

## 한국전통차가 납투여된 흰쥐의 혈장과 간조직 중 지질농도에 미치는 영향

김덕진<sup>†</sup> · 조수열\* · 김명주\*\*

대구대학교 식품·생명·화학 공학부

\*영남대학교 식품영양학과

\*\*대구산업정보대학 식품영양과

### Effect of Korean Traditional Teas on Plasma and Hepatic Lipid Levels in Lead-Administered Rats

Duk-Jin Kim<sup>†</sup>, Soo-Yeul Cho\* and Myung-Joo Kim\*\*

Division of Food, Biological and Chemical Engineering, Daegu University, Gyeongbuk 712-714, Korea

\*Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

\*\*Dept. of Food Science and Nutrition, Daegu Polytechnic College, Daegu 706-022, Korea

#### Abstract

This study was designed to test the effect of Korean traditional teas on lipid levels in lead (Pb)-administered rats. Male rats were divided into normal, Pb-control (Pb-Con) and Pb-water extract of traditional teas (green tea: GWE, persimmon leaf: PWE, safflower seed: SWE, Solomon's seal: SSWE) groups. Pb intoxication was induced by administration lead acetate (25 mg/kg. BW, oral) weekly. The extract was administered based on 1.26 g of raw traditional tea/kg BW/day for 4 weeks. Net weight gain and feed intake were significantly lower in the Pb-Con group than in the normal group, whereas they were tended to increase by traditional teas supplements. Both plasma and hepatic total cholesterol and triglyceride concentration were lower in the traditional teas supplemented groups compared to the Pb-Con group. Plasma VLDL-cholesterol and LDL-cholesterol levels were significantly increased by Pb ad-ministration, whereas HDL-cholesterol concentration was significantly lower in the Pb-Con group than in the normal group. However, water extracts of green tea, persimmon leaf, safflower seed and solomon's seal supplementation im-proved changes of the plasma lipoprotein-cholesterol levels in Pb administered rats.

**Key words:** Korean traditional tea, lead, lipid profile

#### 서 론

오늘날 산업의 발달로 경제적인 여유와 문화적인 혜택을 누리는 반면, 각종 산업체로부터 배출되고 있는 여러 가지 중금속물질로 인한 식품, 공기, 물, 토양 등의 오염이 증가되고 있으며, 인체도 중금속에 노출될 위험성이 커지고 있다. 환경오염성 중금속 중 납은 일상생활을 통하여 많이 사용되고 있는 금속으로서 철, 구리 다음으로 자연계에 널리 분포되어 있다(1). 또한 납은 축전지 제조업, 요업, 인쇄업 및 조선업 등의 산업분야에 광범위하게 사용되고 있어 산업체 근로자들의 납중독 위험은 매년 증가되고 있는 실정이다(2).

최근 영양상태가 중금속의 임상적 중독현상이나 해독기구에 영향을 미칠 수 있음이(3) 보고되면서 천연물질을 이용하여 중금속의 중독현상을 완화하고자 노력을 기울이고 있다. 특히, 천연물질이 특정원소를 흡착제거할 수 있음에 착안하여 녹차 잎과 감잎의 카드뮴, 구리, 납 이온들에 대한 흡착능(4,5), 둥글레의 유기 미량물질 흡착에 관한 연구(6) 등의 연구를 통한

천연물질의 전통차 및 음료재료에 대한 연구는 많이 보고되어 있으나 이들 천연물이 중금속 해독에 미치는 영양생화학적인 구명은 미비한 실정이다.

기호음료로 즐겨온 녹차는 혈압저하, 혈중 콜레스테롤 저하, 체내 중금속류 제거작용, 특히 항산화작용이 있는 것으로 밝혀졌다(7,8). 또한 감잎은 차의 원료로 이용되어 왔는데 고혈압, 동맥경화, 당뇨병과 같은 만성질환에 효과적인 것으로 보고되어 있다(9). 최근에 각광받는 홍화씨는 지방이 다량 함유되어 있는데 특히 리놀렌산의 함량이 높아 혈중 콜레스테롤 저하작용이 있음이 보고(10)되어 있다. 둥글레는 자양 및 자강의 목적으로 많이 이용되어 왔으며, 영양불량, 당뇨로 인한 지갈 등에 약재로 쓰이고 있다(11).

국내에서 녹차의 대용으로 시판되고 있는 감잎차, 홍화차 및 둥글레차는 건강식품으로 알려져 있으며 시장 점유율이 녹차에 비해 낮은 편이나, 반면 재료면에서 값싸고 전국 어디에서나 쉽게 구할 수 있는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 만성적으로 납투여된 흰쥐에게 한국전통차로 애용되는 녹차, 감잎,

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: djkim@daegu.ac.kr  
Phone: 82-53-850-6534, Fax: 82-53-850-6559

홍화 및 등글레의 열수추출물을 급여한 후 성장과 지질농도 변화에 미치는 영향을 관찰하였다.

**재료 및 방법**

**시료의 제조**

실험에 사용되는 녹차잎, 감잎, 홍화씨 및 등글레는 대구 약령시장에서 구입하여 음건한 후 작은 질편으로 만들어 균질기로 조직을 파쇄하였다. 파쇄한 시료 100g씩을 등근플라스크에 넣고 10 배량의 증류수를 가하여 4시간 동안 가열추출하고 그 여액을 회전증발농축기로 감압농축하여 동결건조한 후 사용하였다. 본 실험에 사용된 열수추출물의 추출수율은 녹차 15.9%, 감잎 6.8%, 홍화 4.9% 및 등글레 8.5%이었다.

