



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

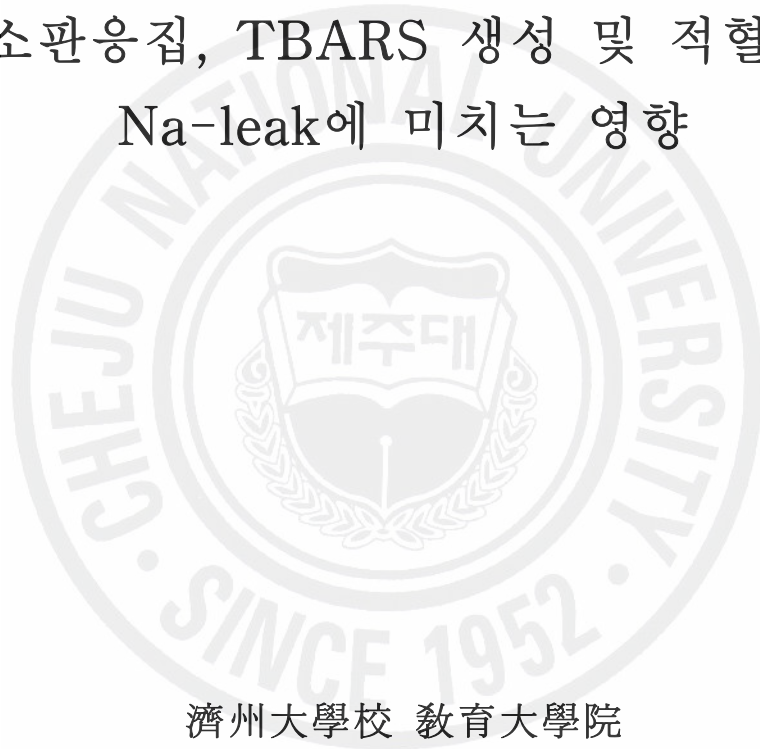
저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

고콜레스테롤혈증 흰쥐에 있어서
녹차분말이나 녹차추출물이 체중, 체내지질,
혈소판응집, TBARS 생성 및 적혈구막
Na-leak에 미치는 영향



濟州大學校 教育大學院

營養教育專攻

康情愛

2007 年 8 月

Effect of Green Tea Powder or Green Tea
Extract on Weight Gain, Lipid Level, Platelet
Aggregation, TBARS, and Erythrocyte Na-Leak
in Pair Fed Hypercholesterolemic Rats

Jung-Ae Kang

(Supervised by professor Jung-Sook Kang)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER
OF EDUCATION

2007. 8

DEPARTMENT OF NUTRITION EDUCATION
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATION
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

고콜레스테롤혈증 흰쥐에 있어서
녹차분말이나 녹차추출물이 체중, 체내지질,
혈소판응집, TBARS 생성 및 적혈구막
Na-leak에 미치는 영향

指導教授 姜 晶 淑

康 情 愛

이 論文을 教育學 碩士學位 論文으로 提出함.

2007 年 8 月

康情愛의 教育學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____ (印)

委 員 _____ (印)

委 員 _____ (印)

濟州大學校 教育大學院

2007 年 8 月

목 차

Abstract	iii
Lists of Table	v
Lists of Figure	vi
I. 서론	1
II. 실험재료 및 방법	9
1. 실험재료	9
1) 실험동물 및 식이배합	
2) 식이 섭취량과 체중 및 식이효율	
2. 실험방법	11
1) 시료수집	
(1) 혈액채취	
(2) 간 및 동맥조직 적출	
2) 시료분석	
(1) 혈장 지질 농도분석	
(2) 간 지질 농도분석	
(3) 변의 ^{14}C -콜레스테롤 방사성 동위원소 측정	
(4) 간 및 동맥조직 표본제작	
(5) 혈소판 응집	
(6) 적혈구 용혈	
(7) 적혈구막 Na-leak 측정	

가. 적혈구 전처리	
나. Intracellular Na 측정	
다. Na-leak 측정	
(8) 혈장 TBARS 측정	
3. 통계처리방법	20
III. 실험결과 및 고찰	21
1. 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율 및 간/체중 무게비	21
2. 혈장의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 및 중성지방	25
3. 간의 총콜레스테롤 및 중성지방	28
4. ¹⁴ C-콜레스테롤 급여 후 변으로의 방사능 배출	31
5. 간 및 동맥 조직 관찰	35
6. 혈소판 응집	40
7. Hematocrit와 적혈구 용혈	42
8. Intracellular Na 와 Na-leak	45
9. 혈장 TBARS의 수준	47
IV. 결론	50
V. 참고문헌	52
VI. 초록	65

Abstract

Effect of Green tea powder or Green tea extract on Weight gain, Lipid level, Platelet Aggregation, TBARS, and Erythrocyte Na-Leak in Pair fed Hypercholesterolemic Rats

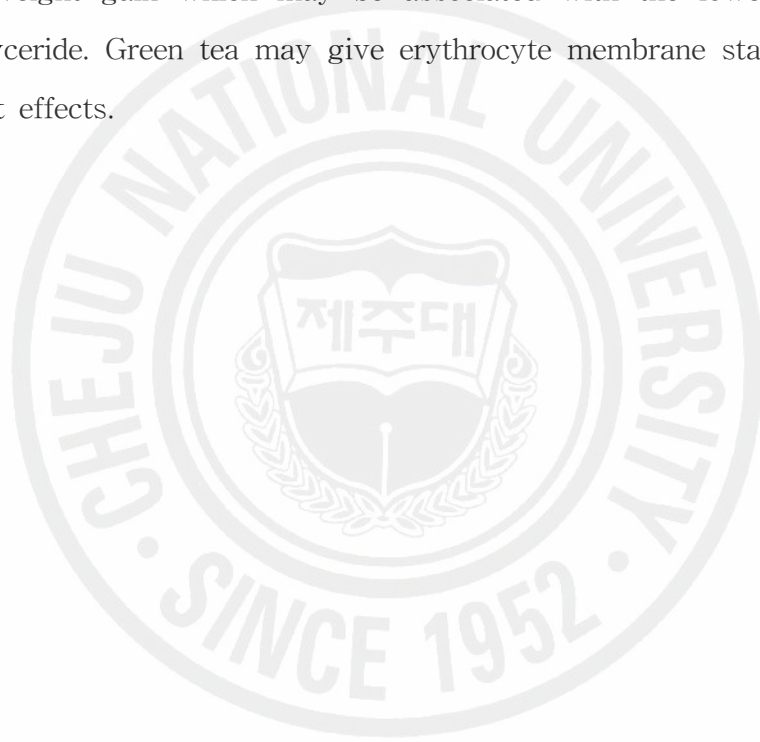
Jung-Ae Kang

Department of Nutrition Education, Graduate School of Education
Cheju National University

Green tea is one of the most popular beverage in world and green tea catechins are known to be a strong antioxidant and prevent cardiovascular diseases. Green tea extract or green tea drinking has been reported to have cholesterol lowering, antiathrosclerotic, antiobese effects as well as anticancer. Since increasing population are using green tea as food instead of beverage in form of powder, it would be useful to investigate whether the green tea powder has comparable effects to green tea extract on antioxidant, antiobese and cholesterol lowering actions.

We compared the effects of 10% green tea powder or 3% green tea extract on weight gain, plasma and liver lipids, platelet aggregation and erythrocyte membrane stability in rats pair fed 5% cholesterol diets. The final body weight of rats with green tea extract was 5.5% lower than that of rats with control diet ($p < 0.1$). Plasma and liver total cholesterol were somewhat lower in rats fed green tea powder or extract, but not statistically different. HDL cholesterol was increased significantly in rats fed green tea powder (p

<0.05). Plasma triglyceride was significantly decreased in green tea extract compared with the control ($p < 0.05$). Liver triglyceride was significantly decreased in groups fed green tea powder or green tea extract compared with the control ($p < 0.01$). Platelet aggregations of the maximum and initial slope were not different among groups. AAPH induced erythrocyte Na leak was significantly decreased in groups with green tea powder and extract ($p < 0.01$) and hemolysis was also significantly lower in rats fed green tea powder ($p < 0.05$). Consumption of green tea in powder or extract may be effective in reducing weight gain which may be associated with the lower plasma and liver triglyceride. Green tea may give erythrocyte membrane stability with its antioxidant effects.



Lists of Table

Table 1. Composition of experimental diets	10
Table 2. Effects of green tea powder or green tea extract on growth rate and feed intake	24
Table 3. Effects of green tea powder or green tea extract on plasma cholesterol and triglyceride content in rats	27
Table 4. Effects of green tea powder or green tea extract on liver cholesterol and triglyceride content in rats	30
Table 5. Comparison of dietary ¹⁴ C-cholesterol excretion between green tea powder and green tea extract	33
Table 6. Effects of green tea powder or green tea extract on platelet aggregation	41
Table 7. Effects of green tea powder or green tea extract on erthrocyte hemolysis	44
Table 8. Effects of green tea powder or green tea extract on Na-leak in erythrocyte	46
Table 9. Effects of green tea powder or green tea extract on TBARS levels	49

Lists of Figure

Figure 1. Structures of catechins	6
Figure 2. Analytical scheme of total cholesterol and triglyceride in the liver	14
Figure 3. Model of The Mechanism of AAPH Induced Na-Leak in Red Blood Cell	19
Figure 4. Daily excretion of radioactivity following ¹⁴ C-cholesterol feeding (% of in take)	34
Figure 5. Microscopic appearance of liver tissue (×400)	38
Figure 6. Microscopic appearance of Aorta tissue (×400)	39

I. 서 론

오늘날 농업기술의 발달은 현대인들에게 과거에 비해 양적, 질적으로 풍부하고 우수한 식품을 제공하게 되었다. 또한 식품 가공 및 보존기술도 많은 발전을 거듭하여 계절에 상관없이 여러 가지 식품들을 얻을 수 있게 되었으며, 음식에 대해서도 다양한 선택을 할 수 있게 되었다.

산업이 발전함에 따라 가족의 형태도 핵가족화 되고 맞벌이 부부가 증가되면서 가정 내 식사 역시 가족과 함께하지 식사하지 못하는 비율이 증가하고 있으며, 최근 우리나라 영양조사에서도 점심 79%, 아침 37.6%, 저녁 24.4%가 가족과 함께하지 못하는 것으로 나타났다. 그리고 우리국민의 51.5%가 매일 외식하는 것으로 나타나¹⁾ 가정 내 식사가 줄고 외식이 증가되는 식생활 패턴으로 변화되고 있음을 보여주고 있다.

우리나라 식생활 역시 식물성 식품인 곡류와 과일류의 섭취는 감소하는 반면, 동물성 식품인 육류 및 난류의 섭취는 크게 증가하여, 최근 조사에서도 동물성 식품 섭취비율이 2005년 한국인 영양섭취기준과 비교하여 볼 때 21.6%로 높게 나타났다. 또한 3대 에너지 영양소의 구성비에서도 지방에너지의 기여 비율이 20%를 초과 섭취고 있으며, 특히 지방과 에너지의 경우 20% 이상 과다섭취 하는 것으로 나타났다.¹⁾

이와 같이 오늘날 에너지의 과잉 및 지질 섭취량은 증가되고 외부활동이 줄어드는 생활을 하면서 식생활에서 기인하는 성인병이 단지 성인층, 노인층에만 국한되지 않고 어린이에게까지 확대되어 이러한 문제는 결국 성인 비만환자 뿐만 아니라 소아 비만환자의 증가로 나타나게 될 것이다. 국내의 경우 대한 비만학회 비만기준인 신체질량지수 25% 이상인 비만의 유병율은 1995년 이후 약 2.5배 증가하였다.²⁾ 최근 2005년 우리나라 국민의 사망 원인을 살펴보면 암이 인구 십만 명 당 사망률이 136%로 1위이고, 2위가 순환기계질환의 사망으로 인구 십만명 당 사망률이 116.23%를 차지하는 것으로 나타나³⁾ 암 환자를 제외하고 나면 고혈압, 뇌혈관 질환, 동맥경화 등의 심혈관계 환자의 수가 급증하고 있으며, 또한 이

로 인한 심혈관계질환 의한 사망이 높다는 것을 알 수 있다.

심혈관계질환의 위험인자로 는 고콜레스테롤혈증, 흡연 및 고혈압 등이 중요한 위험인자로 알려져 있으며, 이와 연루되는 식이인자로 는 식이지방내의 불포화지방산과 포화지방산의 비율⁴⁾, 식이 콜레스테롤⁵⁾ 및 식이 지방⁶⁾등을 들 수 있다.

이러한 여러 식이요인 중의 하나인 콜레스테롤은 세포막이나 담즙산, 성호르몬, 부신피질 호르몬의 원료물질로 쓰이며 인체내에서 없어서는 안 되는 중요 물질이다. 콜레스테롤은 식이를 통해 섭취하기도 하지만 조직에 존재하는 콜레스테롤은 음식에 의하기보다 대부분은 간에서 탄수화물에서 진화된 아세틸 Co-A로부터 생합성되어 혈중 콜레스테롤 농도를 조절하게 된다. 콜레스테롤의 합성에서 속도조절 단계 (rate-limiting step)에 작용하는 효소는 HMG-CoA (3-hydroxy-3-methyl-glutaryl CoA) reductase 이며 세포내 콜레스테롤 농도에 의해 합성이 조절되며, 간에서 필요 조직으로 운반될 때는 지단백 형태로 운반된다.

체내의 콜레스테롤 주요 대사산물은 간에서 합성되는 담즙산과 스테로이드 호르몬 등이며 콜레스테롤 생합성량은 식이 콜레스테롤의 흡수 정도 및 담즙산 재흡수 정도에 따라서 조절되고 항상성이 유지된다. 담즙산은 간에서 하루 300~500mg 정도 만들어지며, 콜레스테롤을 담즙산으로 이화시키는 속도조절 단계효소인 cholesterol 7 α -hydroxylase의 활성에 의하여 조절되고 이 효소는 다시 담즙산농도에 의해 활성이 저해된다.⁷⁾ 콜레스테롤과 담즙산이 장으로 분비된 후, 콜레스테롤의 50%, 담즙산의 97%가 재흡수 되어 문맥을 통해 간으로 되돌아오는 장-간 순환(enterohepatic circulation) 과정을 거치게 된다. 또한 식이로 흡수되지 못한 콜레스테롤은 콜레스테롤의 형태 혹은 대장과 직장의 박테리아 효소 반응에 의한 대사산물로 배설되기도 한다.

