

한국산 녹차와 흑차가 고지혈증 유도 쥐에 있어서 혈청 지질 대사에 미치는 영향

정영희¹ · 한성희² · 신미경^{3†}

¹광주보건대학 식품영양과, ²원광보건대학 식품영양과, ³원광대학교 식품영양학과

Effects of Green and Black Korean Teas on Lipid Metabolism in Diet-Induced Hyperlipidemic Rats

Young-Hee Jung¹, Sung-Hee Han² and Mee-Kyung Shin^{3†}

¹Dept. of Food of Nutrition, Kwangju Science College, Kwangju 506-701, Korea

²Dept. of Food of Nutrition, Wonkwang Health Science College, Iksan 570-749 Korea

³Dept. of Food and Food Nutrition, Wonkwang University, Iksan 570-750, Korea

Abstract

The study investigated the serum lipid metabolism and enzyme activities of Korean teas for their preventative activity against chronic disease and obesity. Male Sprague-Dawley rats were raised for 8 weeks on four experimental diets: normal diet, hyperlipidemic diet, and hyperlipidemic diet to which green and black teas (2% each) were added. Various biological actions, including lipid metabolism and enzyme activities of the serum, were investigated. Diet-induced, hyperlipidemic rats fed with green and black teas, showed significant decrease in food efficiency ratio, triglyceride, total lipid, and phospholipid compared to control, i.e. the normal and diet-induced, hyperlipidemic rats. Total cholesterol, LDL-cholesterol, AI(atherogenic index), LHR, VLDL-cholesterol, ester-cholesterol, and free-cholesterol also showed a significant decrease. However, there was no significant difference between the tea-fed, diet-induced, hyperlipidemic dieted groups. HDL-cholesterol concentration was increased significantly in the tea-dieted and normal groups compared to the control. There was a little difference in lipase activity between the normal and control groups, although green and black tea-dieted experimental groups were both increased compared to the control. The contents of total lipid, triglycerides, and total cholesterol were decreased in the normal and experimental groups compared to the control. The GOT, GPT, ALP and LDH serum enzyme activities of the experimental groups were significantly reduced compared to those of the control groups.

Key words : Hyperlipidemic diet, green and black tea, serum lipid, GOT, GPT, ALP and LDH.

서 론

인류가 차를 마시게 된 것은 지금부터 약 5000년 전 염제
신농이 100여 가지의 풀을 먹고 그 효능을 시험해 보다가 몸
에 독이 배었는데 차를 먹고 독을 풀었다는 기록에서 전해지
고 있다고 한다(최성희 2004). 차는 생명 유지에 필요한 영양
소를 공급하는 식품의 1차 기능, 맛과 향을 감지하여 맛있게
먹을 수 있도록 하는 미각 기능인 2차 기능뿐만 아니라 생체
리듬을 조절하고 질병의 예방과 회복, 노화 억제 등 생체 조
절의 3차 기능을 가지고 있다. 그 중 차의 3차 기능은 인체의
생리 기능 조절이나 항상성 유지에 관여하는 식품의 새로운
기능으로 최근 이에 대한 연구가 큰 관심을 끌고 있다. 이러
한 기능성을 갖는 식품은 질병의 예방이나 노화 억제 등

중요한 역할을 하며, 특히 생체 방어 및 조절 능력이 있는 것
으로 알려진 일부 성분은 자연계의 동·식물 및 미생물에 널
리 분포되어 있어 오래 전부터 생약이나 약제로 이용되고 있
다. 따라서 최근 폴리페놀이 풍부한 식품, 즉 과일, 채소, 와
인, 차 등이 식이 공급원으로서 생리 활성에 주목을 받고 있
으며 많은 연구에서도 폴리페놀이 풍부한 식품 섭취가 심혈
관질환에 의한 사망률 저하와 상관성이 있다고 하였다(Hertog et al 1995, Tijburg et al 1997). Choi et al(1999)은 급·만
성 질병과 성인병으로 그 관리에 따른 경제적 손실 이외에도
질병으로 인한 경제적 부담과 삶의 질 측면에서 심각성이 커
져 개인만의 문제가 아닌 사회적, 심리적, 생리적 문제와 함
께 전반적인 사회문제가 되고 있다고 한다. 따라서 건강한
삶을 위한 영양관리를 어떻게 할 것인가 하는 문제는 우리에
게 커다란 관심사가 아닐 수 없다. 이에 대한 대체 식품으로
차를 많이 음용하고 있는데 그 중 기호음료인 차의 섭취는

[†] Corresponding author : Mee-Kyung Shin, Tel : +82-63-850-6657, Fax : +82-63-850-6659, E-mail : mkshin@wonnmms.ac.kr

