

고콜레스테롤혈증 유발 흰쥐에 있어서 버섯류가 지질 성분에 미치는 영향

김군자 · 김한수* · 정승용*†

밀양전문대학 가정과
*경상대학교 식품영양학과

Effects of Varied Mushroom on Lipid Compositions in Dietary Hypercholesterolemic Rats

Goon-Ja Kim, Han-Soo Kim* and Seung-Yong Chung*†

Dept. of Home Economics, Miryang National Junior college, Miryang 628-800, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 660-300, Korea

Abstract

For the investigation of the effects of mushrooms on prevention of hypercholesterolemia, dietary hypercholesterolemic rats were fed for 2 weeks with basal diet containing 5% *G. lucidum*, 5% *L. edodes*, 5% *A. judae* and 10% *G. lucidum*, 10% *L. edodes* or 10% *A. judae* mushroom. Concentrations of total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, triglyceride, phospholipid, free-cholesterol, cholesteryl ester, VLDL and chylomicron in serum were analyzed. The result obtained are as follows : Concentrations of total cholesterol, LDL, LDL-cholesterol in serum were lowest in the group 6 (10% *L. edodes* mushroom) and HDL-cholesterol concentration in serum was significantly higher than the concentrations of the control group. Concentrations of triglyceride, phospholipid, free-cholesterol, cholesteryl ester in serum were lower than the concentration of the control group, and the concentrations of triglyceride, cholesteryl ester in group 6 were lower than those of the other groups. Concentrations of phospholipid and free-cholesterol in group 3 were lower than those of the other groups.

Key words : hypercholesterolemia, mushroom, cholesterol, triglyceride, phospholipid

서 론

버섯은 독특한 맛과 향기를 지닌 기호성 높은 식품으로서 영양소가 일반 채소류 이상으로 골고루 함유되어 있어 옛부터 널리 이용되어 왔다¹⁾. 문헌에 의한 의학적 가치로는 한국, 중국, 일본에서 고혈압, 신장염, 신경쇠약, 불면증, 천식, 위궤양에 오랫동안 사용되어 왔으며^{2,3)}, 최근 水野 등^{4,5)}은 버섯의 항 종양 활성물질

에 관하여 보고하였다. 반면, 고혈압에 의해 유발되는 많은 성인병들은 이미 심각한 문제로 대두되고 있는데⁶⁾ 그 식이성 인자로는 콜레스테롤⁷⁾, 포화 지방산⁸⁾, 당질의 과잉섭취⁹⁾, 식이섬유소 섭취부족¹⁰⁾등을 들수있는데 이러한 요인들은 혈청 콜레스테롤 농도를 상승시키며 지단백질 조성의 변화를 초래한다고 알려져 왔다. Hegsted¹¹⁾와 Mattson¹²⁾등에 의하면 사람에게 있어 식이 콜레스테롤의 섭취는 혈청 콜레스테롤 농도를 상승시키며 LDL 수용체의 활성을 저하시켜 혈중 LDL-콜레스테롤 농도를 증가시킨다고 하였으며 식이성 fiber를 많

†To whom all correspondence should be addressed

이 섭취하면 변의 배설량을 증가시키며 담즙산을 흡착해 변으로 배설하므로 콜레스테롤을 감소시키고 혈청 중 콜레스테롤치를 저하시킨다고 하였다^{13,14}. 지금까지의 연구보고에서 식용버섯의 내용성분, 유기산 변화, 항 종양 활성물질, 지방 조성에 관한 보고 등이 있으나 고콜레스테롤 혈증을 유발시켜 지질대사 반응에 관한 논문은 많지 않아 본 실험은 식용버섯으로 널리 사용되고 있는 영지버섯, 표고버섯 및 목이버섯의 급이에 관한, 혈청중 지질 성분변화를 알아보기 위하여 흰쥐에게 고콜레스테롤 혈증을 유발시켜 식이중 영지, 표고, 목이버섯을 첨가시켜 2주간 사육한 후 그 성장변화와 혈청의 지질 조성함량을 측정하고 그 변화를 관찰하였다.

재료 및 방법

실험동물

체중 60~65g의 4주령된 Sprague-Dawley계 숫 흰쥐 50마리를 10% lard을 함유하는 기초사료로서 1주간 예비사육한 후 체중이 비슷한 것끼리 6마리씩 7군으로 나누어 apartment식 사육상자에 넣어 2주간 실험사육하였다. 예비사육 및 실험사육 기간중 물은 자유로이 섭취시켰으며 사육실 온도(20±2°C) 및 습도(50% 전후)는 최적상태로 유지시켰고 명암은 12시간 주기(07:00~19:00)로 하였다.

