

맥문동 엑스가 고콜레스테롤 식이를 급여한 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향

이인자* · 김은정 · 정성운 · 양준호 · 이인선¹
대구가톨릭대학교 약학대학, ¹계명대학교 TMR Center

Effects of Liriopsis Tuber Extracts on Lipid Metabolism in Rats Fed High Cholesterol Diet

In-Ja Rhee*, Eun-Jeong Kim, Seong-Woon Jeong, Jun-Ho Yang, and In-Sun Lee¹
College of Pharmacy, Catholic University, ¹TMR Center, Keimyung University

Abstract – This study was performed to examine the effects of Liriopsis Tuber extracts to high cholesterol diet on lipid metabolism in rats. Male Sprague-Dawley rats of 90±10 g were divided into six groups; basal diet (normal group), 1% high cholesterol diet (control group), high cholesterol diet supplemented with 3%, 5% water extracts (C3W, C5W group) and high cholesterol diet supplemented with 3%, 5% MeOH extracts (C3M, C5M group). These experimental diets were fed for 4 weeks. The lipid contents on serum, liver, feces were lower in *Liriopsis Tuber* extracts groups than control group. Especially, the effects of water extract was better than MeOH extract.

Key words – Liriopsis Tuber, high cholesterol, lipid metabolism

식생활의 서구화로 에너지의 과잉 및 지질 섭취량이 증가되면서 비만환자나 고혈압, 뇌혈관질환, 동맥경화증 등의 심혈관계 환자의 수가 급증함에 따라,¹⁾ 혈중 콜레스테롤 농도를 낮추기 위해 콜레스테롤 및 포화지방산이 많이 함유된 식품섭취를 제한하고 각종 섬유소와 불포화지방산 등이 많이 함유된 식품을 권장하는 등 자연 건강식의 개발과 기능성을 갖는 식품에 대한 연구뿐만 아니라 cholestyramine, probucol 등 혈장 콜레스테롤 농도를 낮추는 의약품이 개발되어 일부 고콜레스테롤혈증 환자의 치료에 이용되고 있지만,^{2,3)} 아직도 고콜레스테롤혈증의 예방 및 치료차원에서 섭취할 수 있는 자연건강식품에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이에 고콜레스테롤혈증 등 각종 성인병에 예방 가능한 다양한 활성 물질을 함유하고 있는 식품에 대한 연구는 기능성 식품으로의 이용 가능성 측면에서도 그 의미가 크다고 하겠다.

한편, 한방에서 보음약(補陰藥)으로 사용되는 맥문동(*Liriope platyphylla* Wang et Tang)은 혈당강하작용,⁴⁾ 정장작용,⁵⁾ butanol 분획의 항암작용,⁶⁾ 수층분획의 간보호효과,⁷⁾

항염증작용⁸⁾ 등의 효능이 보고된 바 있으며, 본 연구에서는 고콜레스테롤 식이를 급여한 흰 쥐를 사용해 맥문동이 체내 지질대사에 미치는 영향을 알아보고 체내 콜레스테롤 및 중성지방을 저하시키는 기능성식품으로의 개발 가능성이 있는지에 대하여 알아보려고 하였다.

실험은 맥문동의 MeOH분획물 및 수층분획물을 시료로 사용하였으며, 실험 흰쥐의 혈액, 간 조직, 분변 에서 total lipid, total cholesterol, triglyceride 및 HDL-, LDL- cholesterol 등을 측정하였다.

