

영지, 케일 및 Sodium Dextrothyroxine이 고콜레스테롤 혈증 환주의  
Hormone 및 지질대사에 미치는 영향 2. 간장, 뇌 및 고환 중의 지질 성분

정승용 · 김성희 · 김한수 · 정효숙\* · 김행자\*\* · 강진순\*\*\*

경상대학교 식품영양학과 \*경남대학교 가정교육과,

\*\*경상대학교 가정교육과, \*\*\*진주전문대학 가정과

Effects of Water Soluble Extract of *Ganoderma lucidum*, Kale Juice and  
Sodium Dextrothyroxine on Hormone and Lipid

2. Lipid Compositions of Liver, Brain and Testis

Seung-Yong Chung, Sung-Hee Kim, Han-Soo Kim, Hyo-Sook Cheong\*,  
Haeng-Ja Kim\*\*, Jin-Soon Kang\*\*\*

Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National University

\*Dept. of Home Economics, Kyungnam University

\*\*Dept. of Home Economics, Gyeongsang National University

\*\*\*Dept. of Home Economics, Jinju Junior College

Abstract

Studies comparing the relative effects of water soluble extract of *Ganoderma lucidum*, kale juice and sodium dextrothyroxine on lipid component in liver, brain and testis of hypercholesterolemic rats for 4 weeks. Therefore, the aim of this work was to investigate for prevention in cardiovascular disease. Total cholesterol concentration in liver were significantly lower kale juice and sodium dextrothyroxine(1.25mg/kg diet) fed groups than the other groups, and triglyceride concentration was significantly lower *Ganoderma lucidum* fed group than in control group. Total cholesterol concentration in testis were lower other groups than in control group, and triglyceride concentration were significantly lower cholesterol, *Ganoderma lucidum* and kale juice groups in control group. Phospholipid concentration in testis was higher sodium dextrothyroxine fed group than in control group.

서 론

고지혈증, 동맥경화증 및 심근경색증 등 심장순환기계 질환의 주요 발병요인은 유전적 인자, 비만증, 열량의 과잉섭취, 육식으로 인한 포화지방과 콜레스테롤의 다량섭취, 운동부족, 흡연 등을 들 수 있는데<sup>1)</sup> 이들 요인중에서도 혈액중의 콜레스테롤의 농도 상승이 주요 위험인자로 알

려져 있다<sup>2,3)</sup>, 특히 high density lipoprotein (HDL) 콜레스테롤 농도의 감소와 low density lipoprotein(LDL) 콜레스테롤 농도의 증가를 들 수 있으며<sup>4)</sup> 콜레스테롤과 인지질의 비율, 혈청 중 성지방 농도도 밀접한 관계를 가지고 있다<sup>5)</sup>. 일 반적으로 야채, 죽물류, 어유 및 식물성단백질은 항콜레스테롤 효과가 있다고 알려져 있는데 이들에 함유된 항콜레스테롤 인자로는 셀유소, ch-

lorophyll a, saponin, vitamin C, ω-6 및 ω-3계 불포화지방산, lysine과 arginine의 조성 및 식물스테롤 등을 들 수 있다<sup>6,7)</sup>. 요즘 자연 전강식품으로 관심이 높아지고 있는 영지, 케일등은 각종 성인병에 탁월한 예방 및 치료효과가 있는 것으로 알려져 있다<sup>8-10)</sup> 또한 고콜레스테롤 혈증의 치료제로서 갑상선 호르몬 제제인 sodium dextrothyroxine을 흔히 복용하는 사례가 있는데 그 부작용으로 관상동맥성 질환에서는 협심증, 발작 및 심근경색을 때때로 일으키며 갑상선 호르몬 과다증상을 나타내고 있다<sup>11-14)</sup>.

