

# 동충하초(*Cordyceps Militaris*)가 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향\*

고진복<sup>§</sup> · 최미애\*\*

신라대학교 생명과학과, 양산대학 식품가공제과제빵과\*\*

## Effect of *Cordyceps Militaris* on Lipid Metabolism in Rats Fed Cholesterol Diet

Koh, Jin-Bog<sup>§</sup> · Choi, Mi-Ae\*\*

Department of Life Science, Silla University, Pusan 616-736, Korea

Department of Food Processing and Baking, Yangsan College, Kyungnam 626-740, Korea

### ABSTRACT

The effects of *Cordyceps militaris* on the weight gain, the food intake, the food efficient ratio, and the lipid concentrations of serum, liver, pancreas, heart and aorta in male rats fed cholesterol diet were studied. Male Sprague-Dawley rats were received 4 types of diets for 4 weeks, respectively : a normal diet(without cholesterol), a control diet(hypercholesterolemic diet), a hypercholesterolemic diet supplemented with 3% fruiting body of *Cordyceps militaris*(CF), a hypercholesterolemic diet supplemented with 3% mycelium of *Cordyceps militaris*(CM). The body weight gain of rats fed the control diet were significantly increased compared to those of the rats fed diets with CF or CM. But, the hepatic and pancreatic weights of rats fed diets with CF or CM were heavier than those of rats fed the normal diet. In serum of rats fed the CM diet, the concentrations of total cholesterol, triglyceride, LDL-cholesterol and the atherogenic index were significantly lower than those of rats fed the control diet. Also, serum HDL-cholesterol concentration and HDL-cholesterol/total cholesterol ratio were significantly lower in rats fed the control, CF or CM diets than those in rats fed the normal diet. Whereas, the hepatic concentrations of the total lipid, the total cholesterol and the triglyceride were significantly higher in rats fed 3 hypercholesterolemic diets than those in the rats fed normal diet. The heart and pancreatic concentrations of total cholesterol were the highest in the rats fed diet with the CF among rats fed experimental diets. In conclusion, the CM feeding decreased the concentrations of the cholesterol, triglyceride, and LDL-cholesterol and the atherogenic index in the serum of the rats. But the CF or CM feeding could not decrease the hepatic concentrations of the total lipid, cholesterol, triglyceride in the rats fed hypercholesterolemic diets. (*Korean J Nutrition* 34(3) : 265~270, 2001)

**KEY WORDS:** *Cordyceps militaris*, cholesterol, triglyceride, LDL-cholesterol, atherogenic index.

### 서론

동충하초(冬蟲夏草)는 곤충을 기주로하여 자실체를 발생 하는 버섯으로 현재 전 세계적으로 수백 여종이 알려져 있고,<sup>1-4)</sup> 국내에서는 80 여종이 알려져 있다.<sup>5)</sup> 모든 종의 동충하초가 약용으로 이용되는 것은 아니고 그 중에서 자낭균강 맥각균과 코디셉스속(*Cordyceps* sp.)의 동충하초가 고대로부터 중국에서 결핵, 천식, 마약중독해독, 자양강장제 등의 한약재로 사용된다.<sup>6-9)</sup> 약용으로 이용되는 대표적인 동충하

초는 중국산 동충하초인 *Cordyceps sinensis*이고, 이것 외에도 *Cordyceps militaris*, *Cordyceps martialis*, *Cordyceps opihoglossides*, *Cordyceps sobolifera*, *Cordyceps hawkesii*, *Cordyceps beauveria*, *Cordyceps bassiana* 등의 7종의 동충하초가 현재 약용으로 이용되고 있다.<sup>7)</sup> 그리고 *Paecilomyces japonica* 종은 국내에서 개발한 품종으로 보통 눈꽃동충하초라고 한다. 동충하초의 유용성분은 층초소(cordycepin), 층초산(cordycepic acid), 아미노산, 다당류, 비타민 전구체 등으로 알려져 있다.<sup>10-11)</sup> *Cordyceps militaris*에서 분리한 층초소(3-deoxyadenosin)는 m-RNA의 합성을 저해하고, 항세균, 항진균, 면역증강 및 항암효과가 있는 것으로 알려져 있다.<sup>12-18)</sup> 동충하초는 국내 일부지역에 분포되어 있으나 다량의 채취가 어려우므로 곡물배지를 이용한 인공재배기술이 개발되어<sup>6,19-20)</sup> 국내에서도 대량생산이 가능하여졌다.

접수일 : 2001년 2월 17일

채택일 : 2001년 3월 26일

\*This research was supported by 2000 research grants from Silla University..

<sup>§</sup>To whom correspondence should be addressed.