재료 및 방법

실험재료 – 맥문동 분말에 80% MeOH로 상온에서 12시간씩 3회 추출하여 얻은 MeOH분획물과, 이를 다시 여과 및 감압 농축하고 물에 현탁시킨 후 ethyl acetate, *n*-BuOH로 차례로 분배추출하여 얻은 수층분획물을 감압농축한 뒤 동결 건조하여 사용하였다.⁹⁾

실험동물 및 식이 – 실험동물은 체중 80~100 g의 4주령 Sprague-Dawley계 웅성 흰쥐를 실온 23±2°C, 습도 60±5%, 실내조명 12시간 주기(명기 08:00~20:00)의 실험조건에서 사료와 물을 충분히 공급하면서 사육하였다. 일주일간

*교신저자(E-mail) : ijhee@cataegu.ac.kr
(FAX) : 053-850-3602

Table I. Compositions of experimental diets

Ingredients	Groups					
	Normal	Control	C3W	C3M	C5W	C5M
Starch	62	60.75	57.75	57.75	55.75	55.75
Casein	18	18	18	18	18	18
Salt mixture	4	4	4	4	4	4
Vitamin mixture	1	1	1	1	1	1
Corn oil	5	5	5	5	5	5
Cellulose	5	5	5	5	5	5
Sucrose	5	5	5	5	5	5
Cholesterol	-	1	1	1	1	1
Sodium cholate	-	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Water extracts	-	-	3	-	5	-
MeOH extracts	-	-	-	3	-	5
Total (%)	100	100	100	100	100	100

Normal group : basal diet

Control group : 1% high cholesterol diet

C3W group : Control + 3% water fraction from Liriopsis Tuber extraction

C3M group : Control + 3% MeOH fraction from Liriopsis Tuber extraction

C5W group : Control + 5% water fraction from Liriopsis Tuber extraction

C5M group : Control + 5% MeOH fraction from Liriopsis Tuber extraction

예비사육 후 난괴법(randomized complete block design)에 의해 정상군(normal group), 1% 고콜레스테롤 식이군(control group), 고콜레스테롤 식이에 맥문동 수층 분획물을 식이의 3%로 첨가한 군(C3W group) 및 5%로 첨가한 군(C5W group), 고콜레스테롤 식이에 맥문동 MeOH 분획물을 식이의 3%로 첨가한 군(C3M group) 및 5%로 첨가한 군(C5M group)으로 나누어 각 군마다 8마리씩 4주간 사육하였다 (Table I).

시료수집 - 혈액은 희생 전 12시간 절식시킨 후 ether로 마취시켜 복부대동맥에서 채혈하였으며, 실온에서 30분간 방치 후 4°C, 3000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 간은 0.9% saline으로 세척, 수분제거 후 무게를 측정하고 액체질 소로 급속냉각시켜 -70°C에 냉동보관하였으며, 분변은 실험 4주째에 3일간 대사장(metabolic cage)에서 매일 일정한 시간에 수거하여 무게를 측정하였으며, 분석시까지 -70°C에 보관하였다.

혈청의 지질분석 - 혈청의 total cholesterol, HDL-cholesterol 및 triglyceride는 효소법에 의한 kit(아산제약, 한국)를 사용하여 흡광도 측정하였으며, LDL-cholesterol은 Friedewald식¹⁰⁾ {Total cholesterol - (HDL-cholesterol + TG/5)}에 의해 계산하였다.

간의 지질분석 - 간의 총 지질함량은 Folch 등¹¹⁾의 방법으로 추출하였다. 즉, 간조직 1g에 클로로포름:메탄올 (2:1, v/v)용액 20 ml를 가한 후 균일하게 하여 5°C에서 12시간 추출한 다음 여과 및 건조하여 측정된 중량을 총 지질함량으로 하였으며, 이것을 다시 에탄올 4 ml로 용해시킨 후 kit 시약(아산제약, 한국)을 이용하여 중성지방과 총 콜레스테롤 함량을 측정하였다.

분변의 지질분석 - 분변 500 mg을 시료로 취하여 곱게 분쇄한 뒤 Dewael 등¹²⁾의 방법으로 지질을 추출하였다. 즉, 분쇄된 건조 변에 4% KOH 용액 1 ml를 첨가하고 ether 20 ml로 2회 추출하여 이 추출액에서 분변의 콜레스테롤 함량을 간조직에서와 같은 방법으로 측정하였으며, 총 지질함량은 Folch 등¹¹⁾의 방법에 의해 정량하였다.

