

## 클로로겐산이 콜레스테롤 투여 흰쥐의 지질 농도에 미치는 영향

차재영 · 김대진<sup>1</sup> · 조영수\*

동아대학교 생명자원과학부 · <sup>1</sup>식품과학부

**초 록** : 콜레스테롤을 0.5% 수준으로 첨가하여 고콜레스테롤혈증을 유발시킨 상태에서 0.2% 클로로겐산을 병합 투여한 식이를 흰쥐에게 2주간 자유 급여시켜 혈청과 간장의 지질농도, 혈당치 및 뇨 단백질량에 미치는 영향을 검토하였다. 동물 실험군은 콜레스테롤과 클로로겐산을 무첨가한 정상 식이군, 콜레스테롤을 0.5% 수준으로 첨가한 콜레스테롤 식이군 및 콜레스테롤 식이군에 클로로겐산을 0.2% 수준으로 첨가한 클로로겐산 병합투여군으로 나누었다. 정상 식이군에 비해 콜레스테롤 식이군에서 혈청 총 콜레스테롤 농도의 유의적 증가는 클로로겐산 병합투여군에서 유의적으로 감소되었으며, 동시에 동맥경화 지수도 감소되었다. 간장의 지질 농도는 각 식이군에 의한 유의적인 차이는 없었다. 혈당치는 정상 식이군에 비해 콜레스테롤 식이군 및 클로로겐산 병합투여군에서 증가되었다. 뇨 단백질량은 정상 식이군과 콜레스테롤 식이군 간에는 유의적인 차이가 없었으나, 클로로겐산 병합 투여군에서는 유의적으로 증가하였다. 이상의 결과로부터, 클로로겐산은 콜레스테롤 식이에 의한 고콜레스테롤혈 증을 개선시키고 동맥경화 지수도 감소시켰다. (2000년 1월 15일 접수, 2000년 3월 18일 수리)

### 서 론

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 플라보노이드류, 카테킨류 및 안토시아닌류 등으로 크게 구분된다. 최근 이들 성분들의 생리활성에 관한 연구가 여러 측면에서 활발하게 전개되고 있으며, 항산화 작용, 노화 방지 작용, 고지혈증 억제 작용 및 항종양 작용 등이 보고되어 있다.<sup>1-3)</sup> 폴리페놀 화합물을 많이 함유하고 있는 야채 및 과일 등의 식물성 식품의 섭취량이 증가할수록 심혈관계 질환에 의한 사망률이 낮아진다는 여러 역학조사 결과<sup>4,6)</sup>와 함께 혈중 총 콜레스테롤 농도를 낮추고 HDL-콜레스테롤 농도를 높이는 등의 혈관 순환계 질환의 예방 및 개선 효과도 다수 보고되어,<sup>7,8)</sup> 이들 물질의 유효성이 더욱 기대되고 있다.

중요 식물자원 중의 하나인 감자는 생리활성 성분인 폴리페놀 화합물을 비교적 많이 함유하고 있으며, 주요 성분으로 클로로겐산이 알려져 있다.<sup>2,9)</sup> 이들 성분들은 생체내에서 과산화 지질의 생성 억제효과,<sup>2)</sup> 간장 초대배양 세포에서 콜레스테롤 생합성 억제효과<sup>10)</sup> 및 항산화 작용<sup>11,12)</sup> 등이 보고된 바 있다. 이와 같이, 감자와 같은 근채류에서 분리된 페놀성 화합물에 대한 단편적인 생리활성이 시험되고 있으나,<sup>2,10)</sup> 이들의 유효 성분을 보다 유용하게 사용한다는 관점에서 볼 때 아직도 이에 대한 체계적인 연구는 부족한 실정이다. 또한, 최근에는 일상적으로 섭취하는 자연 식품 재료로부터 체내 지질 개선 효과가 있는 생리활성 성분을 찾으려는 노력도 활발하게 전개되고 있다.<sup>9,13)</sup> 최근, 본 연구자들은 건강증진을 위한 생리활성 물질을 탐색할 목적으로 감자로부터 페놀성 화합물을 추출하여 흰쥐에 투여한 결과, 체내 지질 개선효과 및 항산화 효과를 밝혀내어 보고한 바 있다.<sup>2,14)</sup> 그러나, 이러한 감자의 생리활성 효과가 페

