

동충하초 균사체 액체배양액이 고지혈증 흰쥐의 지질대사 및 효소활성에 미치는 영향

고 진 복*

신라대학교 생명과학과

Effect of Liquid Cultures of *Cordyceps militaris* on Lipid Metabolism and Enzyme activities in hyperlipidemic Female Rats

Koh, Jin-Bog*

Dept. of Life Science, Silla University, Busan 617-736, Korea

Abstract

The effect of liquid cultures of *Cordyceps militaris* (LCM) on weight gain, food intakes, food efficiency ratios, serum and hepatic lipids, fecal lipids excretion, serum protein and enzyme activities, were investigated in adult female rats (30 weeks old). Sprague-Dawley rats were assigned to one normal and four hyperlipidemic diet groups, Hyperlipidemic diet groups (20% fat, 1% cholesterol) were divided into high fat diet (LCM free water), 10%, 20% or 30% LCM diet groups (10%, 20% or 30% LCM in water) according to the levels of LCM supplementation. After 35 days of experimental diet consumption, the body weight gains, hepatic weights, and food efficiency ratios of the rats fed hyperlipidemic diets were significantly increased compared with those of the rats fed normal diet. The concentrations of serum and hepatic triglycerides, hepatic total lipid, and atherogenic index of the rats fed 20% or 30% LCM diets were significantly lower than those of the rats fed the high fat diet. The concentration of serum HDL-cholesterol of the rats fed all LCM diets was significantly higher than those of the rats fed the high fat diet. The fecal excretion of triglyceride in the rats fed 20% or 30% LCM diets was significantly higher than those of the rats fed high fat diet. The concentrations of serum and hepatic total cholesterol, serum LDL-cholesterol, and HDL-cholesterol/total cholesterol ratio, fecal excretion of cholesterol, and the activities of serum glutamic pyruvic transaminase and alkaline phosphatase of the rats fed all LCM diets were similar to those of the rats fed high fat diet. No differences were noted in the weights of kidney and femur, the serum concentration of glucose, total protein and albumin, and the activities of glutamic oxaloacetic transaminase and γ -glutamyltranspeptidase, among the rats on all the experimental diets. These results showed that the 20% or 30% LCM diets feeding decreased the serum and hepatic triglycerides, and the atherogenic index, and increased the serum HDL-cholesterol of the adult female rats.

Key words – liquid cultures *Cordyceps militaris*, lard, cholesterol, triglyceride, protein, enzyme activities

*To whom all correspondence should be addressed

Tel : 051-309-5471, Fax : 051-309-5176

E-mail : jbko@silla.ac.kr

서 론

동충하초는 여러 종류의 곤충에 기생성 균류로 주로 곤충을 기주로하여 자실체를 발생하거나 충체상에 포자를 형성하는 버섯의 한 종류이다. 그 중 대표적인 동충하초는 자낭균강 맥각균과에 속하는 코디셉스속 (*Cordyceps sp.*)으로, 자실체를 형성하는 코디셉스속은 전 세계적으로 300여종이 분포되어 있으며[5,22], 국내에서는 80 여종이 알려져 있다[31]. 자실체를 발생하는 모든 종류의 동충하초가 약용으로 이용되는 것은 아니고 그 중에서 코디셉스속의 동충하초가 고대로부터 중국에서 불로장생의 비약으로 인식되어 왔으며 특히 전통적으로 한방에서 주로 이용되어온 동충하초는 다양한 약물활성이 있는 것으로 알려져 한약재로 사용되고 있다[29,34,35].

야생 동충하초는 종류에 따라서 완전세대의 생활환이 일년에서 수년간 상당한 기간이 소요되므로[4] 야생에서 생산되는 동충하초는 매우 희귀하여 그 원료의 확보가 어려워서 많은 연구자들이 인공적으로 동충하초의 배양기술을 개발하게 되었다[1,26,32]. 국내에서도 일부 농가에서 동충하초를 인공 재배하고 있다.

Manabe 등[23]은 동충하초(*C. sinensis*) 균사체를 배양하여 그 효능을 동충하초 자실체와 비교한 결과 차이가 거의 없는 것으로 보고하였고, 동충하초의 중요한 생리활성 물질로 충초소(cordycepin), 충초산(cordycepic acid), 아미노산, 다당류, 비타민 전구체 등으로 알려져 있다[6,20]. 동충하초 밀리타리스의 배양액, 균사체 및 자실체 추출물에서 항세균, 항암, 항종양 및 항바이러스 효과가[9,13,14] 있다고 하였다.