Park와 Choi<sup>21)</sup>는 인공 재배한 *Cordyceps militaris*의 자실체와 균사체 추출물의 성분분석 결과 올레산과 리놀레산이 지방산의 70~85% 이고, 총초소가 중국산 동충하초 보다 함량이 높았다고 하였다. Choi<sup>22)</sup>등은 인공 재배한 *Cordyceps militaris*의 추출물을 병원성 미생물에 항균 실험한 결과 *Vibrio* spp.에서 높은 항균력을 보였고, Gram 양성 세균인 *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacterium xerosis* 등에서도 높은 항균력이 나타났다고 하였다.

이상의 연구내용에서 다양한 약리작용이 알려지고 또한 성인병 치료제로 이용되고 있으나, 동충하초가 순환기질환에 미치는 영향에 대한 체계적인 임상실험 보고는 드문 실정이다. 따라서 본 연구는 인공 배양한 동충하초(*Cordyceps militaris*)의 자실체와 균사체가 고지혈증을 유도한 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향을 관찰하고자 생후 12주령의 숫컷 흰쥐를 대상으로 하여 고콜레스테롤 식이에 동충하초 자실체와 균사체 분말을 사료에 3% 혼합하여 4주간 급여하고, 체중변화, 식이효율, 혈청과 장기의 지질농도를 조사하였다.

## 실험 재료 및 방법

### 1. 동충하초의 분말제조 및 성분분석

고려식료(주)에서 인공 재배한 동충하초(*Cordyceps militaris*)의 자실체 및 균사체를 감압하에서 약 40℃로 18시간 건조하여 분쇄기로 균질하게 분쇄하여 실험재료로 사용하였다. 동충하초의 자실체는 수분 6.51%, 조단백질 35.87%, 조지방 0.86%, 회분 4.36%이고, 균사체는 수분 3.42%, 조단백질 12.13%, 조지방 1.84%, 회분 2.0%이며, 그 외 탄수화물과 기타 성분은 측정하지 않았다. 동충하초의 자실체 및 균사체 분말을 2, 3 및 4% 수준으로 첨가한 식이로 성장기 흰쥐를 5주간 사육한바 성장율은 2 및 3%의 자실체군에 비하여 4% 자실체군이 낮았으나, 균사체군은 각 수준별로 비슷하였다. 식이섭취량 및 식이효율은 첨가 수준에 의한 차이가 없었다. 이에 본 실험에서는 중간 수준을 택하여 동충하초의 자실체 및 균사체 분말을 실험식이에 3% 수준으로 첨가하였다.

### 2. 실험동물의 식이 및 사육

동물은 본 대학 사육실에서 고휘사료(삼양유지사료)로 사육한 생후 12~13주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 1주간 대조식으로 적응기간을 거친후 평균체중이 324.8±10g의 동물을 각 군에 6마리씩 4군으로 나누었다. 실험 식이의 조성은 Table 1과 같다. 정상군, 대조군(1% 콜레스

Table 1. Composition of experimental diets(g%)

Components	Normal	Control	CF	CM
Casein	16.0	16.0	16.0	16.0
Corn starch	59.0	59.0	56.0	56.0
Sucrose	10.0	10.0	10.0	10.0
Corn oil	5.0	5.0	5.0	5.0
Mineral <sup>1)</sup>	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin <sup>2)</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
DL-Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Cellulose	5.0	5.0	5.0	5.0
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2
Cholesterol	-	1.0	1.0	1.0
Sodium choleate	-	0.25	0.25	0.25
C. fruiting body <sup>3)</sup>	-	-	3.0	-
C. mycelium <sup>4)</sup>	-	-	-	3.0

1,2): AIN-93-MX mineral and AIN-93-VX vitamin mixture<sup>23)</sup>.

3): Fruiting body of *Cordyceps militaris* powder.

4): Mycelium of *Cordyceps militaris* powder.

테롤 첨가군), 동충하초의 자실체군(1% 콜레스테롤 식이에 3% 자실체 혼합군) 및 동충하초 균사체군(1% 콜레스테롤 식이에 3% 균사체 혼합군) 등 4군으로 나누어 해당 식이로 4주간 사육하였다. 실험실의 사육 조건은 온도 22±2℃, 습도 55~60%를 항상 유지시켰고, 명암은 12시간(07:00~19:00)을 주기로 자동 조절하였으며, 물과 사료는 자유로 먹게 하였다.

### 3. 식이섭취량, 식이효율 및 체중증가

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

### 4. 시료제취 및 분석

실험기간 종료일에 16시간 절식시킨 실험동물을 ethyl ether로 마취하고 심장에서 채혈하였다. 채혈된 혈액은 실온에서 30분간 응고시킨 후 3,000rpm에서 20분간 원심분리한 혈청을 분석시료로 사용하였다. 장기는 채혈 후 즉시 패어 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다.

