韓國營養學會誌 34(7) : 741~747, 2001

동충하초 자실체가 흰쥐의 성장률, 지질과 단백질 대사 및 효소활성에 미치는 영향

고 진 복§

신라대학교 생명과학과

Effect of Fruiting Body of *Cordyceps Militaris* on Growth, Lipid and Protein Metabolism, and Enzyme Activities in Male Rats

Koh, Jin-Bog§

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

ABSTRACT

The effects of fruiting body of *Cordyceps militaris* on the growth, the food intake, the food efficiency ratio, the lipid metabolism, the serum protein level and enzyme activity in male rats were studied. Sprague-Dawley rats were fed four types of diets for five weeks, respectively: a control diet, a control diet supplemented with 2%, 3% or 4% fruiting body of *Cordyceps militaris*(CF) powder. In rats fed 2% or 3% CF diets the body weight gain, the food intake, the concentrations of hepatic triglyceride and serum LDL-cholesterol, the atherogenic index, and the total lipid, total cholesterol, triglyceride and phospholipid in serum were similar to those in rats fed the control diet. Whereas, in 4% CF diet these were significantly decreased. But the all CF diets feeding could not decrease the food efficiency ratio, the weights of liver, pancreas, spleen, kidney and heart, and the concentration of serum HDL-cholesterol. Also it was shown that the concentrations of glucose, total protein, albumin, urea and creatinine, and the GOT, GPT, LDH, γ-GTP and ALP activities were the same levels in serum of rats fed all the experimental diets. (*Korean J Nutrition* 34(7) : 741~747, 2001)

KEY WORDS: *cordyceps militaris*, lipid metabolism, serum protein level, enzyme activities.

서 론

동충하초 밀리타리스(*Cordyceps militaris* L. ex Fr. Link)는 자낭균강 맥각균과 코디셉스속(*Cordyceps* sp.)에 속하고 일명 북동충하초, 잠용충초, 용초, 번데기동충하초 등으로 불리며, 겨울철에는 나비 목의 번데기에 기생하였다가 여름이 되어 온도와 습도가 높아지면 곤충을 기주로하여 자실체를 발생하는 버섯이다. 현재 전 세계적으로 알려진 동충하초는 수백 여종이 알려져 있고,[1-4] 국내에서는 80여종이 알려져 있다.[5] 모든 종의 동충하초가 약용으로 이용되는 것은 아니고 그 중에서 코디셉스속의 동충하초가 고대로부터 중국에서 결핵, 천식, 마약중독해독, 자양강장제 등의 한약재로 사용되고 있다.[6-9]

접수일 : 2001년 7월 20일
채택일 : 2001년 10월 4일
§To whom correspondence should be addressed.

약용으로 이용되는 대표적인 동충하초는 중국산 동충하초인 *Cordyceps sinensis*이고, 이것 외에도 *Cordyceps militaris, Cordyceps martialis, Cordyceps ophioglossides, Cordyceps sobolifera, Cordyceps hawkesii, Cordyceps beauveria, Cordyceps bassiana* 등의 7종의 동충하초가 현재 약용으로 이용되고 있다.[7] 그리고 *Paecilomyces japonica* 종은 국내에서 개발한 품종으로 보통 눈꽃동충하초라고 한다. 동충하초의 유용성분은 충초소(cordycepin), 충초산(cordycepic acid), 아미노산, 다당류, 비타민 전구체 등으로 알려져 있다.[10,11]

Cunningham 등[12]은 동충하초 밀리타리스에서 최초로 cordycepin(3-deoxyadenosin)을 분리하였고, cordycepin의 생물학적 활성은 DNA와 RNA합성을 억제하고,[13,14] 핵산의 메칠화를 억제하며,[15] 세포분화를 증강시키며,[16] protein kinase 활성을 억제하고,[17] Ehrlich 생쥐의 복수종양의 증식을 억제하고,[18-20] 그리고 방광, 결장 및 폐의 항종양 작용이 있다고 하였다.[21]

© 2001 The Korean Nutrition Society

국내 일부 산간지역에 동충하초가 분포되어 있으나, 다량의 채취가 어려우므로 곡물배지를 이용한 인공재배기술이 개발되어[6,22,23] 국내에서도 대량생산이 가능하여졌다.