혈중 콜레스테롤의 조절은 간에서 혈중 콜레스테롤을 담즙과 함께 십이지장으로 배설시켜 혈중 콜레스테롤을 낮추기도 하고 콜레스테롤을 합성하여 혈액중에 방출하여 혈중 콜레스테롤 농도를 높이기도 한다. 또한 체내 콜레스테롤의 항상성은 음식을 통해 들어오는 콜레스테롤을 흡수하는 LDL 수용체, 간세포내 콜레스테롤 합성속도 조절효소인 HMG-CoA reductase, 담즙산의 합성속도 조절효소인 cholesterol 7 α -hydroxylase, 콜레스테롤 ester형태로 저장하는 acyl CoA

cholesterol acyltransferase(ACAT)가 서로 조절하면서 세포내 콜레스테롤 농도를 조절하게 된다. 그러나 만일 흡수한 콜레스테롤이 세포에 의해 원활히 이용되지 못하는 경우 콜레스테롤은 체내에 축적될 것이고, 이러한 축적이 동맥에 나타나면 죽상동맥경화증 (atherosclerosis)과 관상동맥질환 (cardiovascular disease, CVD)의 일차적 원인이 되는 것이다. 따라서 콜레스테롤은 심혈관계 질병을 일으키는 초기단계에서부터 직·간접적으로 영향을 주고 있다.

한편 심혈관계 질환은 혈전과도 밀접한 관련이 있다고 알려져 있다. 생체내 혈액은 응고와 용해작용이 항상 평형을 이루며 정상적으로 순환되어 혈전이 생성되지 않지만, 고지혈증, 고혈압, 흡연 등의 원인으로 혈소판 기능의 균형이 깨지면서 혈전이 생성되게 되고, 혈전으로 인해 혈관을 막게 되면 조직으로의 영양분 및 산소공급이 중단되게 된다. 혈전이 뇌혈관을 막으면 뇌경색이 되고 심장 혈관을 막게 되면 심근경색, 심장마비가 되어 사망에 이르게 되며, 이러한 심근경색, 뇌경색처럼 혈전이 혈관을 막아 일어나는 병을 통틀어 혈전증이라 할 수 있다. 따라서 혈전증은 혈액 중의 혈소판 응집력의 항진에 의한 혈전 형성이 심혈관계 질환의 직접적인 원인이 되는 것이다.

심혈관계 질병을 일으키는 식이 인자들은 생체조직의 산화적 손상을 일으키는 데도 주요인자로 알려지고 있어서 심혈관계질환 뿐만 아니라 생체조직이 산화적 손상에 의한 질병들도 앞으로 계속 증가될 것으로 보여 진다.

생체조직에 있어 산화적 손상을 일으키는 물질인 산소는 생체 내 에너지를 만드는 과정에서 필수불가결한 분자이지만 호흡과정에서 들어 마신 산소 중 약 2~3%는 활성 산소라고 하는 유독 작용을 하는 물질로 전환되어 생체에 큰 장애를 일으키는 것으로 알려져 있다.⁸⁾ 이러한 유해 활성산소는 생체내의 조건에서 뿐만 아니라 환경적인 요소에 의해서도 끊임없이 생성되고 있고, 그 종류에는 슈퍼옥사이드 라디칼($O_2 \cdot$), 히드록시 라디칼($\cdot OH$), 단일항 산소(1O_2), 하이포아염소산염(OCl^-), 과산화수소(H_2O_2)등이 있으며 이들은 분자 구조적으로 매우 불안정하기 때문에 고분자의 세포 성분들을 공격하기 쉽게 되어 산화적 스트레스 환경이 조성되며⁹⁾, 더불어 많은 연구실험에서 수용성 물질인 2,2'-azobis(2-amidino-propane) dihydrochloride (AAPH)를 저농도로 세포에 처리하여 강력한 peroxy radical($AOO \cdot$)을 통해 세포막 지질층 산화시켜 인위적인 산화적 환경

을 조성하였다.¹⁰⁾

산화적 스트레스는 이러한 유해 활성 산소들에 의한 세포막이나 microsome 및 mitochondria 등의 세포 소기관의 손상을 유발하며, 효소 단백질의 아미노산 잔기를 산화시켜 비가역적 불활성화를 유발하고, 핵산 염기의 변형 및 산화적 분해나 절단을 통한 DNA 손상을 유도하여, 이로 인해 염증반응, 류마티스, 동맥경화, 심혈관 질환, 신경학적 질환 등을 비롯한 각종 장애들이 야기된다. 또한 유해 활성 산소는 신체의 면역체계를 공격하여 아토피성 피부염, 천식, 알레르기성 질환, 생활습관병과 관련된 각가지 질환의 유발과도 깊은 관련이 있는 것으로 알려지고 있다.^{11,12)} 뿐만 아니라, 유해 활성 산소의 생성과 항산화 방어 시스템 간의 불균형으로 인한 산화적 스트레스의 증가는 암과 심혈관계질환 및 알츠하이머와 같은 만성 질환의 병리적 진행과 노화과정에 있어 중요한 원인으로 생각되어지고 있다. 따라서 활성산소의 방어는 각종 질병의 치료 및 예방과 밀접한 관계를 가지고 있어서 최근에 더욱 많은 관심과 연구가 집중되고 있다.^{13,14)}

이처럼 조직의 산화적 손상은 생체 내에 과잉의 활성산소가 축적될 때 일어나며, 정상적인 생리 상태에서는 생체 내 항산화 방어계(antioxidative defense system)와 활성 산소 생성계가 균형을 이루고 있으므로, 활성산소의 제거가 원만히 이루어진다. 그러나 당뇨병과 같은 질병상태에서나 산화적 스트레스 및 기타 여러 가지 요인에 의해 항산화 방어계와 생성계 사이에 균형이 깨뜨려졌을 때 활성산소 생성이 촉진되고 결국 조직은 과산화적 손상을 입게 된다. 과잉의 활성산소를 제거하거나 불활성화 하는 항산화 방어 시스템¹⁵⁻¹⁷⁾으로는 superoxide dismutase(SOD), catalase, glutathione peroxidase와 같은 효소에 의한 항산화 시스템과 vitamin C나 vitamin E, β -carotene등과 같은 항산화제에 의해 활성산소를 소거시키는 비효소적 항산화 시스템을 들 수 있다.^{18,19)} 이와 같은 항산화 방어 체계에도 불구하고 과잉의 활성산소 생성으로 인한 산화적 스트레스 상황에서는 효소적 항산화 방어체계의 활성 감소나 혈장에서의 항산화제농도 감소 등이 나타나게 된다.^{20,21)} 따라서 이러한 효소적인 항산화 체계의 활성을 증가시키거나 직접적으로 활성산소를 제거할 수 있는 항산화제에 대한 관심이 높아지게 되었고, 현재 α -lipoic acid, coenzyme Q10, glutathione 등과 같이 인체 내 세포적 수준에서 생성되는 항산화제나 식품을 섭취함으로써 얻어지는 색소물질인 플라보노이드, 카로티노이드를 비롯하여 비타민 C, 비타민 E, 셀렌늄 등 다양한

항산화제에 대한 연구가 이루어지고 있다.²²⁾

최근 항산화제 및 혈액 내 지질 수준을 저하시키기 위한 의약품이나 자연식품에 대한 연구가 많이 수행되고 있다. 그중 생리활성을 가지는 기능성 식품에 대한 관심이 고조되고 있는 가운데 기호음료로써 오랜 역사를 갖고 있는 녹차가 혈중콜레스테롤 저하효과 및 항산화 효과가 있음이 알려지고 있다.²³⁻²⁶⁾

녹차(*Camellia sinensis* O. Ktze)는 차나무과에 속하는 다년생 종자식물로 천연의 향기, 천연의 색상, 천연의 맛을 내는 특성을 갖고 있으며 전 세계적으로 물다음으로 가장 널리 애용되고 있는 음료로^{27,28)} 예로부터 차엽을 더운물에 우려내어 마시는 기호음료나 피부미용에 사용되어져 왔다.²⁹⁻³²⁾ 역사적으로 녹차는 중국과 인도 지역에서 처음으로 재배하여 왔으며, 그 이후 미얀마, 태국 등의 동남아시아 지역과 한국, 일본으로 전파되어 왔고, 국내에 처음 도입된 것은 9세기경 신라 흥덕왕 3년에 녹차의 종자를 당나라에서 들여오면서부터 국내 주요행사나 예식에 녹차를 사용한 것으로 전해져 내려오고 있다. 녹차는 머리를 맑게 해주고 오장의 기를 돋우어 주고, 간을 강하게 하며 열을 내리고 체내의 노폐물을 빨리 씻어주며, 소화작용과 갈증을 해소하는 약효가 있다고 한다.³³⁾ 또한 녹차는 커피, 코코아와 함께 널리 애용되고 있는 비알콜성 기호음료일 뿐만 아니라 식용유지 및 식품의 보존에도 일부 사용되고 있다.²⁸⁾

녹차의 성분은 카페인, 탄닌, 엽록소, 비타민류인 A, B₁, B₂, C, E와 유기성분인 아미노산, 단백질, 지방질, 섬유질, 그리고 무기성분인 칼슘, 마그네슘, 구리, 몰리브덴, 안티몬, 티탄 등의 성분들이 다양하게 함유되어 있다.³⁴⁾ 이들 성분 중 카페인과 탄닌은 방향족 화합물인 폴리페놀로 구성되어 있고, 이 폴리페놀은 분자내 수개 이상의 페놀성 수산기를 가진 섬유질, lignin, catechin 등으로 이루어져 있다. 녹차에 함유되어진 폴리페놀 성분 중 대표적 활성 물질로는 catechin 류이다.^{35,36)}

녹차의 catechin류에는 특징적인 폴리페놀 화합물인 Epigallocatechin gallate(EGCG), Epigallocatechin(EGC), Epicatechin gallate(ECG), Epicatechin(EC), Epicatechin gallate(ECG)등을 함유하고 있다. 상대적 함유량을 살펴보면 EGCG가 58%를 함유하고 있으며, EGC가 12%, EC가 6.6%, ECG는 0.5% 정도를 함유하고 있으며 약간의 카페인이 0.4%정도 함유되어 있다.³⁷⁾

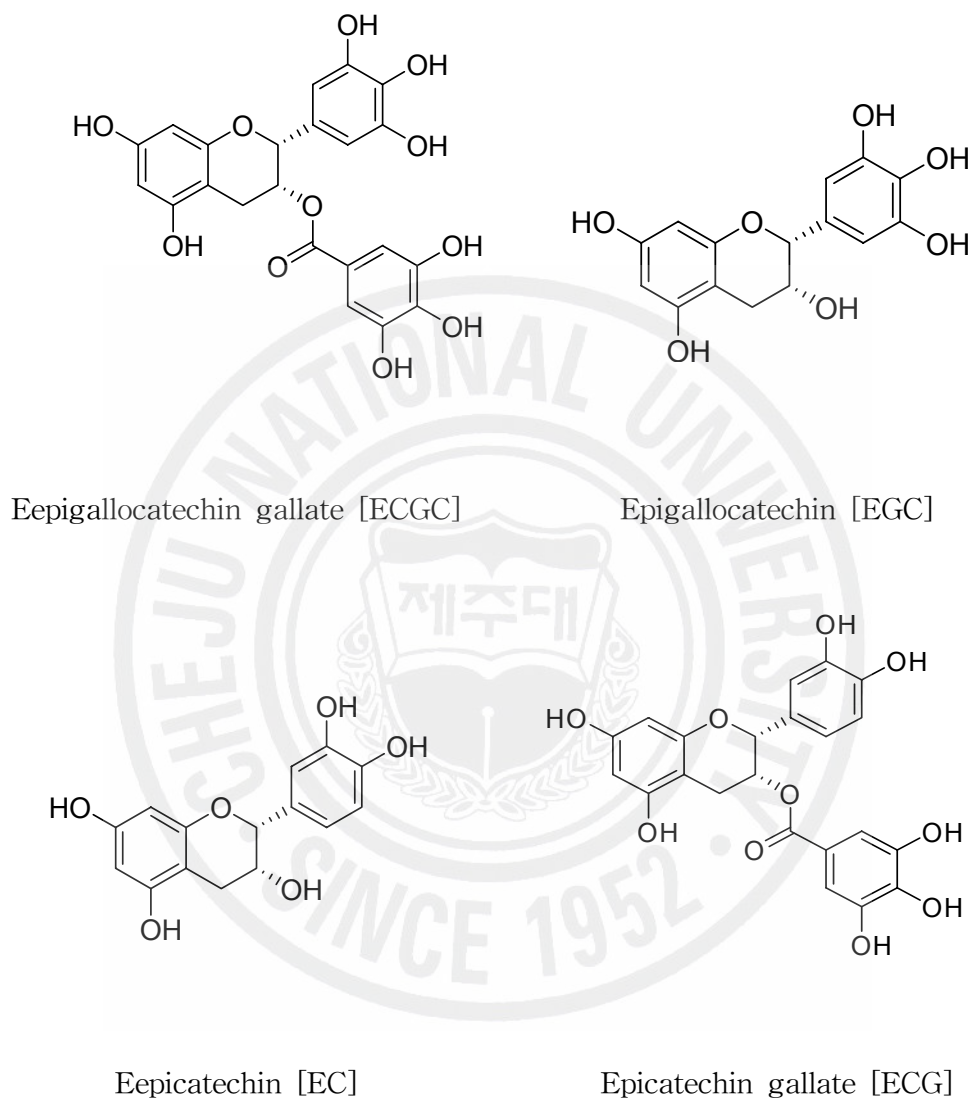


Figure. 1 Structures of catechins.