놀성 화합물 중의 주요구성 성분인 클로로겐산에 기인하고 있는지에 대해서는 아직 밝혀진 바 없다. 따라서 본 실험에서는 페놀성 화합물의 한 종류로서 감자의 주성분인 클로로겐산을 콜레스테롤 식이에 의해 고콜레스테롤혈증을 유발시킨 흰쥐에 투여하여, 간장 및 혈청 지질 농도, 혈당치 및 뇨 단백질 농도에 미치는 영향에 대하여 검토 하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험동물, 사육조건 및 식이조성

실험동물은 4주령(90 g 전후)의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐(Kyudo Experimental Animal Co. Tosu, Japan)를 구입하여 정상 식이로 1주일 정도 적응시킨 후 사용하였다. 사육실 온도  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , 습도  $50 \pm 5\%$ , 명암주기 12시간(명주기: 07:00-19:00)이 자동 설정된 동물 사육실에서 스테인레스 케이지에서 2주간 개별 사육하였다. 본 실험의 식이 조성은 Table 1과 같으며, 실험군은 정상 식이군(CONT), 0.5% 콜레스테롤 식이군(CHOL) 및 0.5% 콜레스테롤+0.2% 클로로겐산 병합투여군(CHOL+CA)으로 나누었으며, 식이 제조에 사용한 클로로겐산은 Wako Junyaku Co.(Osaka, Japan)로부터 구입하였다. 실험 동물은 각 군마다 6마리씩 나누고, 식이와 물을 2주일간 자유 섭취(ad libitum) 시켰다. 사육 기간 중 식이 섭취량은 매일 일정한 시간에 측정하고, 체중은 이틀에 한번씩 측정하였다.

#### 분석시료의 수집

실험 최종일 12시간 절식시킨 후 에테르로 가볍게 마취시켜 복부 대정맥으로부터 채혈하여 혈액을 얻었다. 혈액은 약 30분간 실온에서 방치한 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하여 지질분석에 사용하였다. 각 장기는 적출 한 후 냉각의 생리식염수로 충분히 세척하고 물기를 제거한 다음 장기 무게를 측정하였다.

찾는말 : Chlorogenic acid, rat, lipid, cholesterol  
\*연락처 : Tel: 82-51-200-7586, 7501; Fax: 82-51-200-7505  
E-mail : choys@mail.donga.ac.kr.

**Table 1. Composition of experimental diets(%)**

Ingredients	CONT <sup>1)</sup>	CHOL <sup>2)</sup>	CHOL+CA <sup>3)</sup>
Casein	20.0	20.0	20.0
$\alpha$ -Corn starch	15.0	15.0	15.0
Palm oil	10.0	10.0	10.0
Cellulose	5.0	5.0	5.0
AIN-93 mineral mixture	4.0	4.0	4.0
AIN-93 vitamin mixture	1.0	1.0	1.0
L-Methionine	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2
Cholesterol	0.0	0.5	0.5
Sodium cholate	0.0	0.125	0.125
Chlorogenic acid	0.0	0.0	0.2
Sucrose	44.500	43.875	43.675

<sup>1)</sup>CONT: basal diet.

<sup>2)</sup>CHOL: basal diet+0.5% cholesterol.

<sup>3)</sup>CHOL+CA: basal diet+0.5% cholesterol+0.2% chlorogenic acid.

### 혈청 지질농도 및 혈당량 분석

혈청 총 콜레스테롤은 Cholesterol C-test wako(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 cholesterol oxidase-DAOS 법으로 600 nm에서 측정하였고, 혈청 HDL-cholesterol은 HDL-cholesterol E-test wako(Wako Junyaku, Osaka, Japan)의 효소법에 의한 kit(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 사용하여 600 nm에서 측정하였다. 혈청 triglyceride는 Triglyceride E-test wako(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 GPO-DAOS법에 의하여 600 nm에서 측정하였고, 혈청 인지질은 Phospholipid C-test wako(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용한 Choline oxidase-DAOS법에 의한 효소법으로 600 nm에서 측정하였다. 혈청 유리지방산은 NEFA zaimu-S (Eiken Ind., Tokyo, Japan)의 kit를 이용한 ACS-ACOD법에 의하여 505 nm에서 측정하였다. 혈당은 Glucose oxidase법에 따라 조제된 kit(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용한 효소법으로 500 nm에서 측정하였다.