혈액의 hemoglobin은 cyanmethemoglobin법<sup>24)</sup>으로 측정하였다. 혈청의 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도는 자동생화학분석기(Autohumalyzer 900S, Germany)로 측정하였다. 유리 콜레스테롤은(영연화학, Japan) kit 시약으로 측정하였고, LDL-cholesterol은 Fridwald 등<sup>25)</sup>에 의한 계산법으로 산출하였고, 동맥경화지수(atherogenic index: AI)는 Haglund 등<sup>26)</sup>의 방법

에 따라서  $AI = (total\ cholesterol - HDL - cholesterol) / HDL - cholesterol$  식으로 계산하였다.

간, 췌장, 심장 및 대동맥의 지질은 Folch법<sup>27)</sup>으로 추출하여 지질측정용으로 사용하였다. 각 장기의 총 지질은 phospho-vanillin법,<sup>28)</sup> 중성지질(영연화학, Japan), 인지질(PL-E(OM), Iatron, Japan), 총 콜레스테롤(Cholesterol-C, 영연화학, Japan) 농도는 각각의 측정용 kit 시약으로 측정하였다.

5. 통계처리

본 연구의 실험결과는 평균치와 표준편차로 나타내었고, SPSS를 이용하여 실험군간의 유의성은 ANOVA로 검증한 후  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 비교분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 혈액소 농도

실험동물의 출발체중(325.2~329.7g)은 모든 식이군이 비슷하였고, 4주간의 실험식이 급여결과 실험동물의 혈액소 농도는 정상군  $14.9 \pm 1.01$ , 대조군(1% 콜레스테롤 첨가군)  $16.0 \pm 1.26$ , 자실체군(1% 콜레스테롤과 동충하초 자실체 첨가군)  $15.8 \pm 0.77$  및 군사체군(1% 콜레스테롤과 동충하초 군사체 첨가군)  $15.2 \pm 0.21g/dL$  범위로 각 실험군이 비슷한 경향으로 정상 수준을 유지하였다.<sup>29-30)</sup>

2. 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

4주간의 실험식이 급여결과 실험동물의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 2과 같다. 체중증가량은 정상군에 비하여 대조군(1% 콜레스테롤 첨가군)이 유의하게 증가되었다. Anderson<sup>31)</sup>등은 10주령된 쥐에 3주간 실험식이 사육한 바 정상식이군에 비해 1% 콜레스테롤 첨가군이 12% 증가되었다고 하였고, Kim<sup>32)</sup>등도 성장기 쥐에 1% 콜레스테롤 첨가군이 정상군 보다 유의하게 체중과 간의 무게가 증가되었다고 하였다. 본 실험의 결과도 상기보고와 일

치하였다. 대조군에 비하여 자실체군(1% 콜레스테롤과 동충하초 자실체 첨가군) 및 군사체군(1% 콜레스테롤과 동충하초 군사체 첨가군)의 체중증가가 유의하게 낮았다. 자실체군 및 군사체군의 체중증가량은 정상군과 비슷하였다. 이는 동충하초가 콜레스테롤식을 섭취한 쥐의 체중증가를 억제하여 정상체중을 유지시키는 것이라고 할 수 있다. 각 식이군의 식이섭취량 및 식이효율은 체중증가량과 비슷한 경향으로, 대조군이 각 식이군에 비하여 다소 증가되었으나 통계적으로는 유의한 차이는 나타나지 않았다.

3. 혈청의 지질농도 변화

혈청의 지질농도는 Table 3 및 4와 같다. 혈청의 총 지질 및 중성지질 농도는 정상군과 대조군 및 자실체군은 비슷한 수준을 보였으나, 대조군에 비하여 군사체군이 유의하게 감소되었다. 선행연구보고에 의하면 정상식이군과 콜레스테롤 첨가식이군 간의 중성지질농도 변화에 관한 연구에서 동일한 량의 지방식이에 콜레스테롤 첨가시 혈청의 중성지질 농도가 증가되었다는 보고<sup>32-33)</sup>도 있고, 반면 중성지질 농도에는 영향을 주지 않는다는 상반된 보고<sup>31,34-37)</sup>가 있다. 본 실험에서는 정상군과 대조군의 중성지질 농도가 비슷하였음은 콜레스테롤 첨가에 의한 중성지질 농도는 변화를 보이지 않았으므로 상기<sup>31,34-37)</sup> 중성지질 농도에는 영향을 주지 않는다는 보고와 일치하였다. 그러나 대조군과 자실체군에 비하여 군사체군이 혈청 중성지질 농도가 유의하게 낮았으므로 동충하초의 군사체가 혈청의 중성지질 농도를 낮추어 주는 효과가 있는 것으로 생각된다.

