

길경 saponin이 고콜레스테롤식을 공급한 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향

원 향 레[†]
상지대학교 식품영양학과

The Hypocholesterolemic Effect of *Platycodi radix* Saponin in Rats Fed a Hypercholesterol Diet

Won, Hyang Rye[†]

Department of Food and Nutrition, Sangji University, Wonju, Korea

ABSTRACT

The objective of this study is to find the effect of improving hyperlipidemia through *Platycodi radix* saponin. A hypercholesterol diet and *Platycodi radix* saponin methanol extract were supplemented to the 6 week old male Spargue Dawley rats for four weeks. Results showed that the serum total cholesterol, triglyceride and LDL-cholesterol level decreased in the group supplemented with *Platycodi radix* saponin methanol extract ($p < 0.05$), however, the serum total lipid and HDL-cholesterol did not show any difference from the control group according to the supplement of *Platycodi radix* saponin methanol extract. In the group supplemented with *Platycodi radix* saponin methanol extract, the total cholesterol decreased by 20%, triglyceride by 36% and LDL-cholesterol by 25% respectively, and there was no difference according to the level of *Platycodi radix* saponin methanol extract. AI(atherogenic index) and CRF(cardiac risk factor) were low in the group supplemented with *Platycodi radix* saponin methanol extract. Total lipid, total cholesterol and triglyceride in liver and feces were significantly low in the group supplemented with the *Platycodi radix* saponin methanol extract compared with the control group ($p < 0.05$). According to this result, it is expected that the *Platycodi radix* saponin methanol extract supplemented in the hypercholesterol diet can lower atherosclerosis, the cause of cardiovascular disease, by reducing not only serum cholesterol and triglyceride but also liver cholesterol and triglyceride.

Key words: *platycodiradix saponin*, hypercholesterol diet, hypocholesterolemic effect

이 논문은 2011년도 상지대학교 학술연구비지원에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

접수일: 2013년 3월 15일 심사일: 2013년 3월 22일 게재확정일: 2013년 3월 25일

[†]Corresponding Author: Won, Hyang Rye Tel: 82-33-730-0496 Fax: 82-33-738-7652

e-mail: hrwon@sangji.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

길경(*Platycodi radix*)은 도라지의 뿌리 부분을 물로 세척하여 건조시킨 것으로 우리나라에서는 식용과 약용으로 많이 사용되어 왔다. 길경은 주로 호흡기 질환에 거담·진해제로 사용되었으나 (Takagi & Lee 1972a; 1972b; Shin et al. 2002; Lee et al. 2004; Choi et al. 2009; Fu et al. 2009), 그 외에도 길경의 다양한 생리활성에 대한 연구가 최근까지 계속해서 수행되어 오면서 약리학적 또는 생리학적으로 의미 있는 연구 결과들이 보고 되어 왔다. 지금까지의 연구내용들을 보면, 길경 추출물의 주요 성분(Kim et al. 2002; Kim et al. 2007a)과 손상된 간의 치료(Lee et al. 2001; Lee et al. 2004; Kim et al. 2007b; An et al. 2009), 항당뇨(Kim et al. 2009; Kwon et al. 2009; Kwon et al. 2012), 항염증(Chung et al. 2008; Kim et al. 2009), 면역 조절과 면역증강(Bae et al. 1996; Choi et al. 2001a), 항중양(Choi et al. 2001b; Lee

et al. 2003; Kim et al. 2008), 항비만과 지방대사 (Park et al. 1994; 1995; Jin et al. 2002; Zhao et al. 2005; Han et al. 2011)에 효과가 있다는 연구결과가 보고되었고 최근에는 아토피와 알러지에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Han et al. 2009; Choi et al. 2012).

현대인의 건강을 위협하는 질환 중 식사와 관련된 만성질환이 주목 받고 있다. 만성질환 중 특히 문제가 되고 있는 질환은 뇌혈관과 심순환기 질환으로서 이들 질환은 한국인의 주요사망원인인 암에 이어 2, 3위를 차지하고 있다(Korea National Statistical Office 2010). 고지혈증은 순환기 질환의 주요한 위험인자로 동맥경화 등 혈관 질환에 문제를 일으키는 주요 원인 증상으로 지목되고 있다(Moon 1996; Ministry of Health and Welfare 2010). 우리나라 30세 이상의 성인 10명 중 1명이 고콜레스테롤혈증을 보유하고 있고, 최근 5년간 지속적인 증가추세를 나타내고 있었다. 이러한 비정상적인 지질대사로 인한 만성질환의