녹차음용과 관련한 연구들을 보면 비만과 관련되어진 녹차의 항비만 효과에 대해 많은 연구결과들이 보고되고 있다.³⁸⁻⁴⁰⁾ 과체중인 여성들에게 있어 녹차를 음용한 군이 녹차를 음용하지 않은 군에 비해 체중이 유의적으로 저하시키며³⁸⁻⁴⁰⁾ 신체질량지수(BMI), 허리/엉덩이 비율(waist/hip ratio), 혈압이 유의적으로 낮아졌고³⁸⁾ 체중이 감소하였다는 동물실험 연구결과들^{39,41)}과 콜레스테롤 흡수 억제 결과로 항비만 효과를 보는 연구⁴²⁾도 있었다. 한편으로 녹차의 항비만 효과를 췌장리파아제의 활성억제⁴³⁾와, 혹은 장에서의 콜레스테롤 흡수를 억제하는 것⁴²⁾에 초점을 맞추기도 한다. 즉 섭취된 지방은 췌장 리파아제의 소화 작용 없이는 소화관 내에서 정상적으로 흡수될 수 없다는 것은 잘 알려진 사실이다.⁴⁴⁾ 이렇게 지방의 가수분해를 억제하면 소화관 내에서 지방의 흡수가 감소되거나 지연되고, 결국 혈중 킬로마이크론도 감소되므로, 과도한 킬로마이크론에 의해 유발되는 비만이 억제된다는 것이다.⁴⁵⁾

녹차를 음용한 사람들과 그렇지 않은 사람들과의 관계에서 녹차를 마시는 사람들의 관상동맥질환 발생률이 감소했다는 역학적 연구⁴⁶⁻⁴⁸⁾들이 많이 발표되고 있다. 녹차의 효과에 대해 심혈관계 질환을 막는 메카니즘 중 하나는 차 폴리페놀류가 동맥경화증의 발발과 연관되어있다고 알려진 LDL 산화를 억제한다는 것이다.^{46,49)} 그리고 혈중 콜레스테롤과 지질 농도를 저하시키고 혈압을 강하 시킨다는 보고도 꾸준히 발표되고 있다.⁵⁰⁻⁵²⁾ 이러한 콜레스테롤 저하작용은 심장병 예방에도 기여할 수 있다. 고지방과 고콜레스테롤 식이를 투여한 실험동물에서 녹차와 홍차 그리고 차 폴리페놀은 혈청과 간의 지방상승을 억제하고, 혈청 총콜레스테롤 또는 죽종형성(Atherogenic)지수를 낮추었다 보고되고 있으며⁵³⁻⁵⁵⁾, 콜레스테롤 및 콜레스테롤 대사산물인 담즙산을 분변으로의 배출을 증가시켰다.^{41,53-57)} 더불어 녹차 catechin에 대한 연구를 통하여 혈중 cholesterol 저하작용, 항균작용, 혈압강하작용, 혈당강하효과 등의 약리작용^{52,58)}, 항암작용 등⁵⁸⁾에 대해서도 일부 알려져 있다.

한편 고지혈증, 고혈압 등의 외부요인으로 인해 혈소판 기능이 항진되어 혈전이 생성되고, 결국 혈전이 혈관을 막게 되는 혈관질환의 하나인 뇌경색은 그 원인이 되는 색전증과 혈전증을 녹차의 주요한 생리활성 성분중의 하나인 EGCG가 사람의 뇌졸중과 관련된 혈전형성(platelet aggregation)을 억제하는 것⁵⁹⁾과 혈소판 응집억제 작용이 있는 것으로 나타났다.²⁷⁾

노화와 질병에 관해 비추어 보면 활성산소로 인하여 인체의 세포에 과산화작

용을 증가시켜서 질병이 발생한다는 것과 관련되어져 있어, 녹차는 이러한 활성 산소의 소거능력을 갖고 있다고 알려져 왔다. 가장 널리 알려진 녹차 폴리페놀의 특성은 반응성 산소 종류(Reactive oxygen species)를 제거하는 능력에서부터 나온 산화 방지 작용이다. 또, 차의 폴리페놀은 금속이온과 결합하여 이들에 의한 과산화 반응을 막는 것으로 알려져 있다. 이중에 EGCG의 경우는 강한 흡수력과 산화력을 가지고 있어, 미생물 성장 억제작용, 항산화 작용, 암세포 성장억제 작용 등이 있는 것으로 알려져 있다.^{60,61)}

녹차 catechin은 자연적인 항산화 활성을 갖는 폴리페놀성 화합물로서 유해한 유리기를 제거하고 항산화 효소의 활성을 증가시켜 항산화 활성을 나타낸다고 한다.^{25,26)} 이러한 녹차의 catechin은 LDL의 산화를 억제 하여 순환기장애와 발암 및 노화 등의 발병을 감소시키는 것으로 나타났으며,⁴⁶⁾ 뇌신경세포 손상 감소 효과도 있는 것으로 나타났다.⁶²⁾

녹차를 통하여 이러한 성분들이 혈청지질 과산화를 억제시키거나 항산화능을 증가시켰다.⁶³⁾ 녹차 catechin의 경우 in vitro 실험결과 peroxide value와 과산화지질 생성을 유의 있게 억제하고 SOD 활성도 매우 높은 결과를 보였다.⁶⁴⁾ 시판되는 녹차에서 DPPH radical 소거능도 높게 나타났으며, 소거능의 양상은 비타민 C는 즉시 활성을 끝나는 반면 EGCG 및 녹차의 경우는 항산화능이 10분 이후에도 계속적으로 지속되었다.⁶⁵⁾ 녹차 catechin을 실험동물에게 50mg/kg을 5일간 경구투여 하여 간 조직 microsome 분획에 존재하는 SOD활성을 실험한 결과 대조군에 비해 유의성 있게 증가하였고, 지질과산화의 지표인 Thiobarbituric Acid Reactive Substance(TBARS) 수준도 대조군에 비해 유의성 있게 감소하였다.⁶⁴⁾

지금까지 대부분의 녹차 실험들은 사람들에게 음용되거나 추출물 형태 혹은 분말형태로 식이에 혼합하여 무제한으로 섭취시키는 실험들로서 혈장 지질이나 항산화 효능을 살펴보는 실험들이 대부분 이었다. 따라서 이번 연구에서는 천연 물질 중에서 생리 활성이 뛰어난 것으로 알려진 녹차분말 및 에탄올 추출물을 이용해 각 군에 동일한 양을 섭취하게 되는 제한식이 하였을 때 항비만 효과로써 나타날 수 있는 체중감소의 효과와, 심혈관계질환의 원인을 감소시킬 수 있는 체내 지질개선효과 및 식이로 급여된 콜레스테롤의 흡수·배설 효과를 비롯하여, 간·동맥 조직관찰을 통해서 살펴보고자 하며, 뇌졸중과 혈전생성에 관련된 혈소판 응집억제 효과와 세포막에서의 항산화 효능을 살펴보고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

1) 실험동물 및 식이배합

생후 7주된 체중 200 ~ 230 g 전후의 Sprague Dawley 숫쥐 30마리를 식이 구성에 따라 대조군, 녹차 추출물군, 녹차분말 군으로 나누어, Stainless steel cage에서 4주간 분리·사육하였으며, 동물 사육실의 명암주기는 12시간, 온도 20~25 °C와 습도 40~60%는 일정하게 유지되도록 조절하였다. 실험기간동안 물은 무제한으로 공급하였으며 제한식이를 하였다.

기본 실험 식이는 AIN-76을 참고로 하여 <Table 1> 과 같이 제조되었다. 탄수화물 급원으로는 sucrose와 corn starch를, 단백질 급원으로는 casein을, 지방 급원으로는 Lard와 soybean oil을 사용하였다. 0.5% cholesterol과 0.2% cholate를 함유한 대조군 식이, 녹차의 에탄올 추출에 있어서 3차에 걸친 녹차추출물의 최대 회수율을 약 30%으로 추정하고, 녹차분말 첨가 비율 10%에 상응하는 3%의 녹차추출물을 첨가하여 대조군 식이에 3% 녹차추출물, 10% 녹차분말을 첨가한 2개의 처리군 식이로 조제하였다. 또한 녹차분말에 상응하는 5%의 섬유소를 대조군과 녹차 분말군에 첨가하였다. 대조군에 있어서 각각의 처리에 따른 함량 차이는 corn starch에서 보정해 주었다.

콜레스테롤 배출량을 측정하기 위한 실험으로 생후 8주 된 Sprague Dawley 숫쥐 12마리를 각각 4마리씩 3개 군으로 나누어, 동일한 사육실 환경에서 3일간 실험 식이를 공급하고 나서 하루 절식한 후, 소등이 되는 시간에 맞춰 식이 통중양에 0.2 μ Ci량의 C^{14} -cholesterol 용액(C^{14} -cholesterol / Methanol)을 넣어주었다. 그 후 변 수집 일주일 동안 식이와 물은 무제한으로 공급하였다.

녹차는 태평양 제주 녹차박물관내 연구소에서 2006년도 봄에 채취하여 건조된 신선한 녹차가루를 구입하여 실험실에서 사용하였다. 녹차추출물은 녹차가루를 70% 에탄올로 3번 추출하고 진공 농축 한 것을 막자사발을 이용하여 가루로 만들어 사용하였다.

Table 1. Composition of experimental diets (%)

Ingredient	Control	Green tea extract	Green tea powder
Casein ^{a)}	20.0	20.0	20.0
L-methionine ^{a)}	0.3	0.3	0.3
Lard ^{b)}	9.0	9.0	9.0
Soybean Oil ^{c)}	1.0	1.0	1.0
Choline chloride ^{d)}	0.2	0.2	0.2
Vitamin mix ^{e)}	1.0	1.0	1.0
Mineral mix ^{f)}	3.5	3.5	3.5
Sucrose ^{c)}	20.0	20.0	20.0
Corn starch ^{g)}	39.3	36.3	34.3
Cellulose ^{h)}	5	5	0
Cholesterol ^{h)}	0.5	0.5	0.5
Cholic acid ^{h)}	0.2	0.2	0.2
Green tea powder ⁱ⁾	0	0	10
Green tea extract ⁱ⁾	0	3	0
Total (%)	100.0	100.0	100.0

a) Teklad, Harlan Madison WI, USA

b) Samlip Yugi Co.

c) Jeil Jedang Co.

d) Junsei Chemical Co., Ltd.

e) Vitamin mixture(mg / 100 g) : Thiamine HCl 60.0, Riboflavin 60.0, Pyridoxine HCl 70.0, Nicotinic Acid 300.0, D-Calcium Pantothenate 160.0, Folic Acid 20.0, D-Biotin 2.0, Vit. B₁₂ 0.1, Vit. A 80.0, Vit. D₃ 0.25, Vit. K 0.5, Sucrose 99247.15

f) Mineral mixtuer(g / 100 g) : CaHPO₄ 50.0, NaCl 7.4, K₃C₆H₅O₇ · H₂O 22.0, K₂SO₄ 5.2, MgO 2.4, Manganous carbonate(43-48%Mn) 0.35, Ferric citrate(16.7%Fe) 0.6, Zinc carbonate(70% Zn) 0.16, Cupric carbonate(53-55%Cu) 0.03, KIO₃ 0.001, Na₂SeO₃ · 5H₂O 0.001, CrK(SO₄)₂ · 12H₂O 0.055, Sucrose 11.804

g) Samyang genes Co.

h) Sigma Chemical Co., USA

i) Jeju o'sulloc museum

2) 식이 섭취량과 체중 및 식이효율

식이 섭취량은 3일 단위로 각 그룹 당 평균 섭취량을 같게 하기 위해 제한식으로 pair-feeding을 하였다. 1일 동안 충분히 섭취하게 한 후 각 그룹별로 섭취량을 계산하여 가장 적게 섭취한 그룹을 기준으로 2일간 가감하여 식이를 공급함으로써 각 그룹 당 3일 동안 평균 섭취량은 같게 조절하였고, 매일 같은 시간에 측정하였다. 식이섭취량을 정확하게 계산하기 위해 소실되는 사료량도 매일 측정하여 정확하게 사료섭취량을 계산하였다. 체중은 식이 섭취로 인한 일시적인 체중 변화를 막기 위하여 측정하기 1시간 전에 식이를 제거한 후 3일마다 매번 같은 시간에 측정하였다.

식이 효율 [Food Efficiency Ratio, FER; $\text{weight gain(g)} / \text{food intake(g)}$]은 전 실험기간에 대해서 계산되었다.

2. 실험방법

1) 시료수집

(1) 혈액채취

실험기간 종료 전에 16 시간을 절식시키고 에테르로 마취시킨 후, 헤파린이 들어 있는 vacuum tube에 cardiac puncture 방법으로 혈액을 채취하였다. 혈소판 응집과 Na-leak, 적혈구 용혈, 그리고 hematocrit 측정은 채혈 즉시 전혈로 실시되었다. 나머지 혈액은 $1000 \times g$ 에서 15분간 원심 분리하여 혈장을 분리하여 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방 분석을 위해 -20°C 냉동고에 보관하였다.

Hematocrit는 헤파린이 들어 있는 capillary tube를 사용하여 hematocrit 용 원심분리기로 $1000 \times g$ 에서 15분간 혈액을 원심분리한 후 측정하였다.

(2) 간 및 동맥조직 적출

간을 혈액채취 후 바로 적출하여 거름종이로 표면의 혈액을 제거한 후 즉시 무게를 측정하였다. 간 조직의 일부는 간 조직 내 지방크기 관찰을 위해 Bouin's solution용액에 일부 고정시키고, 나머지는 총콜레스테롤, 중성지방 분석

을 위해 -20 °C 냉동고에 보관하였다.

동맥도 간을 적출한 후 바로 분리하여 간조직과 동일하게 Bouin's solution 용액에 고정시켰다. 현미경관찰을 위한 동맥조직은 각 그룹 당 3마리씩 분리하였다.

2) 시료분석

(1) 혈장 지질 농도 분석

총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 그리고 중성지방의 성분정량분석에는 commercial enzymatic kit (ASAN Pharmaceutical Co., Ltd, Korea)를 사용하였다. 총 콜레스테롤과 중성지방 분석에는 혈청 10 μ l을 사용하였고, HDL-콜레스테롤의 분석에는 200 μ l을 사용하여 두 반복으로 진행하였다. HDL-콜레스테롤은 분리시액 200 μ l를 넣고 vortex하여, 10분 방치한 것을 1000 × g에서 10분간 원심 분리한 후 상층액 50 μ l를 가지고 분석하였다. 각각 enzymatic reagent를 1.5 ml씩 넣은 후 37 °C water bath에서 총콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤은 5분간, 중성지방은 10분간 배양하여 발색시켰다. 총 콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤은 500 nm에서, 그리고 중성지방은 550 nm에서 spectrophotometer로 흡광도를 측정하였다.