**실험동물의 사육**

실험동물은 Sprague-Dawley계의 이유한 웅성 흰쥐 60마리를 10일간 기본식으로 적응시킨 후 평균체중이 110±10g인 것을 난괴법에 의해 6군으로 나누어 한마리씩 4주간 분리하여 사육하였다. 사육실 온도는 20±2°C로 유지하였으며, 조명은 12시간 주기(08:00~20:00)로 조절하였다. 사육시 일어날 수 있는 무기질의 오염을 방지하기 위해 실험 시작전 필요한 모든 기구는 0.4% EDTA용액으로 세척하여 사용하였으며 실험기간 동안 물은 탈이온 증류수를 사용하였다.

본 실험에 사용한 기본식은 AIN-93(12)식이조성(Table 1)에 준하여 조제하였으며, 단백질 공급원으로는 카제인(Murray Co.)을 공급하였고, 탄수화물 공급원으로는 옥수수 전분(신동방), 지방 공급원으로는 옥수수 기름(제일제당)을 사용하였다. 녹차, 감잎, 홍화 및 등글레의 열수추출물은 사람이 섭취하는 양을 고려하여 매일 일정한 시각에 체중 kg당 건조분말 1.26g 수준이 되도록 경구투여하였으며, Pb(PbAc<sub>2</sub>)를 탈이온 증류수에 녹여 체중 kg당 25mg을 매주 1회 일정시각에 경구투여하였고 정상군은 0.9% 생리식염수를 투여하였다.

체중은 측정 12시간 전에 식이급여를 중단하여 매주 1회 일정 시각에 측정하였으며, 최종 체중에서 실험 개시전의 체중을 감하여 실험기간 중의 체중증가량으로 나타내었다. 식이섭취량은 매일 일정한 시각에 측정된 후 급여량에서 잔량을 감하여 계산하였으며, 식이효율은 실험기간 중의 증체량을 식이섭취량으로 나누어 산출하였다.

**혈액의 분리 및 조직 적출**

4주간 사육한 흰쥐를 마취시켜 개복하고 복부대동맥으로 채혈하였으며, 장기는 채혈 직 후 병냉의 0.25 M 수크로오스 용액으로 간을 관류하여 혈액을 제거한 다음 적출하여 생리식염수로 씻어 여과지로 수분을 제거한 후 평량하였다. 헤파린 처리된 혈액은 4°C에서 20분간 방치한 다음 600×g에서 10분간 원심분리하여 혈장을 얻었다.

**혈장과 간조직 중의 지질 농도 측정**

혈장 중의 중성지질 함량은 Muller의 방법(13)으로 조제된 kit 시약(아산제약, 한국)을 사용하여 측정하였다. 총 콜레스테

**Table 1. Composition of basal diet**

Ingredients	Content (g /kg)
Casein	200
Corn starch	397.486
Dextrinized corn starch	132
Sucrose	100
Corn oil	70
Fiber	50
AIN - mineral mixture <sup>1)</sup>	35
AIN - vitamin mixture <sup>2)</sup>	10
L - Cystine	3
Choline bitartrate	2.5
tert - Butylhydroquinone	0.014

<sup>1)</sup>Mineral mixture (g/kg min. mix.) according to AIN - 93: Calcium carbonate, 357.00; potassium phosphate monobasic, 196.00; potassium citrate, 70.78; sodium chloride, 74.00 potassium sulfate, 46.60; magnesium oxide, 24.00; ferric citrate, 6.06; zinc carbonate, 1.65; sodium meta-silicate, 1.45; manganese carbonate, 0.63; cupric carbonate, 0.30; chromic potassium sulfate, 0.275; lithium chloride, 0.0174; sodium fluoride, 0.0635; boric acid, 0.0815; nickel carbonate, 0.0318; ammonium vanadate, 0.0066; sodium selenate anhydrous, 0.01025; ammonium paramolybdate, 0.00795; potassium iodate, 0.01; sucrose, 221.026.

<sup>2)</sup>Vitamin mixture (g / kg vit. mix.) according to AIN - 93: Thiamin-HCl, 0.60; riboflavin, 0.60; pyridoxine-HCl, 0.70; nicotinic acid, 3.00; Ca-panthothenate, 1.60; folic acid, 0.20; phylloquinone, 0.075; D-biotin, 0.02; cyanocobalamin (0.1% in mannitol), 2.50; retinyl palmitate, 0.80; tocopheryl acetate, 15.00; cholecalciferol 0.25; sucrose, 974.655.