Koh[17,18]는 성장기 흰쥐에 동충하초 밀리타리스의 자실체 및 균사체 분말을 사료에 2%, 3% 및 4% 수준으로 혼합하여 급여한 바 2%와 3% 수준의 동충하초 섭취군이 성장률, 혈청의 지질 농도, 단백질 농도 및 효소 활성에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났으나, 4% 수준의 동충하초 섭취군에서는 식이섭취량의 감소로 성장률이 저조하였으며, Koh와 Choi[16]는 고콜레스테롤혈증을 유발한 흰쥐에 동충하초 밀리타리스의 균사체 분말을 3% 수준으로 급여한 바 혈청의 중성지질, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있다고 하였다.

이상의 연구내용에서 다양한 약리작용이 있는 것으로 알려졌으며 또한 만성적인 성인병의 예방이나 치료제로 이용되고 있으나, 고지혈증에 미치는 동충하초 균사체 액체배양액의 효과에 대한 체계적인 연구는 드문 실정이다. 따라서 본 연구는 인공 배양한 동충하초(*C. militaris*)의 균사체 액체배양액(이하 동충하초 배양액)이 고지방 식이를 섭취한 흰쥐의 지질대사, 단백질 농도 및 간에 미치는 영향을 조사하고자 생후 30주령의 암쥐를 대상으로 하여 고지방 식이에 동충하초 배양액을 음료수에 각각 10%, 20% 및 30% 씩 혼합하여 5주간 급여하고, 체중변화, 식이효율, 간과 혈청의 지질 농도, 혈청의 단백질 농도 및 간 질환과 관련이 있는 효소활성을 조사하였다.

재료 및 방법

동충하초 균사체 액체배양액 제조

시료로 사용된 동충하초(*C. militaris*) 균사체 액체배양액은 케이비에프(주, 김해시 소재)에서 제조한 것으로 동충하초 균사체 200 ml를 potato dextrose broth (PDB)에서 25 °C로 조절하여 4일간 액체배양하고, 전체 배양액을 본 배양 배지인 potato glucose broth (PGB)에서 3일간 액체배양 하였다. 균사체 배양액을 거즈로 여과하여, 여과액을 105 °C에서 90분간 감압멸균하여 시료로 사용하였다. 시료보관은 -20°C에서 냉동보관 하였다.

실험동물의 식이 및 사육

실험동물은 본 대학 사육실에서 번식시켜 고형사료(삼양유지사료)로 사육한 생후 30주령의 Sprague-Dawley계 암쥐를 대상으로 하고, 1주간 표준식이로 적응기간을 거친 후 평균 체중 297.0 ± 30.2 g의 동물을 각 군에 6마리씩 5군으로 나누었다. 실험군은 정상식이군(5% 옥수수유), 고지방식이군(5% 옥수수유 + 15% 돈지 + 1% 콜레스테롤), 고지방식이에 동충하초 균사체 액체배양액을 10%, 20% 및 30% 수준으로 음료수에 혼합하여 급여한 군(10%, 20% 및 30% LCM군) 등 5군으로 나누어 해당 식이와 실험음료로 5주간 사육하였다. 실험 식이의 조성은 Table 1과 같다. 동물사육실의 사육조건은 온도 22 ± 2 °C, 습도 50~60%로 유지시키고, 명암은 12시간(7:00-19:00)을 주기로 자동조절 되었으며, 실험음료와 식이는 자유 급식하였다.

동충하초 균사체 액체배양액이 고지혈증 흰쥐의 지질대사 및 효소활성에 미치는 영향

Table 1. Composition of experimental diets (g%)

Ingredients	Normal diet	High fat diet
Corn starch	60.95	44.7
Casein	14.0	14.0
Corn oil	5.0	5.0
Lard	-	15.0
Sucrose	10.0	10.0
DL-methionine	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.25	0.25
Cellulose	5.0	5.0
Mineral mix. ¹⁾	3.5	3.5
Vitamin mix. ²⁾	1.0	1.0
Cholesterol	-	1.0
Sodium cholate	-	0.25

^{1,2)}AIN-93-MX mineral and AIN-93-VX vitamin mixture[27].

식이섭취량, 식이효율 및 체중증가량

실험기간동안의 식이는 매일 오후 4시에 급여하고 식이섭취량을 조사하였다. 식이섭취량의 오차를 최소화하고자 손실량을 측정하여 보정하였다. 체중은 1주에 한번씩 일정한 시간에 측정하였다. 식이효율은 실험 전기간의 체중증가량을 같은 기간동안에 섭취한 식이량으로 나누어 다음과 같이 산출하였다. 식이효율(food efficiency ratio; FER) = 체중증가량 (g)/식이섭취량 (g) × 100.