Park와 Choi[24]는 인공 재배한 동충하초 밀리타리스의 자실체와 균사체 추출물의 성분분석 결과 oleic acid와 linoleic acid가 지방산의 70~85%이고 cordycepin이 중국산 동충하초 보다 함량이 높았다고 하였다. Choi 등[25]은 인공 재배한 동충하초 밀리타리스의 추출물을 병원성 미생물에 항균실험결과 *Vibrio* spp.에서 높은 항균력을 보였고, Gram 양성 세균인 ***Bacillus subtilis, Bacillus cereus, Staphylococus aureus, Corynebacterium xerosis*** 등에서도 높은 항균력이 나타났다고 하였다. Koh[26]는 고콜레스테롤혈증을 유발한 흰쥐에 동충하초 밀리타리스의 자실체와 균사체 분말을 3% 수준으로 급여한 바 혈청의 중성지질, 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있다고 하였다.

이상의 연구내용에서 다양한 약리작용이 알려지고 또한 성인병 치료제나 건강 보조식품으로 이용되고 있으나, 동충하초 밀리타리스가 생리활성에 미치는 영향에 대한 체계적인 임상실험 보고는 드문 실정이다.

따라서 본 연구는 인공 배양한 동충하초 밀리타리스의 자실체 분말 섭취 수준이 성장기 흰쥐의 성장률 · 지질과 단백질대사 및 간 질환과 관련되는 효소활성에 미치는 영향을 관찰하고자 생후 5주령의 숫컷 흰쥐를 대상으로 하여 동충하초 자실체분말을 사료에 각각 2%, 3% 및 4% 혼합하여 5주간 급여하고, 성장률, 식이섭취량, 식이효율, 혈청과 간의 지질농도, 혈청의 단백질 농도 및 효소활성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 동충하초의 분말제조 및 성분분석

고려식료(주)에서 인공 재배한 동충하초(*Cordyceps militaris*)의 자실체를 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%이다.

2. 실험동물의 식이 및 사육

동물은 본 대학 사육실에서 고형사료(삼양유지사료)로 사육한 생후 5주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 1주간 대조식이로 적응기간을 거친후 평균체중이 164.8 ± 12g의 동물을 각 군에 6마리씩 4군으로 나누었다. 실험 식이의 조성은 Table 1과 같다. 실험군은 대조식이군, 대조식이에 각각 2%, 3% 및 4%씩 동충하초의 자실체 분말을 첨가한 식이군으로 나누어 해당 식이로 5주간 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.

Table 1. Composition of experimental diets (g/100g diet)

Components	Control	2% CF	3% CF	4% CF
Casein	16.0	16.0	16.0	16.0
Corn starch	59.0	57.0	56.0	55.0
Sucrose	10.0	10.0	10.0	10.0
Corn oil	5.0	5.0	5.0	5.0
Mineral mixture[1)]	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mixture[2)]	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 bitartarate	0.2	0.2	0.2	0.2
Cordyceps militaris[3)]	-	2.0	3.0	4.0

[1,2)]AIN-93-MX mineral and AIN-93-VX vitamin mixture(27)
[3)]Fruiting body of Cordyceps *militaris*(CF) powder

3. 식이섭취량, 식이효율 및 체중측정

실험기간동안의 식이는 매일 오후 4시에 급여하고 식이섭취량을 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; FER) = 체중증가량(g)/식이섭취량(g) × 100.

4. 시료채취 및 분석

실험기간 종료 일에 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 떼어 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다.

혈액의 hematocrit치는 microhematocrit법,[28] hemoglobin은 cyanmethemoglobin 법[29]으로 측정하였다. 혈청의 glucose, 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 총 단백질, 알부민, 요소 및 creatinine 농도와 GPT, GOT, LDH, γ-GTP 및 ALP의 활성은 자동생화학분석기(Autohumalyzer 900S, Germany)로 측정하였다. LDL-cholesterol은 Fridwald 등[30]에 의한 계산법으로 산출하였고, 동맥경화지수(atherogenic index; AI)는 Haglund 등[31]의 방법에 따라서 AI = (total cholesterol - HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol 식으로 계산하였다.

간의 지질은 Folch법[32]으로 추출하여 지질측정용으로 사용하였다. 간의 총 지질함량은 phospho-vanillin법,[33] 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. 체중증가량, 식이효율 및 식이섭취량

동충하초 밀리타리스의 자실체 분말을 성장기 흰쥐에 5주간 섭취시킨 결과 체중 증가량은 Fig. 1과 같다. 실험식이 급식 주간별 체중 증가량은 대조군에 비하여 2%와 3% 동충하초 첨가군은 1주와 2주에는 낮은 증가량을 보였으나 4주에는 대조군 보다 높은 증가량으로 5주간 총 체중증가량은 비슷하였다. 그러나 4% 동충하초 첨가군은 대조군에 비하여 1주와 2주에에는 유의하게 낮았고 4주와 5주에는 다소 증가되었으나 5주간 총 체중증가량은 대조군과 2%와 3% 동충하초 첨가군 보다 유의하게($p < 0.05$) 낮았다.