LDL-콜레스테롤은 분석을 통해 얻은 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 그리고 중성지방의 수치를 이용하여 아래의 계산식에 의해 계산되었다.⁶⁶⁾

$$[\text{LDL-Cholesterol} = \text{T-cholesterol} - (\text{HDL-cholesterol} + \text{TG}/5)]$$

(2) 간 지질 농도 분석

간의 콜레스테롤과 중성지방의 분석은 Folch 등⁶⁷⁾의 방법을 다소 수정하여 수행되었다. 간 조직 0.6 g을 절단하여 15 ml conical tube 입구에 넣고 가위로 잘게 조각을 낸 후에 10 ml Folch solution을 넣어 하루 밤 동안 세워두었다. Whatman #1로 여과시킨 후 여과된 간 추출액과 0.5% H₂SO₄ 3 ml를 Separatory funnel에 넣어 흔들어 주었다. 분리된 하층을 새로운 conical tube에 넣고 Folch solution (chloroform/methanol, 2:1, v/v)을 첨가하여 총량이 10 ml이 되도록 맞추었다 (Figure 2). 이 추출액 10 μ l를 중성지방 분석에 이용하였다. 10

ml 추출물 500 μ l을 새로운 tube에 넣어 하루 밤 동안 세워 실온에서 자연 건조시킨 후 50 μ l Triton X-100/ chloroform solution (1/1, v/v)을 첨가하여 vortex 하고 다시 chloroform 450 μ l을 넣어 총 500 μ l가 되게 희석하여 다시 vortex 하였다. 이 용액 10 μ l를 간 콜레스테롤 측정하는데 이용하였다.

간 콜레스테롤과 중성지방 분석은 위 추출액 10 μ l를 실온에서 자연 건조시킨 후 enzymatic reagent(ASAN pharmaceutical Co., Ltd, Korea) 1.5 ml를 넣고 37 $^{\circ}$ C water bath에서 10분 간 배양하여 발색시킨 후, 콜레스테롤은 500 nm에서, 중성지방은 550 nm에서 각 각 두 반복 측정하였다. (Figure 2)



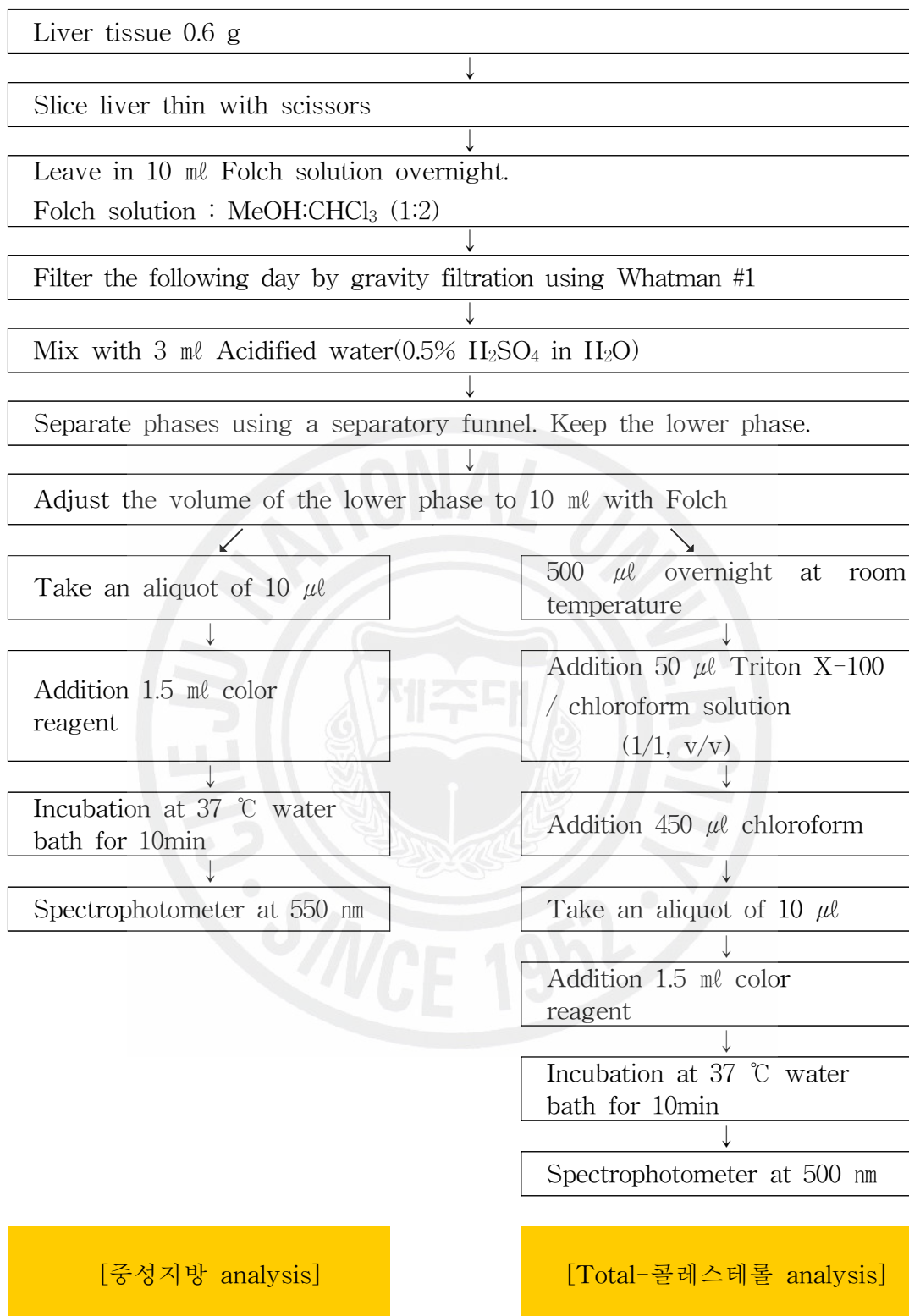


Figure 2. Analytical scheme of total cholesterol and triglyceride in the liver.

(3) 변의 C¹⁴-콜레스테롤 방사성 동위원소 측정

콜레스테롤의 흡수율을 측정하기 위해서 0.2 μ ci의 C¹⁴-cholesterol을 각각의 쥐에게 기본식이와 함께 섭취시킨 후, 만 1일에서부터 6일까지의 변을 수집하여 상온에서 건조시켜 무게를 측정하였다. 건조된 변을 각각 분쇄하여 수집된 변을 채집한 일별로 개체군별로 각각 plastic vial에 밀봉하여 상온에 보관하였다. 측정은 시료별로 색조가 각기 달라 color quenching을 최소화 시킬 수 있는 양을 예비시험을 통하여 0.2 g 으로 선택 하였다. 각 시료 0.2 g에 scintillation cocktail (SØINT - A XF, Packard) 20 ml을 scintillation vial에 넣어 잘 흔들고, 충분히 우려나도록 상온에서 3일 동안 보관한 후 Liquid scintillation counter (Packard 2700PR)를 이용하여 측정하였고 소량의 색도광은 외표준선원법(ESCR)으로 보정하였다.

(4) 간 및 동맥조직 표본제작

적출 즉시 손상을 최소화하기 위해 Bouin's solution에 고정하였고, 자동조직파라핀 유도장치를 이용해 paraffin 유도과정을 거쳐 파라핀 블록을 만들어 microtome을 이용하여 간 및 동맥 조직의 종단면을 5 ~ 7 μ m 두께로 절편 하였다. 조직표본은 Harris hematoxylin(H)과 0.5%-eosin(E)으로 비교염색을 하였다.

(5) 혈소판 응집 (Whole blood platelet aggregation)

혈소판응집은 전혈을 이용한 impedance 방법으로 Chronolog Platelet Aggregometer (Chronolog 500-CA, Havertown, Pa)를 이용하여 측정되었다. 채혈 즉시 전혈 250 μ l를 750 μ l 생리적 식염수 (0.9% NaCl)로 희석시켜 (1:4) 혈소판 농도 200,000/ μ l로 조정한 후, 20 μ l의 1 mM ADP (adenosine diphosphate)를 넣어 최종 농도 20 μ M이 되게 하여 응집을 유도하였으며, 3회 반복한 평균치를 사용하였다.

Whole blood platelet aggregation은 응집의 진행에 따라 혈액에 삽입된 두개의 백금전극 사이에 나타나는 전기저항 (impedance)의 상승을 측정하는 방법으로, recorder response를 20 Ω 이 되게 impedance gain을 맞추어 둔 것이다. 이 방법은 신선한 전혈을 사용하여 혈액 내 다른 성분의 존재 하에서 측정하므로,

보다 생리적인 상태에서 혈소판 응집성을 관찰하는 장점이 있다.

(6) 적혈구 용혈

적혈구 용혈 정도는 Buckingham⁶⁸⁾의 방법을 참고하여 측정하였다. 적혈구의 용혈은 헤파린 처리된 혈액을 채혈 즉시 200 μ l 따서 Phosphate Buffered Saline (PBS, pH 7.4) 5 ml에 분산시킨다. PBS는 phosphate buffer (0.1M Na₂HPO₄, 0.02M HCl)와 0.89% NaCl를 동량으로 혼합하여 제조하였다. PBS에 분산시킨 용액을 1,200 × g에서 10분간 원심 분리하여 상층액을 버린 다음, 적혈구 부분만을 다시 5 ml의 PBS용액에 분산시킨다. 두 개의 시험관에 각기 4 ml의 PBS와 증류수를 넣은 다음 적혈구 분산액을 1 ml씩 넣어 혼합하고 마개를 한 후 37 °C에서 4시간 배양한다. 배양액을 천천히 아래위로 흔들어 액을 섞은 후 10분간 1,200 × g에서 원심분리하고, 상층액을 취해서 spectrophotometer로 415 nm에서 흡광도를 측정했다.

$$[\% \text{ 용혈} = (\text{buffer 분산액의 흡광도} / \text{증류수 분산액의 흡광도}) \times 100]$$

(7) 적혈구막 Na-leak 측정

가. 적혈구 전처리

전혈을 1000 × g에서 10분간 원심분리 시켜 plasma와 buffy coat를 걷어낸다. 적혈구를 50 ml Conical tube에서 대략 5배의 cold isotonic choline chloride washing solution (CWS, 150 mM choline chloride, 10 mM Tris-4-morpholinopropane sulfonic acid (MOPS) 4°C pH 7.4)를 넣고 천천히 위 아래로 흔들어준 후 다시 1000 × g에서 10분간 원심분리 시킨 후 상층액을 버린다. 이렇게 CWS 로 5번 반복해서 적혈구를 씻어준다. 마지막 상층액을 버린 후 적혈구 pellet을 CWS 로 희석하여 hematocrit 값이 40 ~ 50%가 되게 조정 한 후 정확한 hematocrit값을 측정하였고 이 적혈구용액을 intracellular Na, Na-leak 측정에 사용하였다.

나. Intracellular Na 측정

적혈구 용액 50 μl 를 5 ml의 0.02% acationox (metal free detergent, Scientific Product, USA)을 넣은 것으로, 적혈구내의 Na 농도 (intracellular Na) 값을 계산하기 위하여 원자흡광광도계 (atomic absorption spectrophotometer, AA6701F Shimadzu Corporation, Japan)을 이용하여 Na 농도를 측정하였다.

다. Na-leak 측정

Na-leak은 Na-K ATPase(ouabain)와 Na-K cotransport(furosemide)로부터 Na efflux를 차단한 상태에서 흘러나온 Na량을 뜻하는 것으로, Radical 생성물질 2,2'-azobis (2-amidino-propane) dihydrochloride (AAPH)를 처리한 적혈구와 Intact한 적혈구로부터 흘러나오는 Na량의 차이를 말한다.

AAPH는 수용성으로서 세포막 안으로 들어가서 Peroxyl radical(AOO \cdot)을 생성하여 적혈구의 지방층만을 과산화 시켜 세포막의 손상을 초래하는 것으로¹⁰⁾, Intact한 적혈구에 비해 AAPH로 처리된 적혈구의 Na-leak 은 증가한다. (Figure 3)

Hematocrit을 측정된 적혈구 용액 1.5 ml를 각각 30 ml의 1 mM AAPH첨가된 medium 4 (150 mM choline chloride, 10 mM glucose, 1 mM ouabain, 1 mM furosemide, 10 mM Tris-MOPS 37 °C pH 7.4)와 AAPH가 첨가되지 않은 medium 4 에 넣어 섞은 후 10개의 test tube에 고르게 분배하여 0, 10, 20, 30, 40분 간격으로 37 °C shaking water bath에서 배양하여, 즉시 얼음 속으로 옮겨 Na efflux를 중단시킨 후, 4 °C에서 원심 분리하여 상층액을 분리하였다. Na leak실험은 진행되는 동안 모든 medium과 test tubes는 얼음 속에 보관되었다.