식이

기초식이 및 실험식이의 조성은 Table 1과 같으며 실험식이에서는 영지, 목이, 표고버섯을 각각 5%, 10%로 대체하였다. 버섯은 지리산 재배 영지·목이·표고버섯을 구입하여 분쇄하여 사용하였다.

동물처리법

실험사육 기간중 격일로 오전 중에 체중을 측정하고 식이섭취량은 매일 사료잔량을 측정하므로서 산출하여 중량을 표시하였다. 실험사육 2주간의 최종일에는 7시간 절식시킨후 에테르 마취를 하여 심장에서 채혈하고 장기는 생리식염수로 세척하여 여과지로 물기를 제거한 후 본 실험에 사용하였다. 혈액은 약 1시간 정도 빙수중에 방치한 후 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 취하여 본 실험에 사용하였다.

Table 1. Compositions of basal and experimental diet

Ingredient	Basal diet	Control Experimental diet		
		group	5% group*	10% group**
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0
Mineral mix*	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mix*	1.0	1.0	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2
Cellulose powder	5.0	5.0	—	—
Test sample	—	—	5.0	10.0
Lard	10.0	10.0	10.0	10.0
Sucrose	60.3	59.3	59.3	54.3
Cholesterol	—	0.75	0.75	0.75
Sodium cholate	—	0.25	0.25	0.25

*AIN - 76™

**Group 1 - Control

Group 2 - Basal diet + 5% *G. lucidum*

Group 3 - Basal diet + 5% *L. edodes*

Group 4 - Basal diet + 5% *A. judae*

Group 5 - Basal diet + 10% *G. lucidum*

Group 6 - Basal diet + 10% *L. edodes*

Group 7 - Basal diet + 10% *A. judae*

분석방법

혈청중의 총콜레스테롤 농도는 총콜레스테롤 측정용 Kit 시약 (Cholestezyme-V 'Eiken'), HDL-콜레스테롤 농도는 HDL-콜레스테롤 측정용 Kit 시약 (HDL-C555 'Eiken'), LDL의 농도는 LDL측정용 Kit시약(β -lipoprotein C-Test Wako)으로 각각 측정하였으며 LDL-콜레스테롤 농도는 LDL 농도에 0.35를 곱한값으로 표시 하였다. 혈청중의 중성 지질 농도는 중성 지질 측정용 Kit 시약 (Triglyzime-V 'Eiken')으로, 인지질 농도는 인지질 측정용 Kit 시약 (PLzyme 'Eiken')으로 측정하였고, 유리콜레스테롤 농도는 유리콜레스테롤 측정용 Kit 시약 (Free-cholestezyme-V555 'Eiken')으로 측정하였으며, 콜레스테롤 에스테르 농도는 총콜레스테롤 농도에서 유리콜레스테롤 농도를 뺀값으로 표시하였다. 혈청중의 chylomicron 및 VLDL 농도는 혈청 지단백 측정용 Kit 시약 (혈청 지단백 측정용 Kit, 'Eiken')으로 측정하였다. 분석결과의 통계처리는 Duncan's multiple range test로 하였다.

결과 및 고찰

식이 섭취량과 증체량

Table 2는 사료 섭취량과 증체량을 나타낸 것으로 식

Table 2. Body weight gain and food intake of rats fed the experimental diet for 2 weeks

Group*	Body weight gain (g)	Food intake (g)
1	93.3 ± 10.4 ^{bc*}	256.2 ± 18.5 ^{ab}
2	84.0 ± 11.3 ^b	247.3 ± 14.0 ^a
3	54.0 ± 12.5 ^a	247.2 ± 13.9 ^a
4	70.5 ± 10.8 ^{ab}	240.5 ± 9.8 ^a
5	88.0 ± 9.9 ^b	269.5 ± 12.4 ^b
6	58.8 ± 13.6 ^a	242.1 ± 10.5 ^a
7	76.0 ± 10.4 ^{ab}	246.6 ± 11.3 ^a

*See the legend of Table 1

**Mean ± S.E. (n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05)

이 섭취량은 5군, 1군에서 약간 많았으며 5군, 1군에 비해 기타군은 약간 낮았으나 유의성은 없었다. 증체량은 1군이 높게 나타났고 3군, 6군이 낮게 나타났으나 여타군간의 유의적인 차이는 별로 없었다.