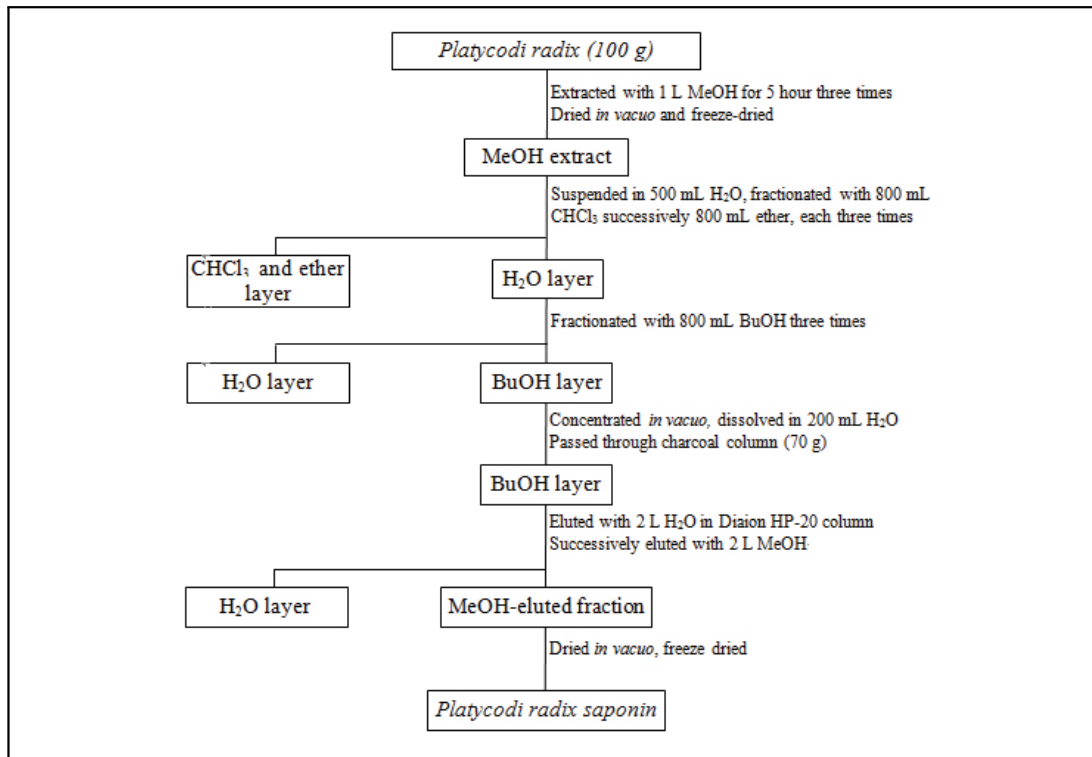


Fig. 1. The extraction procedure of crude saponine from *Platycodi radix*

예방과 치료를 위해 약리적 효과를 가진 식물성 생리활성 물질에 대한 연구가 꾸준히 진행되어 왔다. 길경의 지질대사 연구는 대부분 고지방식에서의 지질대사 개선효과를 본 것이 대부분이었으나 본 연구는 지방의 함량은 높지 않으나 콜레스테롤이 높은 고콜레스테롤 실험식이와 식품으로서의 상용이 가능한 저농도의 길경사포닌 메탄올추출물을 함께 실험동물에 급여하여 길경사포닌 메탄올 추출물이 혈청, 간지질 및 분변지질에 미치는 영향에 대해 검토하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 시료의 추출

본 실험에 사용한 길경(*platycodi radix*)는 원주 시내 한약재상에서 구입하여 분쇄한 시료 100 g에 메탄올 1 L를 넣고 5시간 씩 3회 추출 후 여과한 다음 진공농축기를 사용하여 농축하고 동결 건조한 다음 이를 정확히 평량하였다.

메탄올 추출물을 증류수 500 mL에 현탁시키고 이를 800 mL hexane으로 3회 반복 추출하였다. 남은 물층에 800 mL의 ether로 다시 3회 반복하여 분배 추출하여 ether 분획을 버렸다. 계속하여 물층을 800 mL의 부탄올로 3회 반복하여 분배 추출하였고 이를 농축하였다. 농축한 가용성 분획을 70 g의 활성탄으로 충전된 컬럼을 통과시켰다. 용출액을 농축한 후 Diaion HP-20 (320 g, 570 cm)에서 증류수 2.0 L로 전개하여 당분획을 제거한 다음 2.0 L의 메탄올로 용출하여 농축하였으며 이를 사포닌 분획으로 하였다. 사포닌의 수율은 3.6%였다. 이 분획물은 -70°C 냉동고에 보관하면서 사용하였다(Fig. 1).

2. 실험동물 및 식이

1) 실험동물

실험에 사용된 Sprague Dawley(SD)종의 수컷 (110±10g) 흰쥐는 (주)바이오링크(충북 음성, 대한민국)로부터 구입하여 1주일 동안 기본 식이로 적응시킨 후, 난괴법에 따라 각 처리 군당 10 마

리씩 4 군으로 나누어 케이지에 1 마리씩 분리하여 실험식으로 4 주간 사육하였다.