시료수집 및 분석

채혈 및 장기 무게 측정은 실험종료 후 16시간 절식시킨 다음 ethyl ether로 마취하여 개복 후 심장에서 채혈하였고, 혈액은 실온에서 30분간 두었다가 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리한 혈청을 혈액분석에 사용하였다. 간, 신장 및 대퇴골은 복부를 개복 한 다음 즉시 떼어 생리식염수로 씻고 여과자로 습기를 제거한 후 무게를 측정하고 분석시료로 사용하였다. 분의 수집은 실험종료전 4일간 분을 모아서 1일간 풍건 후, 80°C에서 2시간 건조하여 분석시료로 사용하였다.

혈청의 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 혈당, 단백질, 알부민 및 glutamic pyruvic transaminase, glutamic oxaloacetic transaminase, γ -glutamyltranspeptidase, lactic dehydrogenase, alkaline phosphatase의 활성을 자동생화학분석기(Autohumalyzer 900S, Germany)

로 측정하였다. LDL 콜레스테롤 농도는 혈청의 중성지질농도가 300 mg/dL 미만이면 Fridwald 공식이 적합하다고 하여[28,33] Fridwald 등[6]에 의한 계산법 즉 LDL-cholesterol = total-cholesterol - (HDL-cholesterol + triglyceride ÷ 5)식으로 산출하였고, 동맥경화지수(atherogenic index: AI)는 Haglund 등[8]의 방법에 따라서 AI=(total cholesterol-HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol 식으로 계산하였다. 간과 분의 지질은 Folch 법[5]으로 추출하여 지질측정용으로 사용하였다. 간과 분의 총 지질은 phospho-vanillin 법[7], 중성지질 및 총 콜레스테롤 농도는 각각의 kit (영연화학, Japan) 시약으로 측정하였다.

통계처리

본 연구의 실험결과는 평균치와 표준편차로 나타내었고, SPSS를 이용하여 실험 군간의 유의성 검정은 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 하였다.

결과 및 고찰

체중증가량, 식이효율 및 식이섭취량

수준별 동충하초 균사체 배양액을 성숙한 암쥐에게 5주간 섭취시킨 결과 체중 증가량, 식이효율 및 식이섭취량은 Table 2와 같다. 체중 증가량 및 식이효율은 정상군에 비하여 고지방군과 10%, 20% 및 30% 씩 동충하초 균사체 배양액을 음료수에 혼합한 군(10%, 20% 및 30% 동충하초 배양액군)들이 유의하게 증가되었다. 고지방군과 각 수준별 동충하초 배양액군이 비슷한 체중증가 및 식이효율을 보여 동충하초 균사체 발효액이 고지방 섭취로 증가된 체중을 낮추는 효과는 나타나지 않았다. 식이섭취량은 정상군에 비하여 고지방군과 각 수준별 동충하초 배양액군이 다소 낮은 섭취량을 보였으나 유의한 차이는 나타나지 않았다.

장기 무게 변화

5주간 실험식이로 사육한 흰쥐의 간, 신장 및 대퇴골의 무게를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 체중 100 g 당 간의 무게는 정상군에 비하여 고지방군과 각 수준별 동충하초 배양액군이 유의하게 증가되었다. 선형연구[12,16,21,24]에서 고지방 식이나 고콜레스테롤 식이를 급여한 쥐의 간이 비대되었다고 하였다. 식이중 과량의 콜레스테롤이 간으로

Table 2. Body weight gains, food intake and food efficiency ratio (FER) of female rats fed liquid culture of *C. militaris* for 35 days

Groups ¹⁾	Body weight gains (g)			Food intake g/day	FER %
	Initial	Final	Gains		
Normal	292.0±29.9 ^{2)NS}	315.8±36.6 ^{NS3)}	23.8±7.5 ^a	14.4±2.2 ^{NS}	4.7±0.8 ^a
High fat	303.9±30.5	357.7±47.3	53.8±9.8 ^b	12.5±2.3	12.3±1.9 ^b
10% LCM	297.0±28.3	355.7±39.1	58.8±8.6 ^b	12.7±2.5	13.2±1.8 ^b
20% LCM	299.1±30.0	350.6±35.8	54.7±9.5 ^b	12.5±2.3	12.5±1.7 ^b
30% LCM	296.9±31.1	354.8±34.1	57.9±8.5 ^b	12.7±2.7	13.0±1.9 ^b

¹⁾Group abbreviations: Normal = normal diet group (5% corn oil). High fat = normal diet+15% lard+1% cholesterol group. 10%, 20% or 30% LCM = high fat diet+10%, 20% or 30% liquid culture of *C. militaris* mixed with water groups.