분리된 상층액의 Na 농도는 atomic absorption spectrophotometer (AA6701F Shimadzu Corporation, Japan)을 이용하여 측정하였고 기울기 (Na $\mu\text{g}/\text{ml}/\text{min}$)를 구한 후, AAPH를 처리한 적혈구와 Intact한 적혈구로부터 흘러나온 Na의 기울기 값의 차이를 아래와 같이 구하였다.^{69,70)}

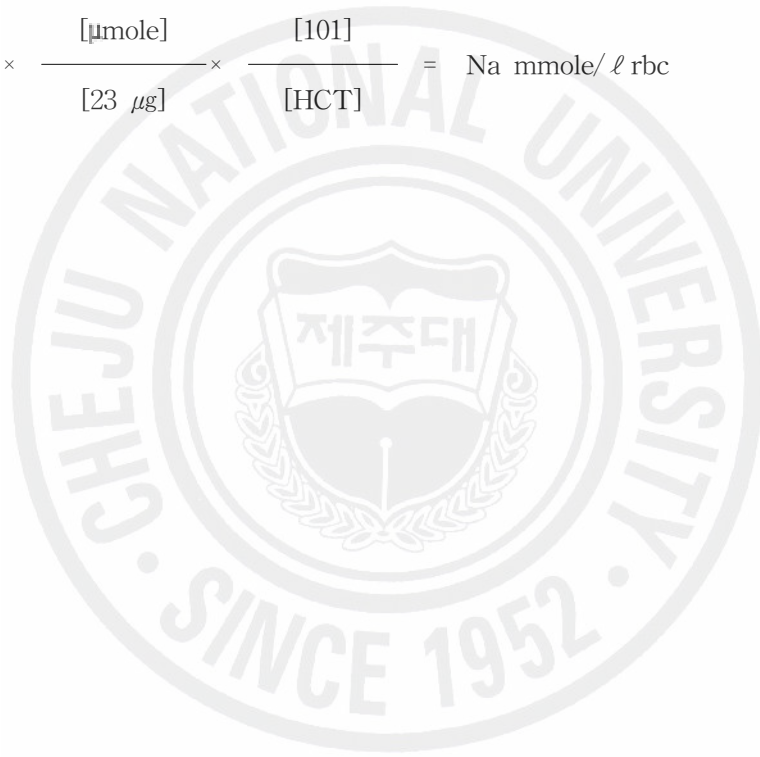
적혈구 용액

계산식 :

$$\frac{[\text{Na } \mu\text{g}/\text{ml}]}{[\text{min}]} \times \frac{[60 \text{ min}]}{[\text{hr}]} \times \frac{[\mu\text{mole}]}{[23 \mu\text{g}]} \times \frac{[31.5 - (1.5 \times \text{HCT})]}{[1.5 \times \text{HCT}]} = \text{Na mmole}/\ell \text{ rbc}/\text{hr}$$

Intracellular Na :

$$\frac{[\text{Na } \mu\text{g}]}{[\text{ml}]} \times \frac{[\mu\text{mole}]}{[23 \mu\text{g}]} \times \frac{[101]}{[\text{HCT}]} = \text{Na mmole}/\ell \text{ rbc}$$



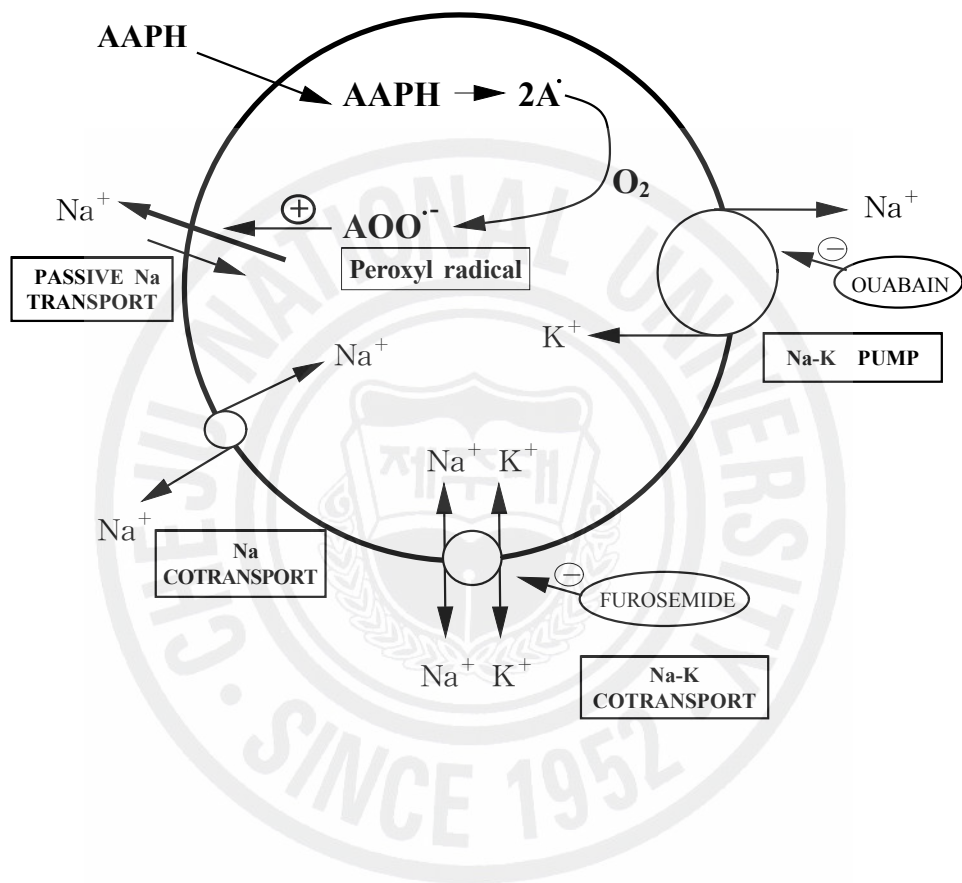


Figure 3. Model of The Mechanism of AAPH Induced Na-Leak in Red Blood Cell

(8) 혈장 TBARS 측정

혈장 TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substance) 함량은 Yagi⁷¹⁾의 방법을 이용하여 측정하였다. 혈장에 0.1 ml와 1/12N 황산 4 ml와 10% phosphotungstic acid 0.5 ml를 넣고 5분간 방치한 후 1,200 × g에서 10분간 원심분리하여 상층액은 버리고 침전물에 1/12N 황산 2 ml와 10% phosphotungstic acid 0.3 ml를 넣고 위와 같은 과정을 다시 한 번 반복하였다. 이 과정 후 얻어진 침전물에 증류수와 Thiobarbituric acid (TBA) reagent를 가하여 잘 섞은 후 뚜껑을 막고 95℃에서 1시간 반응시켰다. 여기에 n-butanol을 가하여 잘 섞은 후 1,200 × g에서 15분간 원심분리한 후 상층액을 취하였다. 1,1,4,4-tetramethoxypropane을 표준용액으로 하여 상층액에 있는 TBARS양을 Spectrofluorometer (Kontron Instruments SFM-25)로 excitation 515 nm, emission 553 nm에서 정량 하였다.

3. 통계처리방법

본 실험의 측정치는 평균과 표준편차로 표시되었고, 실험 결과들은 one-way ANOVA를 사용하여 분석하였으며, 5% 수준에서 유의차가 있을 때 Duncan multiple range test에 의해 각 처리군 간의 유의차를 검증하였다.

Ⅲ. 실험 결과 및 고찰

1. 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율 및 간/체중 무게비

실험동물의 평균 일일 증체량 (Average daily gain, ADG), 평균 일일 식이섭취량 (Average daily feed intake, ADFI), 식이 효율(Feed efficiency ratio, FER) 및 간/체중 무게비 (Liver weight /Body weight ratio, L.W/B.W ratio)는 <Table 2> 에 제시되었다.

시작체중은 모든 군에서 213 g 으로 동일하게 시작되었으며, 제한식이를 한 결과 각 군의 평균 일일 식이섭취량(ADFI)은 15.80 g 으로 모든 군에 대해서 동량의 식이가 섭취되었다. 최종체중은 대조군에 비해서, 녹차를 섭취한 녹차 분말군과 녹차 추출물군의 체중이 감소하였으며, 특히 녹차 추출물군은 대조군에 비해서 5.5%나 낮추어 유의적으로 체중이 감소하게 나타났다 ($p<0.1$). 평균 1일 증체량 (ADG)은 녹차 섭취에 의해 감소하는 경향을 나타냈는데, 대조군에 비하여, 녹차 분말군이 11%, 녹차 추출물군이 19% 정도 감소하는 경향을 보였으며, 특히 대조군에 비해 녹차 추출물군이 유의적으로 감소하게 나타났다 ($p<0.05$). 식이효율 (F.E.R)은 녹차 섭취군이 같은 식이량을 섭취하고도 체중이 감소하는 것으로 나타났다. 대조군이 식이효율 면에서 가장 높았고, 녹차 분말군의 경우 대조군에 비해 13% 감소하게 나타났으며, 녹차 추출물군은 17%나 식이효율이 낮게 나타나 녹차 추출물의 경우 유의적인 차이를 보였다 ($p<0.05$). 따라서 식이 효율 면에서 녹차의 섭취는 사람에게 있어서 체중감소나 항비만의 가능성을 기대할 수 있겠다.

체중에 대한 간의 무게 비 (L.W/B.W ratio)는 녹차 추출물군에서 가장 낮게 나타났으나 유의적이지는 않았다.

녹차와 체중과의 관계에 대해서 많은 연구결과들이 보고되고 있다.^{38,39,41)} 녹차를 음용한 과체중 여자들에 있어서 체중을 낮추고, 짧은 기간동안에 에너지소비량과 지방의 산화가 증가되었다.³⁸⁾ 또한 4%의 녹차분말을 섭취시킨 동물실험에서 시작체중과 식이섭취량의 유의적 차이는 없었으나, 체중증가량과 식이효율이

가장 낮게 나타나⁴¹⁾ 본 실험 결과와도 유사한 연구결과를 보였다. Kazutoshi 등⁴⁷⁾은 녹차분말을 1%, 2%, 4%로 식이에 배합하여 16주간 섭취시킨 결과 2%, 4%군에서 체중 증가와 복강 내 지방조직이 현저하게 억제되었고, 4%군은 식이섭취량 억제로 인한 체중감소였다면, 2%군에서는 식이섭취량의 변화 없이 체중이 감소하였다. 또한 체중증가 패턴을 살펴보았을 때 2%군은 8주차부터, 4%군은 4주차부터 대조군과 유의적 차이를 보이면서 체중이 감소하였다. 반면 김은성 등⁷²⁾의 연구에서는 5% 녹차 분말군이 오히려 체중 증가량을 유의적으로 증가시켰으며, 5% 녹차 추출물군은 대조군과 비슷한 경향을 보였다. Sano 등⁷³⁾에 의하면 쥐에서 녹차 추출물을 투여했을 때 체중과 복강 내 지방조직 및 지방대사에 영향을 미치지 않았다. Tonooka 등⁷⁴⁾은 3.5%의 녹차 catechin을 흰쥐에 섭취시킨 30일 후의 체중이 대조군 보다 유의적으로 낮았으나, 2% catechin 첨가로 3개월간 사육했을 경우에는 대조군과 차이가 없었고, 녹차 섭취가 체중에 미치는 영향은 첨가량과 기간에 따라 다르게 나타나는 것으로 보고하였다.

전정례 등³⁹⁾의 쥐 실험 연구에서는 녹차 추출물을 1%, 2%, 4% 식이 함유 군에서 대조군에 비해 각각 3.4%, 6.2%, 6.5% 체중이 낮아졌고, 복부 지방량 또한 0.5%, 1%, 2%, 4% 첨가군에서 각각 대조군에 비해 5.7%, 9.8%, 23.1%, 25.7%의 복부 지방량이 감소하였고, 탄수화물 대사와 관련이 있는 췌장 α -amylase의 활성억제 능력에서도 녹차가 홍차나 솔잎 추출물에 비해 4-6배 정도의 우수한 억제능을 나타내었고, lipase의 경우에도 2-4배 우수한 억제능을 보여 주었다. Gupta 등⁷⁵⁾은 녹차의 항비만 효과를 catechin 성분들로 설명 하였으며, 이러한 성분들이 췌장의 α -amylase, lipase의 활성을 저해하여 탄수화물과 지방의 소화와 흡수억제로 인한 칼로리 섭취량 제한 효과로 항비만 효과가 있었다.

Dulloo 등⁷⁶⁾을 통한 연구에서는 녹차 catechin과 카페인과의 상호작용을 통해 교감신경계를 자극 미토콘드리아가 많은 갈색지방을 자극시켜 열 발생을 증가시켰으며, Choo⁷⁷⁾의 경우에도 고지방식이를 섭취한 쥐의 갈색지방조직에서의 교감신경 수용체 (β -adrenoceptor)의 활성을 통한 열 발생을 측정하였을 때, 녹차추출물을 섭취한 경우 에너지 소비는 증가하였다. Dulloo 등⁷⁸⁾은 건강한 젊은 남성에게 매 식사마다 EGCG(90 mg)와 카페인(50 mg)이 함유된 녹차 추출물을 섭취하게 하여 24시간 후 caffeine (50 mg) 또는 placebo에 비해 에너지 소비가 유의적

으로 증가하였고, 그 이유를 catechol-O-methyltransferase의 활성억제 효과와 녹차와 카페인과의 상승작용에 의해 교감신경의 자극을 연장하여 열 발생을 증가시키는 것으로 보았다. 따라서 녹차는 교감신경 수용체의 활성을 증가시켜 갈색지방조직에서의 지방대사를 촉진시키게 되고, 포도당대사를 활발하게 함으로써 대사적 열생산을 증가시키게 되므로 결국 에너지 소비가 증가되어 항비만의 효과가 있다고 하겠다.

본 연구에서는 동량의식이섭취를 통해서 10% 녹차 분말군과 3%의 녹차 추출물군은 대조군에 비해 체중감소 효과를 보였으며, 특히 녹차 추출물은 식이효율이 낮아 체중을 유의적으로 감소시키는 것으로 나타났다. 이러한 체중 감소 효과는 녹차의 추출물속의 catechin을 포함한 생리활성 성분들이 지방의 흡수를 저해하였거나 지방대사를 활발하게 하는 다양한 연구결과에서 나타난 여러 효과에서 기인 한 것으로 사료된다.



Table 2. Effects of green tea powder or green tea extract on growth rate and feed intake.

	Control	Green tea powder	Green tea extract
Initial B.W(g)	213.3±11.1	213.1±11.2	213.1±12.1
Final B.W(g)*	316.1±18.7 ^a	305.1±23.6 ^{ab}	298.7±8.4 ^b
ADG(g/d) ^{1)**}	3.7±0.3 ^a	3.3±0.7 ^{ab}	3.0±0.2 ^b
ADFI(g/d) ²⁾	15.8±6.2	15.8±6.3	15.8±6.8
FER(g/d) ^{3)**}	0.22±0.09 ^a	0.2±0.04 ^{ab}	0.19±0.01 ^b
L.W/B.W(% ⁴⁾	4.4±0.2	4.5±0.4	4.1±0.5

1) ADG : Average daily gain

2) ADFI : Average daily feed intake

3) F.E.R : Feed Efficiency Ratio

4) L.W/B.W : Liver wight / Body weight ratio

Values are means ± SD of 10 rats.