2) 실험설계 및 실험식이

길경사포닌의 지질저하 효과를 살펴보기 위하여 실험군은 난괴법에 의하여 대조군(Hypercholesterol diet group, Control), 길경사포닌 메탄올추출물 25mg/kg 급여군(Hypercholesterol diet supplemented with *Platycodi radix* saponin 25mg/kg, PRS-25), 길경사포닌 메탄올추출물 75mg/kg 급여군(Hypercholesterol diet supplemented with *Platycodi radix* saponin 75 mg/kg, PRS-75), 길경사포닌 메탄올추출물 125 mg/kg 급여군(Hypercholesterol diet supplemented with *Platycodi radix* 125 mg/kg, PRS-125)으로 나누었으며(Table 1), 모든 실험군은 beef tallow를 10%, 콜레스테롤을 1% 첨가한 고콜레스테롤 식이를 4주간 공급하였다(Table 2). 실험동물사육실 온도는 20±2°C, 상대습도 60±5%로 유지하였고, 조명은 12 시간 간격으로 조절하였다. 식이섭취량은 1주에 3회, 체중은 매주 한 번씩 측정하였다. 실험은 상지대학의 Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC)의 승인 하에 진행되었다.

Table 1. Experimental design

Groups	Diet composition
Control	High cholesterol diet
PRS-25	High cholesterol diet + <i>Platycodi radix</i> saponin 25 mg/kg
PRS-75	High cholesterol diet + <i>Platycodi radix</i> saponin 75 mg/kg
PRS-125	High cholesterol diet + <i>Platycodi radix</i> saponin 125 mg/kg

3. 시료수집 및 분석

1) 혈청과 조직처리

실험식이를 4주간 공급한 후 심장채혈법으로 혈액을 채혈하였고 원심분리하여 분리된 혈청은 분석 전까지 -70°C에서 냉동 보관하였다. 또한 간장 등 조직을 적출하여 생리식염수로 행군 후

Table 2. Composition of experimental diets

Ingredients	(g/kg diet)			
	Group ¹⁾			
	Control	PRS-25	PRS-75	PRS-125
Corn starch	549.5	549.5	549.5	549.5
Casein	140.0	140.0	140.0	140.0
Sucrose	100.0	100.0	100.0	100.0
Beef tallow	100.0	100.0	100.0	100.0
Cellulose	50	50	50	50
Mineral mix ²⁾	35	35	35	35
Vitamin mix ³⁾	10	10	10	10
DL-methionine	3	3	3	3
Cholesterol	10.0	10.0	10.0	10.0
Choline bitartrate	2.5	2.5	2.5	2.5
<i>Platycodi radix</i> saponin	-	0.025	0.075	0.125

¹⁾Control: High cholesterol diet, PRS-25: High cholesterol diet+*Platycodi radix* saponin 25 mg/kg, PRS-75: High cholesterol diet+*Platycodi radix* saponin 75 mg/kg, PRS-125: High cholesterol diet+*Platycodi radix* saponin 125 mg/kg

^{2,3)}AIN-93 mineral mixture and AIN-93N vitamin mixture

표면의 수분을 제거하여 액체질소에 담아 급속냉동시켜 -70°C에 냉동 보관하였다.

2) 지질 및 콜레스테롤분석

혈중의 중성지질, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도는 시판되는 Kit(Asan Pharmaceutical Co., Seoul, Korea)를 사용하여 효소법으로 측정하였다. 간조직과 분변의 총지질함량은 Folch et al.(1957)의 방법에 따라 간조직의 10 배량의 용매(chloroform:methanol=2:1)를 가하여 반복추출하고 용매를 휘발시켜 지질을 얻었으며, 이때의 총지질함량은 중량법으로 구하였다. 혈액의 총지질 함량은 Frings & Dunn법(1970)에 따라 분석하였으며 간조직과 분변의 총콜레스테롤과 중성지질은 혈청에서의 분석과 동일한 방법으로 분석하였다.

3) Alanine transaminase(ALT) 및 aspartate transaminase(AST)의 활성 측정

간의 손상정도를 측정하기 위하여 아미노산 전이효소인 alanine transaminase(ALT)와 aspartate transaminase(AST) 활성을 효소법에 의한 정량용 Kit(Asan Pharmaceutical Co., Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다.

4. 통계분석

실험결과는 평균 및 표준편차로 나타내었고, SPSS 프로그램(Version 17.0, SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다. 길경사포닌 메탄올추출물의 지질저하 효과를 살펴보기 위해서 대조군, 길경사포닌 25 mg/kg, 75 mg/kg 및 125 mg/kg 급여군 간의 효과는 one-way ANOVA로 분석한 후 Duncan's multiple range test로 유의성 검증을 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 체중 증가량, 사료섭취량, 식이효율