동양과 유럽에서의 역학 조사 결과에서 녹차나 홍차를 마시지 않는 사람에 비해 심혈관 질환의 발생 위험을 낮추어 준다고 하였다(Hertog *et al* 1993). 이처럼 녹차를 비롯한 다류에 존재하는 폴리페놀성 화합물인 catechin은 혈압 저하, 혈소판 응집 감소, 혈중 및 혈중 콜레스테롤 저하(Muramatsu *et al* 1986), 중금속류 제거 작용(Kim & Rhee 1994), 항균 작용(Sakana *et al* 1989), 충치 억제 작용(Sakana *et al* 1992), 항암작용(Cheng SJ 1986), 중추신경계 활성화(Hayashi *et al* 1990), 항돌연변이 및 항알레르기 작용(Kada *et al* 1985) 등 여러 약리 작용이 보고되고 있다. 뿐만 아니라 사람을 대상으로 한 역학 조사(Kono *et al* 1996, Green & Harari 1992)와 Yang *et al*(2001)은 녹차, 오룡차 및 홍차 섭취는 동맥경화지수 저하 효과가 있고, Yang & Koo(1997)는 녹차의 혈중 콜레스테롤 저하 효과는 녹차에 다량 함유되어 있는 (-)-epicatechin gallate(ECG)와 (-)-epigallocatechin gallate(EGCG)의 작용이라고 하였다. Muramatsu *et al*(1991)은 녹차의 콜레스테롤 저하기전은 콜레스테롤 흡수 억제 및 담즙산 형태로의 배설을 촉진함으로써 혈중 지질 상태를 개선하며, Yamaguchi *et al*(1991)는 녹차의 섭취가 지방 및 cholesterol의 흡수를 저하시키거나 혹은 내분비계에 영향을 미쳐 식이 섭취를 감소시킴으로서 혈중 cholesterol 저하 효과를 나타낸다고 하였다. 이에 식생활의 서구화로 인하여 비만, 고혈압, 심장질환 등 성인병의 증가로 현대인의 건강에 대한 인식이 높아짐에 따라 차 소비가 증가하고 있는 실정이다(Namiki *et al* 1991). 따라서 차는 주로 음용 상태로서도 섭취하지만 최근에는 웰빙 바람과 함께 차류 분말을 이용한 아이스크림, 국수, 과자, 떡, 빵 등에 넣은 다양한 음식을 선보이고 있다. 본 연구에서는 흰쥐에게 고지혈증을 유발시킨 다음 녹차(green tea)와 홍차(black tea)를 첨가한 고지혈증 식이를 주어 혈청의 지질대사에 미치는 영향과 고지혈증 예방 효과를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물

본 실험에 사용한 실험동물은 6주령 200 ± 10 g의 수컷 흰쥐(Sprague Dawley)를 대한 실험동물센타에서 분양받아 일정한 조건(온도는 23°C, 습도 50~60%, 명암 12시간 주기)로 1주일간 고형 사료로 적응시켰다. 고지혈증 실험군의 유도는 1% cholesterol, 0.25% Na-cholic acid를 첨가 조제한 것을 Table 1에서 보는 바와 같이 고콜레스테롤 식이로 4주간 사육하여 고지혈증을 유도하였다. 고지혈증 유도 확인은 4주가 경과한 후 정상군 15마리, 고지혈증 유도군 15마리의 혈액지표를 검사하여 고지혈증 유도 대조군과 정상군과의 비교로 확인하였다. 고지혈증이 유발된 흰쥐는 난괴법으로 4개의 실

험군에 각각 15마리씩 분류하였다. 즉, 정상 식이군(Basal diet)과 고지혈증 식이를 유도한 대조군(HLD), 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군(HLD+Green tea), 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군(HLD+Black tea)의 총 4개군으로 구성하였다. 실험 식이와 먹는 물은 24시간 동안 자유 급식으로 공급하였으며, 무기질의 오염 방지를 위해서 사육실에 필요한 모든 기구는 0.4%의 EDTA로 씻은 후 탈이온 증류수로 행구어 사용하였다.

2. 실험식이

실험식이는 Table 2에서 보는 바와 같이 정제 식이로서 AIN-93M의 기본 조성에 준하였다. 사용한 녹차와 홍차는 2004년 5~6월에서 채잎한 차로 전남 구례산 차를 구입하였다. 시료는 구입한 후 fitz mill(The Fitz Patrick Company, 서울, 대한민국)로 100 mesh를 통과할 수 있도록 분말화하여 냉동 보관하면서 사용하였다. 실험 식이의 배합에 사용된 casein, choline chloride, cellulose, cholesterol는 Sigma 사의 제품을 사용하였으며, sucrose는 삼양사를, corn starch는 두산 제품을 사용하였고, vitamin mixture와 mineral mixture는 ICN Biochemicals를 사용하였다. Jin *et al*(2004)은 4%의 녹차 분말을 첨가하였으나 본 연구의 2% 차류 분말 섭취량은 녹차 한 잔 중에 100 mg 내외의 catechin을 함유(Khokhar & Magnusdottir 2002, Graham HN 1992)하고 있다고 보고한 근거를 기준으로 첨가하였다. 각 군의 식이는 매주 한 번씩 만들어 사용하였고 지방의 산패를 방지하기 위하여 -25°C 냉동고에 보관하면서 정해진 시간에 매일 일정량을 급여하였다.

3. 체중 측정 및 실험식이 섭취량 측정

실험동물의 체중은 일주일 간격으로 일정한 시간(오후 2시)에 측정하였고 불규칙한 식이 섭취로 인한 일시적인 체중의 오차를 방지하기 위해 측정 2시간 전에 식이통을 제거한

Table 1. Diet composition and number of rats in each experimental groups

Group	Diet(week)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Basal Diet	Normal diet				Normal diet			
HLD ¹⁾		Hyperlipidemic diet			Hyperlipidemic diet			
HLD+ green tea		Hyperlipidemic diet			HLD diet + green tea 2%			
HLD+ black tea		Hyperlipidemic diet			HLD diet + black tea 2%			

¹⁾ HLD: hyperlipidemic diet.