### 간장 지질추출 및 분석방법

간장 총 지질은 Folch 등의 방법<sup>15)</sup>을 이용하여 간장 1g을 chloroform : methanol의 2 : 1(v/v) 혼합액으로 지질을 추출하여 -80°C의 냉동고에 보관하면서 지질분석에 이용하였다. 간장 중성지질 농도는 Fletcher의 방법<sup>16)</sup>에 준하여 3 mM 아세틸아세톤 및 3 mM 과요드산 나트륨 액으로 50°C에서 발색시켜 405 nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다. 인지질 농도는 Bartlett의 방법<sup>17)</sup>으로 70% 과염소산으로 가열 분해시킨 후 5% 폴리브렌산 암모늄과 0.5% 아미돌 시약을 가하여 끓는 물에서 반응시켜 820 nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다. 총 콜레스테롤 농도는 Sperry 및 Webb의 방법<sup>18)</sup>에 따라 digitonin으로 침전시킨 콜레스테롤을 dry oven에서 건조한 후 빙초산으로 용해하여 무수초산 : 진황산의 20 : 1(v/v) 혼합액을 가하여 25°C 수조상에서 가온 발색시켜 620 nm에서 흡광도를 측정하여 정량 하였다.

### 뇨 단백질의 정량

**Table 2. Effect of chlorogenic acid on body weight gain, food intake and tissues weight in rats**

	CONT <sup>1)</sup> (n=6)	CHOL (n=6)	CHOL+CA (n=6)
Body weight gain (g/14 days)	111.2±4.6	119.1±4.2	130.3±4.4
Food intake (g/day)	21.6±0.2	21.6±0.3	22.0±0.3
Tissue weight (g)			
Liver	1.51±0.8 <sup>a</sup>	15.32±0.6 <sup>b</sup>	15.01±1.1 <sup>b</sup>
Kidney	2.17±0.06	2.29±0.07	2.27±0.04
Spleen	0.78±0.05 <sup>a</sup>	0.86±0.04 <sup>ab</sup>	0.93±0.05 <sup>b</sup>
Heart	1.04±0.06	1.07±0.02	1.19±0.07
Adipose tissue	4.89±0.77	3.95±0.45	3.57±0.42

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1. Means  $\pm$  SE.

Between the groups, values with different letter are significantly different at P<0.05.

실험기간의 1주일째 및 최종 전일의 뇨를 채집하여 단백질량은 BCA protein assay kit(Pierce, Illinois, U.S.A.)를 이용하여 Microplate reader(Model 1550, Bio-Rad Co., Tokyo, Japan)의 570 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 통계처리

실험으로부터 얻어진 결과치는 one-way ANOVA에 의한 평균치와 표준오차(mean  $\pm$  S.E.)로 표시하였으며, 각 실험 군간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test로 하였다.<sup>19)</sup>

## 결과 및 고찰

### 동물의 체중, 식이 섭취량 및 장기 중량에 미치는 영향

식물계에 널리 분포되어 있는 페놀성 화합물은 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조를 가지고 있기 때문에 생리적 기능도 다르게 나타난다. 이러한 페놀성 화합물은 식물의 색과 짙은맛 및 쓴맛의 주체로서 식품의 고유한 맛에도 깊이 관여한다. 일반적으로 식품 중에 함유되어 있는 페놀성 화합물 농도에서는 경험상 사람이나 동물의 생리대사에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다. 동물 실험에서 총 페놀 함량과 축합형 탄닌의 경우에는 섭취량이 건물 기준시의 3.8% 수준까지는 독성을 나타내지 않으며,<sup>20)</sup> 감귤류의 플라보노이드인 hesperidin은 10% 수준까지도 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다.<sup>21)</sup> 본 실험에서 클로로겐산 0.2% 수준으로 식이에 첨가하여 2주간 투여한 결과 체중 증가량 및 식이 섭취량에서 실험 군간에 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 2). 간장 무게는 정상 식이군에 비해 콜레스테롤 식이군과 클로로겐산 병합투여군에서 유의적으로 증가하였다. 비장 무게는 정상 식이군에 비해 콜레스테롤 식이군에서 증가경향을 보였으며, 클로로겐산 병합투여군에서는 유의적으로 증가하였다.