길경사포닌 메탄올추출물을 공급한 쥐의 최종 체중, 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 3과 같다. 4주 동안 고콜레스테롤 식이에 3 수준(25 mg/kg, 75 mg/kg, 125 mg/kg)의 길경사포닌 메탄올추출물을 급여한 실험군 등에서 체중증가량, 식이섭취량, 사료효율은 유의차를 보이지 않았다. 본 실험에서 식이를 통해 섭취하는 길경사포닌 메탄올추출물의 양은 약 2.0~11.0 mg/kg b.w로 Park et al.(1995)의 실험에서 사용한 길경사포닌보다 훨씬 낮은 수준이었고 또한 실험식이를 급여한 기간도 Park et al.(1995)은 6주간이었고 본 연구에서는 4주간 이었다. Jin et al.(2002)과 Byun & Seo(2003)는 길경분말을 고지방식에 20% 첨가하였을 때 식이효율은 증가하였으나 체중은 감소하였다. Park et al.(1995)은 고지방식에 하루 50 mg/kg b.w의 길경사포닌을 흰쥐에게 6주간 투여한 결과 유의하게 식이섭취와 체중이 감소한 것으로 나타났다. 이러한 결과의 차이는 사용한 실험동물, 실험식이, 실험기간, 또한 길경

Table 3. Body weights, food intakes and feed efficiency ratios in four experimental groups

Group	Body weight (g)			Total feed intake (g)	FER ¹⁾
	Initial	Final	Weight change		
Control	115.5±5.1 ^{NS}	369.9±21.5 ^{NS}	254.1±19.5 ^{NS}	712.6±50.1 ^{NS}	0.35±0.01 ^{NS}
PRS-25	115.6±5.5	347.1±12.3	232.5±14.9	679.7±62.9	0.34±0.01
PRS-75	115.2±5.4	355.7±24.8	242.1±26.2	690.0±39.0	0.35±0.02
PRS-125	114.9±5.6	361.7±18.5	248.8±17.4	681.0±46.8	0.36±0.03

¹⁾Feed efficiency ratio (weight gain/feed intake)

The values shown are Mean ± SD (n=10).

^{NS}Not significantly different

의 사포닌의 농도, 공급하는 방법 등의 차이로 사료된다.

2. 간, 신장, 비장, 심장의 무게

모든 실험군의 간, 심장, 신장, 비장의 무게는 Table 4와 같다. 길경사포닌을 공급한 군(25 mg/kg, 75 mg/kg, 125 mg/kg)에서 신장의 무게가 유의하게 감소하는 것으로 나타났다(p<0.05). 이는 길경사포닌 메탄올추출물이 낮은 농도라 할지라도 신장에 무리를 줄 수 있는 가능성을 시사하고 있으며 길경사포닌을 생체에 급여할 경우 물 추출물이나 에탄올추출물을 사용하는 것이 안전할 수 있다고 사료된다.

Table 4. Weight of major organs of rats fed hypercholesterol diets containing *Platycodi radix* saponin for 4 weeks

Group	Weight (g)			
	Liver	Heart	Kidney	Spleen
Control	19.8±2.0 ^{NS}	1.3±0.2 ^{NS}	2.9±0.3 ^b	1.0±0.2 ^{NS}
PRS-25	17.2±0.7	1.2±0.2	2.5±0.1 ^a	0.8±0.1
PRS-75	19.3±1.7	1.2±0.2	2.6±0.2 ^a	1.1±0.2
PRS-125	18.5±1.7	1.2±0.2	2.6±0.1 ^a	1.0±0.3

The values shown are Mean ± SD (n=10).

^{NS}Not significantly different

3. 혈청 중의 ALT 및 AST 함량 측정

고콜레스테롤 식이를 급여한 쥐에게 길경사포

닌 메탄올추출물을 4주간 공급한 후 혈청 중의 ALT(alanine transaminase) 및 AST(aspartate transaminase)을 측정된 결과는 Table 5와 같다. Koh 등(1999)은 ALT 및 AST는 간세포에 다량 존재하는 효소로 간 손상 시 세포 외로 다량 유출되어 혈액에 증가됨으로서 간 손상의 지표로 이용되는 효소라고 하였다. 본 연구에서는 ALT와 AST 함량은 모든 군에서 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나(Table 5), 길경사포닌 메탄올추출물의 급여가 간기능의 손상을 초래하지는 않는 것으로 나타났다.

Table 5. The effect of *Platycodi radix* saponin on serum alanine transaminase(ALT) and aspartate transaminase(AST)

Group	(IU/L)	
	ALT(GPT)	AST(GOT)
Control	28.3±3.6 ^{NS}	47.5±5.9 ^{NS}
PRS-25	27.7±3.1	43.8±2.8
PRS-75	28.1±2.7	44.4±5.0
PRS-125	26.9±3.6	46.9±5.5

The values shown are Mean ± SD (n=10)

^{NS}Not significantly different

4. 혈청 총지방, 총콜레스테롤, 중성지질, LDL-콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도

고콜레스테롤 식이와 길경사포닌 메탄올추출물을 4주간 공급한 실험군들의 혈청지질농도는

Table 6. The effect of *Platycodi radix* saponin on serum total lipid, triglyceride, total cholesterol and HDL-cholesterol concentrations in hypercholesterol diets for 4 weeks