롤과 HDL-콜레스테롤 함량은 Richmond의 방법(14)으로 조제된 kit(아산제약, 한국) 시약을 사용하였다. 유리콜레스테롤 함량은 효소법에 의해 조제된 kit(아산제약, 한국) 시약을 사용하여 측정하였다. 콜레스테롤 에스테르 함량은 총콜레스테롤과 유리콜레스테롤 함량을 측정하여 계산식에 의해 계산하였다. 킬로미크론-콜레스테롤, VLDL-콜레스테롤과, LDL-콜레스테롤 함량은 혈청 0.1 mL를 시험관에 넣고 BLF kit 시약 I, II, III(영연화학, 일본)을 각각 4.0 mL씩 넣은 후 5초간 잘 혼합한 다음 실온에서 25분간 방치한 다음 10분 이내에 증류수를 대조로 650 nm에서 흡광도를 측정하고 식에 따라 각각의 함량을 구하였다. 인지질 함량은 Eng과 Noble의 방법(15)으로 조제된 kit(아산제약, 한국)시약을 사용하여 농도를 구하였다.

간조직의 지질 함량은 Folch 등의 방법(16)에 준하여 클로로포름 : 메탄올(2:1, v/v) 혼합액으로 지질을 추출한 후 혈액과 동일한 방법으로 측정하여 농도를 구하였다.

**통계처리**

실험결과는 SPSS package 프로그램을 이용하여 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고 각 군간의 평균치의 통계적 유의성은 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple test에 의해 검정하였다(17).

**결과 및 고찰**

**체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율**

남 투여된 흰쥐에게 녹차, 감잎, 홍화 및 등글레 열수추출물

을 4주간 급여하여 사육한 흰쥐의 1일 체중증가량, 식이섭취량과 식이효율을 Table 2에 나타내었다.

흰쥐의 1일 평균 체중증가량과 식이효율은 정상군에 비하여 납 단독투여군에서 유의적으로 감소되었다. 이는 Hammond 등(18)이 납을 투여하였을 때 체중이 현저하게 감소되었다는 보고와 Ikeda 등(19)이 납중독된 농부의 체중증가가 억제되었다는 결과와 일치한다. 반면 녹차, 감잎, 둥글레 열수추출물의 급여에 따른 유의적인 변화는 관찰되지 않았으나 홍화 열수추출물군의 체중은 납 단독투여군에 비해 유의적인 회복을 보였다.

식이섭취량 역시 납 투여시 정상군에 비하여 유의적으로 감소되어 나타났다. 이는 납이 식이섭취에 직접적인 영향을 미침으로써 식이섭취량을 감소시킨다는 Mylroie 등(20)의 보고와 일치하는 결과이다. 즉 납을 투여하였을 때 식욕감퇴를 유발하기 때문에 식이섭취량이 감소하고 납에 의한 성장저해가 일어나게 되는데 한국전통차 보충이 납 투여로 인한 식이섭취 억제 현상을 유의적으로 완화시켰으며 특히 홍화와 둥글레 열수추

출물군은 정상수준으로 회복되는 것이 관찰되었다.

본 실험 결과처럼 납 단독투여군의 체중감소와 성장장애는 납에 의해 유발된 식욕부진과 장내흡수율의 저하(21) 및 납이 신세뇨관 재흡수를 저해하여 소변으로 아미노산과 포도당의 배설이 증가된 때문이거나(22), 납 해독과 헤모글로빈 재생에 필요한 아미노산으로 체단백질이 전환됨으로써 체중이 감소된다(23)고 보고되어 있다. 반면, 녹차, 감잎 및 둥글레의 열수추출물은 위액분비 촉진과 함께 식욕을 증진시킨다는 보고(24)로 보아 납 투여로 인해 억제된 식이섭취량이 한국전통차의 열수추출물 보충으로 회복됨으로써 체중이 증가된 것으로 생각된다.

장기 중량

납과 한국전통차를 보충한 흰쥐의 100 g당 장기무게를 Table 3에 나타내었다. 본 실험에서 간조직의 중량변화는 납 단독투여군이 정상군에 비하여 유의적인 증가 현상이 관찰되었다. 이 결과는 납에 장기간 폭로될 경우 생체내 축적 현상을 나타내는 것으로 생각된다. 아세트산납의 농도를 달리한 후 사료에 혼합하여 15일 동안 섭취시킨 흰쥐의 간중량 변화를 측정 한 결과, 투여 농도의 증가에 따른 변화가 나타나지 않았다는 보고(25)와, 납의 투여 농도가 증가함에 따라 간의 무게도 증가되었다는 보고(26)도 있어 견해가 일치되지 않으나, 이는 납이 체내에 흡입되는 경로와 처리물질의 종류 차이로 인한 원인으로 생각되며 본 실험의 결과는 후자와 같은 경향이었다. 또한 본 실험에서 신장, 심장, 비장의 무게도 납 투여로 인해 유의적으로 증가되었는데 이는 납의 배출과정에서 신장조직이 손상을 받은 것으로 생각된다. Suzuki와 Yoshida(27)는 납이 신장 비대를 촉진하며 Kim과 Yu(28)의 납 투여시 흰쥐의 신장과 비장 무게가 증가되었다는 보고와 일치되는 결과이다.

본 실험에서는 실험식이 급여시 간의 중량 증가가 억제됨으로써 녹차, 감잎, 홍화 및 둥글레 열수추출물의 급여가 간비대를 억제하는 것을 알 수 있었다. 또한 심장 중량의 경우 납 투여에 따른 증가가 억제되었으나 신장, 뇌, 비장 및 고환의 중량은 유의적인 변화가 관찰되지 않았다.