따라서 본 연구에서는 고콜레스테롤 혈증을 유발시킨 환경에 치료효과의 목적으로 영지 열수 추출액, 케일 녹즙 및 sodium dextrothyroxine을 굽여한 후 전보<sup>15)</sup>에 이어 간장, 뇌 및 고환중의 총콜레스테롤, 인지질, 중성지질의 농도에 관해 실험을 행하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 동물

평균 체중이  $60 \pm 59$ g의 sprague dawley계 웅성 흰쥐를 1주간 기초식이로 예비 사육하여 적응시킨 후 난괴법에 의해서 6마리를 한군으로 하여 6군으로 나누어 실험사육을 하였다. 실험사육 기간중 사료는 매일 필요량을 조제하여 하오 5시경 굽여하고 억일 오전중 잔량을 축정함으로써 식이 섭취량을 산출하였으며 물 및 영지 열수 추출액, 케일 녹즙은 자유로이 섭취시켰다. 사육실 온도 ( $20\sim 22^\circ\text{C}$ ) 및 습도(50%전후)는 최적 조건으로 유지시켰고 명암은 12시간 cycle(07:00~19:00)로 하였다.

Table 2. Composition of experimental diets

Group	1	Basal diet + Water(Hypercholesterolemic rat)
	2	Basal diet + 0.5% Cholesterol + Water(〃)
	3	Basal diet + 29% <i>Ganoderma lucidum</i> extracts(〃)
	4	Basal diet + Kale juice(〃)
	5	Basal diet + Sodium dextrothyroxine(0.625mg/kg diet) + Water(〃)
	6	Basal diet + Sodium dextrothyroxine(1.25mg/kg diet) + Water(〃)

### 영지 추출액 및 케일녹즙의 조제

영지 열수 추출액은 전보<sup>15)</sup>의 방법에 따라 3회 열수 추출하였고 케일녹즙은 신선한 케일을 구입하여 수도물로 가볍게 세척하여 여과지로 물기를 제거한 후 녹즙기로 마쇄시켜 망사 형겼으로 걸려 맑은 즙액을 물과 1:1(v/v)비율로 섞어 굽여하였다.

## 사료

### 기초식이 및 콜레스테롤 식이

기초식이의 조성(Table 1)은 15% casein을 함유하는 식이로서 1주간 예비사육으로 적응시켰고 콜레스테롤 식이(Table 1)는 기초식이에 0.5% 콜레스테롤과 0.25% sodium cholate를 첨가하여 조제하였으며 3주간 굽여하여 고콜레스테롤 혈증을 유발시켰다.

Table 1. Composition of basal and cholesterol diets(%)

	Basal diet	cholesterol diet
Casein	15.0	15.0
Mineral mixture*	3.5	3.5
Vitamin mixture*	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2
Cellulose powder	1.0	1.0
Corn starch	69.3	68.55
Lard	10.0	10.0
Cholesterol	—	0.5
Sodium cholate	—	0.25

\* AIN-76<sup>TM</sup>

### 실험식이 및 실험군

실험식이 및 실험군은 Table 2와 같으며 고콜레스테롤 혈중 흰쥐에 치료효과의 목적으로 4주간 급여하였다. 실험군은 1군(대조군)은 기초식이에 물을, 2군은 0.5% 콜레스테롤과 물, 3군은 영지 추출액, 4군은 케일녹즙, 5군과 6군은 sodium dextrothyroxine을 각각 0.625mg/kg diet, 1.25mg/kg diet를 급여하였다.

### 동물처리법

실험사육 기간중 체중은 격일로 오전중에 측정하고 식이섭취량은 매일 식이 잔량을 측정하여 산출하였다. 실험사육 최종일에는 7시간 절식시킨 후 애테르 마취하에 심장에서 채혈하고 간장, 신장, 뇌, 고환을 적출하여 중량을 측정하였으며 간장은 생리식염수로 탈혈하여 실험에 사용하였다.

### 분석방법

간장, 뇌 및 고환의 총콜레스테롤은 각 조직 0.5g을 chloroform : methanol(2:1, V/V) 혼액으로 지질을 추출하여 50mℓ로 정용한 후 일정량을 취하여 Zak-Henly법<sup>16)</sup>에 의하여 측정하였고, 중성지질 및 인지질농도는 chloroform : methanol 추출액 일정량을 취하여 농축시킨 후 효소시약(Cleantech TG-S Iatron, PL-E(OM), Iatron)으로 측정하였다. 분석 결과의 통계처리는 Duncan's multiple range test<sup>17)</sup>로 하였다.