(mg/dL)					
Group	Total lipid	Total cholesterol	Triglyceride	LDL-cholesterol ¹⁾	HDL-cholesterol
Control	198.1±12.8 ^{NS}	168.1±10.2 ^b	98.4±6.0 ^b	146.4±10.1 ^b	19.9±3.1 ^{NS}
PRS-25	185.6±10.9	134.7± 5.8 ^a	63.4±7.5 ^a	112.4± 8.7 ^a	19.7±2.6
PRS-75	190.6±11.0	136.3±10.6 ^a	64.7±8.9 ^a	115.5± 5.6 ^a	19.6±3.0
PRS-125	188.9± 9.4	135.8±10.8 ^a	64.1±6.0 ^a	114.9± 6.7 ^a	19.1±3.0

¹⁾LDL cholesterol = {total cholesterol - (HDL cholesterol - Triglyceride / 5)}

The values shown are Mean ± SD (n=10)

^{NS}Not significantly different

Table 6과 같다. 혈액의 총지방과 HDL-콜레스테롤은 길경사포닌 메탄올추출물 급여에 따라 대조군과 차이를 보이지 않았으나, 총콜레스테롤, 중성지방 및 LDL-콜레스테롤의 농도는 길경사포닌의 공급군에서 감소하였다(p<0.05). 그러나 길경사포닌 메탄올추출물 농도에 따른 차이는 보이지 않았다. 총콜레스테롤이 길경사포닌 메탄올추출물 급여군에서 23%, 중성지방은 36%, LDL-콜레스테롤은 25%가 감소한 것으로 나타났다. 특히 총콜레스테롤의 저하가 나쁜 콜레스테롤이라고 불리는 대부분 LDL-콜레스테롤 저하에 기인한다는 것은 지질대사에 있어 길경사포닌이 중요한 활성을 가진 것을 알 수 있다. 또한 탄수화물섭취가 많은 한국인에게서 문제가 되는 고중성지방혈증(Ministry of Health and Welfare 2010)에도 길경사포닌 메탄올추출물이 중성지방의 저하효과를 기대할 수 있다고 보여진다. 이러한 결과는 식이중량의 30%이상의 지방이 포함된 고지방식에 길경사포닌이나 길경추출물을 공급한 선행연구(Han et al. 2000; 2002; 2011; Zhao et al. 2005)들과 유사하였다. Jin et al.(2002)은 길경분말을 정상식이와 고지방식에 공급했을 때 정상군에서 보다 고지방식이군에서 혈액의 총 콜레스테롤과 중성지방의 저하효과가 더 크다고 하였다. Han et al.(2002)은 경구투여된 375 mg/kg의 길경사포닌이 흰쥐 혈액의 triacylglycerol의 상승을 억제하였고 이 기전은 길경사포닌이 췌장 리파아제의 활성을 억제함으로 혈액의 triacylglycerol의 상

승을 억제한다고 하였다. 이들은 *in vitro* 실험도 동시에 하여 길경사포닌의 췌장 리파아제활성 억제효과를 확인하였다. Han et al.(2000)도 길경물추출물이 triacylglycerol의 농도를 감소시킨다는 사실을 확인하였으나 길경의 주성분인 inulin은 이러한 효과가 없음을 보고하였다. Park et al. (1994)과 Zhao et al.(2006)은 사포닌이 콜레스테롤과 불용성의 복합물을 형성하여 콜레스테롤의 흡수를 방해하여 혈액의 콜레스테롤 농도를 저하시킨다고 하였다.

5. 동맥경화지수와 심장병 위험도

고콜레스테롤 식이와 길경사포닌 메탄올추출물을 4주간 공급한 실험군들의 동맥경화지수와

Table 7. The effects of *Platycodi radix* saponin on the atherogenic index of rats fed high cholesterol diets for 4 weeks

(IU/L)		
Group	AI ¹⁾	CRF ²⁾
Control	5.1±0.5 ^b	86.9± 9.3 ^b
PRS-25	3.4±0.2 ^a	62.2± 5.7 ^a
PRS-75	4.3±1.2 ^{ab}	62.5±14.5 ^a
PRS-125	5.0±0.6 ^b	71.6± 2.8 ^a

¹⁾AI(atherogenic index) = (total cholesterol - HDL cholesterol) / HDL cholesterol

²⁾CRF(cardiac risk factor) = total cholesterol / HDL cholesterol

The values shown are Mean ± SD (n=10).

심장병 위험도는 Table 7과 같다. 길경사포닌 메탄올추출물 25 mg/kg, 75 mg/kg 공급군에서는 대조군에 비해 동맥경화지수(AI)가 유의하게 낮았으나 ($p<0.05$), 125 mg/kg 공급군에서는 대조군과 차이를 보이지 않았다. 심장병위험도(CRF)는 모든 길경사포닌 메탄올추출물공급군이 대조군보다 유의하게 낮았다($p<0.05$). 그러나 농도에 따른 차이는 보이지 않았다.

6. 간조직과 분변의 지질 농도 변화

고콜레스테롤 식이와 길경사포닌 메탄올추출물의 농도를 달리하여 공급한 쥐의 간조직과 분변의 총콜레스테롤 함량과 총지중성지질 변화는 Table 8과 같다.