Table 2. Composition of normal diet and hyperlipidemic diet with green and black teas (g/kg)

Ingredient	Basal diet	Hyper-lipidemic diet	HLD+ green tea	HLD+ black tea
Casein	200	200	200	200
Corn starch	425.7	367.3	367.3	367.3
Sucrose	212.8	208.7	208.7	208.7
Corn oil	50	0	0	0
Beef tallow	0	100	100	100
AIN-93 min mix ¹⁾	50	50	50	50
AIN-93 vit mix ²⁾	10	10	10	10
Choline cholide	1.5	1.5	1.5	1.5
Cellulose	50	50	50	50
Cholesterol	0	10	10	10
Sodium chloride	0	2.5	2.5	2.5
Green tea powder			20	
Black tea powder			20	

¹⁾ AIN-93min mix, ICN Biomedicals, USA.

²⁾ AIN-93vit mix, ICN Biomedicals, USA.

후 체중을 측정하였다.

$$\text{식이효율} = \frac{\text{총 실험 기간의 체중 증가량}}{\text{총 실험 기간의 식이 섭취량}}$$

4. 혈액 채취 및 혈 중 지질 분석

실험동물은 시료 채취 하루 전에 절식시킨 후 ethyl ether로 마취하여 심장경동맥에서 혈액을 채취한 후 4°C, 3,000 rpm에서 원심 분리하였다. 혈액 채취 후 간, 심장, 비장, 폐, 신장, 고환 조직을 생리식염수로 세척하여 혈액을 제거한 다음 여지로 물기를 닦아서 무게를 측정하였다. 혈중 지질 분석은 이와 정(1993)에 준하여 분석하였다. Total cholesterol은 Enzymetic colorimetric test에 의해 R208 시약(cholesterol-R 시약, 영동제약, 서울, 한국)으로 발색시킨 후 사용하였고, Triglyceride는 Enzymetic glyceril 비소거법의 원리에 의하여 TG kit(Boehringer Mannheim, Tuttlingen, Germany)을 사용하였고, 인지질은 L-PL(L-phospholipid) kit 시약(Sinyang, Iatron, Japan)을 사용하여 흡광도(Hitachi-7180, Tokyo, Japan)에서 측정하였고, lipase 활성도는 효소 kit(Sigma Co A, Louis, USA)법에 의하여 505 nm에서 흡광도를 측정한 후 자동 분석기(Hitachi-747, Tokyo, Japan)를 이용하여 구하였다. Enzy-

metric colorimetry 방법을 이용하여 HDL-cholesterol kit(Boehringer Mannheim, Tuttlingen, Germany), LDL-cholesterol, VLDL-cholesterol kit(Daichi, Tatron Japan)을 이용하여 생화학분석기(Hitachi-7150, Tokyo Japan)로 농도를 구하였다. 동맥경화지수(AI:Atherogenic Index)는 Haglund *et al*(1992)에 의한 (total cholesterol-HDL-C/HDL-C)을 이용하였으며, 60세 이상의 노인에서 심혈관질환 발생의 위험인자로 보고된 LHR(LDL-C/HDL-C)를 이용하여 계산하였다(Allred 1990). 총지질은 phospho-vanillin 시약(Sigma Co, Louis, USA)으로 발색시켜 나타난 적자색을 흡광도 540 nm에서 측정하였고, free cholesterol 및 ester-cholesterol은 Sigma사(Sigma Co, Louis USA)를 이용하여 흡광도 505 nm(Hitachi-7180, Tokyo, Japan)에서 측정하였다. 혈청 중의 Glutamic oxaloacetate transaminase(GOT), Glutamic pyruvate transaminase(GTP), Lactate dehydrogenase(LDH) 및 Alkaline phosphatase(ALP)에 사용한 각각의 kit 시약(Boehringer Mannheim, Tuttlingen, Germany)을 이용하여 모두 자동분석기(Hitachi-747, Tokyo, Japan)로 농도를 측정하였다.

5. 통계 처리

실험 결과의 통계 처리는 평균치와 표준 편차로 나타내었고, SPSS 프로그램을 이용하여 실험군 간의 유의성 검증을 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 실험군 평균치 간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이 효율

실험식이를 섭취한 8주간의 체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이 효율은 Table 3에서 보는 바와 같다. 정상군의 체중 증가량은 185.50 ± 27.83 g, 대조군은 195.82 ± 25.18 g이었으며, 녹차군 및 홍차군의 병합 굽여군의 체중 증가량은 각각 172.66 ± 26.31 g, 173.50 ± 29.25 g이었다. 체중 증가량은 대조군이 녹차군과 홍차군에 비해 유의적으로 높은 증가를 보였다($p<0.05$). 정상군과 실험군 간에는 유의적인 차이를 발견할 수 없었으며 녹차군과 홍차군 간에도 별다른 차이를 보이지 않았는데, 이는 차의 발효 정도가 체중 증가에 영향을 미치지 않았음을 나타내고 있다. Tonooka *et al*(1991)은 흰쥐에게 녹차 catechin을 식이의 3~5% 섭취시킨 경우에 30일 후의 녹차 첨가군의 체중이 유의하게 낮아졌으나 2% catechin 첨가로 3개 월간 사육했을 경우, 녹차군과 대조군의 차이가 없다고 보고하였는데, 본 연구에서 실험군 간에도 별다른 차이를 보이지 않아 유사한 경향을 보였다. 식이 섭취량은 정상군 18.33 ± 1.77 g, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군은 17.20 ± 1.36 g,

Table 3. Changes of food intake, body weight gain and food efficiency ratio during the experimental periods

Group ¹⁾	Basal diet	HLD	HLD+green tea	HLD+black tea
Body weight gain(g)	185.50±27.83 ^{2)b3)}	195.82±25.18 ^a	172.66±26.31 ^b	173.50±29.25 ^b
Food intake(g/day)	18.33±1.77 ^b	17.20±1.36 ^b	21.29±2.69 ^a	21.97±2.10 ^a
Food efficiency ratio	0.24±0.12 ^{ab}	0.27±0.19 ^a	0.14±0.08 ^b	0.18±0.13 ^b