### 혈중 지질농도에 미치는 클로로겐산의 영향

혈청 지질농도의 변화는 Table 3과 같다. 콜레스테롤 식이군에서는 정상 식이군에 비하여 혈청 중성지질 및 HDL-콜레스테롤 농도가 유의적으로 감소하였으며, 혈청 총 콜레스테롤 농도는 유의적으로 증가하였다. 한편, 콜레스테롤 식이군에서 혈

**Table 3. Effect of chlorogenic acid on the concentrations of serum lipids in rats**

	CONT <sup>1)</sup> (n = 6)	CHOL (n = 6)	CHOL+CA
	(mg/100 ml)		
Triacylglycerol	182±26 <sup>a</sup>	125±8.3 <sup>b</sup>	122±13 <sup>b</sup>
Phospholipid	151±9.4	156±7.4	142±7.2
Total Cholesterol	80.2±3.0 <sup>a</sup>	210±24 <sup>c</sup>	168±9.4 <sup>b</sup>
HDL-Cholesterol	48.2±1.7 <sup>c</sup>	26.6±1.1 <sup>a</sup>	30.9±3.9 <sup>a</sup>
Atherogenic index*	0.66±0.09 <sup>a</sup>	6.89±0.38 <sup>b</sup>	4.44±0.27 <sup>b</sup>
Free Fatty Acid(μEq/100 ml)	580±40 <sup>b</sup>	570±45 <sup>b</sup>	450±50 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1. Means ± SE. Between the groups, values with different letter are significantly different at P<0.05.

청 총 콜레스테롤 농도의 증가는 클로로겐산의 병합투여에 의해서 현저하게 감소되었고, HDL-콜레스테롤 농도는 통계적 유의성은 없지만 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나, 혈청 중성지질 농도는 콜레스테롤 식이군과 클로로겐산 병합투여군 간의 차이는 없었다. 이러한 결과로 보아 클로로겐산이 콜레스테롤 섭취에 의해 유도된 고콜레스테롤혈증에서 콜레스테롤의 상승을 억제시키는 것으로 사료된다. 페놀성 화합물은 혈청 총 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도를 저하시켜 고지혈증 및 심장 순환계 질환을 예방 및 개선시키는 것으로 알려져 있다.<sup>4,7,21)</sup> 이것은 간장에서 콜레스테롤 에스테르 합성의 중요 조절효소로 알려진 acyl-coenzyme A: cholesterol acyltransferase (ACAT) 활성을 저해시키고, 장관 내에서의 콜레스테롤 흡수를 저하시키며, 분변 중으로 담즙산 및 콜레스테롤 배설을 증가시키는 기작에 의한 것으로 보고되고 있다.<sup>23,24)</sup> 또한, 돼지감자의 페놀성 화합물 추출물이 흰쥐의 간장 초대배양 세포에서 콜레스테롤 분획에의 [<sup>14</sup>C] acetate 표적량을 현저하게 감소시킴으로써 콜레스테롤 생합성을 억제시키는 것으로 나타났으며,<sup>10)</sup> 이러한 돼지감자의 주요 성분으로 chlorogenic acid, caffeic acid 등이 확인되었다. 또한, 동맥경화 지수는 콜레스테롤 식이군에 비해 클로로겐산 병합투여군에서 약 36% 감소되었다. 최근, 역학적인 연구조사에서 야채 및 과일 등의 폴리페놀 화합물의 섭취량과 심근경색의 발증률 및 허혈성 심질환에 의한 사망률과의 사이에 역상관 관계를 나타내는 많은 연구 결과가 보고되어 있다.<sup>46)</sup> 혈청 중성지질 농도 및 인지질 농도는 감자 클로로겐산 첨가에 의한 영향은 약한 것으로 나타나, 다른 페놀성 화합물에 의한 이전의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다.<sup>7)</sup> 혈청 유리 지방산 농도는 정상 식이군 및 콜레스테롤 식이군에 비해 클로로겐산 병합투여군에서 약 21% 정도 저하하였다. 따라서, 클로로겐산은 혈청 총 콜레스테롤 수준 및 동맥경화 지수를 낮춤으로써 동맥경화와 관상동맥 심질환을 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 간장 지질농도에 미치는 클로로겐산의 영향