장 통과시간 측정 - 실험 2주째에 Carmine red(Sigma Co., C1022, USA)를 marker로서 0.5% 농도로 각 실험식에 첨가하여 급여하고 매시간 marker의 변 중 배출을 24시간동안 체크하였다. 실험식 급여시작시간과 marker가 변 중에 맨 처음 나타나기까지의 시간 간격을 장 통과시간으로 하였다.¹³⁾

결과 및 고찰

혈청의 지질수준 - Triglyceride는 control군에 비해 C3W군, C5W군 및 C5M군에서 유의적으로 감소하였으며, HDL-cholesterol은 증가하였다. 또한 LDL-cholesterol은 C5W군에서 유의성있는 감소를 보였다(Table II). 특히 HDL-cholesterol의 증가는 동맥경화의 진행을 억제하거나 경감시키는 작용을 하여¹⁴⁾ 동맥경화지수(AI)가 감소된 것으로 사료된다.

간조직 중량 - 간 조직의 무게는 고콜레스테롤 공급군 모두가 normal군에 비해 높았으며, control군에 비해서는 C3W, C5W군에서 유의적으로 낮게 나타났다(Fig. 1). 이는 식이 중 cholesterol의 첨가로 인해 간장 중에 콜레스테롤 및 중성지방 등이 축적되어 간의 무게가 증가된 것¹⁵⁾으로 생각되며, 이와같은 결과는 Lee 등¹⁶⁾의 보고와 유사하다. control군에 비해 C3W, C5W군에서 감소한 것은 맥문동 수층분획물이 간의 지방축적을 저해했기 때문으로 사료된다.

간의 지질함량 - Total lipid는 control군에 비해 C3W군, C5W군 및 C5M군에서 그 값이 유의성있게 감소하였으며, Total cholesterol의 경우 C3W 및 C5W군에서 감소하였다. Triglyceride는 C3W군, C5W군 및 C3M군, C5M군 모두가 control군에 대해 유의적으로 감소하였다(Table III). 고콜레스테롤 섭취로 증가된 간의 지질함량이 맥문동 엑스의 공급으로 감소된 것은 맥문동 엑스가 소장 내에서 음식물 잔사의 이동속도를 촉진하므로써 triglyceride와 total cholesterol

Table II. Effects of Liriopis Tuber extracts on serum total cholesterol, triglyceride, HDL- & LDL- cholesterol contents and atherogenic index in rats fed experimental diets

Group	Total cholesterol (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)	LDL-cholesterol (mg/dl)	AI*)
Normal	92.2±11.34	50.2±5.54	56.6±6.87	26.50±12.08	0.63±0.20
Control	225.0±58.31 ^{###}	72.6±10.21 ^{##}	34.4±8.79 ^{###}	176.25±62.75 ^{###}	5.69±1.59 ^{###}
C3W	198.8±51.67	59.8±8.75*	46.8±7.36*	143.25±62.60	3.35±1.26**
C3M	214.8±35.65	64.4±9.44	44.2±6.18	152.80±38.16	3.93±1.02*
C5W	181.0±28.06	56.0±7.97*	48.4±8.17**	121.4±24.77*	2.78±0.60***
C5M	216.4±18.49	60.0±13.77*	44.6±11.26*	159.8±16.01	4.06±1.09*

#p<0.05, ##p<0.01, ###p<0.001 : significant to the normal group
 *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 : significant to the control group
 *)AI : Atherogenic index={ (Total cholesterol - HDL-cholesterol) / HDL-cholesterol }
 Normal : basal diet
 Control : 1% high cholesterol diet

C3W : Control + 3% water fraction from Liriopis Tuber extraction
 C3M : Control + 3% MeOH fraction from Liriopis Tuber extraction
 C5W : Control + 5% water fraction from Liriopis Tuber extraction
 C5M : Control + 5% MeOH fraction from Liriopis Tuber extraction