혈장 중의 지질농도 변화

혈장 중의 중성지질 농도(Fig. 1)는 납 단독투여군이 정상군에 비하여 유의적인 증가를 나타내었으나 녹차, 감잎, 홍화 및

Table 2. Effect of Korean traditional teas on NWG, FI and FER in lead-administered rats

Groups <sup>1)</sup>	NWG <sup>2)</sup> (g/day)	FI <sup>3)</sup> (g/day)	FER <sup>4)</sup>
Normal	5.93 ± 0.67 <sup>5)ab)</sup>	23.05 ± 0.71 <sup>a)</sup>	0.26 ± 0.005 <sup>a)</sup>
Pb-Con	4.45 ± 0.45 <sup>c)</sup>	19.24 ± 0.28 <sup>d)</sup>	0.22 ± 0.001 <sup>b)</sup>
Pb-GWE	4.77 ± 0.36 <sup>bc)</sup>	20.78 ± 0.09 <sup>c)</sup>	0.22 ± 0.001 <sup>b)</sup>
Pb-PWE	4.75 ± 0.40 <sup>bc)</sup>	21.72 ± 0.14 <sup>bc)</sup>	0.23 ± 0.005 <sup>b)</sup>
Pb-SWE	5.14 ± 0.76 <sup>b)</sup>	22.06 ± 0.59 <sup>ab)</sup>	0.25 ± 0.005 <sup>a)</sup>
Pb-SSWE	4.80 ± 0.32 <sup>bc)</sup>	23.04 ± 1.13 <sup>a)</sup>	0.22 ± 0.005 <sup>b)</sup>

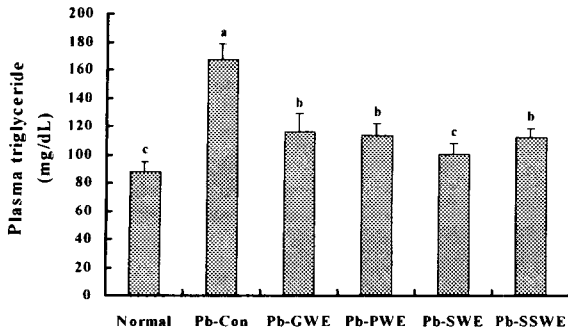
<sup>1)</sup>Normal: Normal group.  
<sup>2)</sup>Pb-Con: Lead acetate administered group.  
<sup>3)</sup>Pb-GWE: Lead acetate + gree tea leaf water extract administered group.  
<sup>4)</sup>Pb-PWE: Lead acetate + persimmon leaf water extract administered group.  
<sup>5)</sup>Pb-SWE: Lead acetate + safflower seed water extract administered group.  
<sup>6)</sup>Pb-SSWE: Lead acetate + solomon's seal water extract administered group.

<sup>2)</sup>NWG: net weight gain. <sup>3)</sup>FI: feed intake.  
<sup>4)</sup>FER: Feed efficiency ratio.  
<sup>5)</sup>Values are mean ± SD (n = 10).  
<sup>6)</sup>Means in the column not sharing a common letter are significantly different (p < 0.05).

Table 3. Effect of Korean traditional teas on relative organs weights lead-administered rats (g/100 g body weight)

Groups <sup>1)</sup>	Liver	Kidney	Heart	Brain	Spleen	Testes
Normal	2.80 ± 0.44 <sup>2)bc3)</sup>	0.70 ± 0.03 <sup>b)</sup>	0.38 ± 0.04 <sup>b)</sup>	0.40 ± 0.02 <sup>NS4)</sup>	0.22 ± 0.01 <sup>b)</sup>	0.93 ± 0.10 <sup>NS)</sup>
Pb-Con	3.38 ± 0.14 <sup>a)</sup>	0.80 ± 0.02 <sup>a)</sup>	0.41 ± 0.01 <sup>a)</sup>	0.37 ± 0.02	0.27 ± 0.04 <sup>a)</sup>	0.99 ± 0.10
Pb-GWE	3.17 ± 0.08 <sup>b)</sup>	0.72 ± 0.01 <sup>ab)</sup>	0.38 ± 0.05 <sup>b)</sup>	0.38 ± 0.02	0.24 ± 0.03 <sup>ab)</sup>	0.90 ± 0.35
Pb-PWE	3.27 ± 0.22 <sup>ab)</sup>	0.72 ± 0.06 <sup>ab)</sup>	0.39 ± 0.01 <sup>b)</sup>	0.37 ± 0.02	0.24 ± 0.01 <sup>ab)</sup>	0.99 ± 0.05
Pb-SWE	3.13 ± 0.09 <sup>b)</sup>	0.72 ± 0.04 <sup>ab)</sup>	0.38 ± 0.01 <sup>b)</sup>	0.38 ± 0.04	0.22 ± 0.01 <sup>b)</sup>	1.03 ± 0.05
Pb-SSWE	3.28 ± 0.24 <sup>ab)</sup>	0.75 ± 0.01 <sup>ab)</sup>	0.39 ± 0.01 <sup>b)</sup>	0.39 ± 0.03	0.25 ± 0.03 <sup>ab)</sup>	1.05 ± 0.06

