, **30**, 979 (1977).
- Burkitt, D.P., Walker, A.R.P. and Painter, N.S.: *JAMA.*, **229**, 1068 (1974).
- Kritchevsky, D. and Story, J.A.: *J. Nutr.*, **104**, 458 (1974).
- Kritchevsky, D.: *J. Am. Oil Chemists Soc.*, **56**, 135 (1979).
- Carroll, K.K.: *JAOCS*, March, 416 (1981).
- Sugano, M., Ishiwaki, N. and Nakashima, K.: *Ann. Nutr. Metabl.*, **28**, 192 (1984).
- West, C.E., Beynen, A.C., Scholz, K.E., Terpstra, A.H.M., Schutte, J.B., Deuring, K. and Van gils, L.G.M.: *J. Nutr.*, **114**, 17 (1984).
- Yashiro, A., Oda, S. and Sugano, M.: *J. Nutr.*, **115**, 1325 (1985).
- Nilsson-Ehln, P., Garfinkel, A.S. and Schotz, M.C.: *Ann. Rev. Biochem.*, **49**, 667 (1980).
- Barr, D.P.: *Circulation*, **8**, 641 (1950).
- Dodds, C. and Mills, G.L.: *Lancet*, **1**, 1160 (1950).
- Castelli, W.P., Doyle, J.T. and Gordon, T.: *Circulation*, **52**, 11 (1975).
- Oura, H., Hiai, S., Nakashima, S. and Kinji Tsukada, K.: *Pharm. Bull.*, **19**(3), 453 (1971).
- Morgan, B., Heald, M. Brooks, S.G., Tee, J.L. and Green, J.: *Poultry Science.*, **51**, 677 (1972).
- Sidhu, G.S. and Oakenfull, D.G.: *Brit. J. Nutr.*, **55**, 643 (1986).
- Oakenfull, D.G., Fenwick, D.E. and Hood, R.L.: *Br. J. Nutr.*, **42**, 209 (1979).
- Malinow, M.R., Mclaughlin, P., Papworth, L., Stafford, C. Kohler, G.O., Livingston, L. and Peter Cheeke, R.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**, 2061 (1977).
- 구자현: *J. Hanyand Med. Coll.*, **3**(2), 273(1983).
- Nahm, C.C.: *Korean J. Int. Med.*, **4**(3), 49 (1961).
- Popov, I.M.: *Sym. Gerontology*, Lugans, Switzerland, April 9, 14 (1975).
- 임창진, 박은희, 이동권, 이송재, 홍순근: *Korean Biochem. J.*, **14**(3), 188(1981)
- 강방희, 구자현, 주충노: *Korean J. Ginseng Sci.*, **10**(1), 114(1986).
- Kim, S.I., Kim, Y.S., Jeon, B.S. and Lim, C.H.: *Korean J. Ginseng Sci.*, **10**(2), 167 (1986).
- Joung, I.S. and Cho, Y.D.: *Korean J. Ginseng Sci.*, **9**(2), 232 (1985).
- Park, G.J. and Im, M.J.: *Korean J. Ginseng Sci.*, **4**(1), 31 (1980).
- Rhee, Y.O. and Jung, N.P.: *Korean J. Ginseng Sci.*, **9**(1), 112 (1985).
- Do, J.H., Kim, S.D. and Okuda, H.: *Korean J. Ginseng Sci.*, **6**(2), 123 (1982).
- Nash, A.M., Eldridge, A.C. and Wolf, W.J.: *J. Agr. Food Chem.*, **15**, 102 (1967).
- Joo, C.N. and Han, J.H.: *Korean Biochem. J.*, **9**, 237 (1976).
- Neves, L.B., Clifford, C.K., Kohler, G.O., De Fremery, D., Knuckles, B.E., Cheowtirakul, C., Miller, M.W., Weir, W.C. and Clifford, A.J.: *J. Nutr.*, **110**, 732 (1980).
- Saroj Tawde, M. Soc. and DAS, B.R., Sc, M.: *J. Lab.*

- & Clin. Med., **69**(2), 284 (1962).
40. Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Committee on Standards for Nutritional Studies, *Federation Proc.*, **33**, 1748 (1974).