¹⁾ See legends in Table 1.²⁾ Values are means±SD(n=15).³⁾ Means with different superscripts within a column indicate significant difference($p<0.05$).**Table 4. Organ weight of rats during the experimental periods**

Group ¹⁾	Basal Diet	HLD	HLD+green tea	HLD+black tea
Liver	10.95±1.50 ^{2)b3)}	12.76±1.28 ^a	10.88±1.53 ^b	11.46±1.25 ^b
Kidney	2.12±0.23	2.90±0.20	2.42±0.23	2.43±0.19
Heart	1.11±0.13	1.57±0.17	1.31±0.17	1.30±0.18
Lung	1.48±0.16 ^b	2.05±0.14 ^b	1.79±0.24 ^{ab}	1.81±0.31 ^{ab}
Spleen	0.77±0.15	0.85±0.11	0.83±0.11	0.83±0.13
Testis	3.15±0.21	3.48±0.34	3.37±0.20	3.26±0.19

¹⁾ See legends in Table 1.²⁾ Values are means±SD(n=15).³⁾ Means with different superscripts within a column indicate significant difference($p<0.05$).

고지혈증 유도군에 녹차 병합 급여군은 21.29±2.69 g, 고지혈증 유도군에 홍차 병합 급여군은 21.97±2.10 g이었다. 식이 섭취량은 정상군과 대조군 사이에 유의적인 차이를 발견할 수 없었으나 대조군에 비해 실험군이 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). Lee *et al*(1992)이 흰쥐를 대상으로 한 카페인 및 녹차가 체지방 축적에 미치는 영향에 대한 연구에서 대조군 및 카페인 첨가군에 비해 녹차 분말 첨가군의 식이섭취량이 현저하게 낮았다고 보고하였으며, Jin *et al*(2004)도 체중증가량과 식이효율은 4% 녹차 분말을 첨가한 군에서 가장 낮았다고 하여 본 결과와 상이한 경향을 보였다.

2. 각 장기 무게의 변화

정상군, 고지혈증 유도식이를 섭취한 대조군, 고지혈증 유도 식이에 녹차와 홍차를 병합 급여한 실험군의 간, 신장, 심장, 폐, 비장, 및 고환의 무게는 Table 4에서 보는 바와 같다. 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군에서의 장기 조직들은 정상군과 실험군에 비하여 증가하였다. 특히 간조직은 고지혈증 유도 식이를 섭취한 군이 정상군과 실험군에 비하여 유의적으로 증가($p<0.05$)하였으며, 신장, 심장, 비장 및 고환조직은 고지혈증 유도식이를 섭취한 대조군이 실험군에 비하여 증가하였지만 유의적인 차이는 없었다. Kang *et al*(1996)

은 녹차 건분, 솔잎 건조 분말의 급여가 대조군에 비하여 장기 무게가 감소하였다고 보고하였는데 본 연구와도 유사한 경향을 보였다. 이는 다류의 직접적인 영향보다는 체중의 감소로 인한 장기 무게의 감소로 이어진 것으로 보여진다.

3. 중성지질, 인지질 및 리파아제 농도

고콜레스테롤 식이를 통해 고지혈증이 유도된 실험군 중 녹차, 홍차를 병합 급여한 실험군의 중성지질, 인지질, 리파아제 농도 결과는 Table 5에서 보는 바와 같다. 중성지질은 정상군 70.00±9.01 mg/dL, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군은 75.59±10.45 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군은 58.33±14.70 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군은 60.46±8.07 mg/dL로 대조군에 비하여 녹차군이 유의하게 감소하여($p<0.05$) 녹차의 섭취가 혈중 중성지질 농도를 낮추는데 효과가 있는 것으로 확인하였다. 인지질은 정상군이 79.20±6.49 mg/dL, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군이 113.38±19.84 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군은 101.56±11.55mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군은 100.13±12.36 mg/dL로 대조군에 비하여 실험군이 유의하게 감소($p<0.05$)하였다. 리파아제 활성도는 정상군이 5.34±0.41 mg/dL, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군

이 5.40 ± 0.39 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군이 6.27 ± 0.97 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군은 5.84 ± 0.46 mg/dL로 정상군과 대조군에 비하여 실험군이 유의하게 증가($p < 0.05$)하였다. 고지혈증 대조군과 각각의 실험군 간에는 유의한 차를 나타내 발효 정도에 관계없이 꾸준한 차의 섭취가 혈중 중성지질과 인지질, 리파아제의 농도에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 이는 Muramatsu *et al*(1991)은 혈청과 간에서의 중성지질 수준은 녹차 분말에 의해 현저하게 감소하였고, Kim & Kim(1999)도 녹차 분말에는 녹차 catechin이 함유되어 지방 합성을 억제함으로서 중성지질이 축적되는 것을 막아 준다고 하여 본 연구 결과와도 유사한 경향을 보였다.

4. HDL-Cholesterol, LDL-Cholesterol, VLDL-Cholesterol, 동맥경화지수 및 심혈관지수

고콜레스테롤 식이를 통해 고지혈증이 유도된 실험동물의 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 동맥경화지수 농도 및 심혈관지수 결과는 Table 6에서 보는 바와 같다. 총 콜레스테롤 함량에서 정상군은 70.60 ± 8.95 mg/dL, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군은 260.47 ± 32.43 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군은 77.06 ± 5.75 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군은 67.93 ± 5.97 mg/dL로 나타났으며, 대조군에 비하여 정상군과 실험군이 유의적으로 감소하였다.