Table 3. The lipids level of serum in male rats (mg/dl)

Group <sup>1)</sup>	Total lipid	Triglyceride	Phospholipid
Normal	441.7 ± 67.5 <sup>2a)</sup>	80.07 ± 11.19 <sup>b)</sup>	166.2 ± 11.8 <sup>b)</sup>
Control	462.5 ± 47.4 <sup>b)</sup>	86.43 ± 16.19 <sup>b)</sup>	153.0 ± 9.8 <sup>bc)</sup>
CF	434.2 ± 66.0 <sup>b)</sup>	79.89 ± 13.87 <sup>b)</sup>	143.0 ± 14.8 <sup>bc)</sup>
CM	345.7 ± 52.7 <sup>a)</sup>	55.75 ± 10.67 <sup>a)</sup>	124.1 ± 15.3 <sup>a)</sup>

1,2: See the legend of Table 2.

a-c: Values within a column with different superscripts letters are significantly different at  $p < 0.05$

Table 2. The body weight gain, food intake and food efficiency ratio(FER) of male rats fed experimental diets for 28 days

Group <sup>1)</sup>	Body weight(g)			Food intake(g/day)	FER(%)
	Initial	Final	Gain		
Normal	329.7 ± 16.1 <sup>2)NS</sup>	382.1 ± 17.5 <sup>NS</sup>	52.4 ± 8.5 <sup>a)</sup>	18.24 ± 1.88 <sup>NS</sup>	10.64 ± 1.03 <sup>NS</sup>
Control	325.2 ± 10.1	389.0 ± 18.5	63.8 ± 8.7 <sup>b)</sup>	19.69 ± 2.03	12.00 ± 1.23
CF	328.0 ± 11.5	377.0 ± 16.8	48.9 ± 6.4 <sup>a)</sup>	18.37 ± 2.20	10.86 ± 1.34
CM	326.3 ± 13.9	378.7 ± 17.5	52.3 ± 7.6 <sup>a)</sup>	18.34 ± 2.18	10.56 ± 1.28

1): Group abbreviations; Normal = normal group, Control = normal diet + 1% cholesterol group, CF = normal diet + 1% cholesterol + 3% fruiting body of *Cordyceps militaris* powder, CM = normal diet + 1% cholesterol + 3% mycelium of *Cordyceps militaris* powder.

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

a-b: Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at  $p < 0.05$

인지질 농도는 총 지질 농도와 비슷한 경향으로 정상군에 비하여 자실체군과 균사체군이 유의하게 감소되었고, 대조군에 비하여 균사체군이 유의하게 감소되었으나 자실체군은 비슷한 농도를 보였다. 콜레스테롤식이 인지질의 농도를 감소시키는 것으로 나타났으나 정상 쥐 혈청의 인지질 농도는 98.4~181.8mg/dL로<sup>30)</sup> 본 실험결과는 정상 범위 내에 속하였다.

혈청의 콜레스테롤 농도는 여러 보고<sup>31-39)</sup>에서 고콜레스테롤급여시 증가된다고 하였다. 본 실험에서 혈청의 총 콜레스테롤 농도는 정상군에 비하여 대조군 및 자실체군이 다소 증가되었음은 상기 보고<sup>31-39)</sup>와 비슷한 경향으로 나타났다. 그러나 균사체군은 대조군보다 유의하게 감소되어 정상군과 비슷한 수준을 보였음은 균사체 식이가 혈청의 중성지질과 콜레스테롤을 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다.

혈청의 유리 콜레스테롤 농도는 대조군에 비하여 균사체

군이 다소 낮았으나 그의 각군은 비슷하였다. Zhang<sup>35)</sup>등은 성장기 쥐에 콜레스테롤 첨가 식이로 3주간 사육시 혈장 유리 콜레스테롤 농도가 유의하게 증가되었다고 하였는데, 본 실험결과와 상이하였음은 식이중 지방함량의 차이나 또는 실험동물의 주령의 차이에 기인한 것으로 생각된다.