²⁾All values are mean±SD (n=6). ³⁾Not significant

^{a-b}Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05.

Table 3. The organ weight of female rats fed experimental diets for 35 days

Groups ¹⁾	Liver (g)		Kidney (g)		Femur (mg)	
	weight	L/BW ⁴⁾	weight	K/BW ⁴⁾	weight	F/BW ⁴⁾
Normal	7.39±1.45 ^{2)a}	2.34±0.23 ^a	1.65±0.18 ^{NS3)}	0.52±0.04 ^{NS}	874±80 ^{NS}	276±24 ^{NS}
High fat	10.53±2.02 ^b	2.96±0.21 ^b	1.71±0.27	0.49±0.05	920±98	257±26
10% LCM	11.62±1.81 ^b	3.26±0.25 ^b	1.68±0.24	0.47±0.05	890±99	250±25
20% LCM	11.31±1.11 ^b	3.22±0.32 ^b	1.69±0.16	0.48±0.05	940±99	268±28
30% LCM	11.59±1.57 ^b	3.27±0.23 ^b	1.69±0.21	0.48±0.05	920±90	260±29

¹⁻³⁾See the legends in Table 1. ⁴⁾Liver, Kidney and Femur for 100 g body weight.

^{a-b}Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05

유입되었을 때 지방수용체인 apoprotein과 결합하여 lipoprotein으로 배출되지 못하면 지방간으로 되거나 간세포 손상을 일으킬 수 있는 것으로 알려져 있다[25]. 본 실험에서 고지방군의 간이 비대되었음은 상기보고와 일치하였으며, 동충하초 배양액이 간의 비대를 억제하는 효과는 없었다. 신장 및 대퇴골의 무게는 정상군과 각 실험군이 비슷하여 고지방이나 동충하초 배양액 섭취에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다.

간의 지질농도 변화

동충하초 균사체 액체배양액이 간의 지질농도에 미치는 영향을 조사한 바 Table 4와 같다. 간의 콜레스테롤 농도는 고지방군과 각 수준별 동충하초 배양액군이 비슷하여 콜레스테롤 농도를 낮추는 효과는 나타나지 않았다. 그러나 간의 총 지질 및 중성지질 농도는 고지방군에 비하여 10% 동충하초 배양액군은 다소 감소되었으나, 20% 및 30% 동충하초 배양액군은 유의하게 감소되어 동충하초 배양액이

Table 4. The liver lipid concentrations of female rats fed experimental diets for 35 days
(mg/g of wet liver)

Groups ¹⁾	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride
Standard	60.4±15.2 ^{2)a}	3.60±0.40 ^a	33.2±5.6 ^a
High fat	194.4±22.8 ^c	23.84±3.62 ^b	65.8±8.9 ^c
10% LCM	176.4±18.0 ^{bc}	20.80±3.12 ^b	58.1±9.3 ^{bc}
20% LCM	167.2±19.2 ^b	21.00±3.81 ^b	53.4±8.8 ^b
30% LCM	162.8±20.6 ^b	21.81±2.33 ^b	50.8±8.9 ^b

^{1,2)}See the legends in Table 1.

^{a-c}Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05

간의 총 지질 및 중성지질 농도를 낮추는 효과가 나타났다. 식용버섯이 간의 지질 농도에 미치는 영향에 대한 연구로 다발구멍장이 버섯 분말[30], 느타리버섯의 에탄올 불용해성 잔사물[2], 목이버섯 분말[11] 및 표고버섯 열수추출 다당류[3], 동충하초의 자실체분말[19] 등이 간의 중성지질 농도를 감소시킨다는 보고와 본 실험결과도 비슷한

동충하초 균사체 액체배양액이 고지혈증 환쥐의 지질대사 및 효소활성에 미치는 영향

경향으로 동충하초 균사체 액체배양액의 성분인 다당류나 섬유소가 장에서 지질흡수를 자연시키거나 억제하여 간의 중성지질 농도를 낮추는 것으로 생각된다.

분의 지질 배설량

동충하초 균사체 액체배양액이 분의 지질 배설량에 미치는 영향을 조사한 바 Table 5와 같다. 분의 무게는 정상군과 각 실험군이 비슷하였으나, 분으로 배설된 총 지방, 콜레스테롤과 중성지질 함량은 정상군에 비하여 각 실험군이 유의하게 증가되었다. 분 중 총 지방 및 콜레스테롤 배설량은 고지방군과 각 수준별 동충하초 배양액군이 비슷하였으나, 중성지질 배설량은 고지방군에 비하여 20% 및 40% 동충하초 배양액군이 유의하게 증가되었다. 이는 동충하초 균사체 액체배양액의 성분인 다당류와 섬유소가 지질흡수를 억제하여 분으로 배설량을 증가시킨 것이라 할 수 있다.