### 결과 및 고찰

#### 간장의 총콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 농도

Table 3에서 보는 바와 같이 간장의 총콜레스테롤 농도는 2군이 가장 높았고 영지추출액 급여군(3군)과 sodium dextrothyroxine급여군(5군)은 대조군에 비해 유의성은 없으나 약간 낮았고 케일녹즙 급여군(4군)과 sodium dextrothyroxine(1.25mg/kg diet) 급여군(6군)에서는 현저히 낮았으며 간장의 콜레스테롤 농도의 상승 억제 효과가

있었다. 간장은 콜레스테롤 합성의 주요 장기이며 유리형 또는 에스테르형 콜레스테롤로써 지단백을 구성하여 순환계로 분비함으로서 혈액의 콜레스테롤의 농도를 조절하는 기능<sup>18)</sup>을 하며, 간장의 콜레스테롤 농도는 순환기계 질환의 유발에 주요한 지표가 되고 있다.

이상과 같이 영지 추출액, 케일녹즙 및 sodium dextrothyroxine의 급여는 간장 콜레스테롤 농도의 저하 효과가 있었으나 sodium dextrothyroxine급여는 전보<sup>15)</sup>에 의하면 체중감소, 심근경색을 비롯한 빌작등 약물독성으로 인한 여러가지 부작용이 수반될 수도 있다고 보고하였다.

한편, 영지 추출액 급여군이 3군에서 총콜레스테롤의 농도가 저하된 것은 영지 버섯속에 아미노산을 함유한 각종 다당류<sup>19)</sup>와 아미노산 조성중 lysine/arginine비(0.34)가 낮기 때문에 콜레스테롤 농도의 저하 효과가 있는 것으로 생각되는데 加藤 등<sup>6)</sup>은 lysine/arginine비가 낮으면 간장의 arginase 활성을 높혀서 아데롭성 동맥경화증을 억제한다고 보고하였다.

케일녹즙을 급여한 4군이 갑상선 호르몬제제와 같이 탁월한 효과를 나타낸 것은 케일에 함유된 chlorophyll a, 섬유소등이 콜레스테롤 농도 저하 작용이 있으며<sup>10,20)</sup>, 또한 케일에 풍부한 vitamin C가 간장의 콜레스테롤로 부터 1차 담즙산을 형성하는 7α-hydroxylation 과정을 촉진시켜 콜레스테롤 농도를 감소시키는 것으로 사료된다<sup>21)</sup>. 한편 간장의 중성지질 농도(Table 3)는 대조군에 비해 콜레스테롤 급여군인 2군은 유의적으로 높은 값을 나타낸 반면 영지추출액 급여군인 3군은 유의적으로 낮은 값을 나타내었으며 케일녹즙 및 sodium dextrothyroxine 급여군인 4, 5, 6군은 유의적인 차이는 없었다. 인지질 농도는 영지추출액 급여군, 케일녹즙 및 sodium dextrothyroxine 급여군 모두 대조군에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 따라서 간장에서 인지질 농도의 저하 효과는 없었다. 鄭 등<sup>15)</sup>은 고콜레스테롤 혈중 흰쥐에 영지추출액, sodium dextrothyroxine의 급여는 혈청 중성지방 농도를 저하시킨다고 했으나 본 실험 결과는 영지추출액만이 간장의 중성지방 농도의 저하 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한

Table 3. Concentrations of total cholesterol, triglyceride and phospholipid in liver of rats