간장의 지질농도 변화는 Table 4와 같다. 정상 식이군에 비해 콜레스테롤 식이군에서 중성지질 및 총 콜레스테롤 농도는 유의적으로 증가하였다. 이러한 결과는 고지방식이 및 고콜레스테롤 식이의 연구 결과에서 보여주는 간장지방 침착 현상과

**Table 4. Effect of chlorogenic acid on hepatic lipid concentrations in rats**

	CONT <sup>1)</sup> (n = 6)	CHOL (n = 6)	CHOL+CA (n = 6)
	(mg/g liver)		
Triacylglycerol	46.9±6.4 <sup>a</sup>	78.7±5.6 <sup>b</sup>	76.6±5.7 <sup>b</sup>
Cholesterol	2.74±0.23 <sup>a</sup>	39.1±2.8 <sup>b</sup>	38.5±3.8 <sup>b</sup>
Phospholipid	29.5±0.8	25.0±0.7	27.3±0.8

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1. Means ± SE.

Between the groups, values with different letter are significantly different at P<0.05.

**Table 5. Effect of chlorogenic acid on the concentrations of serum glucose and urine protein in rats**

	CONT <sup>1)</sup> (n = 6)	CHOL (n = 6)	CHOL+CA (n = 6)
Serum glucose (mg/100 ml)	142±8.1 <sup>a</sup>	171±24 <sup>b</sup>	201±33 <sup>b</sup>
Urine protein (mg/100 g body weight/day)			
1 week	206±12 <sup>a</sup>	198±14 <sup>a</sup>	312±24 <sup>b</sup>
2 week	200±9.6 <sup>a</sup>	210±17 <sup>a</sup>	309±38 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1. Means ± SE.

Between the groups, values with different letter are significantly different at P<0.05.

유사하다.<sup>25)</sup> 그러나, 콜레스테롤 식이에 클로로겐산 병합투여에 의해서는 이들 지질농도의 변화가 관찰되지 않았다. 인지질 농도는 정상 식이군에 비해 콜레스테롤 식이군에서 약간 낮게 나타났다으나, 클로로겐산 병합투여군에서 유의적인 차이는 없었다. 이러한 결과로 보아 콜레스테롤 식이에 클로로겐산을 첨가한 본 실험의 식이 조건에서는 간장의 지질 농도에 미치는 영향은 미약한 것으로 시사되었다.

#### 혈당 및 뇨 단백질 농도에 미치는 클로로겐산의 영향

혈당 및 뇨 중의 단백질 농도의 변화는 Table 5와 같다. 혈당치는 정상 식이군에 비해 콜레스테롤 식이군 및 클로로겐산 병합투여군에서 증가하였다. 또한, 흰쥐의 공복시의 혈당량은 98~152 mg/100 ml이고 사람은 50~110 mg/100 ml이다. 혈당이 증가하는 주요 원인으로는 당뇨병, 췌장염, 간경변, 지방간, 심근경색, 비만증, sugar류 과잉섭취, 식이성 등 다양하다.<sup>26,27)</sup> 고지혈증을 수반하는 환자들 경우 비교적 혈당량이 높게 나타나는 경우가 많은데, 본 실험에서도 식이성 콜레스테롤에 의한 고콜레스테롤혈증에 동반하여 혈당이 증가한 것으로 사료된다. 한편, 본 실험 결과와는 반대로 식물성 페놀 화합물은 소장에서 당분해 효소인  $\alpha$ -amylase, sucrase 및  $\alpha$ -glucosidase의 활성을 저해시킴으로써 혈당치 및 인슐린 농도가 저하되는 것으로 보고된 바 있으며,<sup>28)</sup> 콜레스테롤 식이에 의해 증가된 혈당량은 감자 폴리페놀의 첨가에 의해서도 감소된 바 있다.<sup>12)</sup> 그러나, 클로로겐산 병합투여군에서 혈당량이 증가한 것은 페놀성 화합물 중에서도 tannic acid, catechol, epicatechin과는 달리 클로로겐산에 의해서는 당분해 효소 sucrase의 저해 활성이 없는 것으로 보고된 바 있고,<sup>29)</sup> 동일 군내 혈당량의 표준오차가 심해서(138.6~348.4 mg/100 ml) 고콜레스테롤혈증을 동반한 증가로