혈청중의 총콜레스테롤 및 HDL(High Density Lipoprotein) - 콜레스테롤 농도

Table 3에서 보는 바와 같이 혈청중 총콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 전 실험 군에서 유의적으로 낮게 나타났고, 총콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 농도비는 5%, 10%의 표고버섯을 첨가한 2군, 6군에서 높게 나타났으며 대조군에 비하여 다른 실험군은 HDL-콜레스테롤의 농도비율이 약간 높게 나타났다. Grundy 등¹⁵⁾은 식물성 sterol의 섭취는 콜레스테롤 흡수를 저하시켜 혈청 콜레스테롤 농도를 감소시킨다고 하였으며 본 실험에서는 표고버섯이 항고지혈작용의 효력

Table 3. Concentrations of total cholesterol, HDL-cholesterol, ratio of HDL-cholesterol to total cholesterol in serum of rats fed the experimental diets for 2 weeks

Group*	Total cholesterol (mg/100ml)	HDL-cholesterol (mg/100ml)	HDL-cholesterol
			Total-cholesterol
1	341.1 ± 7.4 ^{**}	9.3 ± 1.1 ^{ab}	2.7
2	236.8 ± 10.5 ^d	10.5 ± 1.6 ^b	4.4
3	103.4 ± 2.2 ^b	15.8 ± 2.4 ^c	15.3
4	264.2 ± 10.0 ^e	9.4 ± 2.1 ^{ab}	3.6
5	250.3 ± 5.3 ^{de}	8.9 ± 1.8 ^a	3.6
6	73.9 ± 5.3 ^a	14.8 ± 1.2 ^c	20.0
7	171.2 ± 4.8 ^c	8.5 ± 1.5 ^a	5.0

*See the legend of Table 1

**Mean ± S.E. (n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05)

이 큰 것으로 나타났다.

Low density lipoprotein (LDL) 및 LDL - 콜레스테롤 농도

혈청중의 LDL (low density lipoprotein)과 LDL-콜레스테롤 농도는 Table 4와 같다. LDL과 LDL-콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 전 실험군이 낮게 나타났고 표고버섯 10%를 급여한 6군이 가장 낮게 나타났으며 목이버섯 5%를 급여한 4군이 가장 높게 나타났다. Kannel 등¹⁶⁾은 LDL-콜레스테롤 농도의 변화는 총 콜레스테롤 농도의 변화와 유사하다고 보고하였는바 본 실험 결과와 유사하였다.

Table 4. Concentrations of low density lipoprotein (LDL) and LDL-cholesterol in serum of rats fed the experimental diets for 2 weeks

Group*	Low density lipoprotein (mg/100ml)	LDL-cholesterol (mg/100ml)
1	926.5 ± 25.3 ^{**}	324.1 ± 8.9 ^a
2	537.0 ± 40.2 ^d	187.9 ± 14.0 ^c
3	182.2 ± 8.2 ^b	63.8 ± 2.9 ^b
4	688.6 ± 39.5 ^e	241.0 ± 12.5 ^f
5	368.7 ± 18.2 ^c	129.1 ± 13.8 ^d
6	139.8 ± 7.5 ^a	48.9 ± 2.6 ^a
7	317.5 ± 22.7 ^c	111.2 ± 7.9 ^c

*See the legend of Table 1

**Mean ± S.E. (n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05)

중성지질과 인지질 농도

혈청중의 중성지질 및 인지질 농도는 Table 5와 같이 대조군인 1군에 비해 여타실험군이 현저히 낮게 나타났고, 실험군간에 있어서는 표고 10%를 급여한 6군이 가장 낮게 나타났으며 영지 5%를 급여한 2군이 가장 높게 나타났다. Kinnunen 등¹⁷⁾에 의하면 혈청 중성지질의 농도 저하작용은 모세혈관 벽에 존재하는 lipoprotein lipase가 chylomicron과 very low density lipoprotein (VLDL)의 분해를 촉매하기 때문이라 하였다.