HDL-콜레스테롤 농도는 정상군에 비하여 각 식이군이 유의하게 낮았다. LDL-콜레스테롤농도는 정상군에 비하여 대조군은 유의하게 증가되었으나, 자실체군과 균사체군은 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 균사체군은 대조군보다 유의하게 감소되어 정상군과 비슷한 수준을 보였다. 콜레스테롤 첨가 식이가 HDL-콜레스테롤 농도를 감소시키고, LDL-콜레스테롤 농도는 증가된다는 보고<sup>32,37-39)</sup>와 본 실험결과도 유사한 경향이었으나 균사체군은 LDL-콜레스테롤 농도를 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율은 정상군에 비하여

**Table 4.** The cholesterol level and atherogenic index(AI) of serum in male rats(mg/dl)

Group <sup>1)</sup>	Total	Free	HDL-	LDL-	HDL-C/T-C(% <sup>3)</sup> )	AI <sup>4)</sup>
Normal	129.9 ± 24.5 <sup>2ab</sup>	24.47 ± 5.84 <sup>NS</sup>	32.05 ± 3.86 <sup>b</sup>	77.90 ± 16.27 <sup>a</sup>	24.76 ± 1.70 <sup>b</sup>	3.05 ± 0.27 <sup>a</sup>
Control	148.4 ± 27.7 <sup>b</sup>	23.87 ± 4.86	26.62 ± 2.88 <sup>a</sup>	104.49 ± 21.84 <sup>b</sup>	18.24 ± 2.18 <sup>a</sup>	4.56 ± 0.52 <sup>c</sup>
CF	140.4 ± 25.1 <sup>b</sup>	22.61 ± 5.95	25.34 ± 3.81 <sup>a</sup>	99.15 ± 20.84 <sup>ab</sup>	18.42 ± 2.46 <sup>a</sup>	4.50 ± 0.42 <sup>c</sup>
CM	110.3 ± 21.1 <sup>a</sup>	18.68 ± 6.57	22.48 ± 3.84 <sup>a</sup>	76.69 ± 16.80 <sup>a</sup>	20.45 ± 1.45 <sup>a</sup>	3.91 ± 0.36 <sup>b</sup>

1,2): See the legend of Table 2. NS: Not significant 3): HDL-C/T-C = (HDL-cholesterol ÷ Total Cholesterol) × 100

4): AI = (Total cholesterol-HDL-cholesterol) ÷ HDL-cholesterol.

a-b: Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p < 0.05

**Table 5.** The weight of organ and lipids level in male rats

Group <sup>1)</sup>	Organ(wt./100g BW) <sup>3)</sup>	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride	Phospholipid
	Liver (g)		mg/g wet weight		
Normal	2.46 ± 0.15 <sup>2a</sup>	67.06 ± 7.73 <sup>a</sup>	6.31 ± 0.55 <sup>a</sup>	35.48 ± 3.64 <sup>a</sup>	22.09 ± 1.24 <sup>b</sup>
Control	3.19 ± 0.18 <sup>b</sup>	153.09 ± 14.30 <sup>bc</sup>	24.77 ± 5.44 <sup>b</sup>	96.67 ± 12.65 <sup>b</sup>	19.18 ± 1.27 <sup>a</sup>
CF	3.12 ± 0.22 <sup>b</sup>	177.12 ± 26.11 <sup>c</sup>	25.21 ± 4.01 <sup>b</sup>	96.12 ± 20.65 <sup>b</sup>	23.10 ± 2.24 <sup>b</sup>
CM	3.19 ± 0.39 <sup>b</sup>	141.59 ± 21.86 <sup>b</sup>	21.75 ± 3.28 <sup>b</sup>	86.62 ± 19.43 <sup>b</sup>	22.27 ± 2.40 <sup>b</sup>
	Pancreas (mg)		mg/g wet weight		
Normal	259 ± 17 <sup>a</sup>	36.52 ± 3.96 <sup>NS</sup>	2.85 ± 0.24 <sup>a</sup>	19.51 ± 2.62 <sup>NS</sup>	12.72 ± 2.50 <sup>NS</sup>
Control	316 ± 39 <sup>b</sup>	39.79 ± 8.33	3.41 ± 1.09 <sup>ab</sup>	21.37 ± 5.77	13.29 ± 2.48
CF	308 ± 33 <sup>b</sup>	39.04 ± 3.99	3.98 ± 0.30 <sup>b</sup>	21.46 ± 2.72	11.60 ± 2.24
CM	303 ± 37 <sup>b</sup>	41.36 ± 5.72	3.03 ± 0.74 <sup>a</sup>	23.61 ± 5.54	13.20 ± 2.53
	Heart (mg)		mg/g wet weight		
Normal	318 ± 20 <sup>NS</sup>	18.89 ± 2.28 <sup>NS</sup>	1.26 ± 0.32 <sup>a</sup>	5.31 ± 0.68 <sup>NS</sup>	11.69 ± 1.87 <sup>NS</sup>
Control	329 ± 13	21.83 ± 3.94	1.07 ± 0.18 <sup>a</sup>	6.15 ± 1.87	14.07 ± 2.75
CF	319 ± 10	22.67 ± 4.07	1.69 ± 0.35 <sup>b</sup>	5.95 ± 0.46	14.18 ± 3.81
CM	320 ± 29	21.67 ± 3.75	1.29 ± 0.70 <sup>a</sup>	5.55 ± 1.49	12.64 ± 4.13
	Aorta		mg/g wet weight		
Normal	Not	20.21 ± 3.24 <sup>NS</sup>	2.36 ± 0.59 <sup>NS</sup>	13.10 ± 2.89 <sup>NS</sup>	3.56 ± 0.61 <sup>NS</sup>
Control	determined	20.03 ± 5.45	2.18 ± 0.45	13.22 ± 4.59	3.74 ± 1.49
CF		17.69 ± 4.60	1.90 ± 0.69	11.49 ± 3.00	3.34 ± 1.05
CM		19.52 ± 4.46	2.03 ± 1.02	12.81 ± 3.35	3.66 ± 0.96