여겨진다. 노 단백질량은 정상 식이군 및 콜레스테롤 식이군 간에는 같은 수준을 나타내었으나, 클로로겐산 병합투여군에서는 증가하였다. 따라서, 콜레스테롤 식이군에 클로로겐산의 첨가는 노 중의 단백질량을 증가시킴으로써 신장 기능의 역할에도 장애를 미칠 가능성이 있는 것으로 생각된다. 이것으로 보아 한방 등의 생약 사용에서 종종 나타나고 있는 급성 신염 등의 부작용이 이러한 성분에 의해 나타날 수 있다는 사실을 고려해 볼 수 있다.<sup>30,31)</sup> 따라서, 이들 작용에 대한 정확한 기작에 관해서 앞으로 보다 자세한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. Cha, J. Y. and Cho, Y. S. (1997) Effects of hesperidin, naringin and their aglycones on the *in vitro* assay phosphatidate phosphohydrolase, and on the proliferation in cultured human hepatocytes HepG2 cells. *Agri. Chem. Biotech.* **40**, 577-582.
2. Cha, J. Y. and Cho, Y. S. (1999) Effect of potato polyphenolics on lipid peroxidation in rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 1131-1136.
3. Papadopoulos, G. and Boskou, D. (1991) Antioxidant effect of natural phenols on olive oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **68**, 669-675.
4. Hertog, M. G. L., Kromhout, D., Aravanis, C., Blackburn, H., Buzina, R., Fidanza, F., Giampaoli, S., Jansen, A., Menotti, A., Nedeljkovic, S., Pekkarinen, M., Simic, B. S., Toshima, H., Fesken, E. J. M., Hollman, P. C. H. and Katan, M. B. (1995) Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the seven countries study. *Arch. Intern. Med.* **155**, 381-386.
5. Knekt, P., Jarvinen, R., Reunanen, A. and Martela, J. (1997) Flavonoid intake and coronary mortality in Finland: a cohort study. *Br. Med. J.* **312**, 478-481.
6. Hertog, M. G. L., Fesken, E. J. M., Hollman, P. C. H., Katan, M. B. and Kromhout, D. (1993) Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease the Zutphen Elderly Study. *Lancet.* **342**, 1007-1011.
7. Basarkar, P. W. and Nath, N. (1981) Cholesterol lowering action of vitamin P-like compounds in rats. *Indian J. Exp. Biol.* **19**, 787-789.
8. Matsumoto, N., Okushio, K. and Hara, Y. (1998) Effect of blacktea polyphenols on plasma lipids in cholesterol-fed rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **44**, 337-342.
9. Lee, J. H. and Lee, S. R. (1994) Analysis of phenolic substances content on Korea plant foods. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **26**, 310-316.
10. Gebhardt, R. (1998) Inhibition of cholesterol biosynthesis in primary cultured rat hepatocytes by artichoke (*Cynara scolymus* L.) extract. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* **286**, 1122-1128.
11. Tsuchiya, T., Suzuki, O. and Igarashi, K. (1996) Protective effects of chlorogenic acid on paraquat-induced oxidative stress in rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **60**, 765-768.
12. Kono, Y., Kashine, S., Yoneyama, T., Sakamoto, Y., Matsu, Y. and Shibata, H. (1998) Iron chelation by chlorogenic acid as a natural antioxidant. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **62**, 22-27.
13. Hayase, F. and Kato, H. (1984) Antioxidative components of sweet potatoes. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **30**, 37-46.
14. Cha, J. Y. and Cho, Y. S. (2000) Effect of potato polyphenolics on the hyperlipidemia in rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* (in printing)
15. Folch, J., Lees, M. and Sloane-Starley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
16. Fletcher, M. J. (1968) A colorimetric method for estimating serum triglyceride. *Clin. Chim. Acta* **22**, 393-397.
17. Bartlett, G. R. (1959) Colorimetric assay methods for free and phosphorylated glyceric acids. *J. Biol. Chem.* **234**, 469-471.
18. Sperry, W. M. and Webb, M. (1950) Averision of the Shoenheimer-Sperry method for cholesterol determination. *J. Biol. Chem.* **187**, 97-106.