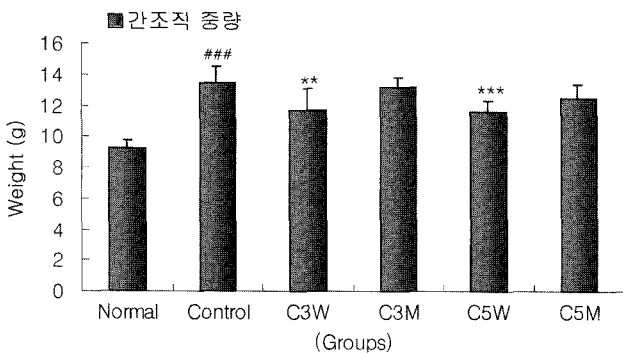


Fig. 1. Liver weights of rats fed high cholesterol diet with Liriopis Tuber extracts.

#p<0.05, ##p<0.01, ###p<0.001 : significant to the normal group
 *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 : significant to the control group
 Normal : basal diet
 Control : 1% high cholesterol diet
 C3W : Control + 3% water fraction from Liriopis Tuber extraction
 C3M : Control + 3% MeOH fraction from Liriopis Tuber extraction
 C5W : Control + 5% water fraction from Liriopis Tuber extraction
 C5M : Control + 5% MeOH fraction from Liriopis Tuber extraction

의 흡수가 저하되어 체내 축적정도가 경감되는 것으로 사료된다.¹⁷⁾

장 통과시간 - normal군에 비해 고콜레스테롤 공급군 모두가 유의적으로 낮게 나타났다. 또한 control군에 비해 맥문동 엑스를 첨가한 실험군에서 장 통과시간이 감소하였으며, 특히 수층 분획물 급여군이 매우 유의성있는 감소를 보였다(Fig. 2). 이는 Fructo올리고당이 장내 세균 중 Bifido-

Table III. Effects of Liriopis Tuber extracts on hepatic total lipid, total cholesterol, triglyceride contents in rats fed experimental diets

Group	Total lipid (mg/g)	Total cholesterol (mg/g)	Triglyceride (mg/g)
Normal	73.10±6.35	10.01±2.83	19.19±4.24
Control	223.16±25.11 ^{###}	32.93±1.63 ^{###}	89.49±13.44 ^{###}
C3W	183.87±14.98*	28.65±2.67*	47.84±6.13***
C3M	209.58±19.47	31.39±1.69	66.19±2.56**
C5W	147.25±17.41***	24.05±2.25***	47.15±11.90***
C5M	177.08±16.23**	29.27±1.13	54.90±4.25***

#p<0.05, ##p<0.01, ###p<0.001 : significant to the normal group
 *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 : significant to the control group
 Normal : basal diet
 Control : 1% high cholesterol diet
 C3W : Control + 3% water fraction from Liriopis Tuber extraction
 C3M : Control + 3% MeOH fraction from Liriopis Tuber extraction
 C5W : Control + 5% water fraction from Liriopis Tuber extraction
 C5M : Control + 5% MeOH fraction from Liriopis Tuber extraction

bacteria의 생육을 선택적으로 촉진시킨다는 Hidaka 등의 보고¹⁸⁾ 및 올리고당의 섭취시 비피더스균에 의한 단쇄지방의 다량생성으로 대장의 연동운동을 자극한다는 Hideo의 보고¹⁹⁾와 관련하여 볼 때 맥문동 엑스, 특히 수층분획물에 다량 함유된 올리고당의 영향으로 보인다. 결국 맥문동 엑스의 공급으로 장내 비피더스균의 증식촉진을 가져오며 증식된 비피더스균은 장의 연동운동을 촉진시키므로서 장내 용물의 장 통과시간이 단축되어지는 것으로 보여진다.²⁰⁾ 이러한 장 통과시간의 단축은 소화 흡수과정에 영향을 미친 것으로 사료된다.