혈청의 지질농도 변화

혈청의 지질농도 변화는 Table 6과 같다. 혈청의 중성지

질 농도는 고지방군에 비하여 10%와 20% 동충하초 배양액군은 비슷하였으나, 30% 동충하초 배양액군은 유의하게 감소되어 정상군과 비슷한 수준으로 중성지질 농도를 낮추는 효과가 나타났다. 이는 동충하초 균사체 배양액에 함유된 각종 다당류가 간의 중성지질 합성을 억제하여 혈액으로 중성지질 분비가 감소되기 때문이라 생각된다. HDL-콜레스테롤 농도는 고지방군에 비하여 각 수준별 동충하초 배양액군이 유의하게 증가되어 정상군과 비슷한 수준으로 동충하초 균사체 배양액이 HDL-콜레스테롤 농도를 증가시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도 및 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율은 고지방군과 각 수준별 동충하초 배양액군이 비슷한 수준으로 동충하초 균사체 배양액에 의한 영향은 나타나지 않았다. 동맥경화지수는 고지방군에 보다는 동충하초 배양액군들이 유의하게 감소되었으나 정상수준으로 낮추는 효과는 나타나지 않았다. 혈청의 인지질 농도는 정상군에 비하여 각 실험군이 유의하게 감소되었으나, 그러나 고지방군에 비하여 각 수준별 동충

Table 5. The fecal excretion and lipid of female rats fed experimental diets for 35 days

Groups ¹⁾	Feces dry weight (g/day)	Fecal lipids (mg/day)		
		total lipid	Cholesterol	Triglyceride
Normal	0.95±0.22 ^{2)NS3)}	29.44±8.95 ^a	3.44±0.99 ^a	0.28±0.14 ^a
High fat	0.91±0.22	53.75±12.03 ^b	5.36±1.38 ^b	0.95±0.38 ^b
10% LCM	1.07±0.21	67.12±15.16 ^{bc}	6.59±1.12 ^b	1.07±0.37 ^b
20% LCM	0.99±0.22	75.62±14.51 ^c	6.71±1.24 ^b	1.56±0.34 ^c
30% LCM	1.07±0.23	79.23±10.43 ^c	6.86±0.67 ^b	1.54±0.33 ^c

¹⁻³⁾See the legends in Table 1.

^{a-c}Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05

Table 6. Serum triglyceride, total cholesterol (A), HDL-cholesterol (B) concentrations, B/A ratio, and atherogenic index (AI) of male rats fed experimental diets for 35 days (mg/dL)

Groups ¹⁾	Triglyceride	Phospholipid	Total cholesterol	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol	(B)/(A) 100(%)	AI
Standard	105.3±26.2 ^{2)a}	198.1±28.5 ^c	129.3±23.9 ^a	36.6±4.2 ^b	71.6±12.0 ^a	28.3±3.5 ^b	2.53±0.51 ^a
High fat	155.7±28.9 ^b	128.4±25.8 ^a	250.2±37.1 ^b	30.3±4.8 ^a	189.8±24.1 ^b	12.1±2.4 ^a	7.25±0.84 ^c
10% LCM	151.5±25.9 ^b	156.4±20.2 ^b	253.2±30.4 ^b	36.5±4.5 ^b	186.4±20.3 ^b	14.4±2.6 ^a	5.94±0.81 ^b
20% LCM	123.1±21.0 ^a	166.9±22.6 ^b	267.1±34.3 ^b	37.4±4.7 ^b	202.9±23.6 ^b	14.0±2.8 ^a	6.14±0.80 ^b
30% LCM	109.1±18.8 ^a	163.5±20.0 ^b	267.7±35.1 ^b	37.4±4.4 ^b	208.4±25.5 ^b	14.3±2.4 ^a	6.15±0.78 ^b

^{1,2)}See the legends in Table 1.

^{a-c}Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05

고 진 복

하초 배양액군이 유의하게 증가되었음은 동충하초 균사체 배양액이 인지질 농도를 증가시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

Koh와 Choi[16]는 고콜레스테롤혈증을 유발한 흰쥐에 동충하초 밀리타리스의 균사체 분말을 3% 수준으로 급여 한 바 혈청의 중성지질, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있다고 하였으나, 3% 수준의 자실체 급여군은 혈청의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 동맥경화지수의 증가를 억제하지는 못하였다고 보고하였다. Koh[19]는 흰쥐에 고지방식이에 동충하초 자실체 및 균사체 분말을 3% 첨가한 식이로 5주간 사육한 결과 혈청의 중성지질 농도는 유의하게 감소하였으나 총 콜레스테롤 농도는 낮추지 못하였다고 하였다. 본 실험결과와 상기 Koh[19]의 보고와 유사한 경향이었다.