식이효율 및 식이섭취량은 Table 2와 같다. 식이효율은 대조군과 각 수준별 동충하초 첨가군이 유의한 차이가 나타나지 않았다. 식이섭취량은 대조군과 2%와 3% 동충하초군은 비슷하였으나 4% 동충하초군이 유의하게 낮았음은 체중 증가량과 같은 경향이었다. 동충하초를 2% 및 3% 수준 첨가시 체중 증가량이나 식이효율 및 식이섭취량에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났으나, 4% 동충하초군이 성장율이나 식이섭취량이 낮았음은 식이에 동충하초 분말을 과량 첨가로 식이 섭취량이 낮아서 따라서 성장률이 감소된 것으로 생각된다.

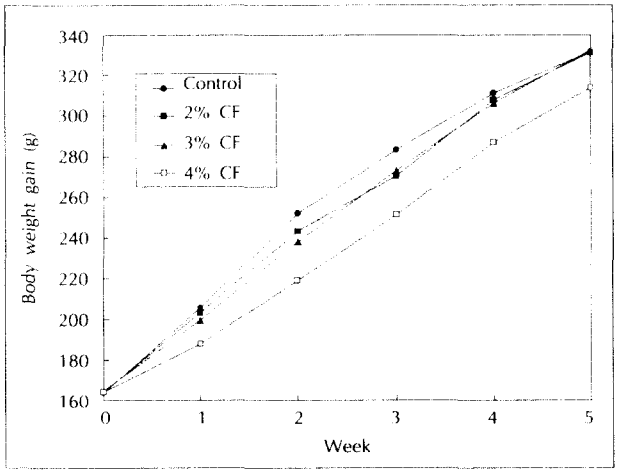

Fig. 1. The body weight gains of male rats fed fruiting body of *Cordyceps militaris* for 35 days. Control = normal diet group. 2%, 3% or 4% CF = normal diet + 2%, 3% or 4% fruiting body of *Cordyceps militaris* powder groups.

Kwon 등[34]은 누에 번데기를 이용하여 인공 재배한 동충하초 밀리타리스 건분을 식이내 1%, 2%, 4% 첨가한 군이 혈변을 배설하고 식이를 제대로 섭취하지 못하였으나 동충하초 밀리타리스 물추출물을 4% 첨가 식이군은 성장률, 식이섭취량이 대조군과 유사하였다고 하였다. 본 실험에 사용한 동충하초는 현미와 누에 번데기 혼합배지에 인공 재배한 것으로 사료에 2%, 3% 동충하초 분말 첨가군은 성장율, 식이섭취량, 식이효율, 외견상 분의 색깔은 정상으로 나타났다. 그러나 4% 동충하초 분말 첨가군은 성장률과 식이섭취량은 낮았으나 외견상 털의 색이나 분의 색깔은 정상으로 나타났다. 이와 같이 상기 Kwon 등[34]의 보고와 상이함은 동충하초 인공 재배시 배지의 성분의 차이에서 오는 것으로 생각된다.

2. 장기 무게 변화

수준별 동충하초 섭취가 각 장기무게에 미치는 영향을 조사하고자 간, 신장, 췌장, 비장, 신장 및 심장의 무게를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 체중 100g당 간, 비장 및 심장의 무게는 대조군과 각 수준별 동충하초 첨가군이 유의한 차이를 보이지 않았다. 췌장의 무게는 대조군에 비하여 2% 및 4% 동충하초 첨가군이 유의한 차이는 아니나 다소 증가된 것으로 나타났고, 신장의 무게는 대조군에 비하여 각 수준별 동충하초 첨가군이 다소 증가된($p > 0.05$) 경향을 보였다. 그러나 전체적으로 체중 100g당 각 장기의 무게는 정상으로 동충하초의 첨가수준에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다.