1,2): See the legend of Table 2. NS: Not significant 3): Organ weight/100g body weight.

a-c: Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p < 0.05

각 실험군이 유의하게 낮았다. 동맥경화지수는 정상군보다 각 실험군이 유의하게 높았으나, 군사체군은 대조군 보다 유의하게 감소되었다.

이상의 결과로 보아 동충하초의 군사체 첨가로 혈청의 중성지질 농도, 총 콜레스테롤 농도, LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 나타났다. 그러나 HDL-콜레스테롤 농도와 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율을 증가시키지는 못하였다.

#### 4. 장기 무게 및 지질 농도 변화

4주간의 실험식이 급여결과 실험동물의 각 장기무게와 지질농도는 Table 5와 같다.

체중 100g 당 간의 무게는 정상군에 비하여 1% 콜레스테롤 첨가군인 대조군, 자실체군 및 군사체군에서 유의하게 증가되었다. 선행연구<sup>32,36)</sup>에서도 콜레스테롤 첨가군이 정상군 보다 간의 무게가 유의하게 증가되었다는 보고와 본 실험결과가 일치되며, 이는 식이에 콜레스테롤 첨가로 간에 지방 축적으로 간의 비대가 된 것이라 할 수 있다. 그러므로 대조군과 자실체군 및 군사체군이 비슷한 간의 무게를 보였음은 동충하초가 간의 비대를 억제하지는 못하였음을 의미한다.

간의 총 지질, 중성지질 및 콜레스테롤 농도는 정상군에 비하여 대조군에서 유의하게 증가되었고,<sup>31,36)</sup> 대조군과 자실체군 및 군사체군은 비슷한 농도를 보여 동충하초가 간의 중성지질농도와 콜레스테롤 농도의 증가를 억제하는 효과는 나타나지 않았다. 인지질농도는 대조군에 비하여 자실체군과 군사체군은 유의하게 증가되어 정상군과 비슷한 수준으로 동충하초의 자실체와 군사체가 간의 인지질 농도를 정상수준으로 높여주는 것으로 나타났다.

체중 100g 당 췌장의 무게는 정상군에 비하여 콜레스테롤 첨가한 각 식이군이 유의하게 증가되어 본실험에서 간의 무게 증가와 유사한 경향으로 동충하초의 자실체나 군사체군과 고콜레스테롤 섭취로 췌장의 무게가 증가되는 것을 억제하는 효과는 나타나지 않았다. 췌장의 총 지질, 중성지질 및 인지질 농도는 각 실험군이 비슷한 수준으로 식이에 콜레스테롤 첨가시 동충하초의 영향은 나타나지 않았다. 췌장의 콜레스테롤 농도는 자실체군이 가장 높았고 군사체군은 정상군과 비슷하였다.

체중 100g 당 심장의 무게는 정상군과 각 실험군이 차이를 보이지 않았다. 심장의 콜레스테롤 농도는 자실체군이 가장 높았으나 군사체군은 정상군과 비슷하여 췌장과 유사한 경향을 보였다. 대조군 보다 자실체군에서 췌장과 심장

의 콜레스테롤 농도가 증가되었음은 앞으로 연구가 되어야 하겠다. 심장의 총 지질, 중성지질 및 인지질 농도는 각 실험군이 비슷한 수준으로 식이에 콜레스테롤 첨가시 동충하초의 영향은 나타나지 않았다. 대동맥의 각 지질 농도는 실험군간에 차이가 없었다

## 결론

동충하초(*Cordyceps militaris*)의 자실체와 군사체가 고콜레스테롤 식이를 섭취한 흰쥐의 지질대사에 미치는 효과를 평가하고자 생후 13주령된 흰쥐에 표준식이를 급여한 정상군, 콜레스테롤 식이를 급여한 대조군, 콜레스테롤 식이에 3% 자실체 및 군사체를 각각 3%씩 첨가한 식이를 급여한 자실체군 및 군사체군 등 4군으로 나누고, 각 실험식으로 4주간 사육한 결과는 다음과 같다.