간조직의 총지방, 총콜레스테롤, 중성지방은 대체적으로 길경사포닌 메탄올추출물 급여군에서 대조군에 비해 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p<0.05$). 그러나 길경사포닌 메탄올추출물 농도에 비례해서 낮아지는 효과는 볼 수 없었고 75 mg/kg과 125 mg/kg 공급군에서는 간조직의 총지방, 총콜레스테롤, 중성지방이 대조군에 비해 유의하게 낮았으나 ($p<0.05$), 25 mg/kg 공급군에서는 총콜레스테롤만 대조군에 비해 유의하게 낮았다($p<0.05$). 이는 다른 선행연구(Han et al. 2000; Zhao et al. 2005)의 결과와 동일하였다. 이 결과는 정상적인 지방의 양이라도 그 속에 콜레스테롤함량이 많은 식사에도 길경사포닌 메탄올추출물이 혈액에서 고지혈증을 유발할 수 있는 콜레스테롤과 중성지방을 감소시키는 것으로 나타났다.

지방의 섭취량은 적절하나 고콜레스테롤의 섭취로 인한 고지혈증의 예방과 치료를 위해서는 지방의 양 뿐 아니라 질적인 고려도 필요하다고 여겨진다. 분변의 총지방, 총콜레스테롤과 중성지방은 길경사포닌 메탄올추출물을 공급한 모든 군에서 대조군에 비해 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 이는 고지방식에 길경사포닌 메탄올추출물을 공급한 분변에서의 총콜레스테롤과 중성지방 배설이 증가하였다는 다른 연구들(Zhao et al. 2005; Zhao et al. 2006)과는 다른 결과를 나타냈는데 이는 본 실험에 사용한 지방의 함량이 사료 중량의 10%로 기존 연구에서 사용한 30% 이상보다 적은 양으로 체내 필요량을 크게 초과하지 않으므로 간조직에서의 합성은 감소시켰으나 분변으로의 배설량은 적은 것으로 사료된다. 본 실험의 결과는 길경사포닌 메탄올추출물은 간조직의 지질성분 합성감소를 통해 혈액 지질 농도를 낮춤으로 동맥경화증의 발병에 영향을 주는 고지혈증 예방에 효과적일 것으로 사료된다. 그러나 길경사포닌 메탄올추출물의 농도에 따른 효과는 볼 수 없었다. 본 연구에서 저농도의 길경사포닌 메탄올추출물의 혈액과 간에서의 지질저하효과는 확인하였으나 관련된 체내 대사에 관련되는 지표는 측정되지 않아 추후 좀 더 다양한 길경사포닌 추출물의 농도, 다양한 실험기간 및 간조직에서의 콜레스테롤 합성과 관련성이 있는 효소들의 활성을 통해 체내에서의 지질 저하효과의 정확한 기전을 규명하는 것이 앞으로 필요하다고 여겨진다.

Table 8. The effects of *Platycodi radix* saponin on hepatic and fecal lipid concentrations in rats fed hypercholesterol diets for 4 weeks

Group	Liver			Feces		
	Total lipid	Total cholesterol	Triglyceride	Total lipid	Total cholesterol	Triglyceride
Control	17.8±1.5 ^b	4.6±0.3 ^b	10.8±0.5 ^b	14.4±0.7 ^b	4.4±0.4 ^b	3.3±0.3 ^b
PRS-25	15.5±2.6 ^b	3.6±0.2 ^a	10.9±0.9 ^b	12.3±0.7 ^a	3.6±0.3 ^a	2.5±0.2 ^a
PRS-75	11.5±1.0 ^a	3.3±0.4 ^a	8.6±0.6 ^a	11.9±0.3 ^a	3.6±0.5 ^a	2.9±0.4 ^a
PRS-125	12.6±1.0 ^a	3.4±0.5 ^a	8.9±0.7 ^a	12.5±1.1 ^a	3.7±0.5 ^a	2.7±0.2 ^a

The values shown are Mean ± SD (n=10).

The means superscripts with different letters are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

IV. 요약 및 결론

길경사포닌 메탄올추출물의 고지혈증 개선 효과를 알아보기 위하여 Sprague Dawley계 6 주령 여성 흰쥐에게 4주 동안 고콜레스테롤 식이와 길경사포닌 메탄올추출물을 농도 별로 급여하였다. 실험 결과, 혈액의 총콜레스테롤, 중성지방 및 LDL-콜레스테롤의 농도는 길경사포닌 메탄올추출물의 급여군에서 감소하였으나($p < 0.05$), 길경사포닌 메탄올추출물 농도에 따른 차이는 보이지 않았다. 혈액의 총지방과 HDL-콜레스테롤은 길경사포닌 메탄올추출물 급여에 따라 대조군과 차이를 보이지 않았다. 총콜레스테롤이 길경사포닌 메탄올추출물 급여군에서 20%, 중성지방은 36%, LDL-콜레스테롤은 25%가 감소하였다. 동맥경화 지수와 심장병위험지수도 길경사포닌 급여군에서 낮게 나타났다. 간과 분변의 총지방, 총콜레스테롤, 중성지방은 대체적으로 길경사포닌 메탄올추출물 급여군에서 대조군에 비해 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이 결과는 고콜레스테롤식이를 급여한 길경사포닌 메탄올추출물은 혈액의 콜레스테롤과 중성지방을 저하시키고 간조직에서의 콜레스테롤과 중성지방을 저하시켜 심순환기 질환의 원인이 되는 동맥경화증을 감소시키는 효과를 기대할 수 있다고 사료된다.