Table 2. The body weight gain, food intake and food efficiency ratio of male rats fed *Cordyceps militaris*(fruiting body) for 35 days

Group[1)]	Body weight gain (g/35 days)	Food intake (g/day)	Food efficiency ratio (%)
Control	168.2 ± 13.8[b]	17.5 ± 1.5[b]	27.4 ± 1.8[NS]
2% CF	167.2 ± 13.7[b]	16.4 ± 1.5[ab]	28.9 ± 1.9
3% CF	167.4 ± 10.2[b]	16.3 ± 1.7[ab]	29.3 ± 1.8
4% CF	149.8 ± 13.4[a]	15.1 ± 2.1[a]	28.3 ± 1.7

[1)]Group abbreviations: Control = normal diet group. 2%, 3% or 4% CF = normal diet + 2%. 3% or 4% fruiting body of Cordyceps militaris powder groups

[2)]Mean ± SD(n = 6), NS: Not significant

[a,b]Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other group at $p < 0.05$

3. 간의 지질농도 변화

동충하초의 섭취수준이 간의 지질농도에 미치는 영향을 조사한 바 Table 4와 같다. 총 지질과 콜레스테롤 농도는 대조군과 각 수준별 동충하초 자실체 첨가군이 비슷하였으나, 2% 동충하초 첨가군에 비하여 4% 동충하초 첨가군이 유의하게($p < 0.05$) 감소되었다. 간의 중성지질 농도는 대조군과 2%와 3% 동충하초 첨가군은 비슷하였으나, 그러나 4% 동충하초 첨가군은 대조군 보다 유의하게($p < 0.05$) 감소되었음은 식이섭취량의 감소나 또는 4% 동충하초 섭취시 동충하초의 성분중 중성지방 합성을 억제하는 물질에 의한 것인지에 대하여는 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

4. 혈청의 지질농도 변화

혈청의 지질농도 변화는 Table 5 및 6과 같다. 혈청의 총 지질 농도는 대조군과 2%와 3% 동충하초 첨가군은 비슷한 수준을 보였으나, 그러나 4% 동충하초 첨가군은 대조군과 2%와 3% 동충하초 첨가군 보다 유의하게 감소하였다. 중성지질, 인지질 및 총 콜레스테롤 농도는 대조군에 비하여 4% 동충하초 첨가군이 유의하게 감소하였으나, 2% 및 3% 동충하초 첨가군은 대조군과 비슷한 수준을 보였다.

HDL-콜레스테롤 및 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율은 대조군과 각 수준별 동충하초 첨가군이 비슷한 경향을 보였다. LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수는 대조군에 비하여 4% 동충하초 첨가군은 유의하게 감소되었으나 2%와 3% 동충하초 첨가군은 대조군과 비슷한 경향으로 나타났다.

Koh[26]는 고콜레스테롤혈증을 유발한 흰쥐에 동충하초 밀리타리스의 균사체 분말을 3% 수준으로 급여한 바 혈청의 중성지질, 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있다고 하였고, 3% 수준의 자실체 급여군은 혈청의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 동맥경화지수의 증가를 억제하지는 못하였다고 보고하였다. Kwon 등[34]은 동충하초 밀리타리스의 물추출물을 4%(건조분말 4%의 량) 첨가한 식이를 흰쥐에 4주간 급여한 바 혈장의 총 지질, 중성지질 및 총 콜레스테롤 농도가 대조군과 비슷한 수준을 보였다고 하였다.

Kiho 등[35]은 정상생쥐에 *Cordyceps sinensis*에서 추출한 다당류인 CS-F30 분획을 체중 kg당 50mg을 복강내 주사하고 3시간과 6시간에 혈장 중성지질 농도가 감소되었으나

Table 3. The organ weight of male rats (mg/100g body weight)

Group[1)]	Liver	Pancrease	Spleen	Kidney	Heart
Control	2855 ± 189[NS,2)]	235 ± 64[NS]	207 ± 28[NS]	618 ± 29[NS]	315 ± 18[NS]
2% CF	2904 ± 220	264 ± 38	198 ± 16	714 ± 95	306 ± 21
3% CF	2827 ± 197	245 ± 41	202 ± 12	683 ± 73	315 ± 23
4% CF	3018 ± 259	280 ± 59	193 ± 19	643 ± 38	312 ± 17

[1,2)]See the legends in Table 1. NS: Not significant

Table 4. The liver lipids concentrations of rats (mg/g of wet liver)

Group[1)]	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride
Control	87.44 ± 12.68[ab,2)]	5.33 ± 0.82[ab]	39.81 ± 4.08[b]
2% CF	90.85 ± 8.07[b]	5.74 ± 0.32[b]	39.84 ± 4.11[b]
3% CF	86.73 ± 13.84[ab]	5.42 ± 0.51[ab]	36.83 ± 5.23[ab]
4% CF	76.72 ± 11.25[a]	4.88 ± 0.51[a]	34.24 ± 4.43[a]

[1,2)]See the legends in Table 1.
[a,b]Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other group at $p < 0.05$.