실험동물의 체중 증가량은 정상군에 비하여 대조군만 유의하게 증가하였고, 자실체군 및 군사체군은 정상군과 비슷하였다. 체중 100g 당 간과 췌장의 무게는 정상군에 비하여 각 실험군이 유의하게 증가하였다. 식이섭취량, 식이효율 및 혈액소 농도는 정상군과 각 실험군이 비슷한 수준을 유지하였다.

혈청의 총 지질, 총 콜레스테롤, 중성지질, 및 인지질 농도는 대조군에 비하여 군사체군이 유의하게 감소되고, 총지질과 중성지질 농도는 정상군 보다도 군사체군이 낮았다. 혈청의 HDL-콜레스테롤 농도와 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율은 정상군에 비하여 각 실험식이군이 유의하게 감소되었다. 혈청의 LDL-콜레스테롤 농도는 대조군에 비하여 군사체군이 유의하게 감소되었어 정상군과 비슷하였다. 동맥경화지수는 정상군에 비하여 각 실험군이 유의하게 증가하였으나, 군사체군은 대조군 보다 유의하게 감소하였다.

간의 총 지질, 총 콜레스테롤 및 중성지질 농도는 정상군에 비하여 각 실험군이 유의하게 증가되었고, 대조군에 비하여 군사체군이 다소 감소되었다. 췌장과 심장의 총 콜레스테롤 농도는 정상군에 비하여 자실체군이 유의하게 증가되었으나 대조군과 군사체군은 비슷하였다. 대동맥의 각 지질 농도는 실험군간에 차이가 없었다.

이상의 결과로 보아 동충하초의 군사체가 혈청의 총 지질, 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 중성지질 농도 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 자실체나 군사체가 간의 총 지질, 콜레스테롤 및 중성지질 농도의 증가를 억제하지는 못하였다.