**Values in the same row not sharing the same superscript differ (p<0.05)

*Values in the same row not sharing the same superscript differ (p<0.1)

2. 혈장의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 중성지방

혈장 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방 수준을 <Table 3>에 제시하였다.

혈장 총콜레스테롤의 경우 대조군에 비해 녹차 섭취군이 낮은 경향을 보였으며 녹차분말의 경우는 7.2% 정도, 녹차 추출물의 경우 6.4%나 대조군에 비해 감소시켰지만 유의적 차이는 보이지 않았다. 반면, 혈장 HDL-콜레스테롤의 경우는 대조군에 비해 녹차 분말군은 27%, 녹차 추출물군은 6%가 높게 나타났으며, 특히 녹차 분말군이 유의적으로 아주 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 따라서 혈장 총콜레스테롤의 감소는 LDL-콜레스테롤의 감소로 나타나 녹차섭취 시 심순환계 질환에 관계되는 LDL-콜레스테롤만을 낮추는 효과가 확인되어졌다. 혈장 중성지방의 경우도 대조군에 비해서 녹차 섭취군에서 낮은 경향을 보였으며, 녹차 분말군의 경우 대조군에 비해 16% 정도, 녹차 추출물군의 경우 26%를 감소시켜 녹차 추출물의 경우 대조군에 비하여 유의적으로 낮게 나타났다 ($p < 0.01$).

Raederstorff 등⁷⁹⁾의 연구에서 Wistar rat에게 녹차의 catechin 성분인 EGCG를 0.25%, 0.5%, 1%를 사료에 혼합하여 섭취시킨 결과 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 혈중 농도가 유의적으로 감소하였으나, 혈장 중성지방과 HDL-콜레스테롤에는 변화가 없는 반면, Muramatsu 등⁸⁰⁾은 4%의 녹차 추출물을 첨가 한 군에서 혈청의 총 콜레스테롤 및 중성지방을 대조군과 유사하게 낮추었다. Kazutoshi⁴⁷⁾의 연구에서는 가루녹차 2%, 4% 함유 식이 군에서 혈청 중성지방은 녹차 함량 증가에 따라 유의적으로 감소하였으나 총 콜레스테롤에는 영향을 미치지 않았다. 김은성 등⁷²⁾은 5% 녹차 추출물과, 녹차 분말군에서 혈장의 총콜레스테롤은 대조군보다 낮은 경향을 보이며, 중성지방의 경우에는 추출물만이 낮추는 결과를 보였으며, HDL-콜레스테롤의 경우는 녹차 분말군이 가장 높은 것으로 나타나 본 연구결과에서와 마찬가지로 유사한 경향을 보였다.

이성현 등⁵¹⁾의 연구에서는 녹차 추출물 1% 수준으로 급여 했을 때 HDL-콜레스테롤의 경우 유의적이지는 않지만 대조군보다 높은 경향을 보였으며, LDL-콜레스테롤, 중성지방 및 총콜레스테롤도 대조군보다 유의적으로 감소시켰다. 이러한 혈장 콜레스테롤의 결과는 본 연구에서 3%의 추출물을 급여함에도 불구하고 혈장 총콜레스테롤을 유의적으로 감소시키지 못한 것과 큰 차이가 있었지만 대

조균에 비해 녹차 섭취군이 다소 감소하게 나타나 비슷한 경향을 보인다고 할 수 있겠다. 만약 이성현 등⁵¹⁾의 실험과 본 실험과의 총콜레스테롤의 감소 변화차를 생각해본다면, 본 실험의 경우 비록 농도는 3배 높지만 제한식으로 인해 식이 섭취량이 적었고 그로 인해 녹차추출물 섭취량이 효과를 나타낼 만큼 충분한 섭취량이 되지 못한 것으로 사료된다.

반면 김영언 등⁸¹⁾의 연구결과에서는 1% cholesterol을 식이에 첨가하고 녹차 추출물을 500 mg/kg B.W으로 4주간 경구 투여한 결과 혈장 중성지방, 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤이 대조군보다 오히려 증가하였으며, HDL-콜레스테롤은 다소 증가하였으나 유의적이지는 않아 녹차 추출물의 경구투여에 따른 혈액 내 지질성분의 개선효과는 나타나지 않았다. Bursill 등⁸²⁾은 0.25%의 콜레스테롤을 2주간 먹인 New Zealand White rabbits에게 녹차에서 추출한 catechin을 0.5%, 1%, 2%를 4주간 섭취시킨 결과 대조군에 비해 혈장 콜레스테롤은 60%, VLDL과 IDL은 70%, LDL은 80%를 유의적으로 낮췄다고 보고하였다.

한편 녹차의 지질개선효과에 관련된 기전으로 췌장리파아제의 활성억제를 통한 식이지방의 흡수를 억제⁴³⁾하거나 또는 장에서의 콜레스테롤의 흡수를 저해하는 것으로 받아들이는 Helena 등⁴²⁾의 연구결과가 있다. Helena 등은 녹차의 주요한 catechin 성분들과 ¹⁴C-cholesterol을 섭취시킨 후 8시간동안 Lymphatic absorption을 측정해 본 결과 catechin은 콜레스테롤 흡수를 저해 하여 혈중 내 콜레스테롤 수치를 낮췄으며, catechin 농도를 달리하여 급여 시 콜레스테롤 흡수율은 catechin 농도가 높을수록 흡수량은 감소되어, 녹차 catechin이 콜레스테롤의 흡수를 억제하는 것으로 보고하였다.

본 연구에서는 Raederstorff⁷⁹⁾, Kazutoshi⁴⁷⁾, 김은성⁷²⁾, 이성현⁵¹⁾ 등의 연구결과와 유사하게 나타났다. 대조군에 비해 녹차 급여를 통해 혈장 총 콜레스테롤 수준은 감소되었으나 오히려 HDL-콜레스테롤의 수준은 증가되었고 그로 인하여, 결과적으로 LDL-콜레스테롤의 감소로 나타났다. 결국 녹차섭취가 혈중 지질을 개선시켜 관상동맥질환의 발생을 감소시킨다고 볼 수 있을 것이다. 이러한 결과는 녹차 음용한 사람들의 관상동맥질환 발병률이 낮다는 역학적 연구와도 연관되어진다고 할 수 있다.

Table 3. Effects of green tea powder or green tea extract on plasma cholesterol and triglyceride content in rats.

	Control	Green tea powder	Green tea extract
<i>Plasma (mg/ml)</i>			
Total-Cholesterol	199.4 ± 52.7	185.1±47.1	186.7±42.3
LDL-Cholesterol	159.3±35.5	140.6±29.5	148.8±43.4
HDL-Cholesterol*	25.1±2.9 ^b	31.9±3.9 ^a	26.7±4.3 ^{ab}
Triglyceride**	74.9±11.8 ^a	62.7±12.9 ^{ab}	55.7±11.4 ^b

Values are means ± SD of 10 rats.

**Values in the same row not sharing the same superscript differ (p<0.01)

*Values in the same row not sharing the same superscript differ (p<0.05)

3. 간의 총 콜레스테롤 및 중성지방

간의 총콜레스테롤과 중성지방 결과를 〈Table 4〉에 제시하였다. 간의 총콜레스테롤은 혈장의 총 콜레스테롤과 유사한 경향을 보였으며, 대조군과 비교하면 녹차 섭취군이 낮은 경향으로 나타났다. 대조군에 비해 녹차 분말군의 경우 7.2% 정도, 녹차 추출물군의 경우 6.3% 감소시키는 경향을 보였으나, 각 처리간 유의적 차이는 없었다. 반면 간의 중성지방 수준은 녹차 섭취군이 급격하게 감소하는 경향을 보였으며, 녹차 분말군의 경우 대조군에 비해 62% 정도, 녹차 추출물의 경우 58% 정도 유의적으로 감소시켰다 ($p < 0.01$)

Kazutoshi 등⁴⁷⁾의 연구에서 가루녹차 2%, 4% 함유 식이 군에서 총콜레스테롤과 간 중성지방이 대조군에 비해 유의적으로 감소하였으며, 정희정 등⁸³⁾은 0.5% 녹차추출물을 식이에 첨가했을 때 간의 총콜레스테롤, 중성지방이 감소하였지만 유의적이지 않았다고 하였다. Muramatsu 등⁵²⁾의 연구에서 1% 콜레스테롤과 15% lard를 넣은 기본식이에 녹차 catechin 1%와 2%를 4주간 급여하였을 때 간에서의 총지방과 콜레스테롤의 농도는 감소하였다. 김영언 등⁸¹⁾의 연구보고에서는 1%콜레스테롤 식이를 급여하여 녹차 추출물을 50mg/kg BW을 4주간 경구 투여한 결과 간의 중성지방농도가 다소 감소하였으나 유의적이지 않았고 총 콜레스테롤은 유의적으로 감소한 반면, 이성현 등⁵¹⁾은 0.5%의 콜레스테롤 식이에 1% 녹차분말을 섭취시킨 쥐의 간 총 지방과 중성지방이 대조군에 비해 유의적으로 감소하였으며, 총 콜레스테롤은 다소 낮은 경향을 보여, 본 연구와 비슷한 경향을 나타내었다.

한편 지질분석 결과 외에 김영언 등⁸⁴⁾은 녹차 추출물 500 mg의 경구투여로 인한 간에서의 콜레스테롤의 생합성 기전과 관련된 HMG-CoA reductase, LDL receptor의 mRNA 변화를 관찰한 결과, 정상대조군과 고콜레스테롤군 사이에는 변화가 없는 반면에, 녹차 추출물 투여군과 고콜레스테롤 섭취군 간에 HMG-CoA reductase mRNA 수준이 유의적으로 감소하였다. 이러한 결과로 녹차 추출물의 투여는 HMG-CoA reductase 활성이 감소되어 간에서의 콜레스테롤 합성이 저해되었으며, 반면 LDL receptor mRNA 수준은 유의하게 증가하여 간에서의 LDL receptor가 up-regulation하여 혈중의 콜레스테롤 수준을 낮추는 하

나의 기작으로 작용하였을 것이다. Bursill 등⁸²⁾은 0.25% 콜레스테롤 식이에 녹차 추출물을 0.5%, 1%, 2%를 4주간 섭취시킨 New Zealand White rabbits에서 간의 LDL receptor 활성을 살펴본 결과, 대조군에 비해 활성이 80%나 증가하여, 간에서 LDL을 활발히 받아들여 담즙산이나 배설물로 분해, 배출하고 결국 혈중의 콜레스테롤을 낮추는 작용을 하였다.

진현화 등⁴¹⁾은 1% 콜레스테롤 식이에 1%의 catechin과 0.5% 녹차 EGCG 식이를 7주간 섭취한 흰쥐에서 콜레스테롤을 담즙산으로 분해시키는 속도제한 효소 cholesterol 7 α -hydroxylase(CYP7A1)의 활성을 측정한 결과, CYP7A1의 활성이 대조군에 비해 5배가량 증가하였다. Yang 등⁸⁵⁾도 고콜레스테롤 식이를 섭취한 흰쥐에 2% catechin 급여가 CYP7A1 활성에 유의적 효과를 주지 못하였으나, 4% catechin군에서 분변으로 담즙산과 콜레스테롤 배설이 증가하여 이는 간에서 CYP7A1의 활성증가에 기인하는 것으로 보고하였다.

본 실험 결과 녹차의 섭취는 간 중성지방을 낮추는데 아주 탁월하다고 생각하며 이로 인하여 지방간 예방에 효과적이라 본다. 또한 이 실험을 통하여 정확하게 어떤 기전으로 지방축적이 억제되었는지는 불분명하며 앞으로도 많은 연구가 필요하리라 본다.

Table 4. Effects of green tea powder or green tea extract on liver cholesterol and triglyceride content in rats.

	Control	Green tea powder	Green tea extract
<i>Liver (mg/g)</i>			
Total-Cholesterol	33.3±5.7	30.9±5.0	31.2±7.0
Triglyceride*	18.9±4.9 ^a	7.1±1.5 ^b	7.8±1.6 ^b

Values are means ± SD of 10 rats.

*Values in the same row not sharing the same superscript differ (p<0.01)

4. ¹⁴C-콜레스테롤 급여 후 변으로의 방사능 배출

¹⁴C-cholesterol을 식이에 첨가한 양에 대해서 변으로의 콜레스테롤 배설량을 <Table 5> 과 <Figure 4> 에 제시하였다. 실험기간동안 모든 처리군에서 배설된 변 무게는 비슷한 경향을 보였으며, 통계적으로도 유의적이게 나타나지 않았다. 반면 식이로 섭취한 50 mg 콜레스테롤 배설량을 보면 대조군과 녹차 분말군의 경우 약 4 mg인데 반해 녹차 추출물의 경우는 15.7 mg으로 배설량이 유의적으로 높았으며 ($p < 0.01$), 배설율도 대조군과 녹차 분말군에 비해 녹차 추출물군은 31.5% 유의적으로 높은 배설율을 보였다 ($p < 0.01$). 따라서 녹차 추출물이 식이로 섭취된 콜레스테롤을 배설율이 높은 것으로 보아, 녹차의 식이콜레스테롤 흡수 억제 효과는 녹차의 섬유질 이라기보다는 녹차 추출물의 생리적 활성물질로 사료된다.

각 군당 변으로의 6일간 배출 패턴을 살펴보면 ¹⁴C-cholesterol을 섭취시킨 후 만 1일간 수집한 모든 군의 변에서는 방사능이 검출되지 않았지만, 대조군과 녹차분말군의 경우 만 2~3 일까지 방사능 배출이 증가 하다가 6일까지 감소하는 경향을 보였으나, 녹차 추출물군은 만 2일부터 계속 방사능 배출량이 증가하여 만 6일이 될 때까지도 유의적으로 계속 높게 배출되었다 <Figure 4> . 녹차 추출물군은 만 6일까지도 계속 높은 배설량을 보였는데 실험기간을 길게 잡아서 계속 수집을 하였더라면 이보다 많은 배설량이 배출되었으리라 사료된다.