Table 5. The serum lipids concentrations of rats (mg/dL)

Group[1)]	Total lipid	Triglyceride	Phospholipid
Control	377.42 ± 30.20[b,2)]	107.86 ± 16.14[b]	154.19 ± 10.49[b]
2% CF	370.27 ± 21.67[b]	97.20 ± 11.02[ab]	153.63 ± 6.72[b]
3% CF	367.71 ± 37.80[b]	101.80 ± 16.31[ab]	147.55 ± 13.15[ab]
4% CF	325.35 ± 21.75[a]	82.21 ± 15.10[a]	137.79 ± 8.36[a]

[1,2)]See the legends in Table 1.
[a,b]Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other group at $p < 0.05$.

Table 6. The cholesterol concentrations and atherogenic index(AI) of serum in male rats (mg/dL)

Group[1)]	Total cholesterol	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol	HDL-C/T-C (%)[3)]	AI[4)]
Control	80.42 ± 8.09[b,2)]	24.35 ± 2.20[NS]	35.60 ± 4.19[b]	30.28 ± 3.45[NS]	2.30 ± 0.21[b]
2% CF	79.44 ± 6.30[b]	24.35 ± 2.20	35.10 ± 3.83[b]	30.65 ± 2.69	2.19 ± 0.29[ab]
3% CF	78.71 ± 8.19[ab]	24.08 ± 1.99	34.28 ± 3.11[b]	30.59 ± 3.16	2.26 ± 0.18[b]
4% CF	70.06 ± 7.95[a]	23.80 ± 2.16	29.82 ± 3.73[a]	33.97 ± 3.71	1.95 ± 0.29[a]

[1,2)]See the legends in Table 1. 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 $p < 0.05$

시간이 경과함에 따라서 원상으로 되었고, 혈청 콜레스테롤 농도는 CS-F30 분획을 복강내 주사 후 3시간에 유의하게 감소하였으나 6시간에 정상상태로 되어 일시적인 콜레스테롤 농도를 감소시키는 효과는 나타났으나 지속시간이 짧았다고 하였다. 생쥐에 ***Cordyceps sinensis*** 분말을 체중 kg당 10g을 매일 1회씩 10일간 급여 후 혈청 콜레스테롤 농도가 현저히 감소하였다고 하였다.[36]

본 실험에서는 2% 및 3% 동충하초 섭취군에서 간이나 혈청의 지질 농도가 대조군과 비슷한 수준으로 별 영향이 나타나지 않았으나, 대체적으로 4% 동충하초 섭취군에서 간과 혈청의 총 지질, 총 콜레스테롤, 중성지질 농도, 혈청의 LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 감소시키는 효과가 나타났다. 그러나 4% 동충하초 섭취군이 성장률과 식이섭취량이 낮았으므로 4% 수준의 동충하초 섭취는 과량으로 생각된다. 동충하초 밀리타리스 자실체에 함유된 유효성분에 대하여는 앞으로 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

5. 혈청의 단백질, 요소 및 creatinine 농도

동충하초가 단백질 농도에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 혈청의 총 단백질, 알부민 농도 및 알부민/글로불린 비율은 대조군과 각 수준별 동충하초 첨가군이 비슷한 경향으로 단백질 농도는 정상수준[37,38]을 유지하는 것으로 나타났다.

요소는 단백질대사의 최종산물로 요로배설된다 혈청에서 요소의 농도는 요소의 배설장애, 신부전(요독증), 간경변증(복수저류), 탈수, 조직붕괴, 단백질의 이화를 촉진하는 항생제 등에서 상승하고, 성장 호르몬이나 단백질 동화 호르몬은 요소의 농도를 감소시키는 작용이 있다. 그리고 creatinine은 근육에서 creatine의 대사 최종산물로 신세뇨관에서 재흡수 없이 대부분 요로 배설된다. 혈청에서 크레아티닌 농도는 요독증, 만성신장염 등에서 증가하고 사구체여과율과 밀접한 상관성이 있으므로 신장기능 장애의 중요한 지표가 된다. 본 실험 결과 혈청의 요소와 creatinine 농도는 대조군과 각 수준별 동충하초 첨가군이 비슷한 경향을 보였음은 요소와 creatinine 대사에는 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