Chung & Yoo(1996)는 혈중 cholesterol 저하 효과는 수용성 식이섬유와 총 flavonoid의 함량이 높았던 녹차 전조 분말 군이 대조군보다 낮았고, 수용성 식이섬유들이 장내에서 수화되면서 점도가 높은 gel matrix를 형성하고 이들이 cholesterol을 비롯한 각종 영양소와 담즙산을 격리하여 흡수를 억제하는 동시에 변으로의 배설을 증가시켜 혈중 cholesterol을 저하시키는 것으로 알려져 있다. 또한 수용성 식이섬유의 대장내의 발효산물인 propionic acid가 3-hydroxy-3methyl glutaryl Co A reductase inhibitor로 작용하여 혈청 cholesterol을

낮춘다고 하였는데 이는 발효 정도에 관계없이 녹차에 다량 함유되어 있는 flavonoid가 수용성 섬유소에 의한 혈중 cholesterol 저하를 가져온 것으로 생각된다. HDL-cholesterol은 정상군이 12.80 ± 3.55 mg/dL, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군이 11.04 ± 2.99 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군은 25.06 ± 3.39 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군은 25.00 ± 4.42 mg/dL로 대조군에 비하여 실험군이 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 이 결과로 볼 때 차를 많이 섭취할수록 건강에 유익한 HDL-cholesterol의 함량은 높고 건강에 유해한 총 cholesterol 수치는 낮은 경향을 보여 차의 섭취가 동맥경화 예방에 효과가 있는 것으로 생각된다.

Venter *et al*(1990)은 HDL-cholesterol은 말초조직의 cholesterol을 간으로 역수송을 담당하고 있는 지단백질의 일종으로 HDL-cholesterol 입자가 HDL-cholesterol의 유리 cholesterol을 ester화하는 lecithin cholesterol acetyl transferase(LCAT)의 활성화에 관여하여 cholesterol의 세포내 유입을 억제하여 항동맥경화성 작용을 나타낸다고 하였으며, Ross(1983)는 HDL-cholesterol이 동맥경화와 혈관장애 개선에 대해 효과가 있다고 하였다. LDL-Cholesterol은 정상군이 22.99 ± 3.14 mg/dL, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군이 85.23 ± 11.88 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군은 14.66 ± 2.91 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군이 11.60 ± 3.69 mg/dL로 대조군에 비하여 정상군과 실험군이 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 동맥경화지수는 정상군이 4.51 ± 0.99 , 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군이 22.59 ± 4.46 , 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군이 2.07 ± 0.82 , 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군이 1.72 ± 0.22 로 대조군에 비하여 정상군과 실험군이 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 동맥경화지수(atherogenic index)는 차를 섭취한 모든 실험군에서 대조군보다 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$).

심혈관지수는 정상군이 1.79 ± 0.26 , 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군 7.72 ± 1.89 , 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군은 0.58 ± 0.04 , 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군

Table 5. Effect of green and black teas on the concentration of TG, PL and lipase in the serum of rats fed hyperlipidemic diets

Group ¹⁾	Basal diet	HLD	HLD+green tea	HLD+black tea
Triglyceride(mg/dL)	70.00 ± 9.01 ^{2)ab3)}	75.59 ± 10.45^a	58.33 ± 14.70^b	60.46 ± 8.07^b
Phospholipid(mg/dL)	79.20 ± 6.49^c	113.38 ± 19.84^a	101.56 ± 11.55^b	100.13 ± 12.36^b
Lipase(IU/L)	5.34 ± 0.41^c	5.40 ± 0.39^c	6.27 ± 0.97^a	5.84 ± 0.46^b

¹⁾ See legends in Table 1.

²⁾ Values are means \pm SD($n=15$).

³⁾ Means with different superscripts within a column indicate significant difference($p < 0.05$).

0.46±0.02이었다. 대조군이 녹차군에 비해 유의적으로($p<0.05$) 높은 수치를 나타내 차의 섭취가 심혈관지수를 낮추는데 도움이 되는 것으로 생각되며, 발효 정도에 따라서는 유의적인 차이를 나타나지 않아 발효 정도가 동맥경화에 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다. 따라서 꾸준한 차의 섭취는 혈중 및 간조직의 cholesterol의 저하 효과뿐만 아니라, 순환기계 질환과의 높은 관련성을 보여 임상적인 지표로 사용되는 LDL-cholesterol 및 HDL-cholesterol의 혈중 농도를 개선시켰으며, 녹차가 직접적으로 혈중 LDL-cholesterol 수치를 낮추고 HDL-cholesterol 수치를 증가시킴으로써 심혈관계 질환에 간접적으로 효과가 있음을 증명하는 결과로 사료된다. 이상의 결과로 볼 때 차 발효 정도와는 관계없이 녹차와 홍차의 섭취가 대조군에 비해 총 콜레스테롤, LDL-cholesterol, 동맥경화지수, 심혈관지수가 유의적으로 낮은 결과를 보여 심혈관계 질환을 예방할 수 있음을 알 수 있었다.