유리 콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도

혈청중의 유리콜레스테롤, 콜레스테롤 에스테르 및 총콜레스테롤에 대한 콜레스테롤 에스테르의 농도비는 Table 6과 같이 유리콜레스테롤과 콜레스테롤 에스테르 농도는 대조군보다 여타 실험군이 낮게 나타났으

Table 5. Concentrations of triglyceride and phospholipid in serum of rats fed the experimental diets for 2 weeks

Group*	Triglyceride(mg/100ml)	Phospholipid(mg/100ml)
1	113.4±6.2 ^{***}	193.6±4.4 ^d
2	97.3±1.9 ^b	191.9±4.4 ^d
3	87.1±4.7 ^{ab}	78.8±2.2 ^a
4	95.1±3.2 ^b	131.2±8.3 ^b
5	90.4±1.8 ^b	166.4±6.8 ^c
6	75.6±5.2 ^a	86.2±3.4 ^a
7	84.3±3.8 ^{ab}	130.0±9.5 ^b

*See the legend of Table 1

**Mean±S.E.(n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05)

Table 6. Concentrations of free cholesterol, cholesterylester in serum of rats fed the experimental diets for 2 weeks

Group*	Free cholesterol (mg/100ml)	Cholesterylester (mg/100ml)	Cholesterylester ratio (%)**
1	66.0±5.1 ^{***}	275.1±5.9 ^e	80.7
2	45.5±1.6 ^b	191.4±9.3 ^d	80.8
3	23.5±0.9 ^a	78.8±2.2 ^b	76.2
4	61.1±4.3 ^{cd}	203.2±11.9 ^d	76.9
5	49.7±3.9 ^b	200.8±4.1 ^d	80.2
6	26.2±1.4 ^a	47.7±2.7 ^a	64.5
7	54.1±4.3 ^{bc}	118.4±7.4 ^c	69.2

*See the legend of Table 1

**Cholesteryl ester / Total cholesterol × 100

**Mean±S.E.(n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05)

Table 7. Concentrations of chylomicron and VLDL in serum of rats fed the experimental diets for 2 weeks

Group*	Chylomicron (mg/100ml)	VLDL (mg/100ml)
1	661.8±5.3 ^{**}	649.0±27.6 ^d
2	323.0±16.1 ^a	568.2±30.4 ^c
3	23.6±2.6 ^a	166.4±11.9 ^a
4	241.0±6.5 ^d	426.5±34.8 ^b
5	319.7±23.1 ^a	592.1±17.3 ^{cd}
6	74.7±3.5 ^b	141.7±10.2 ^a
7	154.1±12.6 ^c	487.9±19.2 ^b

*See the legend of Table 1

**Mean±S.E.(n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (p < 0.05)

며 유리 콜레스테롤은 표고 5%를 급여한 3군이 낮았고 목이 10% 급여인 5군이 가장 낮게 나타났으며 목이 5% 급여한 4군이 가장 높게 나타났다. 콜레스테롤 에

스테르는 표고 10% 급여한 5군이 가장 낮게 나타났으며 목이 5% 급여한 4군이 가장 높게 나타났다. Grag¹⁸⁾는 흰쥐에게 콜레스테롤을 급여하였을 때 혈중 유리콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도가 상승하였다고 보고하였는 바 본 실험결과와도 유사하게 나타났다.

Chylomicron 및 VLDL의 농도

Table 7은 chylomicron과 VLDL의 농도를 나타낸 것으로 대조군보다 여타 실험군의 농도가 낮았으며 chylomicron은 표고 5%를 급여한 3군이 가장 낮았고 영지 5%를 급여한 2군이 높게 나타났다. VLDL은 표고 10%를 급여한 6군이 가장 낮았고 영지 10%를 급여한 5군이 높게 나타났다. Dole 등¹⁹⁾은 혈장 중 대부분의 중성지질은 chylomicron에 의해 운반된다고 하였으며 入江²⁰⁾은 혈청 지단백중 콜레스테롤의 함량은 LDL에 45%, VLDL에 19%, HDL에 17%, chylomicron에 약 7%정도 함유되어 있다고 보고한 바 있다.