6. 혈청의 효소활성

동충하초 섭취로 간에 미치는 영향을 밝히고자 간 질환과 관련이 있는 효소활성을 측정한 결과는 Table 8과 같다. 혈청의 glutamic pyruvic transaminase(GPT) 및 glutamic oxaloacetic transaminase(GOT) 활성은 대조군에 비하여 각 수준별 동충하초 첨가군은 유의한 차이가 없었으나, 3% 동충하초 첨가군이 다소 낮은 활성을 보였다. Alkaline phosphatase(ALP) 활성은 대조군과 각 수준별 동충하초 첨가군이 비슷한 활성을 보였고, Lactic dehydrogenase(LDH) 및 γ-glutamyltranspeptidase(γ-GTP)의 활성도 대조군과 각 수준별 동충하초 첨가군이 비슷한 활성을 보였다.

임상에서 GPT 및 GOT는 간세포에 다량 존재하는 효소로 간 손상시 세포 외로 다량 유출되어 혈액에 증가됨으로서 간 손상의 지표로 이용되는 효소이다. 체내에서 ALP는 여러 가지 인산에스터를 분리시키고 골격 내에서 석회 화를 촉진시키며 장내에서는 인 흡수 등에 관여하는 효소로 특히 골질환, 간이나 담도질환, 임신 및 악성종양 등에서 활성치가 상승한다.

혈청 LDH는 체내 혐기적 해당계의 최종단계에서 산화·환원반응에 관여하 효소로 급성간염, 초기간암, 심근경색, 악성빈혈, 백혈병 등에서 현저하게 상승하는 효소이다.

Table 7. The total protein, albumin, urea, creatinine concentrations of serum in male rats

Group[1)]	Total protein (mg/dL)	Albumin (mg/dL)	A/G ratio	Urea (mg/dL)	Creatinine (μg/dL)
Control	6.64 ± 0.22[NS,2)]	4.16 ± 0.13[NS]	1.68 ± 0.23[NS]	14.30 ± 2.14[NS]	255 ± 29[NS]
2% CF	6.65 ± 0.08	4.12 ± 0.12	1.60 ± 0.06	15.42 ± 2.99	252 ± 33
3% CF	6.75 ± 0.17	4.28 ± 0.16	1.72 ± 0.18	14.47 ± 2.18	251 ± 13
4% CF	6.59 ± 0.15	4.11 ± 0.13	1.63 ± 0.10	15.88 ± 2.18	243 ± 23

[1,2)]See the legends in Table 1. NS: Not significant.

Table 8. The glutamic pyruvic transaminase(GPT), glutamic oxaloacetic transaminase(GOT), lactic dehydrogenase(LDH), γ-glutamyltranspeptidase (γ-GTP) and alkaline phosphatase(ALP), activities in serum of male rats (IU/L)

Group[1)]	GPT	GOT	LDH	γ-GTP	ALP
Control	43.26 ± 5.35[NS,2)]	120.62 ± 20.47[NS]	1040.6 ± 188.5[NS]	6.01 ± 0.50[NS]	314.70 ± 36.99[NS]
2% CF	44.35 ± 3.42	129.25 ± 21.50	1106.8 ± 254.6	5.49 ± 1.05	352.47 ± 31.04
3% CF	39.57 ± 5.13	107.66 ± 16.21	1155.0 ± 232.1	6.05 ± 0.51	292.41 ± 34.31
4% CF	42.24 ± 5.65	126.03 ± 20.52	1008.5 ± 215.1	5.91 ± 1.07	300.08 ± 38.13

[1,2)]See the legends in Table 1. NS: Not significant.

Table 9. The serum glucose, hemoglobin levels and hematocrit value of male rats

Group[1)]	Glucose (mg/dL)	Hemoglobin (g/dL)	Hematocrit (%)
Control	178.2 ± 22.1[NS,2)]	15.63 ± 0.60[NS]	46.88 ± 1.79[NS]
2% CF	183.9 ± 15.7	15.51 ± 0.27	46.51 ± 0.80
3% CF	169.8 ± 20.6	15.69 ± 0.74	47.08 ± 2.22
4% CF	176.1 ± 27.7	15.83 ± 0.71	47.48 ± 2.12

[1,2)]See the legends in Table 1. NS: Not significant.

그리고 γ-GTP는 γ-glutamylpeptide의 γ-glutamyl기를 아미노산 또는 peptide에 전이시키는 효소로 신장, 췌장, 간, 담도를 비롯한 여러 장기에 분포하고 특히 담즙울체성 질환, 알코올성이나 약물성 간 장해 등에서 높은 활성치를 보이는 효소이다. 상기 효소들은 간 질환이나 여러 종류의 질환에 임상적 지표로 이용된다.