Group	Total-Chol. (mg/g)	Triglyceride (mg/g)	Phospholipid (mg/g)
1	18.6±0.7 <sup>b</sup> *	24.6±0.6 <sup>b</sup> *	18.8±0.4 <sup>a</sup> *
2	53.5±1.0 <sup>c</sup>	35.2±2.9 <sup>c</sup>	16.1±0.9 <sup>a</sup>
3	16.0±0.6 <sup>b</sup>	18.6±0.8 <sup>a</sup>	20.1±0.6 <sup>b</sup>
4	8.7±0.2 <sup>a</sup>	23.9±0.3 <sup>b</sup>	24.1±0.8 <sup>c</sup>
5	15.9±0.6 <sup>b</sup>	23.3±0.8 <sup>b</sup>	27.8±0.4 <sup>d</sup>
6	8.8±0.3 <sup>a</sup>	25.5±1.1 <sup>b</sup>	21.1±0.8 <sup>b</sup>

\*Mean± Standard error of mean(n=6)

Values in same column not sharing a common superscript letters are significantly different at p<0.05.

영지주출액, 케일녹즙 및 sodium dextrothyroxine의 급여는 혈청 인지질 농도를 저하시킨다고 하였으나 간장에서 인지질 농도의 저하 효과는 없었다. 久保<sup>8)</sup>와 鄭等<sup>9)</sup>은 고콜레스테롤 혈중 흰쥐에 영지를 100mg/kg/day 급여 했을 때 혈청의 중성지방 및 β-lipoprotein 농도가 저하되었고 2.0 g% 영지주출액을 급여 하였을 때 혈청 및 간장에서의 중성지방 농도가 저하되었다고 하였다. 또한 金等<sup>10)</sup>에 의하면 콜레스테롤 부첨가 식이 굳에 케일녹즙을 급여한 결과 혈청 및 간장의 중성지방 농도가 저하되었다고 보고 한 바 있으며 Kotabake 등<sup>22,23)</sup>은 고지혈증 흰쥐에 아유를 급여 하였을 때 n-3계 PUFA 함량으로 인해 혈청 및 간장의 인지질 농도가 저하되었다고 보고했으나 본 실험 결과와는 상이하였다.

#### 뇌의 총콜레스테롤, 중성지질 및 인지질의 농도

Table 4에서 보는 바와 같이 뇌의 총콜레스테롤 농도는 전 실험군에 있어서 대조군에 비해 유의적인 차이는 없었다. 따라서 영지주출액, 케일녹즙 및 dextrothyroxine의 급여는 뇌의 총콜레스테롤 농도에 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 중성지질의 농도는 대조군에 비해 영지주출액 급여군이 유의적으로 낮았고 콜레스테롤 급여군인 2군과 sodium dextrothyroxine 0.625 mg/kg diet 급여군인 5군에서 높았으며, 케일녹즙

Table 4. Concentrations of total cholesterol, triglyceride and phospholipid in brain rats

Group	Total-Chol. (mg/g)	Triglyceride (mg/g)	Phospholipid (mg/g)
1	54.1±2.5 <sup>ab</sup> *	8.6±0.3 <sup>b</sup> *	11.9±0.8 <sup>a</sup> *
2	53.3±2.3 <sup>ab</sup>	9.2±0.4 <sup>c</sup>	16.2±0.7 <sup>cd</sup>
3	51.6±2.1 <sup>ab</sup>	6.2±0.3 <sup>a</sup>	13.3±0.9 <sup>ab</sup>
4	55.6±1.7 <sup>b</sup>	8.2±0.5 <sup>b</sup>	17.7±0.7 <sup>de</sup>
5	49.4±0.8 <sup>a</sup>	10.0±0.3 <sup>c</sup>	14.3±0.7 <sup>bc</sup>
6	50.9±1.7 <sup>ab</sup>	8.4±0.2 <sup>b</sup>	19.0±1.0 <sup>e</sup>

\*Mean± Standard error of mean(n=6)

Values in same column not sharing a common superscript letters are significantly different at p<0.05.