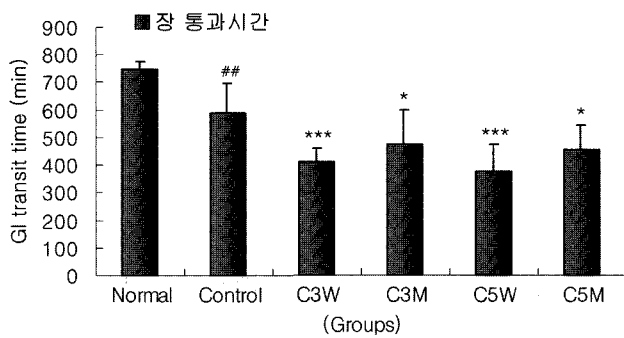


Fig. 2. Effects of Liriopsis Tuber extracts on gastrointestinal transit time in rats fed experimental diets.

[#]p<0.05, ^{##}p<0.01, ^{###}p<0.001 : significant to the normal group
^{*}p<0.05, ^{**}p<0.01, ^{***}p<0.001 : significant to the control group

Normal : basal diet

Control : 1% high cholesterol diet

C3W : Control + 3% water fraction from Liriopsis Tuber extraction

C3M : Control + 3% MeOH fraction from Liriopsis Tuber extraction

C5W : Control + 5% water fraction from Liriopsis Tuber extraction

C5M : Control + 5% MeOH fraction from Liriopsis Tuber extraction

Table IV. Effects of Liriopsis Tuber extracts on fecal total lipid and total cholesterol contents in rats fed experimental diets

Group	Total lipid (mg/day)	Total cholesterol (mg/day)
Normal	85.49±4.83	21.12±3.59
Control	216.22±13.99 ^{###}	79.14±2.85 ^{###}
C3W	228.39±17.56	110.75±4.23 ^{***}
C3M	219.65±21.69	76.21±3.22
C5W	241.81±10.27 [*]	113.01±7.54 ^{***}
C5M	223.28±11.66	85.02±4.36

[#]p<0.05, ^{##}p<0.01, ^{###}p<0.001 : significant to the normal group

^{*}p<0.05, ^{**}p<0.01, ^{***}p<0.001 : significant to the control group

Normal : basal diet

Control : 1% high cholesterol diet

C3W : Control + 3% water fraction from Liriopsis Tuber extraction

C3M : Control + 3% MeOH fraction from Liriopsis Tuber extraction

C5W : Control + 5% water fraction from Liriopsis Tuber extraction

C5M : Control + 5% MeOH fraction from Liriopsis Tuber extraction

분변의 지질함량 - 분변으로의 지질 배설량을 관찰한 결과 normal군에 비해 고콜레스테롤 식이를 급여한 모든 실험군에서 현저하게 증가함을 알 수 있었으며 특히, control군에 비해 수층분획물 투여군에서 유의성있는 지질함량의 증가를 보였다(Table IV). 이와 같은 결과는 장 통과시간의

단축으로 인한 장내의 지방 흡수속도 변화 및 소장 조직의 형태학적 변화로 인해 소장에서의 지질흡수가 저해되어 분변으로의 지질 배설량이 증가된 것으로 보인다.²¹⁾

결론

본 실험결과 맥문동 엑스를 급여한 군이 control군에 비해 혈청 및 간에서의 지질함량이 감소되었으며, 분변으로의 지질 배설량이 증가함을 알 수 있었다. 간의 무게는 normal군에 비해 고콜레스테롤 식이를 섭취한 모든 실험군에서 증가되었으나, 맥문동 엑스의 첨가로 인해 그 무게가 감소하였다. 장 통과시간 또한 control군에 비해 맥문동 엑스 급여군에서 감소하였다. 맥문동 엑스의 첨가농도가 증가할수록 지질 감소효과가 뛰어났으며, 특히 맥문동 수층분획물에서 그 효과가 현저하였다. 이는 맥문동 수층분획물이 혈중 및 간에서의 지질수준을 낮추며 분변으로의 지질 배설을 증가시켜 체내 지질상태를 개선 할 수 있는 가능성을 보여주는 것으로서 구체적인 활용에 대한 연구가 요망된다.