 41. Total cholesterol 測定用 試藥 : 日水製藥(株), 日本, 東京.
 42. β -리포 蛋白質測定용 시약 : IATRON LAB., 日本, 東京.
 43. Iatronlipo high cholest : Iatron Lab, 日本, 東京.
 44. Folch, J. and Lees, M.: *J. Biol. Chem.*, **226**, 497 (1957).
 45. Naito, H.K., Wada, M., Ehrhart, L.A. and Lewis, L.A.: *Clin. Chem.*, **19**(2), 228 (1973).
 46. Roseleur, O.J. and Van Gent, C.M.: *Clinica Chimica Acta*, **82**, 13 (1978).
 47. 최정, 윤상홍, 배만중, 안봉전 : *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**(1), 1(1985).
 48. Kritchevsky, D., Tepper, S.A. and Story, J.A.: *J. Food Sci.*, **40**, 8 (1975).
 49. Ho, K.J., Taylor, C.B. and III, E.: *Arch. Path.*, **86**, 585 (1968).
 50. Ho, K.J. and Taylor, C.B.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **136**, 249 (1971).
 51. Ho, K.J., Pang, L.C., Liu, L.B. Soong, S.J. and Taylor, C.B.: *Exp. Mol. Path.*, **21**, 194 (1974).
 52. Mattson, F.H., Hollenbath, E.J. and Kligman, A.M.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**, 726 (1975).
 53. 金知和 : 한국생활과학 연구원논문총, **15**, 1(1975).
 54. 奥田石道, 武田悦子 : 肥満症研究會誌(1977).
 55. Kim, S.I., Kim, Y.S., Jeon, S.B. and Lim, C.H.: *Korean J. Ginseng Sic.*, **10**(2), 167 (1986).
 56. 김혜처 : 인삼문헌특허, 대한민국전매청, **1**, 129(1962).
 57. 정해원 : 인삼문헌특허, 대한민국전매청, **2**, 28(1964).
 58. Recknagel, R.O.: *Pharmacol. Rev.*, **19**, 145 (1967).
 59. Jenkins, D.J.A., Lees, A.R., Newton, C. and Cummings, J.H.: *Lancet*, **1**, 1116.
 60. Gordon, T., Castelli, W.P. and Hjortland, M.C.: *Am. J. Med.*, **62**, 707 (1977).
 61. Cittadini, D., Pietropaolo, C., De Cristoforo, D. & D'Ayjello-Caracciolo, M.: *Nature (London)*, **203**, 634-644 (1964).
 62. Eastwood, M.A. and Boyd, G.S.: *Biochim. Biophys. Acta.*, **137**, 393 (1967).
 63. Story, J.A. and Kritchevsky, D.: *J. Nutr.*, **106**, 1292 (1976).
 64. Malinow, M.R., McLaughlin, P., Papworth, L., Stafford, C., Kohler, G.O., Livingston, A.L. and Cheeke, P.R.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **3**, 2061 (1977).
 65. Gestetner, B., Assa, Y., Henis, Y., Tencer, Y., Rotman, M., Brik, Y. and Bondi, A.: *Biochim. Biophys. Acta.*, **270**, 181 (1972).
 66. Mathe, D., Lutton, C., Rautureau, J., Coste, T., Gouffier, E., Sulpice, J.C. and Chevallier, F.: *J. Nutr.*, **107**, 466 (1977).
 67. Krivchevsky, D., Tepper, R.P. and Story, J.A.: Part 3 (Effect on nonnutritive fiber (alfalfa or cellulose) on cholesterol metabolism), *Nutr. Rep. Intern.*, **9**, 301 (1974).
 68. Roberts, D.C.K., Stalmach, M.E., Khalil, M.W., Hutchinson, J.C. and Carroll, K.K.: *Can. J. Biochem.*, **59**, 642 (1981).
 69. Jenkins, D.J.A., Leeds, A.R., Newton, C. and Cummings, J.H.: *Lancet*, **1**, 1116 (1975).
 70. Kritchevsky, D. and Story, J.A.: *J. Nutr.*, **104**, 458 (1975).
 71. Story, J.A., Tepper, S.A. and Kritchevsky, D.: *Federation Proc.*, **35**, 294 (1976).