참고문헌

An J, Kim DS, Lee YH, Ho JN, Kim HK, Kang OJ, Shin IS, Cho HY(2009) Proteomic analysis of the protective effects of *Platycodi radix* in liver of chronically alcoholic rats. *J Med Food* 12(6), 1190-1198

Bae MJ, Park MH, Son GM(1996) Studies on immunomodulating function of components separated from *Platycodi radix*. *Korean J Food Nutr* 9(1), 69-75

Byun BH, Seo BI(2003) Effect of *Platycodi radix* powder on enzyme activities of obese rats serum fed high fat diet. *Korean J Herbol* 18(4), 135-139

Choi CY, Kim JY, Kim YS, Chung YC, Hahn KS, Jeong HG(2001a) Augmentation of macrophage functions by an aqueous extract isolated from *Platycodon grandiflorum*. *Cancer Lett* 166, 17-25

Choi CY, Kim JY, Kim YS, Chung YC, Seo JK,

Jeong HG(2001b) Aqueous extract isolated from *Platycodon grandiflorum* elicits the release of nitric oxide and tumor necrosis factor- α from murine macrophages. *International Immunopharmacology* 1, 1141-1151

Choi JH, Hwan YP, Lee HS, Jeong HG(2009) Inhibitory effect of *Platycodi radix* on ovalbumin-induced airway inflammation in a murine model of asthma. *Food Chem Toxicol* 47(6), 1272-1279

Choi JH, Han EH, Park BH, Kim HG, Hwang YP, Chung YC, Lee YC Jeong HG(2012) *Platycodi radix* suppresses development of atopic dermatitis-like skin lesions. *Environ Toxicol Pharmacol* 33(3), 446-452

Chung JW, Noh EJ, Zao HL, Sim JS, Ha YW, Shin EM, Lee EB, Cheong CS, Kim YS(2008) Anti-inflammatory activity of prosapogenin methyl ester of platycodin D via nuclear factor-kappaB pathway inhibition. *Biol Pharm Bull* 31(11), 2114-2120

Folch J, Lees M, Sloane-Stanley G(1957) A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem* 226, 497-509

Frings CS, Dunn RT(1970) A colorimetric method for determination of total serum lipids based on the sulfo-phospho-vanillin reaction. *Am J Clin Pathol* 53, 89-91

Fu XJ, Liu HB, Wang P, Guan HS(2009) A study on the antioxidant activity and tissues selective inhibition of lipid peroxidation by saponins from the roots of *Platycodon grandiflorum*. *Am J Chin Med* 37(5), 967-975

Han EH, Park JH, Kim JY, Chung YC, Jeong HG(2009) Inhibitory mechanism of saponins derived from roots of *Platycodon grandiflorum* on anaphylactic reaction and IgE-mediated allergic response in mast cells. *Food Chem Toxicol* 47(6), 1069-1075

Han LK, Xu BJ, Kimura Y, Zheng Y, Okuda H(2000) *Platycodi radix* affects lipid metabolism in mice with high fat diet-induced obesity. *J Nutr* 130(11), 2760-2764

Han LK, Zheng YN, Okuda H, Kimura Y(2002) Saponins from *platycodi radix* ameliorate high fat diet-induced obesity in mice. *J Nutr* 132(8), 2241-2245

Han S, Oh KS, Yoon Y, Park JS, Park YS, Han J.H, Jeong AL, Lee S, Park M, Choi YA, Lim JS, Yang Y(2011) Herbal extract THI improves metabolic abnormality in mice fed a high-fat diet. *Nutr Res Pract* 5(3), 198-204

Jin CY, Byun BH., Park J.H, Lee ES, Choi HY, Lee BW, Seo BI(2002) Effects of *Platycodon*