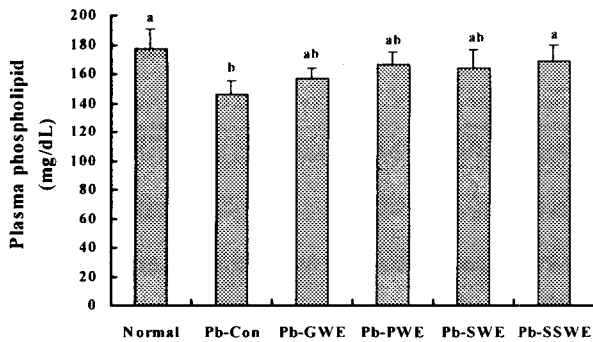
<sup>1)</sup>Refer to Table 2.  
<sup>2)</sup>Values are mean ± SD (n = 10).  
<sup>3)</sup>Means in the column not sharing a common letter are significantly different (p < 0.05).  
<sup>4)</sup>Not significantly different (p < 0.05) between groups.



**Fig. 1. Effect of Korean traditional teas on plasma triglyceride contents in lead-administered rats.**  
 Values are mean ± SD (n = 10). The means not sharing a common letter are significantly different (p < 0.05). Refer to Table 2.

둥글레 열수추출물 급여시 각각 30.5%, 32%, 40%, 33%의 감소 효과를 볼 수 있었다. 납 투여군의 중성지질 농도증가는 납에 의한 간손상으로 담즙 분비가 감소되고 간의 중성지질이 혈중으로 방출된 결과로 사료된다. 반면 혈장 중의 인지질 농도(Fig. 2)는 정상군에 비하여 납 단독투여시 유의적으로 감소되었으나 각각의 실험물질의 열수추출물 급여시 정상수준으로 회복되는 경향이였다.

Table 4에는 혈장의 총 콜레스테롤, 유리콜레스테롤 및 콜레스테릴 에스테르 농도를 나타내었다. 혈장 중의 콜레스테롤



**Fig. 2. Effect of Korean traditional teas on plasma phospholipid contents in lead-administered rats.**  
 Values are mean ± SD (n = 10). The means not sharing a common letter are significantly different (p < 0.05). Refer to Table 2.

**Table 4. Effect of Korean traditional teas on plasma total cholesterol, free cholesterol and cholesteryl ester contents in lead-administered rats**  
 (mg/dL)

Groups <sup>1)</sup>	Total cholesterol	Free cholesterol	Cholesteryl ester
Normal	88.81 ± 10.20 <sup>2)c3)</sup>	24.65 ± 3.73 <sup>b</sup>	64.16 ± 3.55 <sup>b</sup>
Pb-Con	147.38 ± 8.62 <sup>a</sup>	36.85 ± 6.32 <sup>a</sup>	110.53 ± 6.95 <sup>a</sup>
Pb-GWE	106.23 ± 10.04 <sup>bc</sup>	30.26 ± 1.34 <sup>b</sup>	75.97 ± 9.59 <sup>b</sup>
Pb-PWE	100.58 ± 6.49 <sup>bc</sup>	29.11 ± 1.01 <sup>b</sup>	71.47 ± 9.50 <sup>b</sup>
Pb-SWE	127.91 ± 9.54 <sup>b</sup>	30.90 ± 2.79 <sup>ab</sup>	96.02 ± 10.16 <sup>ab</sup>
Pb-SSWE	118.04 ± 6.52 <sup>b</sup>	27.65 ± 1.62 <sup>b</sup>	90.39 ± 6.49 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 2.

<sup>2)</sup>Values are mean ± SD (n = 10).

<sup>3)</sup>Means in the column not sharing a common letter are significantly different (p < 0.05).

함량은 지질대사 장애뿐만 아니라 간질환 상태에서 상승되는데 본 실험 결과 정상군에 비하여 납투여시 약 1.1~1.7배의 유의적인 증가를 나타내어 납중독 흰쥐의 혈장 중 총콜레스테롤 농도 상승을 확인할 수 있었다. Seo 등(29)도 납에 중독된 흰쥐의 경우 혈청 콜레스테롤 농도는 2주내 급상승한다고 보고하여 본 실험결과와 일치하였다. 납중독 흰쥐에게 전통차로 애용되는 녹차, 감잎, 홍화, 둥글레 열수추출물을 급여하였을 경우 납 단독투여군에 비하여 모든 군에서 유의적인 감소 현상을 나타내었다. 특히 녹차와 감잎의 열수추출물 급여시 현저한 감소 효과를 보였다. Calandra 등(30)은 납 투여에 의한 혈장 중의 총 콜레스테롤 농도 증가는 납이 콜레스테롤 에스테르를 형성하는 lecithin-cholesterol acyltransferase(LCAT)의 활성을 억제하고, 간의 cholesterol 7 $\alpha$ -hydroxylase 활성을 억제함으로써 간에서 항상성을 위한 콜레스테롤의 혈중 방출이 일어난다고 설명하고 있다. 혈장 중의 유리콜레스테롤과 콜레스테릴 에스테르 농도의 경우 정상군과 비교하여 납 단독투여군에서 유의적인 증가현상을 보였으나 한국전통차 급여시 납 투여로 인해 증가된 유리콜레스테롤과 콜레스테릴 에스테르 농도는 감소되었다. 특히 녹차와 감잎 열수추출물 급여군에서 납 단독투여군에 비하여 유의적인 억제 효과가 나타났다.