혈청의 단백질 및 혈당 농도

동충하초 균사체 액체배양액이 단백질 및 혈당 농도에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 혈당 농도, 혈청의 총 단백질, 알부민 농도 및 알부민/글로불린 비율

은 정상군과 고지방군 및 각 수준별 동충하초 배양액군이 비슷한 수준으로 동충하초 균사체 액체배양액 섭취에 따른 영향은 나타나지 않았다.

혈청의 효소활성

동충하초 균사체 액체배양액이 고지혈증을 유도한 암쥐의 간에 미치는 영향을 조사하고자 간 질환과 관련이 있는 효소활성을 측정한 결과는 Table 8과 같다. 혈청의 glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) 및 γ -glutamyltranspeptidase (γ -GTP) 활성은 정상군과 각 실험군이 비슷한 수준으로 정상범위[10]에 속하였다. Glutamic pyruvic transaminase (GPT)와 alkaline phosphatase (ALP) 활성은 정상군에 비하여 각 실험군이 유의하게 증가되었으며, 고지방군과 각 수준별 동충하초 배양액군은 비슷한 활성을 보여 동충하초 균사체 액체배양액 섭취에 따른 영향은 나타나지 않았다. 상기 효소들은 임상에서 간의 손상이나 간의 여러 종류의 질환에 임상적 지표로 이용된다. 본 실험결과 동충하초 균사체 액체배양액 섭취시 GPT, GOT, γ -GTP 및 ALP 활성이 고지방군과 유사한 경향으로 나타났음은 간 질환의 지표

Table 7. The serum protein and glucose concentrations of female male rats fed experimental diets for 35 days (mg/dL)

Groups ¹⁾	Total protein	Albumin	A/G ratio	Glucose
Normal	7.99 \pm 0.78 ^{2)NS}	4.16 \pm 0.34 ^{NS3)}	1.09 \pm 0.05 ^{NS}	144.3 \pm 18.8 ^{NS}
High fat	8.29 \pm 0.73	4.40 \pm 0.35	1.13 \pm 0.06	134.7 \pm 19.7
10% LCM	8.52 \pm 0.77	4.44 \pm 0.33	1.09 \pm 0.09	142.7 \pm 17.0
20% LCM	8.52 \pm 0.88	4.42 \pm 0.39	1.08 \pm 0.05	139.8 \pm 17.9
30% LCM	8.81 \pm 0.80	4.49 \pm 0.36	1.09 \pm 0.05	147.1 \pm 18.1

^{1,3)}See the legends in Table 1.

Table 8. The glutamic oxaloacetic transaminase (GOT), glutamic pyruvic transaminase (GPT), γ -glutamyltranspeptidase (γ -GTP) and alkaline phosphatase (ALP) activities in serum of female rats fed experimental diets for 35 days (U/L)

Groups ¹⁾	GOT	GPT	γ -GTP	ALP
Normal	123.9 \pm 15.4 ^{2)NS}	33.6 \pm 2.7 ^a	5.48 \pm 0.98 ^{NS3)}	65.3 \pm 10.8 ^a
High fat	142.1 \pm 21.0	55.3 \pm 9.0 ^b	4.75 \pm 0.83	87.5 \pm 17.9 ^b
10% LCM	139.8 \pm 18.0	62.5 \pm 9.8 ^b	4.39 \pm 1.09	94.2 \pm 16.2 ^b
20% LCM	130.3 \pm 24.9	65.3 \pm 9.4 ^b	4.38 \pm 1.03	97.3 \pm 19.6 ^b
30% LCM	120.3 \pm 18.2	61.5 \pm 8.8 ^b	4.18 \pm 1.11	94.3 \pm 15.0 ^b

^{1,3)}See the legends in Table 1.