- grandiflorum* powder on body weight and serum biological composition of obese rats fed high fat diet. Korean J Herbol 17(2), 19-28
- Kim HK, Choi JS, Yoo DS, Choi YH, Yon GH, Hong KS, Lee BH, Kim HJ, Kim EJ, Park BK, Jeong YC, Kim YS, Ryu SY(2007a) HPLC Analysis of saponins in *Platycodi radix*. Korean J Pharmacogn 38(2), 192-196
- Kim HK, Kim DS, Cho HY(2007b) Protective effects of *Platycodi radix* on alcohol-induced fatty liver. Biosci Biotechnol Biochem 71(6), 1550-1552
- Kim GS, Kim HT, Seong JD, Park HS, Kim SD(2002) Quantitative analysis of Platycodin D from *Platycodon grandiflorum* by HPLC-ELSD, Korean J Medicinal Crop Sci 10(3), 200-205
- Kim JY, Park KW, Moon KD, Lee MK, Choi J, Yee ST, Shim KH, Seo KI(2008) Induction of apoptosis in HT-29 colon cancer cells by crude saponin from *Platycodi radix*. Food Chem Toxicol 46(12), 3753-3758
- Kim JY, Moon KD, Seo KI, Park KW, Choi MS, Do GM, Jeong YK, Cho YS, Lee MK(2009) Supplementation of SK1 from *Platycodi radix* ameliorates obesity and glucose intolerance in mice fed a high-fat diet. J Med Food 12(3), 629-636
- Kim SY, Lee EB, Jeong EJ(2009) Anti-inflammatory action of the fractions of *Platycodi radix*. Korean J Food Nutr 22(4), 618-624
- Koh JB, Choi MA, Kim JY, Rho MH, Kim DJ(1999) Effects of tea fungus/kombucha beverage on serum protein levels and enzyme activity in streptozotocin-induced diabetic rats. J Korean Soc Food Sci Nutr 28, 137-1143
- Korea National Statistical Office(2010) 2009 Summary report of the cause of death statistics
- Kwon DY, Kim YS, Hong SM, Park S(2009) Long-term consumption of saponins derived from *Platycodi radix* (22 years old) enhances hepatic insulin sensitivity and glucose-stimulated insulin secretion in 90% pancreatectomized diabetic rats fed a high-fat diet. Br J Nutr 101(3), 358-366
- Kwon DY, Kim YS, Ryu SY, Choi YH, Cha MR, Yang HJ, Park S(2012) Platyconic acid, a saponin from *Platycodi radix* improves glucose homeostasis by enhancing insulin sensitivity in vitro and in vivo. Eur J Nutr 51(5), 529-540.
- Lee KJ, You HJ, Park SJ, Kim YS, Chung YC, Jeong TC(2001) Hepatoprotective effects of *Platycodon grandiflorum* on acetaminophen-induced liver damage in mice. Cancer Lett 174, 73-81
- Lee KJ, Kim JY, Jung KS, Choi C.Y, Chung YC, Kim DH, Jeong HG(2004) Suppressive effects of *Platycodon grandiflorum* on the progress of carbon tetrachloride-induced hepatic fibrosis. Arch Pharm Res 27(12), 1238-1244
- Lee JH, Choi YH, Kang HS, Choi BT(2004) An aqueous extract of *Platycodi radix* inhibits LPS-induced NF-kappaB nuclear translocation in human cultured airway epithelial cells. Int J Mol Med 13(6), 843-847
- Lee SY, Lee JH, Kim WI, Hae SJ, Park DI, Choi YH(2003) Apoptotic cell death of human lung carcinoma A549 Cells by an aqueous extract from the roots of *Platycodon grandiflorum*. Korean J Life Sci 13(2), 154-162
- Ministry of Health and Social Affairs(1992) The Korean Pharmacopoeia. revised 6th
- Ministry of Health and Welfare, Korea Center and Prevention(2010) 2009 National health and nutrition examination survey: overview. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea
- Moon SJ(1996) Korean disease pattern and nutrition. Korean J Nutr 29, 381-383
- Park MH, Lee YJ, Hwang SW, Han JP, Bae MJ(1994) Effect of *Platycodi radix* saponin on serum, liver, and fecal lipids content in rats fed on high fat diet. J Korean Soc Food Nutr 23(4), 568-573
- Park MH, Son GM, Bae MJ(1995) Effect of *Platycodi radix* and *Platycodi radix* saponin on liver lipid in rats on a fed high fat diet. Korean J Food Nutr 8(3), 222-229
- Shin CY, Lee WJ, Lee EB, Choi EY, Ko KH(2002) Platycodin D and D₃ increase airway mucin release *in vivo* and *in vitro* in rats and hamsters. Planta Med 68, 221-225
- Takagi K, Lee B(1972a) Pharmacological studies on *Platycodon grandiflorum* Aj. DC. II. Anti-inflammatory activity of crude platycodin, its activities on isolated organs and other pharmacological activity. Yakugaku Zasshi 92, 961-972
- Takagi K, Lee BE(1972b) Pharmacological studies on *Platycodon grandiflorum* A. DC. III. Activity of crude platycodin on respiratory and circulatory system and its other pharmacological activity. Yakugaku Zasshi 92, 969-978
- Zhao H.L, Sim JS, Shim SH, Ha YW, Kang SS, Kim YS(2005) Antiobese and hypolipidemic effects of platycodin saponins in diet-induced obese rats: evidences for lipase inhibition and calorie intake restriction. Int J Obes (Lond) 29(8), 983-990
- Zhao HL, Cho KH, Ha YW, Jeong TS, Jeong WS, Kim YS(2006) Cholesterol-lowering effect of platycodin D in hypercholesterolemic ICR mice. Eur J Pharmacol 537, 166-173