**혈장 중의 지단백질 농도 변화**

한국전통차가 납투여 흰쥐의 혈장 중 키로미크론-콜레스테롤, VLDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도에 미치는 변화를 Table 5에 나타내었다.

본 실험에서 혈장 중 키로미크론-콜레스테롤, VLDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도는 정상군에 비하여 납 단독투여시 유의적으로 증가되었으나 녹차, 감잎, 홍화 및 둥글레의 열수추출물을 급여시 감소되었으며 특히, 녹차와 감잎의 억제 효과가 큰 것으로 나타났다.

순환 LDL-콜레스테롤 농도 증가와 HDL-콜레스테롤 농도 감소는 관상심질환과 연관되는 것으로 알려져 있다(31,32). 본 실험 결과 HDL-콜레스테롤 농도는 정상군에 비하여 납 단독투여군에서 유의적으로 감소되었으나 둥글레 열수추출물군을 제외하고 모든 한국전통차 급여군에서 납 단독투여군에 비해 유의적인 증가를 나타내었다. 따라서 납 중독시 녹차, 감잎 및 홍화 열수추출물을 급여함으로써 혈중의 VLDL-콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도 저하 및 HDL-콜레스테롤 농도가 증가되는 것으로 보아 한국산 전통차가 혈중의 지질대사 개선에 효과적임을 확인할 수 있었다.

**간조직 중의 지질농도 변화**

간조직의 중성지질 농도(Fig. 3)는 납 투여시 유의적으로 증가된 반면, 녹차, 감잎 및 둥글레 열수추출물 급여시 납 단독투여군에 비하여 유의적으로 감소되었다. 납에 의하여 간조직에 중성지질이 축적되는 것은 지질과산화물을 자극(33)한 때문으로 생각되며, 실험물질의 열수추출물 급여시 중성지질 함량이 감소된 것으로 보아 고지혈증, 지방간 및 간경변과 같은 간질환

Table 5. Effect of Korean traditional teas on plasma lipoprotein-cholesterol contents in lead-administered rats (mg/dL)

Groups <sup>1)</sup>	Chylomicron-cholesterol	VLDL-cholesterol	LDL-cholesterol	HDL-cholesterol
Normal	5.83 ± 0.33 <sup>2)3)</sup>	5.12 ± 0.72 <sup>c</sup>	14.76 ± 0.75 <sup>c</sup>	18.88 ± 0.89 <sup>a</sup>
Pb-Con	9.70 ± 0.66 <sup>a</sup>	15.37 ± 0.77 <sup>a</sup>	26.79 ± 1.41 <sup>a</sup>	10.88 ± 0.99 <sup>b</sup>
Pb-GWE	5.60 ± 0.93 <sup>b</sup>	8.69 ± 1.36 <sup>bc</sup>	15.58 ± 1.66 <sup>c</sup>	16.53 ± 1.02 <sup>a</sup>
Pb-PWE	4.65 ± 0.95 <sup>b</sup>	10.25 ± 1.05 <sup>abc</sup>	16.65 ± 0.71 <sup>c</sup>	17.35 ± 1.21 <sup>a</sup>
Pb-SWE	5.33 ± 1.08 <sup>b</sup>	13.34 ± 0.97 <sup>ab</sup>	18.04 ± 1.87 <sup>bc</sup>	16.76 ± 1.19 <sup>a</sup>
Pb-SSWE	7.65 ± 1.02 <sup>ab</sup>	15.13 ± 1.02 <sup>ab</sup>	20.64 ± 0.59 <sup>b</sup>	14.74 ± 0.35 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 2.

<sup>2)</sup>Values are mean ± SD (n = 10).

<sup>3)</sup>Means in the column not sharing a common letter are significantly different (p<0.05).

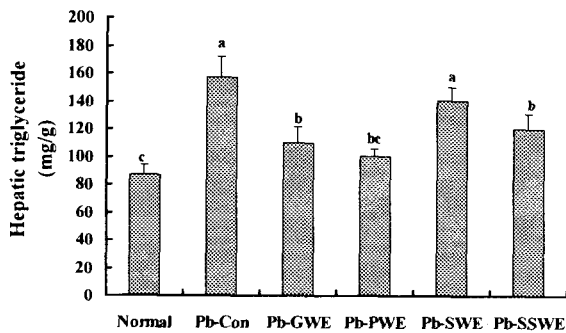


Fig. 3. Effect of Korean traditional teas on hepatic triglyceride contents in lead-administered rats.

Values are mean ± SD (n = 10). The means not sharing a common letter are significantly different (p<0.05). Refer to Table 2.

예방에 한국전통차가 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다. 간조직 중의 인지질 농도(Fig. 4)는 납 투여로 감소되었으며 감잎 열수추출물군만이 납 단독투여군에 비하여 유의적인 증가를 나타낼 뿐이었다.

납 투여시 정상군에 비하여 유의적인 증가를 나타낸 총콜레스테롤, 유리콜레스테롤과 콜레스테릴 에스테르 농도(Table 6)는 녹차, 감잎, 홍화 및 둥글레 열수추출물 급여시 유의적으로 감소되었다.