19. Duncan, D. B. (1957) Mutiple range test for correlated and heteroscedastic means. *Biometrics* **13**, 164-176.
20. Singleton, V. L. (1981) Naturally occurring food toxicants phenolic substances of plant origin common in foods. *Adv. Food Res.* **27**, 149-242.
21. Kawaguchi, K., Mizuno, T., Aida K. and Uchino, K. (1997) Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and *Pseudomonas*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **61**, 102-104.
22. Yugarani, T., Tan, B. K. H., Teh, M. and Das, N. P. (1992) Effects of polyphenolic natural products on the lipid profiles of rats fed high fat diets. *Lipids* **27**, 181-186.
23. Yotsumoto, H., Yanagita, T., Yamamoto, K., Ogawa, Y., Cha, J. Y. and Mori, Y. (1997) Inhibitory effect of Oren-Gedoku-to and its components on cholesteryl ester synthesis in cultured human hepatocyte HepG2 cells : Evidence from the cultured HepG2 cells and *in vitro* assay of ACAT. *Planta Med.* **63**, 141-145.
24. Yanagita, T., Sonda, K., Yamamoto, K., Yotsumoto, H., Nunez, H. J. and Murakami, S. (1995) Effect of a new acly-coenzyme A: cholesterol aclytransferase inhibitor, HL-004, on cholesterol esterification and lipid metabolism in HepG2 cells. *Cur. Therapeutic. Res.* **56**, 787-795.
25. Cha, J. Y., Cho, Y. S. and Yanagita, T. (1999) Effect of cholesterol on hepatic phospholipid metabolism in rats fed a diet containing fish oil and beef tallow. *Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **4**, 125-129.
26. Korean Biochemical Association (1985) In 'Experimental Biochemistry,' Tamgudangm, Seoul, Korea.
27. Guyton, T. (1994) In 'Text Book of Medical Physiology,' 8th Ed., Saunders Co., Philadelphia, USA.
28. Matsumoto, N., Ishigaki, F., Ishigaki, A., Iwashima, H. and Hara, Y. (1992) Reduction of blood glucose levels by tea catechin. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **57**, 525-527.
29. Welsch, C. A., Lachance, P. A. and Wasserman, B. P. (1989) Effects of native and oxidized phenolic compounds on sucrose activities in rat brush border membrane. *J. Nutr.* **119**, 1737-1740.
30. Lin, J. L. and Ho, Y. S. (1994) Flavonoid-induced acute nephropathy. *Am. J. Kidney Disease* **23**, 433-440.
31. Singleton, V. L. (1981) Naturally occurring food toxicants phenolic substances of plant origin common in foods. *Adv. Food Res.* **27**, 149-242.

---

**Effect of Chlorogenic Acid on the Concentrations of Serum and Hepatic Lipid in Rats**

Jae-Young Cha, Dae-jin Kim<sup>1</sup> and Young-Su Cho\* (*Faculty of Natural Resources and Life Science; <sup>1</sup>Faculty of Food and Nutrition, Dong-A University, Pusan 604-714, Korea*)

**Abstract :** Effect of chlorogenic acid, one of polyphenolic compounds, on the concentrations of lipid in serum and hepatic lipid, serum glucose, and urinary protein in Sprague Dawley rats for 14 days was investigated. The concentration of serum total cholesterol was increased in the cholesterol group compared with the control group, while it was decreased in the cholesterol+chlorogenic acid group. The concentrations of hepatic triacylglycerol and cholesterol were increased in the cholesterol group, while these were not altered by the supplementation of chlorogenic acid. The concentrations of serum glucose and urinary protein were higher in the cholesterol+chlorogenic acid group than the control and the cholesterol groups. These results suggest that chlorogenic acid exerts a hypocholesterolemic effect in the rats fed cholesterol.

---

Key words : Chlorogenic acid, rat, lipid, cholesterol.

\*Corresponding author