요 약

혈청중의 총 콜레스테롤, LDL, LDL-콜레스테롤 농도는 대조군에 비하여 전 실험군이 낮게 나타났고, 총 콜레스테롤은 전 실험군중 6군(표고버섯 10%첨가)이 가장 낮았고 LDL 및 LDL-콜레스테롤 농도는 6군이 가장 낮게 나타났으며, HDL-콜레스테롤의 농도는 대조군에 비하여 전 실험군이 높게 나타났고 그 중 3군(표고버섯 5%첨가)이 가장 높게 나타났다. 중성지질, 인지질, 유리콜레스테롤, 콜레스테롤 에스테르는 대조군에 비하여 전 실험군이 모두 낮게 나타났고 중성지질은 6군이 가장 낮았으며, 인지질은 3군이 가장 낮았고, 유리콜레스테롤 농도 또한 3군 에스테르 6군이 가장 낮게 나타났다. Chylomicron과 VLDL은 대조군 보다 여타 실험군이 모두 낮았으며 chylomicron은 3군에서, VLDL은 6군에서 낮게 나타났다. 본 실험의 결과로 볼 때 영지버섯, 표고버섯, 목이버섯은 고콜레스테롤 혈증의 예방 및 치료에 효력이 있는 것으로 나타났으며, 특히 표고버섯이 가장 유효함을 보였다.

문 헌

1. 홍재식, 김영희, 이극로, 김명근, 조정익, 박진호, 최윤희, 이종배 : 느타리 표고 양송이 버섯의 유기산 및

- 지방산 조성. 한국식품과학회지, **20**(1), 100(1988)
2. Yearul, K. A. and Shuichi, K. : Dietary mushroom reduce blood pressure in spontaneously hypertensive rat. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **35**, 91(1989)
 3. Yamaguchi, M. and Yearul, K. A. : Effect of shitake and maitake mushroom on blood pressure and plasma lipids of spontaneously hypertensive rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **33**, 341(1987)
 4. 水野卓 : 制癌性を有すセルノユツカケ, α -D-グルカソの構造と抗腫瘍活性を中心に. *化學と生物*, **21**(7), 473(1983)
 5. 水野卓, 加藤尚美, 戸塚箕史, 竹中一秀, 新海健吉, 清水雅子 : マンタケ(靈芝)の水溶性多糖類 分解, 構造, 抗腫瘍活性について. *日本農藝化學會誌* **58**(a), 871(1984)
 6. Houston, M. C. : Sodium and hypertention. *Arch. Intern. Med.*, **146**, 677(1986)
 7. Goodhart, R. H. and Shils, M. E. : *Modern nutrition in health and disease*, 6th ed. Lea and Febiger, Philadelphia, p.1045(1980)
 8. Hegsted, D. M., Mcgandy, R. B. and Mayers M. L. : Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**, 281(1965)
 9. Mattson, F. H. and Grundy, S. M. : Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. *J. Lipid Res.*, **26**, 194(1985)
 10. Vega, G. L., Groszek, E., Wolf, R. and Grundy, S. M. : Influence of PUFA on composition of plasma lipoproteins and apolipoproteins. *J. Lipid Res.*, **23**, 811(1982)
 11. Harris, W. S., Conner, W. E. and McMurray, M. P. : A comparative reductions of the plasma lipids and lipoproteins by dietary polyunsaturated fat, salmon oil versus vegetable oils. *Metabolism*, **32**, 179(1983)
 12. Mattson, F. H., Erickson, B. A. and Kligman, A. M. : Effect of dietary cholesterol on serum cholesterol in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **25**, 589(1972)
 13. Hollenbach, E. J. and Kligman, A. M. : Effect of fiber fermentation and bile acid excretion in rats. *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**, 726(1975)
 14. 鈴木道子, 野崎幸久 : 營養と食糧, **30**(2), 86(1983)
 15. Grundy, S. M. and Davignon, J. : The interaction of cholesterol absorption and cholesterol synthesis in man. *J. Lipid Res.*, **10**, 304(1969)
 16. Kannel, W. B., Castelli, W. P. and Gordon, T. : Cholesterol in the prediction of atherosclerotic disease. *Ann. Intern. Med.*, **90**, 85(1979)
 17. Kinnunen, P. K. J., Virtanen, J. A. and Vainio, P. : Lipoprotein lipase and hepatic endothelial lipase. *Atheroscler. Rev.*, **11**, 65(1983)
 18. Grag, M. L., Thomson, B. R. and Clandinin, M. T. : Effect of dietary cholesterol and 1 or ω 3 fatty acid on lipid composition and Δ^5 -desaturase activity or fat liver microsomes. *J. Nutr.*, **118**, 661(1988)
 19. Dole, V. P. and Hamlin, J. T. : Particulate fat in lymph and blood. *Physical. Rev.*, **42**, 674(1962)
 20. 入江昇 : 高脂血症とはその仕組と成立ち. *日本臨床營養學會誌*, **5**, 1(1981)

(1992년 4월 8일 접수)