본 실험에 사용된 전통차의 소재에는 식이섬유와 플라보노이드 및 다양한 폴리페놀류가 함유되어 있어 체내 지방함량 저하효과가 이들 성분 중 어느 특정 성분에 의한 효과라고 단정

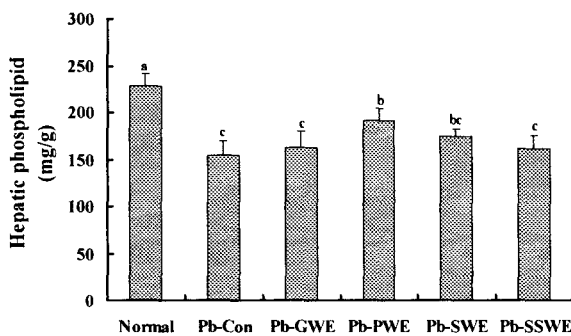


Fig. 4. Effect of Korean traditional teas on hepatic phospholipid contents in lead-administered rats.

Values are mean ± SD (n = 10). The means not sharing a common letter are significantly different (p<0.05). Refer to Table 2.

Table 6. Effect of Korean traditional teas on hepatic total cholesterol, free cholesterol and cholesteryl ester contents in lead-administered rats (mg/g)

Groups <sup>1)</sup>	Total cholesterol	Free cholesterol	Cholesteryl ester
Normal	87.76 ± 12.5 <sup>2)3)</sup>	13.50 ± 1.30 <sup>c</sup>	74.26 ± 6.37 <sup>c</sup>
Pb-Con	172.11 ± 10.54 <sup>a</sup>	31.00 ± 6.97 <sup>a</sup>	141.11 ± 8.64 <sup>a</sup>
Pb-GWE	114.29 ± 15.11 <sup>b</sup>	17.86 ± 1.94 <sup>bc</sup>	96.43 ± 6.41 <sup>b</sup>
Pb-PWE	105.40 ± 3.15 <sup>bc</sup>	17.92 ± 5.37 <sup>bc</sup>	87.48 ± 3.19 <sup>bc</sup>
Pb-SWE	112.92 ± 8.22 <sup>bc</sup>	18.62 ± 1.99 <sup>bc</sup>	94.30 ± 8.31 <sup>b</sup>
Pb-SSWE	121.66 ± 11.17 <sup>b</sup>	23.74 ± 6.36 <sup>ab</sup>	97.92 ± 5.49 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 2.

<sup>2)</sup>Values are mean ± SD (n = 10).

<sup>3)</sup>Means in the column not sharing a common letter are significantly different (p<0.05).

할 수는 없다. 그러나 혈 중의 콜레스테롤과 중성지질 함량이 관상동맥질환의 위험을 판정하는 인자임을 감안할 때 전통차류의 섭취는 중금속으로 인한 지질 농도변화를 개선하는데 효과적일 것으로 생각된다.

### 요 약

한국전통차가 납투여된 흰쥐의 지질농도 변화에 미치는 영향을 구명하기 위하여 납(25 mg/kg BW/week)과 녹차, 감잎, 홍화 및 둥글레의 열수추출물을 체중 kg당 1.26 g이 되도록 매일 경구투여하여 4주간 사육하였다. 한국전통차의 열수추출물은 납 투여로 인해 억제된 식이섭취량과 체중감소 뿐만 아니라 납투여로 증가된 간, 심장 및 비장 중량 역시 녹차, 감잎, 홍화 및 둥글레 열수추출물 급여시 현저하게 회복되었다. 혈장 중의 중성지질 함량은 납 단독투여군이 정상군에 비하여 유의적인 증가를 나타내었으나 녹차, 감잎, 홍화 및 둥글레 열수추출물 급여시 각각 30.5%, 32%, 40%, 33%의 감소 효과를 나타내었다. 총콜레스테롤, 유리콜레스테롤 및 콜레스테릴 에스테르 농도는 실험식이 급여시 납 단독투여군에 비하여 각각 유의적인 감소 현상을 관찰할 수 있었다. 또한 실험식이 급여시 혈장 중의 VLDL과 LDL-콜레스테롤 농도 저하 및 HDL-콜레스테롤 농도가 증가되는 것으로 보아 한국전통차가 혈장 중의 지질대사 개선에 효과적임을 확인할 수 있었다. 간조직의 중성지질, 총콜레스테롤, 유리콜레스테롤과 콜레스테릴 에스테르 농도는 납 투여시 유의적으로 증가된 반면, 녹차, 감잎, 홍화

및 동글레 열수추출물 급여시 유의적으로 감소되었다.

### 감사의 글

이 논문은 2001년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의한 논문임.