본 실험 결과 동충하초 섭취시 GPT, GOT, LDH, γ-GTP 및 ALP 활성치가 대조군과 유사한 경향으로 나타났음은 2%, 3% 및 4% 수준의 동충하초 자실체가 이러한 효소활성에 특별한 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

8. 혈당, hemoglobin 농도 및 hematocrit 치

혈당 농도, hemoglobin 농도 및 hematocrit치는 Table 9와 같다. 혈당 농도는 대조군은 178.2 ± 22.1mg%에 비해 각 수준별 동충하초 첨가군은 169.8 ± 20.6~183.9 ± 15.7 mg%로 대조군과 비슷한 수준이었다. Hemoglobin 농도는 대조군(15.63g%)각 수준별 동충하초 첨가군(15.51~15.83 g%)은 비슷하였고, hematocrit치는 대조군(46.88%)과 각 수준별 동충하초 첨가군(46.51~47.58%)도 유의한 차이를 보이지 않았음은 2%, 3% 및 4% 수준의 동충하초 섭취로는 혈당, hemoglobin과 hematocrit는 정상수준[37,38)]을 유지하는 것으로 나타났다.

결 론

인공 재배한 동충하초 밀리타리스의 자실체가 성장기 흰쥐의 영양 생리에 미치는 효과를 평가하고자 생후 5주령된 흰쥐를 대상으로 하였다. 실험군은 대조식이군, 대조식이에 동충하초 밀리타리스의 자실체 분말을 각각 2%, 3% 및 4% 첨가한 식이군(동충하초군) 등 4군으로 나누고, 각 실험식이로 5주간 사육한 결과는 다음과 같다.

실험동물의 성장률 및 식이섭취량은 2%와 3% 동충하초군은 대조군과 비슷하였으나, 4% 동충하초군은 대조군에 비하여 유의하게 낮았다. 식이효율은 3% 동충하초군이 대조군보다 다소 높았으나 2% 및 4% 동충하초군은 비슷하였다. 체중 100g당 간, 췌장, 비장, 신장 및 심장의 무게는 각 수준별 동충하초군은 대조군과 비슷하였다.

간의 총 지질 및 콜레스테롤 농도는 각 수준별 동충하초군은 대조군과 비슷하였으나, 2% 동충하초군에 비하여 4% 동충하초군이 유의하게 감소되었다. 간의 중성지질 농도는 2%와 3% 동충하초군은 대조군과 비슷하였으나, 4% 동충하초군은 대조군에 비하여 유의하게 감소하였다.

혈청의 총 지질, 총 콜레스테롤, 중성지질, 및 인지질 농도는 2%와 3% 동충하초군은 대조군과 비슷한 경향으로 나타났으나, 4% 동충하초군은 대조군에 비하여 유의하게 감소하였다. 혈청의 HDL-콜레스테롤 농도는 각 실험군이 비슷한 수준을 보였고, 4% 동충하초군이 각 실험군 보다 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율은 증가되었다. LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수는 2%와 3% 동충하초군은 대조군과 비슷하였으나, 4% 동충하초군은 대조군에 비하여 유의하게 감소되었다.

혈청의 총 단백질, 알부민, 요소 및 크리아티닌 농도는 각 수준별 동충하초군은 대조군과 비슷한 농도로 동충하초 섭취에 따른 영향은 나타나지 않았다. 혈청의 GPT, GOT, LDH, γ-GTP 및 ALP 등의 효소활성이나, 혈당 농도, hemoglobin 농도와 hematocrit치 등은 각 수준별 동충하초 섭취에 따른 영향은 나타나지 않았다.

이상의 결과로 보아 대조식이에 2%와 3% 수준의 동충하초 미리타리스의 자실체 섭취에 의한 성장률, 혈청의 지질 농도, 단백질 농도 및 효소 활성에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 그러나 4% 수준의 동충하초 미리타리스의 자실체 섭취시 식이섭취량의 감소로 성장률이 저조하였고, 간의 중성지질, 혈청의 총 지질, 총 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 중성지질 농도 및 동맥경화지수 등을 감소시키는 것으로 나타났다.