및 sodium dextrothyroxine 1.25mg/kg diet 급여군인 6군은 유의적인 차이가 없었다. 따라서 영지주출액은 뇌의 중성지질 농도를 저하시키는 작용이 있는 것으로 생각된다<sup>8)</sup>, 한편 인지질 농도는 대조군에 비해 영지주출액 급여군은 유의성을 없었으나 콜레스테롤 급여군, 케일녹즙 및 sodium dextrothyroxine 급여군에서 현저히 높은 값을 나타내었다. 鄭等<sup>15)</sup>은 고콜레스테롤 혈중 흰쥐에 영지, 케일녹즙 및 sodium dextrothyroxine의 급여는 혈청 인지질 농도를 저하시킨다고 하였으나 본 실험 결과 뇌의 인지질 농도는 상승되었다.

#### 고환의 총콜레스테롤, 중성지질 및 인지질의 농도

고환의 총콜레스테롤 농도(Table 5)는 대조군에 비해 전 실험군에서 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 이상의 결과는 鄭等<sup>15)</sup>이 보고한 바 있는 혈청 중 총콜레스테롤 농도와 경향이 비슷하였다.

고환 중 중성지질의 농도는 콜레스테롤 급여군, 영지주출액 및 케일녹즙 급여군은 대조군에 비해 현저히 낮았으나 sodium dextrothyroxine 급여군은 대조군과 비슷한 수준이었다. 따라서 영지주출액과 케일녹즙은 고환 중성지질 농도의 저하 작용이 있는 것으로 사료된다<sup>9,10)</sup>. 한편 인지질의 농도에서는 영지주출액 및 케일녹즙 급여군이

Table 5. Concentrations of total cholesterol, triglyceride and phospholipid in testis of rats

Group	Total-Chol. (mg/g)	Triglyceride (mg/g)	Phospholipid (mg/g)
1	2.7±0.2c*	12.1±0.3cd*	10.9±0.3a*
2	2.4±0.1bc	7.9±0.3a	11.0±0.1a
3	2.1±0.1ab	8.5±0.6ab	9.4±0.3a
4	2.2±0.1ab	9.0±0.2b	10.5±0.3a
5	2.0±0.1a	13.2±0.3d	14.0±0.8b
6	2.1±0.1ab	12.0±0.3c	1.9±1.2c

\*Mean±Standard error of mean(n=6)  
Values in same column not sharing a common superscript letters are significantly different at p<0.05.

대조군과 비슷한 수준이었으며 sodium dextrothyroxine 굽여군은 유의적으로 높은 값을 나타내었다.

## 요 약

고콜레스테롤 혈증 환쥐에 영지추출액, 케일즙 및 sodium dextrothyroxine을 굽여한 임상 실험을 통해 간장, 뇌 및 고환의 총콜레스테롤, 중성지질, 인지질의 농도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 간장의 총콜레스테롤 농도는 케일즙, sodium dextrothyroxine 1.25mg/kg diet 굽여군이 현저히 낮았으며 중성지질의 농도는 영지추출액 굽여군이 다른 실험군에 비해 유의적으로 낮았다. 인지질의 농도는 영지추출액, 케일즙 및 sodium dextrothyroxine 굽여군이 대조군에 비해 유의적으로 높았다. 뇌의 총콜레스테롤 농도는 각 실험군간에 유의성 있는 차이가 없었으며 중성지질의 농도는 영지추출액 굽여군이 가장 낮았다. 인지질 농도는 영지추출액 굽여군이 대조군과 비슷한 수준이었으나 다른 실험군은 대조군에 비해서 높았다. 고환의 총콜레스테롤 농도는 전 실험군에서 대조군에 비해 낮았으며 중성지질 농도는 콜레스테롤, 영지추출액 및 케일즙 굽여군이 유의적으로 낮았다. 인지질 농도는 영지추출액 및 케일즙 굽여군은 대조군과 비슷한 수준이었으나 sodium dextrothy-

xine 굽여군은 높게 나타났다.