### 문헌

- Settle DM, Patterson CC. 1980. Lead in albacore: guide to lead pollution in Americans. *Science* 14: 1167-1176.
- Wapnir RA, Moak SA, Lifshitz F. 1980. Malnutrition urine development, effect on later susceptibility to lead poisoning. *J Am Clin Nutr* 33: 1071-1077.
- Mahaffey KR. 1981. Nutritional factors in lead poisoning. *Nutr Rev* 39: 353-362.
- Choi SI, Lee JH, Lee SR. 1994. Effects of green tea beverage for the removal of cadmium and lead by animal experiments. *Korean J Food Sci Technol* 126: 745-749.
- Park KH, Kwon YD, Park MA, Park BJ. 2001. A study on the adsorption kinetics of the heavy metals, Cd(II), Pb(II), Cu(II) and Zn(II) ions by the persimmon leaves. *J Korean Soc Environ Anal* 4: 159-167.
- Park JI, Park YS, Cheung HJ. 1999. Effects of roasted barley, corn, solomon's seal, chicory on removal of heavy metals. *J Korean Soc Environ Administration* 5: 573-580.
- Chung HC, Yoo YS. 1995. Effects of aqueous green tea extracts with  $\alpha$ -tocopherol and lecithin on the lipid metabolism in serum and liver of rat. *Korean J Nutr* 28: 15-22.
- Matsuzaki T, Hara T. 1985. Antioxidative activity of tea leaf catechins. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 59: 129-134.
- Park YJ, Kang MH, Kim JI, Park OJ, Lee MS, Jang HD. 1995. Changes of vitamin C and superoxide dismutase (SOD)-like activity of persimmon leaf tea by processing method and extraction condition. *Korean J Food Sci Technol* 27: 281-285.
- Namba T. 1986. *Coloures illustrations of wakan-yaku*. 1st ed. Hoiksha Publishing Co., Ltd., Osaka, Japen. Vol 2.
- Nast HG, Katkhuda N, Tannir I. 1978. Effects of fertilization and population rate-spacing on safflower yield and other characteristics. *Agron J* 70: 683-685.
- Reeves PG, Nielse RH, Fahey GC. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of nutrition Ad Hoc Writing Committ on the reformation of the AIN-93 rodent diet. *J Nutr* 123: 1939-1951.
- Muller PH. 1977. A fully enzymatic triglyceride determination. *J Clin Chem Clin Biochem* 15: 457-464.
- Richmond W. 1976. Use of cholesterol oxidase for assay of total and free cholesterol in serum by continuous flow analysis. *Clin Chem* 22: 1579-1588.
- Eng LF, Noble EP. 1957. The maturation of rat brain myelin. *Lipid* 3: 157-162.
- Folch J, Mee L, Stanley GSH. 1975. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
- Steel RGD, Torrie JH. 1960. *Principles and procedures of statistics*. McGrow Hill, New York.
- Hammond PB, Minnema DJ, Succop PA. 1993. Reversibility of lead-induced depression of growth. *Toxicol Appl Pharmacol* 123: 9-15.
- Ikeda M, Watanabe T, Koizumi A, Fujita H, Nakatsuka H, Kasahara M. 1989. Dietary intake of lead Japanese farmers. *Arch Environ Health* 44: 23-29.
- Myloie AA, Moore L, Uthman E. 1977. Influence of dietary factors on blood and tissue lead concentrations and lead toxicity. *Toxicol Appl Pharmacol* 41: 361-367.
- Mahaffey KR, Goyer R, Haseman JK. 1973. Dose-response to lead ingestion in rats fed low dietary calcium. *J Lab Clin Med* 82: 92-100.
- Wapnir RA, Exeni RA, McVicar M, Lipshiz F. 1977. Experimental lead poisoning and intestinal transport of glucose, amino acid and sodium. *Pediatr Res* 11: 153-157.
- Quarterman J, Marrison JN, Humphries WR. 1976. The effect of dietary lead content and food restriction on lead retention in rats. *Environ Res* 12: 180-187.
- Ryu BH, Park CO. 1997. Antioxidant effect of green tea extracts on enzymatic activities of hairless mice skin induced by ultraviolet B light. *Korean J Food Sci Technol* 29: 355-361.
- Wagstaff DJ. 1979. Effects of dietary lead acetate on hepatic detoxication enzyme activity. *Bull Environ Contam Toxicol* 23: 753-758.
- Roomi MW, Columbano A, Giovanna M, Columbano L, Dittakavi S, Sema, R. 1986. Lead nitrate induces certain biochemical properties characteristic of hepatocyte nodules. *Carcinogenesis* 7: 1643-1646.
- Suzuki T, Yoshida A. 1979. Effect of dietary supplementation of iron and ascorbic acid on lead toxicity in rats. *J Nutr* 109: 982-989.
- Kim YS, Yu JY. 1985. Effect of early protein undernutrition of rats on later susceptibility to lead toxicity. *J Korean Nutr* 18: 318-327.
- Seo HJ, Lim HJ, Jung DL. 1993. Effects of onion juice on toxicity of lead in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 22: 138-143.
- Calandra S, Martin MJ, Mcintyre N. 1971. Plasma lecithin cholesterol acyltransferase activity in liver disease. *Eur J Clin Invest* 1: 352-360.
- Srivastava LM, Vasisht S, Agarwal D, Goedde HW. 1994. Relation between alcohol intake, lipoprotein and coronary heart disease: interest continues. *Alcohol Alcohol* 29: 11-24.
- Marmont MG. 1984. Alcohol and coronary heart disease. *Inter J Epidemiol* 13: 160-167.
- Roua CH, Ofanelli MP, Janvier B, Nordmann J, Nordmann R. 1983. Hepatic lipid peroxidation and mitochondrial susceptibility to peroxidation attacks during ethanol inhalation and withdrawal. *Biochem Biophys Acta* 753: 439-444.

(2002년 11월 1일 접수; 2003년 2월 7일 채택)