Helena 등⁴²⁾의 연구에서는 GT1군은 총 녹차카테킨 42.9 mg을, GT2군은 120.5 mg을 섭취시켜 ¹⁴C-cholesterol을 사용하여 섭취된 콜레스테롤의 흡수를 8시간 동안 lymphatic absorption 관찰 한 결과 대조군이 36.3%가 흡수된 반면 GT1군은 20.7%, GT2군은 4.8로 유의적으로 콜레스테롤의 흡수를 억제하였고, Ikeda 등⁸⁶⁾의 연구에서도 녹차 catechin류가 소장에서의 콜레스테롤 흡수를 감소시켜 결국 녹차 catechin이 콜레스테롤 흡수를 억제하는 것으로 나타났다.

Bravo 등⁸⁷⁾의 연구보고에서는 일반적으로 물, 메탄올 같은 용매에 추출될 수 있는 저분자·중분자 폴리페놀 중에서 가장 기본적 구조를 가진 tannic acid는 변 무게뿐만 아니라 물, 지방과 질소배설량을 유의적으로 증가시키고, catechin은 지방배설량을 증가시켰다. 하지만 본 실험에서는 각 군당 변 무게가 차이 없이,

동량의 변 무게와 녹차 추출물의 콜레스테롤 배출량을 높였다는 것에 큰 의미가 있겠다고 할 수 있다.

Yang 등⁸⁵⁾은 녹차를 2%와 4%를 먹인 hypercholesterolemic Sprague-Dawley rats에서 지질대사의 중요한 효소 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A (HMG-Co A), cholesterol-7 α -hydroxylase and fatty acid synthase(FAS)에는 별 반응이 없게 나타났지만 변의 담즙산, 콜레스테롤 배출량은 크게 증가 시키고, 이러한 배설량의 증가를 혈장 콜레스테롤을 저하시킨 것으로 보았다. Muramatsu 등⁵²⁾은 1% 콜레스테롤과 15% lard 기본식이에 녹차 catechin 1%와 2%를 급여한 연구에서 대조군이 고콜레스테롤혈증을 유발된 반면, 녹차섭취군은 변으로의 총지방과 콜레스테롤의 배출량이 증가하여 결과적으로 고콜레스테롤혈증을 저콜레스테롤 혈증으로 변화시키려는 것으로의 효과를 보였다.

본 연구에서도 녹차 추출물군에서 식이로 섭취된 콜레스테롤 배출량이 유의적으로 증가되는 것을 확인 할 수 있었는데, 이는 catechin이 식이로 섭취한 콜레스테롤 흡수를 강하게 억제하는 효과가 있다는 Helena 등⁴²⁾의 연구결과와도 비슷한 양상을 나타내어 결국 콜레스테롤의 배출이 더 많아지지 않았나 라고 생각되며, 더욱이 콜레스테롤 배출은 녹차의 섬유질이 아닌 녹차 추출물속의 catechin을 포함한 에탄올에 녹는 수용성 생리활성 물질들도 같이 상호작용을 하였을 것으로 생각된다. 식이로 섭취한 콜레스테롤의 배출 결과로만 녹차의 콜레스테롤 배출 기전의 증거를 제시할 수가 없어서 이부분에 있어서 좀더 깊이 있는 연구가 이루어져야 될 것으로 생각한다.

Table 5. Comparison of dietary ¹⁴C-cholesterol excretion between green tea powder and green tea extract

	Control	Green tea powder	Green tea extract
Total-Feces ¹⁾	9.5±0.8	9.6±0.7	9.6±1.3
Excretion(%)*	8.9±0.6 ^b	9.5±1.4 ^b	31.5±7.0 ^a
Excretion(mg/50mg) ^{2)*}	4.4±0.3 ^b	4.7±0.7 ^b	15.7±3.5 ^a

1)Average daily fecal weight after air dry, expressed in gram.

2)Percent of total ¹⁴C-isotope excreted for 6 days after ingestion of 0.2 uCi ¹⁴C-Cholesterol

Values are means ± SD of 4 rats.

*Values in the same row not sharing the same superscript differ (p<0.01)

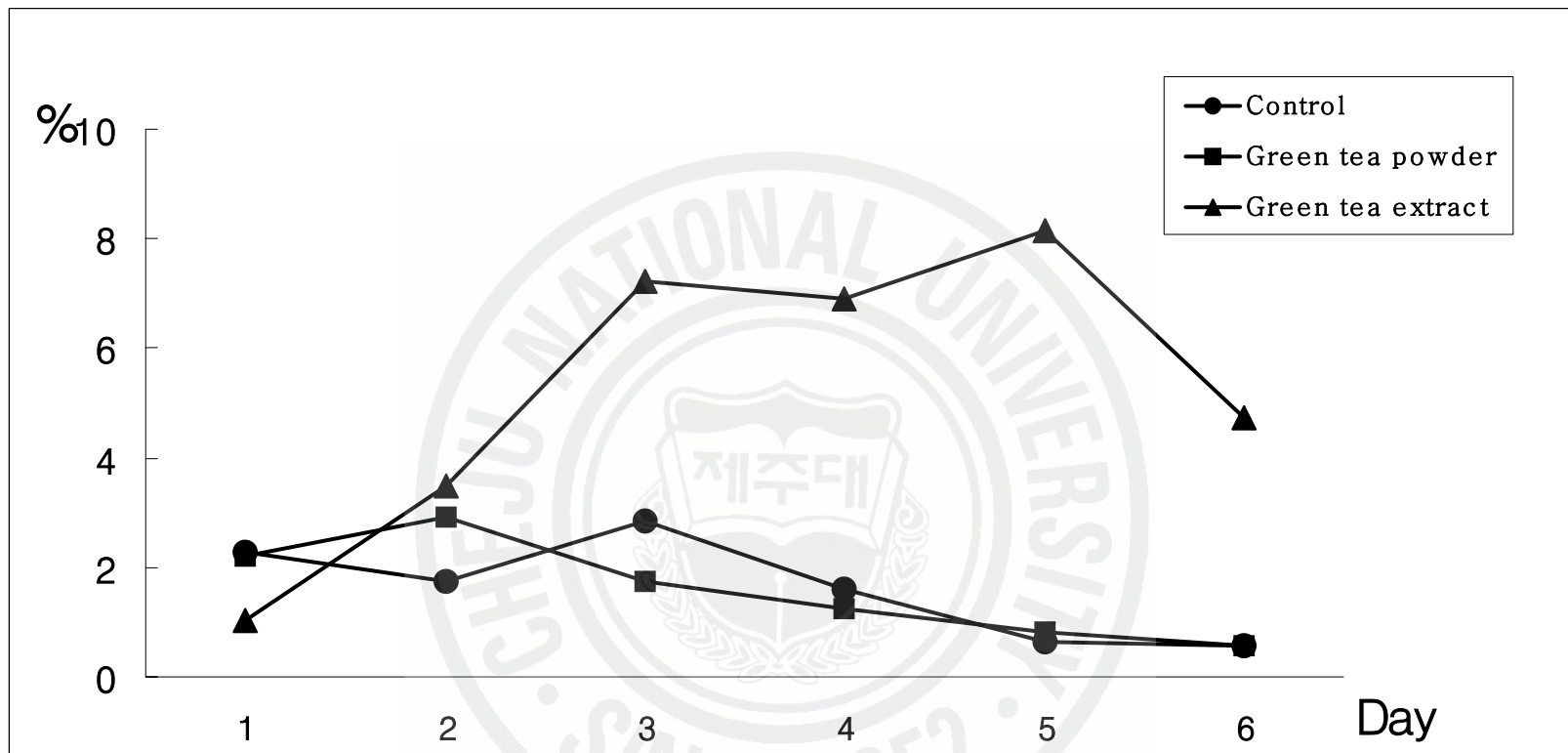


Figure 4. Daily excretion of radioactivity following ^{14}C -cholesterol feeding (% of in take)

5. 간 및 동맥 조직 관찰

간 조직 및 동맥조직 관찰 사진을 <Figure 5와 6>에 제시하였다. 육안으로 간 조직과 동맥조직의 관찰 시 각 군간에 차이를 발견하지는 못하였으나, 광학현미경을 통해 간 조직의 경우 대조군에 비해서 녹차 섭취군이 지방구 크기 및 숫자가 확연히 감소하게 관찰되었다. 대조군의 간 조직은 지방구 크기가 매우 컸으며, 숫자도 많이 나타난 반면, 녹차 분말군과 녹차 추출물의 경우는 지방구가 거의 보이지 않았으며, 간혹 보이는 지방구 크기도 매우 작게 나타났다. 또한 대조군의 지방구들이 대부분 간에 골고루 넓고 크게 배열되어 있는 반면, 녹차 섭취군은 간의 일부분에 혹은 넓게 배열이 되었어도 지방구 크기가 아주 작았다. 앞에서 보았던 간지질 결과에서 중성지방의 경우 대조군에 비해 녹차 섭취군이 절반이하로 낮게 나타났듯이 조직 관찰에서도 녹차 섭취군이 지방구가 거의 보이지 않는 것으로 나타나 녹차의 섭취는 간에 지방 축적을 억제하는 항 지방간성 물질이 있다고 사료된다.

동맥 조직인 경우 육안 관찰시 각 군간에 차이를 발견하지 못하였으며, 광학현미경으로 보면 가장 큰 특징은 대조군에 있어서 제작된 표본에서 동맥내피(Aorta endothelium)에 지방이 축적되어 있다는 것이다. 반면 녹차를 섭취한 녹차 분말군과 녹차 추출물의 경우 동맥 내피가 아주 깨끗하게 나타나 녹차섭취가 동맥내피에 지방 침착을 억제 하는 것으로 사료된다.

Geleijnse 등⁸⁸⁾의 로테르담 연구에서 녹차의 섭취가 심한 대동맥 동맥경화증과 역 관련이 있다는 것을 관찰하였다고 하며, 남자보다는 여성에게서 더욱 연관되어졌다고 한다. 백송남 등⁸⁹⁾의 연구에서는 우리나라 사람들을 대상으로 한 역학조사결과 녹차가 심혈관계 질환을 예방하고 개선하는 것으로 보고하였다. 동맥경화와 관련하여 Nistor 등⁹⁰⁾은 일반사료에 콜레스테롤 3%, 베타 15% 첨가된 고지방식이를 섭취한 햄스터를 12개월 사육하여 동맥경화의 유발과정을 관찰결과, 2주째 대동맥궁내 mononuclear cell이 혈관벽에 붙기 시작하고 4주째 말기에는 Oil red O 염색에 의해 붉게 염색된 지질 축적이 관찰되었으며, 6개월 정도 지난 후에는 smooth muscle cell에 지질이 축적되기 시작했고 10개월 후에는 사람의 atherosclerotic plaque와 유사한 거대 콜레스테롤 덩어리와 칼슘축적 및 괴사가

일어나는 등의 병변이 생겼다. Faia 등⁹¹⁾의 연구에서는 약 12주간 고지방, 고콜레스테롤 식이를 섭취한 햄스터의 대동맥궁내에는 fatty streak lesion이 존재하였으며 이는 초기 동맥경화증의 증세로 본래의 혈관내막을 foam cell이 덮고 있었다. 위 결과들로 보아 본 실험은 4주간 고콜레스테롤 식이를 섭취한 결과 대조군의 경우 대동맥 내피에 지질이 축적된 것으로 사료된다. 채희열 등⁹²⁾의 연구에서도 10주간 고콜레스테롤 식이를 섭취한 New Zealand White rabbits의 동맥벽은 심한 비후를 나타냈으며, Oil red O에 붉게 염색되는 두꺼운 atheromatous plaques를 볼 수 있었고 한다. 반면 2주간의 고콜레스테롤 식이 후 8주간 고콜레스테롤 식이에 1% 녹차추출물을 혼합하여 섭취한 New Zealand White rabbits의 동맥벽은 아주 얇은 Oil red O 염색 지질층을 보여주었다고 하여, 본 실험에서의 깨끗한 혈관내피에 비해 채희열의 연구에서 적게나마 지질층이 나타난 것은 오랜 고콜레스테롤 식이와 사용된 녹차 추출물이 1%라는 저 농도가 원인일 수 있다. 녹차섭취로 인한 동맥내 지질침착의 완화효과에 대하여 정확한 작용기전은 규명되지 않았으나 녹차에 다량 함유된 catechin이 본 연구에서 나타났듯이 혈중 콜레스테롤 중 특히 LDL-콜레스테롤 감소에 기인하는 것으로 생각한다.

간 조직과 관련된 김영언 등⁸¹⁾의 연구에서 고콜레스테롤 섭취군은 일반 대조군에 비해 간장이 유의적으로 비대하였으며, 이는 과량의 콜레스테롤이 체외로 배설되지 못하고 간장 내 축적되어 비대해졌다고 하였고, 강민숙 등⁵⁶⁾도 콜레스테롤이 첨가된 대조군 간에서 모두 간엽마다 부어 있었고 간이 비대와 저색소증을 육안으로 관찰되었다고 보고하였다. Liu 등⁹³⁾은 중성지방은 체내 총 콜레스테롤 함량에 영향을 받으며, 높은 콜레스테롤은 간에서 지방산의 de novo합성과 함께 중성지방의 합성을 증가시키는 반면, 지방산의 β -oxidation은 현저히 감소시켰다고 한다. 본 실험 결과에서는 체중 당 간 무게비가 각 군간에 차이가 없었으나 녹차 추출물군이 다소 낮은 경향을 보였으며, 육안으로도 각 군간에 차이를 발견하지는 못했다.