Literature cited

1) Petch T. *Cordyceps militars* and *Isaria farinisa*. *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 past suppression. Springer-Verlag Berin Heidelberg. New York, pp17-18, 1977
4) Mains EB. North American entomogenous *Cordyceps*. *Mycologia* 50: 169-222, 1985
5) Sung JM. *Cordyceps* of Korea. Kyo-Hak publishing co. Seoul, pp13-18, 1996
6) Kobayasi Y. The genus *Cordyceps* and its allies. Sci. Rept. *Tokyo Bunrika daikaku Sect* B5: 253-260, 1940
7) Jianzhe Y, Xiaoloan 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 *Codyceps sinensis* other than cordycepin and polysaccharides. *Cancer Invest* 12(6): 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) Plagemann FG, Erbe J. Effect of 3'-deoxyadenosine(cordycepin) and 2'-deoxyadenosine on nucleoside transport, macromolecular synthesis, and replication of cultured Novikoff hepatoma cells. *Arch Biochem Biophys* 144: 401-412, 1971
14) Rottman F, Guatino A. The inhibition of purine biosynthesis de noveo in *Bacillus subtilis* by cordycepin. *Biochem Biophys Acta* 80: 640-647, 1964
15) Kredich NM. Inhibition of nucleic acid methylation by cordycepin. *J Biol Chem* 255: 7380-7385, 1980
16) Mathew PA, Ellis LK, Studzinski GP. Enhanced messenger RNA stability and and cordycepin. *J Cell Physiol* 140: 212-218, 1989
17) Glazer RI, Kuo JF. Inhibition effects of cordycepin on cyclic nucleotide-dependent and cyclic nucleotide-independent protein kinases. *Biochem Pharmacol* 26: 1287-1290, 1977
18) Jagger DV, Kredich NM, Guarino AJ. Inhibition of Ehrlich mouse ascites tumour growth by cordycepin. *Cancer Res* 21: 216-220, 1961
19) Klenow H, Overgaard-Hansen K. Effect of cordycepin triphosphate on the incorporation of (8-^{14}C) adenine and (^{32}P) orthophosphatic into the acid-soluble ribotides of Ehrlich mouse ascites tumour cells. *Bichem Biophys Acta* 80: 500-504, 1964
20) 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
21) Hubbel HR, Pequignot EC, Willis DH, Lee C, Suhadolnik RJ. Differential antiproliferative actions of 2', 5' oligo a trimer core and its cordycepin analogue on human tumor cells. *Int J Cancer* 36: 389-394, 1985
22) Basith M, Madelin MF. Studies on the production of perithecial stromata by *Cordyceps militaris* in artificial culture. *Can J Bot* 46: 473-480, 1968
23) 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
24) Park HJ, Choi MA. Consideration of pharmacological functions of components in *Cordyceps militaris*. *Inje University J* 12: 1145-1153, 1998
25) Choi MA, Lee WK, Kim MS. Identification a nd antibacterial activity of volatile flavor components of *Cordyceps militaris*. *J Food Sci Nutr* 4: 18-22, 1999
26) Koh JB, Choi MA. Effect of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism in rats fed cholesterol diet. *Korean J Nutrition* 34(3): 265-270, 2001
27) 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
28) Medical Laboratory, *Technology and Clinical Pathology*. 2th ed., WB. Saunders Co., Philadelphia, pp.673, 1969
29) Davidson I, Henry JB. *Todd-Sanford Clinical Diagnosis by Laboratory Methods*, 13th ed. WB Saunders Co., Philadelphia, pp.73-76, 1966
30) 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
31) 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
32) 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
33) 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
34) Kwon SH, Woo HJ, Han, DS, Kim MK. Effect of dried powders and water extracts of *Paecilomyces tenuipes* and *Codyceps militaris* on lipid metabolism, antidxidative capacity and immune status in rats. *Korean J Nutrition* 34(3): 271-284, 2001
35) Kiho T, Yamane A, Hui J, Usui S, Ukai S. Polysaccharides in fungi XXXVI. Hypoglycemic activity of polysaccharide(CS-F30) from the cultural mycelium of *Cordyceps sinensis* and its effect on glucose metabolism in mouse liver. *Biol Pharm Bull* 19(2): 294-296, 1996
36) Lin Y. Phamacological effect on *Cordyceps sinensis* paper presented at 1st international symposium on *Coedyceps*. The Korean Society Sericultural Science and the Korean Society of Life Science, Seoul Korea, pp.35-44, 1999
37) 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
38) Kang BH, Son HY, Ha CS, Lee HS, Song SW. Reference values of hematology and serum chemistry in Ktc: Sprague-Dawley rats. *Korean J Lab Ani Sci* 11: 141-145, 1995