^{a,b}Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05

로 이용되는 이러한 효소활성에는 특별한 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

요 약

동충하초(*C. militaris*)의 균사체 액체배양액이 고지방 식이를 섭취한 성숙한 암쥐의 생리활성에 미치는 영향을 평가하고자, 생후 30주령의 환쥐에 표준식이를 굽여한 정상군, 표준식이에 15% 돈지와 1% 콜레스테롤을 첨가한 식이를 굽여한 고지방군, 고지방 식이에 균사체 액체배양액을 각각 10%, 20% 및 30%씩 음료수에 혼합하여 굽여한 군 등 5군으로 나누어 5주간 사육하였다. 실험동물의 체중증가, 식이효율, 및 간의 무게는 고지방군과 각 수준별 균사체 배양액군이 비슷한 수준을 보였으나 정상군 보다는 유의하게 증가되었다. 간의 총 지질 농도, 간과 혈청의 중성지질 농도 및 동맥경화지수는 고지방군에 비하여 20%와 30% 균사체 배양액군이 유의하게 감소시키는 효과가 나타났다. 혈청의 HDL-콜레스테롤 농도는 고지방군에 비하여 각 수준별 균사체 배양액군이 유의하게 증가시키는 효과가 나타났다. 분중 중성지질 배설량은 고지방군에 비하여 20%와 30% 균사체 배양액군이 유의하게 증가되었다. 간과 혈청의 총 콜레스테롤 농도, 혈청의 LDL-콜레스테롤 농도, 분의 콜레스테롤 배설량, 및 혈청의 GPT와 ALP의 활성은 고지방군과 각 수준별 균사체 배양액군이 비슷한 경향으로 나타났으나 정상군 보다는 유의하게 증가되었다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율은 정상군에 비하여 각 실험군이 유의하게 감소되었다. 혈당, 혈청의 총 단백질과 알부민 농도, 알부민/글로불린 비율, 신장과 대퇴골의 무게, 혈청의 GOT와 γ -GTP의 활성은 정상군과 각 실험군이 비슷하여 정상 수준을 유지하였다. 이상의 결과로 보아 고지방 식이에 20% 및 30% 동충하초의 균사체 액체배양액 섭취가 간의 총 지질, 간과 혈청의 중성지질 농도 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있고, HDL-콜레스테롤 농도를 증가시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

참 고 문 현

1. Basith, M. and M. F. Madelin. 1968. Studies on the production of perithecial stromata by *Cordyceps militaris* in artificial culture. *Can. J. Bot.* **46**, 473-480.
2. Bobek, P., E. Ginter., L. Kuniak., J. Babala., M. Jurcovicova., L. Ozdin and J. Cerven. 1991. Effect of mushroom *Pleurotus ostreatus* and isolated fungal polysaccharide on serum and liver lipid in Syrian hamsters with hyperlipoproteinemia. *Nutrition* **7**, 105-109.
3. Choi, M. Y., S. S. Lim and T. Y. Chung. 2000. The effects of hot water soluble poly saccharides from *Lentinus edodes* on lipid metabolism in the rats fed butter yellow. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 294-299.
4. Evans, H. C. 1982. Entomogenous fungi in tropic forest ecosystem: an appraisal. *Ecological Entomology* **7**, 47-60.
5. Folch, J., M. Lees and G. S. H. Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
6. Friedewald, W. T., R. I. Levy and D. S. Fedreison. 1979. Estimation of concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* **18**, 499-508.
7. Frings, C. S. and R. T. Dunn. 1970. A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfophospho-vanillin reaction. *Am. J. Clin. Path.* **53**, 89-91.
8. Haglund, O., R. Loustarinen., R. Wallin., I. Wibell and T. Saldeen. 1991. The effect of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin. *Eur. J. Nutr.* **121**, 165-172.
9. Hubbel, H. R., E. C. Pequignot, D. H. Willis., C. Lee and R. J. Suhadolnik. 1985. Differential antiproliferative actions of 2', 5' oligo a trimer core and its cordycepin analogue on human tumor cells. *Int. J. Cancer* **36**, 389-394.
10. Kang, B. H., H. Y. Son., C. S. Ha., H. S. Lee and S. W. Song. 1995. Reference value of hematology and serum chemistry in Ktc: Sprague-Dawley rats. *Korean J. Lab. Ani. Sci.* **11**, 141-145.
11. Kim, G. J., H. S. Kim., S. H. Kim., H. S. Kim., W. J. Choi and S. Y. Chnng. 1994. Effects of the feeding mixture of mushrooms and vegetable oils on the lipid component and fatty acid composition on liver in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 736-742.
12. Kim, S. O. and M. Y. Lee. 2001. Effects of ethylacetate fraction of onion on lipid metabolism in high cholesterol-fed rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 673-