5. VLDL-Cholesterol, Ester-Cholesterol 및 Free-cholesterol

고콜스테롤 식이를 통해 고지혈증이 유도된 실험동물의

VLDL-cholesterol, ester-cholesterol, free-cholesterol 농도는 Table 7에서 보는 바와 같다. VLDL cholesterol 함량에서 정상군은 13.68±2.30 mg/dL, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군이 14.99±3.33 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 굽여군은 11.73±3.04mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 굽여군은 12.05±4.23 mg/dL로, 대조군에 비하여 실험군이 유의하게 감소하였다($p<0.05$). Ester-cholesterol은 정상군이 58.35 ± 4.30 mg/dL, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군이 147.26±16.90 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 굽여군은 56.63±8.37 mg/dL, 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 굽여군은 52.39±9.43 mg/dL로 대조군에 비하여 정상군과 실험군이 유의하게 감소하였다. Free-cholesterol은 정상군이 55.55 ± 4.13 mg/dL, 고지혈증 유도식이를 섭취한 대조군이 72.02±10.09 mg/dL, 고지혈증 유도식이에 녹차 병합 굽여군은 54.84 ± 10.04 mg/dL, 고지혈증 유도식이에 홍차 병합 굽여군은 26.19 ± 5.71 mg/dL로 대조군에 비하여 정상군과 실험군이 유의하게 감소하였다($p<0.05$). Hamilton RL(1983)은 혈액 중 대부분의 cholesterol은 소장에서 흡수되어 80% 정도가 지단백질 형태인 cholesterol ester의 chylomicron 형태로써 점막세포

Table 6. Effects of green and black teas on the concentration of total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, AI and LHR in the serum of rats fed hyperlipidemic diets

Group ¹⁾	Basal diet	HLD	HLD+green tea	HLD+black tea
Total-cholesterol(mg/dL)	70.60±8.95 ^{2)b3)}	260.47±32.43 ^a	77.06±5.75 ^b	67.93±5.97 ^b
HDL-cholesterol(mg/dL)	12.80±3.55 ^b	11.04± 2.99 ^c	25.06±3.39 ^a	25.00±4.42 ^a
LDL-cholesterol(mg/dL)	22.99±3.14 ^b	85.23±11.88 ^a	14.66±2.91 ^c	11.60±3.69 ^c
AI ⁴⁾	4.51±0.99 ^b	22.59± 4.46 ^a	2.07±0.82 ^c	1.72±0.22 ^c
LHR ⁵⁾	1.79±0.26 ^b	7.72± 1.89 ^a	0.58±0.04 ^b	0.46±0.02 ^b

¹⁾ See legends in Table 1.

²⁾ Values are means±SD($n=15$).

³⁾ Means with different superscripts within a column indicate significant difference($p<0.05$).

⁴⁾ AI(atherogenic index): Total cholesterol-HDL-cholesterol/HDL-Cholesterol.

⁵⁾ LHR: LDL-cholesterol/HDL-cholesterol.

Table 7. Effects of green and black teas on the concentration of VLDL-cholesterol, ester-cholesterol and free-cholesterol in the serum of rats fed hyperlipidemic diets (mg/dL)

Group ¹⁾	Basal Diet	HLD	HLD+Green tea	HLD+Black tea
VLDL-cholesterol	13.68±2.30 ^{2)a3)}	14.99± 3.33 ^a	11.73± 3.04 ^b	12.05±4.23 ^b
Ester-cholesterol	58.35±4.30 ^b	147.26±16.90 ^a	56.63± 8.37 ^b	52.39±9.43 ^b
Free-cholesterol	55.55±4.13 ^b	72.02±10.09 ^a	54.84±10.44 ^b	26.19±5.71 ^c

¹⁾ See legends in Table 1.

²⁾ Values are means±SD($n=15$).

³⁾ Means with different superscripts within a column indicate significant difference($p<0.05$).

Table 8. Effects of green and black teas on the concentration of GOT, GPT, ALP and LDH in the serum of rats fed hyperlipidemic diets

(IU/L)

Group ¹⁾	Basal diet	HLD	HLD+green tea	HLD+black tea
GOT	99.70± 6.92 ²⁾³⁾	132.95± 51.96 ^a	81.26± 13.74 ^c	80.26± 14.00 ^c
GPT	41.90± 5.66 ^a	49.61± 9.54 ^a	26.26± 4.44 ^b	26.80± 5.36 ^b
ALP	310.25± 10.05 ^b	384.00± 21.73 ^a	153.60± 23.82 ^c	160.33± 27.96 ^c
LDH	1,153.18±536.10 ^b	1,582.40±187.74 ^a	1,042.96±106.98 ^c	1,094.66±263.82 ^c

¹⁾ See legends in Table 1.²⁾ Values are means±SD(n=15).³⁾ Means with different superscripts within a column indicate significant difference($p<0.05$).

내에 존재하며 나머지는 유리형 cholesterol로 존재하며, VLDL-cholesterol은 소화 흡수 이후 chylomicron 대신에 VLDL-cholesterol이 혈장의 triglyceride 운반체 역할을 수행한다고 한다. 본 실험에서 고지혈증으로 유도된 실험군의 VLDL-cholesterol, ester-cholesterol, free-cholesterol의 함량이 차의 급여로 감소되었음을 확인할 수 있었다. 이는 결국 총콜레스테롤 함량을 감소시키고, HDL-cholesterol 함량은 증가시켜, 고지혈증 유도로 감소되었던 것을 차의 급여로 정상수준으로 회복시킨 것과 연관되어진 것으로 생각된다.