## 문 헌

1. 이기열, 이양자, 안홍석 : 동맥경화증과 관련된 대사장애 및 치료식이. 한국영양학회지, 12(3), 9(1979)
2. Glueck, C. J. & W. E. Connor : Diet-Coronary heart disease relationship reconnoitered. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 31, 727(1978)
3. Truswell, A. S. : Diet and plasma lipids a reappraisal. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 31, 977(1978)
4. Bang, H. O., and J. Dyerber : Plasma lipid and lipoprotein in greenlandic west coast eskimos. *Acta. Med. Scand.*, 192, 85(1972)
5. David W. Martin, Jr. Peter A. Mayes, Victor W. Rodwell and Associate Authors. : Harper's review of biochemistry. 18, 243(1983)
6. 加藤敏光, 竹本知夫, 片山博雄, 桑原洋子 : ラット의 食餌性 高コレステロール血症に及ぼすスピリルリナ(Spirulina platensis)の影響. 日本營養食糧學會誌, 37(4), 323(1984)
7. Bordia, A. K. : The effect of vitamin C on blood lipids, fibrinolytic activity and platelet adhesiveness in patient with coronary artery disease, *Athero.*, 35, 181(1980)
8. 久保道徳, 松田秀秋, 田中基晴, 木村善行, 繁忠人, 有地滋, 奥田拓道, 桐ヶ谷紀昌 : 灰芝(Ganoderma lucidum, 了實體)の研究, 基礎と臨床, 14, 2455(1980)
9. 정승용, 김남연, 강진순, 김경숙, 박필숙, 강정옥 : 영지추출액이 콜레스테롤 식이 환쥐의 혈청 및 간장의 지질성분에 미치는 영향. 경상대논문집, 26(2), 149(1987)
10. 김행자, 박재옥, 정승용, 강진순, 박필숙 : 케일즙이 고콜레스테롤 식이 환쥐의 혈청 및 간장의 지질성분에 미치는 영향. 경상대논문집, 26(1), 155(1987)
11. 이우주 : 약리학 강의, 302(1984)
12. Nordstrom J. L., Rodwell V. W., Mitchelen J. J. : Interconversion of active and inactive forms of rat liver HMG-CoA reductase. *J. Biol. Chem.*, 252: 8924(1977)
13. Despopoulos, A., Silbernagl, S. : Color atlas of physiology. 232(1981)
14. Robert C. Doss and Green, B. T. : Thyroid stimulating hormone, clinical chemisery news. The American Association for Clinical Chemistry, 12(2), Feb.(1986)
15. 정승용, 김성희, 김한수, 강진순, 정효숙,

- 김군자, 김행자: 영지, 케일 및 sodium dextrothyroxine이 고콜레스테롤 혈증 환자의 hormone 및 지질대사에 미치는 영향. 1. 혈청중 triiodothyronine, thyroxine, 지질성분 및 혈당농도. 한국영양식량학회지, 19(5), 1984년 5월.
16. Zak, B.: Simple rapid microtechnic for serum total cholesterol. *Amer. J. Clin. Path.*, 27, 583 (1957)
  17. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H.: Principles and procedures of statistics, McGraw-Hill Book Co., New York(1980)
  18. Linnea, Anderson, Marjorie V. Dibble, Pirkka R. Turkki, Helens, Mitchell, Henderika J. Rynebergen : Nutrition in health and disease. 17, 505(1982)
  19. 辻悦子, 辻啓介, 鈴木慎次郎: 营養學雜誌, 33(6), 273(1975)
  20. Krichevsky, D. and Tepper, S. A. : Experimental atherosclerosis in rabbits fed cholesterol free diet. Influence of chow components. *J. Atheroscler Res.*, 8, 357(1968)
  21. 김숙희: 지방영양. 민음사, 18(1984)
  22. Kobatake, Y., Hirahara, F., Innami, S. and Nishide, E. : Dietary effect of ω-3 type polyunsaturated fatty acids on serum and liver levels in rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 29, 11(1983)
  23. Kobatake, Y., Kuroda, K., Jinnouchi, H., Nishide, E and Innami, S. : Differential effect of dietary eicosapentaenoic and docosahexaenoic fatty acids on lowering triglyceride and cholesterol levels in serum of rats on hypercholesterolemic diet. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 30, 357 (1984)

(1990년 11월 5일 접수)