고 진 복

- 678.
13. Kinjo, N., Y. Kaizu., N. Taketomo and A. Tsunoo. 1996. Physiological activities of the extracts from cultured mycelial of *Cordyceps militaris* (Vuill) Fr. *Bull. Gen. Educ. Tokyo Med. Dent. Univ.* **26**, 7-14.
 14. Klenow, H. and K. Overgaard-Hansen. 1964. Effect of cordycepin triphosphate on the incorporation of (8^{-14}C) adenine and (^{37}P) orthophosphatic into the acid-soluble ribotides of Ehrlich mouse ascites tumour cells. *Biochem. Biophys. Acta* **80**, 500-504.
 15. Kobayashi, Y. and D. Shimizu. 1983. *Iconography of vegetable wasps and plant worms*. pp. 280-285, Hoikusha Pub. Co. Ltd., Osaka.
 16. Koh, J. B. and M. A. Choi. 2001. Effect of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism in rats fed cholesterol diet. *Korean J. Nutrition* **34**, 265-270.
 17. Koh, J. B. 2001. Effect of fruiting body of *Cordyceps militaris* on growth, lipid and protein metabolism and enzyme activities in male rats. *Korean J. Nutrition* **34**, 741-747.
 18. Koh, J. B. 2002. Effect of mycelium of *Cordyceps militaris* on growth, lipid metabolism and protein levels in male rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **31**, 685-690.
 19. Koh, J. B. 2002. Effect of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism, protein levels and enzyme activities in rats fed high fat diet. *Korean J. Nutrition* **35**, 414-420.
 20. Kuo, Y. C., C. Y. Lin., W. J. Tasi., C. L. Wu., C. F. Chen and M. S. Shiao. 1994. Growth inhibitors against tumor cells in *Cordyceps sinensis* other than cordycepin and polysaccharides. *Cancer Invest.* **12**, 611-615.
 21. Lee, J. S., K. H. Lee and J. H. Jeong. 1999. Effects of extract of *Pueraria radix* on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 218-224.
 22. Mains, E. B. 1985. North American entomogenous *Cordyceps*. *Mycologia* **50**, 169-222.
 23. Manabe, N., M. Sugimoto., Y. Azuma., N. Taketomo and H. Miyamoto. 1996. Effects of the mycelial extract of cultured *Cordyceps sinensis* on *in vivo* hepatic energy metabolism in the mouse. *Jpn. J. Pharmacol.* **70**, 85-88.
 24. Park, H. Y., H. D. Yoon and E. G. Oh. 2001. Effect of *Meristotheca papulosa* on lipid concentration of serum and liver in rats fed high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 107-111.
 25. Park, P. S. 1990. Influence of some vegetable seed oil feeds on body lipid composition in rats. *Ph D Dissertation*, Kyungsang University.
 26. Pen, X. 1995. The cultivation of *Cordyceps militaris* fruit body on artificial media and the determination of SDS activity. *Acta Edulis Fungi* **2**, 25-28.
 27. Reeves, P. G., F. H. Nielsen and G. C. Fahey. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J. Nutr.* **123**, 1939-1951.
 28. Scheftman, G., M. Patsches and E. A. Sasse. 1996. Variability in cholesterol of measurements: comparison of calculated and direct LDL cholesterol determinations. *Clin. Chem.* **42**, 732-737.
 29. Shimizu, D. 1994. *Color iconography of vegetable wasps and plant worms*. pp. 381-387, Seibundo Shinkosha. Japan.
 30. Sugiyama, K., S. Saeki and Y. Ishiguro. 1992. Hypercholesterolemic activity of ningyotake (*Polyporus confluens*) mushroom in rats. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.* **45**, 265-270.
 31. Sung, J. M. 1996. *Cordyceps of Korea*. pp. 13-18, Kyō-Hak Publishing Co. Seoul.
 32. Sung, H. M., Y. S. Choi., H. K. Lee., S. H. Kim., Y. O. Kim and G. H. Sung. 1999. Production of fruiting body using cultures of entomopathogenic fungal species. *Korean J. Mycology* **27**, 15-19.
 33. Warnick, G. R., R. H. Knopp., V. Fitzpatrick., L. Branson. 1990. Estimating low density lipoprotein cholesterol by the Friedewald equation is adequate for classifying patient on the basis of nationally recommended cut points. *Clin. Chem.* **36**, 15-19.
 34. Zhu, J. S., G. M. Halpern and K. Jones. 1998. The scientific rediscovery of an ancient Chinese herbal medicine, *Cordyceps sinensis* Part I. *J. Altern. Complement Med.* **4**, 289-303.
 35. Zhu, J. S., G. M. Halpern and K. Jones. 1998. The scientific rediscovery of an ancient Chinese herbal regimen, *Cordyceps sinensis* Part II. *J. Altern. Complement Med.* **4**, 2429-2457.

(Received February 4, 2003; Accepted May 19, 2003)