6. GOT, GPT, LDH 및 ALP 효소 활성

고콜레스테롤 식이를 통해 고지혈증이 유도된 실험동물에게 녹차와 홍차를 달리하여 GOT, GPT, ALP 및 LDH 농도를 측정한 결과는 Table 8에서 보는 바와 같다. GOT 함량에서 정상군은 99.70±6.92 IU/L, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군이 132.95±51.96 IU/L, 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군은 81.26±13.74 IU/L, 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군은 80.26±14.00 IU/L로 나타났으며, 대조군에 비하여 정상군과 실험군이 유의적으로 낮은 차이를 나타내었다($p<0.05$). GPT 농도는 정상군이 41.90±5.66 IU/L, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군이 49.61±9.54 IU/L, 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군은 26.26±4.44 IU/L, 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군은 26.80±5.36 IU/L로 나타났고, ALP 함량에서 정상군은 310.25±10.05 IU/L, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군이 384.00±21.73 IU/L, 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군은 153.60±23.82 IU/L, 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군은 160.33±27.96 IU/L로, LDH 농도는 정상군이 1153.18±536.10 IU/L, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군이 1582.40±187.74 IU/L, 고지혈증 유도 식이에 녹차 병합 급여군은 1042.96±106.98 IU/L, 고지혈증 유도 식이에 홍차 병합 급여군은 1094.66±263.82 IU/L으로 나타났으며, 대조군에 비해 실험군이 유의적으로 감소하여 낮은

함량을 보였다. 임상에서 GPT 및 GOT는 간세포에 다량 존재하는 효소로 간 손상시 세포외로 다량 유출되어 혈액에 증가됨으로써 간 손상의 지표로 이용되는 효소이다. 체내에서 ALP는 여러 가지 인산 에스텔을 분리시키고 골격내에서 석회화를 촉진시키며 장내에서는 인 흡수 등에 관여하는 효소로 특히 골질환, 간이나 담도질환, 임신 및 악성 종양 등에서 활성치가 상승한다. 혈청 LDH는 체내 혈기적 해당계의 최종 단계에서 산화, 환원 반응에 관여하는 효소로 급성간염, 초기간암, 심근경색, 악성 빈혈, 백혈병 등에서 현저하게 상승하는 효소이다(Ki et al 1993, Kanh et al 1995). 이상의 결과로 볼 때 차류의 섭취가 GOT, GPT, ALP, LDH 활성에 유의한 영향을 미치는 결과를 나타냈으나, 차류 발효의 정도는 유의차를 나타내지 않아 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 따라서 고지혈증을 유발한 대조군에 차를 급여함으로써 혈청 중 효소 활성도의 농도가 감소한 것은 차류 발효 정도에 관계없이 녹차와 홍차의 섭취가 효소 활성을 정상 수준으로 회복시키는 것으로 사료된다.

요약 및 결론

고지혈증이 유도되지 않은 정상군, 고지혈증 유도 식이를 섭취한 대조군, 고지혈증 유도 식이에 녹차와 홍차를 병합 급여한 군에게 8주 동안 실험 식이를 섭취시킨 결과 식이 섭취량은 정상군과 고지혈증 유도 대조군은 유의적인 차이를 발견할 수 없었으나 고지혈 유도군에 비해 실험군이 유의적으로 높은 섭취량을 보였다($p<0.05$). 체중 증가량은 대조군이 실험군에 비해 유의적으로 높은 체중 증가를 보였다($p<0.05$). 각 장기 조직 무게 변화에 있어서 간 조직은 대조군에 비하여 유의하게 증가하였고($p<0.05$), 대조군에 비하여 실험군 조직 무게는 감소하였으나 유의한 차이는 없었다. 중성지질과 인지질은 대조군에 비하여 실험군이 유의하게 감소하였고, 리파아제 활성도는 대조군에 비하여 실험군이 유의하게

증가하였다. 총 cholesterol 함량은 정상군에 비하여 대조군과 실험군이 유의적으로 감소하였고, HDL-cholesterol은 대조군에 비하여 녹차와 홍차를 섭취한 군에서 높은 함량을 나타내었다. LDL-cholesterol은 대조군에 비하여 정상군과 실험군이 유의하게 감소하였으며, 심장질환의 발병 정도를 알 수 있는 동맥경화지수와 심혈관지수는 실험군이 대조군에 비해 유의적으로 낮은 수치를 나타내 차류의 섭취가 심혈관지수를 낮추는데 도움이 되는 것으로 생각된다. VLDL cholesterol 함량, ester-cholesterol 함량 free-cholesterol 함량은 전반적으로 대조군에 비하여 정상군과 실험군이 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 반면에 혈청 중 GOT 함량, GPT 함량, ALP 함량, LDH 함량도 대조군에 비하여 차를 섭취한 실험군이 전체적으로 유의적인 감소를 나타내었다($p<0.05$). 위의 여러 가지 결과에서 볼 때 발효 종류에 관계없이 차류를 이용한 상용적인 섭취는 혈청의 콜레스테롤 및 중성지질 함량을 조절해주고 지질 대사를 촉진하므로써 성인병의 예방과 장기적인 복용에 의한 효과가 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 2006년도 광주보건대학 교내 연구비의 지원으로 이루어진 것으로 이에 대해 깊은 감사를 드립니다.

문 현

이세열, 정윤섭 (1993) 임상병리 검사법. 연세대학교 출판국, 서울. pp 11-350.

최성희 (2004) 우리차 세계의 차 바로 알고 마시기. 서울, 서울. pp 19-137.

Allred JB (1990) Elevated blood cholesterol a risk for heart disease that decrease with advanced age. *J Am Diet Assoc* 90: 574-576.

Cheng SJ (1986) The preliminary study of inhibitory effects of green tea antioxidant on mutation. *Acta Experimental Biology* 9: 328-334.

Choi YS, Kwak IS, Lee JA, Lee SY (1999) Annual a change in cholesterol intake and serum cholesterol level of Korean from 1962 to 1995 year. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 484-491.