인용문헌

1. 대한통계협회(1997) 사망원인 통계 연보.
2. Miettinen, T.A. (1987) Dietary fiber and lipids. *Am. J. Clin. Nutr.* **45**: 1237-1242.
3. Kritchevsky, D. (1978) Fiber, lipids and atherosclerosis. *Am. J. Clin. Nutr.* **31**: S65-S74.
4. Koda, A., (1971) *Folia Pharmacol. Japan.* **67**: 223.
5. 김창민 외(1997) *중약대사전*. 鼎談出版社 **3**: 1648-1657.
6. 조성지(1998) 맥문동의 혈당강하 및 항암작용에 관한 연구. 대구가톨릭대학교 석사학위논문.
7. 안지윤(2000) 맥문동의 간 기능 활성화에 미치는 영향. 대구가톨릭대학교 석사학위논문.
8. Shibata, M., Noguchi, R., Suzuki, M., Iwase, H., Soeda, K., Niwayama, K., Kataoka, E., Kusuda, K. and Hamano, M. (1971) Pharmacological studies on medicinal plant components 1. On the extracts of ophiopogon and some jolk medicines. *Proc. Hoshi. Pharm.* **13**: 66-76.
9. 백남인(1998) 맥문동 지표성분분리. 경희대학교 대학원.
10. Friedewald, W.T., Levy, R.I., Fredrickson, D.S. (1972) Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* **18**(6): 499-502.
11. Folch, J., Lees, M. and Sloane-stanley, G.H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**: 497-509.
12. Dewael, J., Raaymakers, C.E. and Endeman, H.J. (1977) Simplified quantitative determination of total fecal bile acids. *Clin. Chim. Acta.* **79**: 465-470.

13. Kim, S.O., Rhee, S.J., Rhee, I.K., Joo, G.J. and Ha, H.P. (1998) Effects of dietary xylooligosaccharide on lipid levels of serum in rats fed high cholesterol diet. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **27**(5): 945-951.
14. Han, E.G., Sung, I.S., Moon, H.G., Cho, S.Y. (1998) Effect of *codonopsis lanceolata* water extract on the levels of lipid in rats fed high fat diet. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **27**(5): 940-944.
15. Wursch, P. (1979) Influence of tannin-rich Carob Pod fiber on the cholesterol metabolism in the rat. *J. Nutr.* **109**: 685.
16. 이순재, 박홍구(1984) 고지방식이에 따른 흰쥐의 간장내 지질함량 변화와 병리조직학적 소견. *한국영양학회지.* **17**: 113.
17. Sung, I.S., Kim, M.J. and Cho, S.Y. (1997) Effect of quercus acutissima CARRUTHERS extracts on the lipid metabolism. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **26**(2): 327-333.
18. Hidaka, H., Eida, T., Takijama, T., Tokunaga, T. and Tasluro, Y. (1986) Effect of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health. *Bifidobacteria Microflora*, **5**: 37.
19. Hideo, T. (1994) Health effects of oligosaccharides. *Food Technology*, **48**(10): 61-65.
20. 김성갑(1994) Insulin과 돼지감자 fructo올리고당이 장내 미생물의 생육에 미치는 영향. 서울대학교 석사학위논문.
21. 김성옥(1999) 고콜레스테롤 식이 흰쥐에서 Xylooligo당의 콜레스테롤 대사 및 장기능 개선작용. 대구가톨릭대학교 박사학위논문.

(2002년 12월 22일 접수)