## Literature cited

- 1) Petch T. *Cordyceps militaris* and *Isaria farinosa*. *Trans Brit Mycol Soc* 20: 216-224, 1936
- 2) Mathiexon J. *Cordyceps aphodii*, a new species, on pasture cockchater grubs. *Trans. Brit Mycol Soc* 32: 113-120, 1949
- 3) Coppel HC, Mertins JW. Biological control Insect pest suppression. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York, pp.17-18, 1977
- 4) Mains EB. North American entomogenous *Cordyceps*. *Mycologia* 50: 169-222, 1985
- 5) Sung JM. *Cordyceps* of Korea. Kyo-Hak publishing co. Seoul, pp.13-18, 1996
- 6) Kobayasi Y. The genus *Cordyceps* and its allies. *Sci Rept Tokyo Bunrika daikaku Sect B* 5: 253-260, 1940
- 7) Jianzhe Y, Xiaolan M, Qiming M, Yichen Z, Huaan W. Icons of Medicinal Fungi from China Science Press China, pp.575, 1989
- 8) Humber RA. Fungal pathogens of insects, spiders, and mites; isolation, preservation and identification. USDA Agricultural Research Service 1990
- 9) Shimizu D. Color iconography of vegetable wasps and plant worms. Seibundo Shinkosha. Japan, pp.381, 1994
- 10) Zhu JS, Halpern GM, Jones K. The scientific rediscovery of an ancient Chinese herbal medicine. *Cordyceps sinensis* Part II. *J Altern Complement Med* 4(3): 289-303, 1998
- 11) Kuo YC, Lin CY, Tasi WJ, Wu CL, Chen CF, Shiao MS. Growth inhibitors against tumor cells in *Cordyceps sinensis* other than cordycepin and polysaccharides. *Cancer Invest* 12: 611-615, 1994
- 12) Cunningham KG, Manson W, Spring FS, Hutchinson SA. Cordycepin, a metabolic product from cultures of *Cordyceps militaris*(Linn.) Link *Nature* 166: 949-954, 1950
- 13) Jagger DV, Kredich NM, Guarino AJ. Inhibition of Ehrlich mouse ascites tumour growth by cordycepin. *Cancer Res* 21: 216-220, 1961
- 14) Klenow H, Overgaard-Hansen K. Effect of cordycepin triphosphate on the incorporation of(8-<sup>14</sup>C) adenine and(<sup>32</sup>P) orthophosphatic into the acid-soluble ribotides of Ehrlich mouse ascites tumour cells. *Biochem Biophys Acta* 80: 500-504, 1964
- 15) Overgaard-Hansen K. The inhibition of 5-phosphoribosyl-1-pyrophosphate formation by cordycepin triphosphate in extracts of Ehrlich mouse ascites tumour cells. *Biochim Biophys Acta* 80: 504-507, 1964
- 16) Rottman F, Guatino A. The inhibition of purine biosynthesis de novo in *Bacillus subtilis* by cordycepin. *Biochem Biophys Acta* 80: 640-647, 1964
- 17) Yamada H, Kawaguchi N, Ohmori T, Takeshita Y, Taneya S, Miyazaki T. Structure of a galactosaminoglycan from *Cordyceps ophioglossoides*. *Carbohydrate Research* 134: 275-282, 1984
- 18) Furuya T, Hirotsu M, Matsuzawa M. N6-(2-hydroxyethyl)adenosine a biologically active compound from cultured myceria of *Cordyceps* and *Isaria* species. *Phytochemistry* 22: 2509-2512, 1983
- 19) Basith M, Madelin MF. Studies on the production of perithecial stromata by *Cordyceps militaris* in artificial culture. *Can J Bot* 46: 473-480, 1968
- 20) Sung HM, Choi YS, Lee HK, Kim SH, Kim YO, Sung GH. Production of fruiting body Using Cultures of entomopathogenic fungal species. *Korean J Mycology* 27: 15-19, 1999
- 21) Park HJ, Choi MA. Consideration of pharmacological functions of components in *Cordyceps militaris*. *Inje University J* 12: 1145-1153, 1998
- 22) Choi MA, Lee WK, Kim MS. Identification and antibacterial activity of volatile flavor components of *Cordyceps militaris*. *J Food Sci Nutr* 4: 18-22, 1999
- 23) Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. 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, 1993
- 24) Davidson I, Henry JB. *Todd-Sanford Clinical Diagnosis by Laboratory Methods*, 13th ed. WB Saunders Co Philadelphia, pp.73-76, 1966
- 25) Friedewald WT, Levy RI, Fedreison DS. Estimation of concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-508, 1979
- 26) Haglund O, Loustarinen R, Wallin R, Wibell I, Saldeen T. The effect of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin. *Eur J Nutr* 121: 165-172, 1991
- 27) Folch J, Lees M, Stanley GSH. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509, 1957
- 28) Frings CS, Dunn RT. A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfophospho-vanillin reaction. *Am J Clin Path* 53: 89-91, 1970
- 29) Kim HY, Song SW, Ha CS, Han SS. Effects of the population density on growth and various physiological values of Sprague-Dawley rats. *Korean J Lab Ani Sci* 9: 71-82, 1993
- 30) Kang BH, Son HY, Ha CS, Lee HS, Song SW. Reference values of hematology and serum chemistry in Krc: Sprague-Dawley rats. *Korean J Lab Ani Sci* 11: 141-145, 1995
- 31) Anderson JW, Jones AE, Riddell-Mason S. Ten different dietary fibers have significantly different effects on serum and liver lipids of cholesterol-fed rats. *J Nutr* 124: 78-83, 1994
- 32) Kim SK, Rhee SJ, Rhee IK, Joo GJ, Ha HP. Effects of dietary xylooligosaccharide on lipid levels of serum in rats fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 945-951, 1998
- 33) Yamakoshi J, Piskula MK, Izumi T, Tobe K, Saito M, Kataoka S, Obata A, Kikchi M. Isoflavone aglycone-rich extract without soy protein attenuates atherosclerosis development in cholesterol-fed rabbits. *J Nutr* 130: 1887-1893, 2000
- 34) Herman S, Seiaotama AD, Karyadi D, Beynen AC. Influence of background composition of the diet on the lipemic effect of fish oil versus oil in rats. *J Nutr* 121: 622-630, 1991
- 35) Zhang X, Joles JA, Koomans HA, Van Tol A, Bynen AC. Excessive cholesterolemia response in analbuminemic rats fed a cholesterol-rich diet containing casein. *J Nutr* 122: 520-527, 1992
- 36) Park OJ. Plasma lipids and fecal excretion of lipids in rats fed a high fat diet, a high cholesterol diet or a low fat/high sucrose diet. *Korean J Nutrition* 27: 785-794, 1994.
- 37) Tinker LF, Davis PA, Schneeman BO. Purine fiber or pectin compared with cellulose lowers plasma and liver lipids in rats with diet-induced hyperlipidemia. *J Nutr* 124: 31-40, 1994
- 38) Choi MS, Cho SH, Yoon HS. Effects of milk on cholesterol metabolism of rats with different levels of dietary cholesterol. *Korean J Nutrition* 27: 127-140, 1994
- 39) Geelen MJK, Tjburg LBM, Bouma CJ, Beynen AC. Cholesterol consumption alters hepatic sphingomyelin metabolism in rats. *J Nutr* 125: 2294-2300, 1995