Chung HC, Yoo YS (1996) The effects of green tea on lipid composition of serum and liver and the activities of antioxidative enzymes in rats. *J East Asian Dietary Life* 6: 1-49.

Graham HN (1992) Green tea composition consumption and polyphenol chemistry. *Prev Med* 21: 334-350.

Green MS, Harai G (1992) Association of serum lipoproteins and health-related habits with coffee and tea consumption in free living subjects examined in the Israeli Cordis study. *Prev Med* 21: 532-545.

Haglund O, Loustarinen R, Willin I (1992) The effect of fish oil triglyceride, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin. *Eur J Nutr* 12: 62-172.

Hamilton RL (1983) Hepatic secretion of nascent plasma lipoproteins. In "Plasma protein secretion to the liver" (Gluman H, Peters T and Redman eds). Academic press. London. pp 357-374.

Hayashi E, Hayashi M, Yamazoe H (1990) Pharmacological action of tea extract on the central nervous system in mice. *Oyo Yakuri* 40: 351-356.

Hertog MG, Kromhout D, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, Fidanza F, Giampaoli S, Jansen A, Menotti A, Nedeljkovic S (1995) Flavonoid intake and long term risk of coronary heart disease and cancer in the seven countries study. *Arch Int Med* 155: 381-386.

Hertog MGL, Feskens EJM, Hollman PCH, Katan MB, Kromhout D (1993) Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease; the Zutphen elderly study. *Lancet* 342: 1007-1011.

Jin HH, Yang JL, Chung JH, Kim YH (2004) Hypocholesterolemic effects of green tea in cholesterol fed rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 47-51.

Kada T, Kaneko K, Matsuzaki S, Matsuzaki T, Hara Y (1985) Detection and chemical identification of natural bioantimutagens. *Mutation Research* 150: 127-131.

Kang YH, Park YH, Ha TY, Moon KD (1996) Effects of pine needle extracts on serum and liver lipid contents in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 367-373.

Kanh BH, Son HY, Lee HS, Song SW (1995) Reference values of hematology and serum chemistry in kite Sprague-Dawley rats. *Korean J Lab Ani Sci* 11: 141-145.

Khokhr S, Magnusdottir SGM (2002) Total phenol, catechin and caffeine contents of tea commonly consumed in the United Kingdom. *J Agric Food Chem* 50: 565-570.

Ki HY, Song SW, Ha CS, Han SS (1993) Effects of the population density on growth and various physiological values of Sprague-Dawley rats. *Korean J Lab Ani Sci* 9: 71-82.

Kim ES, Kim MK (1999) Effects of dried leaf powders and ethanol of persimmon, green tea and pine needle on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *J Korean*

- Nutr* 32: 337-352.
- Kim MJ, Rhee SJ (1994) Effects of Korean green tea, oolong tea, black tea beverage on the removal of cadmium in rat. *J Korean Food Nutr* 23: 784-791.
- Kono S, Shinchi K, Wakabayashi K, Honjo S, Todoroki I, Sakurai Y, Imanishi K, Nishikawa H, Ogawa S, Katsurada M (1996) Relation of green tea consumption to serum lipids and lipoproteins in Japanese man. *J Epidemiol* 6: 128-133.
- Lee H, Choi BK Lee WC, Park CI, Furugawark K, Kimura S (1992) Effects of dietary protein levels caffeine and green tea on body fat deposition in wistar rats. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 595-600.
- Muramatsu K, Fukuyo M, Hara Y (1986) Effects of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol fed rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 32: 613-622.
- Muramatsu K, Sugiyama K, Amano S, Nakashima J, Saeki J, Saeki S (1991) Effect of green tea on cholesterol metabolism in rats. *Proceeding Int Symp Tea Sci* pp 220-224.
- Namiki K, Yamanaka M, Tateyama C, Igarashi M, Namiki M (1991) *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 38: 189-195.
- Ross R (1983) The pathogenesis of atherosclerosis an update. *New Engl J Med* 314: 488-494.
- Sakana S, Kim M, Taniguchi M, Yamamoto T (1989) Antibacterial substances in Japanese green tea extract against *Streptococcus mutans* a cariogenic bacterium. *Agric Biol Chem* 53: 2307-2311.
- Sakanaka S, Shimura N, Aizawa M, Kim M, Yamamoto T (1992) Preventive effect of green tea extract against dental caries in conventional rats. *Biosci Biotech Biochem* 56: 592-594.
- Tijburg LB, Mattern T, Folts JD, Weisgerber UM, Katan MB (1997) Tea flavonoids and cardiovascular disease; a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 37: 771-785.
- Tonooka F, Matsumoto N, Ishigaki A, Hara Y (1991) The effects of crude catechins of tea on the food intake and body fat in rat. *Proceeding Int Symp Tea Sci* p 366.
- Venter CS, Vorster HH, Vander Nest DG (1990) Comparison between physiological effect of konjac-glucomannan and propionate in baboons fed "western" diet. *J Nutr* 120: 1046-1050.
- Yamaguchi Y, Hayashi M, Yamazoe H, Kunitomo M (1991) Preventive effects of green tea extract on lipid abnormalities in serum, liver and aorta of mice fed a atherogenic diet. *Nippon Yakurigaku Zasshi* 7: 329-337.
- Yang M, Wang C, Chen H (2001) Green tea, oolong tea and black tea extracts modulate lipid metabolism in hyperlipidemia rats fed high sucrose diet. *J Nutr Biochem* 12: 14-20
- Yang TT, Koo MW (1997) Hypocholesterolemic effects of Chinese tea. *Pharmacol Res* 35: 505-512.

(2006년 7월 24일 접수, 2006년 9월 4일 채택)