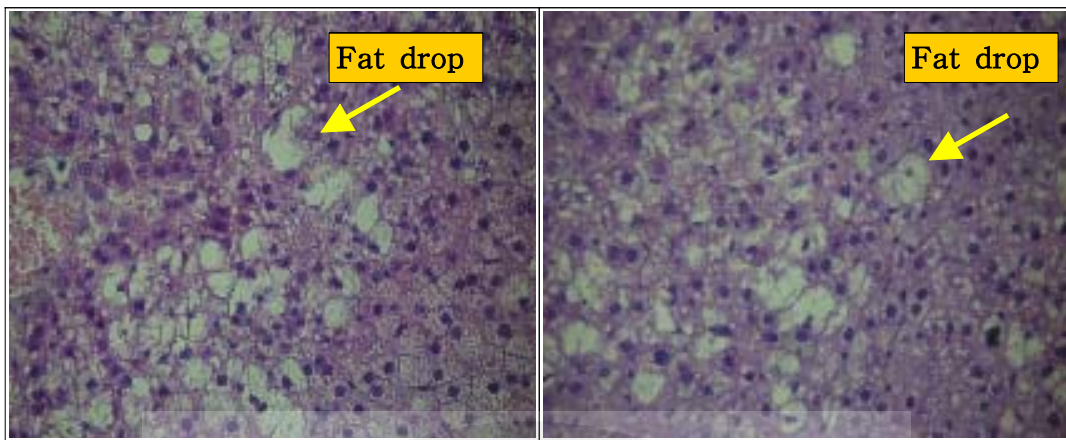
한편 김영언 등⁸¹⁾은 고콜레스테롤 식이 섭취한 군의 간세포는 세포질 내 다량의 지질침착에 따라 포말형 세포(foamy cells)로 변형되어 있었지만, 녹차섭취군은 이러한 foamy hepatocytes의 분포가 중심정맥 주위로 상당히 제한되어 나타났다. 채희열 등⁹²⁾도 1% 녹차추출물 섭취군에서 간의 중량이 다소 완화되었고

foamy cell이 centrilobular regions에 국한되어 나타남으로써 지질침착이 완화된 것으로 보았다.

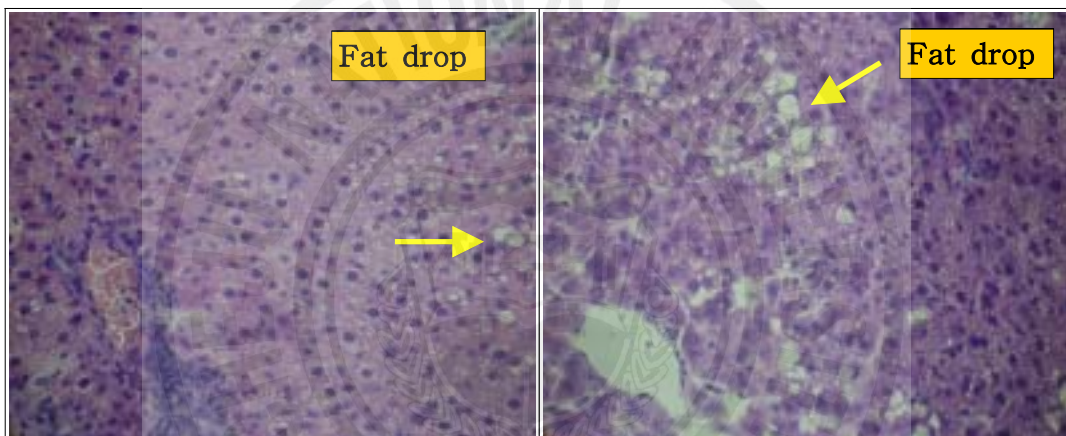
이상의 결과에서 볼 때 고콜레스테롤 식이를 섭취한 경우 4주간 고콜레스테롤 식이를 섭취시킨 대조군 동맥내피에서 발견된 것은 지질 축적으로 사료되며, 간 조직에서 크고, 많은 지방구가 결국 콜레스테롤과 중성지방을 처리하지 못해 지방간으로 발전한 것이라 사료되며, 녹차 섭취군의 동맥과 간 조직에서는 동맥 내 지질침착 등은 볼 수가 없었으며, 간의 지방구 크기도 매우 작고 숫자도 적어서 녹차가 동맥과 간 조직 내 지질 침착을 억제하는 것으로 사료되며, 정확한 기전은 확실하지 않지만 앞으로 녹차의 지질축적 억제 경로에 대한 연구가 많이 이뤄져야 할 것이다.



Control



Green tea powder



Green tea extract

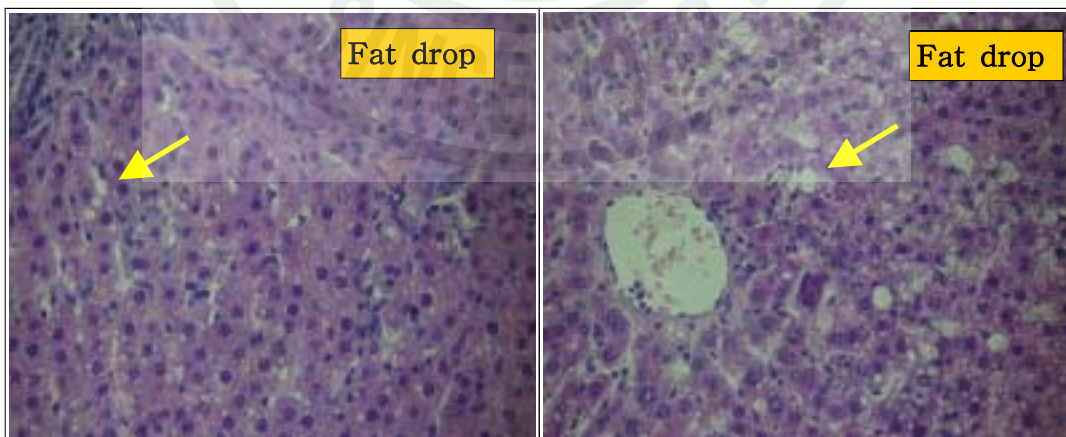
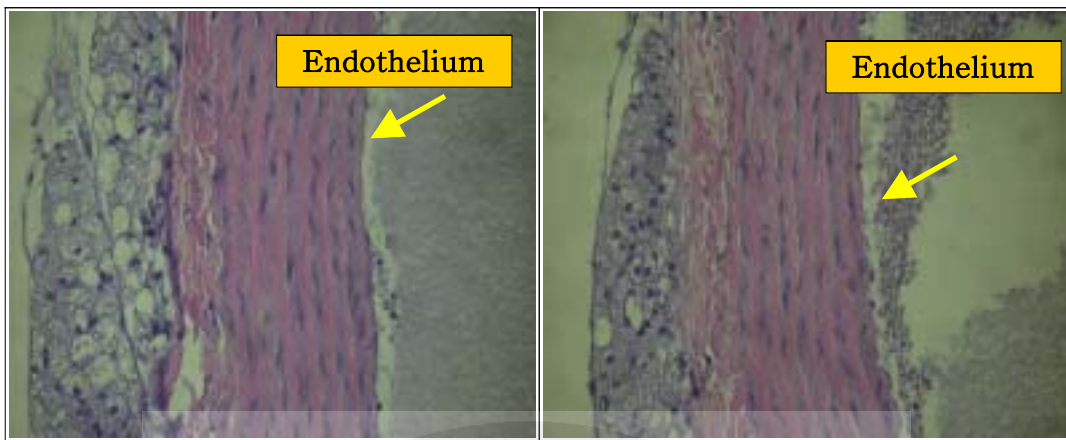
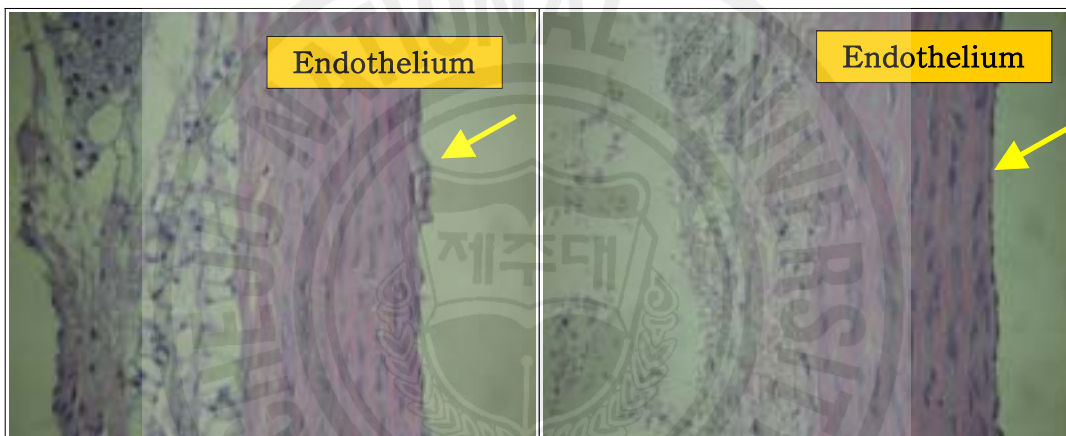


Figure 5. Microscopic appearance of liver tissue ($\times 400$)

Control



Green tea powder



Green tea extract

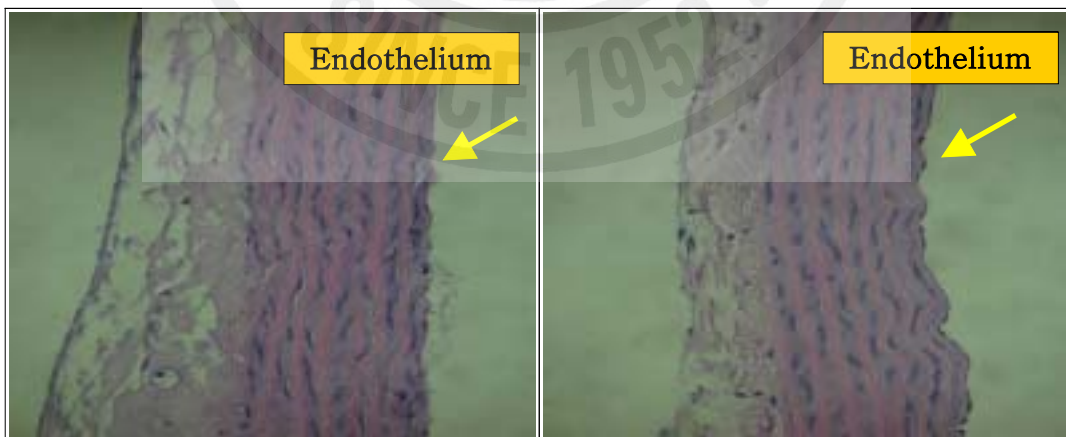


Figure 6. Microscopic appearance of Aorta tissue ($\times 400$)

6. 혈소판 응집

혈소판 응집에 대한 결과는 <Table 6>에 제시하였다. 혈소판 응집에서 최대 응집치는 대조군에 비해서 녹차 섭취군이 감소하는 경향을 보였으며, 대조군에 비해 녹차 분말군은 6%정도, 녹차 추출물군은 8%정도 감소시켰으나 유의적이지는 않았다. 초기응집곡선의 경우도 대조군에 비해 녹차 섭취군이 감소하는 경향을 보였으며, 대조군에 비해서 녹차 분말군과 녹차 추출물군이 각각 5% 정도 감소시켰으나 역시 유의적이지는 않았다.

Sagesaka-Mitane 등⁹⁴⁾은 토끼의 혈소판을 collagen으로 응집을 유도한 결과 열수 추출한 녹차 추출물의 경우 submaximal 응집과 prolonged the lag time이 낮아져 catechin이 혈소판응집에 대해 활발한 억제력을 하였고, 녹차 EGCG는 Thrombin과 혈소판응집에 관여하는 platelet activating factor(PAF)의 활성을 억제하는 것으로 나타났다. 아스피린과의 비교실험에서도 EGCG가 혈소판 응집에 있어서 응집억제 효과가 있는 것으로 나타났다. 윤여표 등⁹⁵⁾은 in vitro 실험을 통해 다양한 혈소판 응집촉진물질 ADP(20 μ M), epinephrine(10 μ M), collagen(200 μ g/ml), ristocetin(1.5 mg/ml)을 이용하여 녹차추출물(1.0 mg/ml)의 효과를 살펴본 결과, ADP에서 79.6%, collagen 86.7%, epinephrine 97.5%, ristocetin 36.5%의 혈소판 응집 억제효과가 있는 것으로 나타난 반면, 아스피린의 경우 collagen, epinephrine에서만 효과가 있는 것으로 나타나 catechin류가 아스피린 보다 광범위한 혈소판응집제제로서의 효과가 있었다. 더불어 in vivo 실험에서 혈전응집물질을 쥐의 정맥주사 시 90%의 혈전이 유발된 것에 반해, 녹차 catechin류를 10 mg/kg 투여 시 46%의 혈전억제효과를 나타내었고, 100 mg/kg 투여 시 67%의 효과를 보인 반면, 아스피린의 경우 100 mg/kg 투여 시 46.2%의 효과를 보여 대조약물인 아스피린보다도 catechin의 항혈전 효과가 뛰어남을 알 수 있었다.

본 실험의 연구결과에서는 위 여러 연구결과들처럼 유의적이지는 않았으나 녹차의 섭취는 혈소판 응집에 있어 다소 감소의 효과는 나타났다.

Table 6. Effects of green tea powder or green tea extract on platelet aggregation

	Control	Green tea powder	Green tea extract
Maximum(Ω) ¹⁾	7.9±3.6	7.4±2.2	7.2±1.4
Initial Slope(Ω /min) ²⁾	7.8±1.9	7.4±1.6	7.4±2.1

1)Maximum aggregation is ohm at the point where aggregate dissociated.

2)Initial slope ohm change for the first one minute of aggregation.

Values are means \pm SD of 10 rats.

7. Hematocrit와 적혈구 용혈

Hematocrit 수치와 적혈구 용혈 시험 결과는 <Table 7>에 제시하였다. Hematocrit 수치는 각 처리구간에 유의적 차이는 나타나지 않았으나, 녹차를 섭취한 녹차 분말군과 녹차 추출물군이 다소 낮은 경향을 보였다.

적혈구 용혈은 녹차를 섭취한 군이 대조군과 비교하여 현저하게 감소하게 나타났다. 녹차 섭취군에서도 녹차 추출물의 경우는 대조군에 비하여 12%가 감소하였고, 녹차 분말군의 경우는 20%가 감소하였으며, 녹차 분말군의 경우는 유의적 감소를 보였다 ($p < 0.01$).

적혈구의 용혈은 적혈구 막의 안정성에 의해 좌우되며, 적혈구막 지질의 과산화 반응은 막의 안정성에 영향을 미친다. 따라서 적혈구막의 용혈현상을 통해 조직의 전반적인 항산화 상태의 척도를 알 수 있다. 이러한 적혈구막의 용혈 실험에서 녹차를 첨가한 녹차 분말군과, 녹차 추출물군이 대조군에 비해서 감소하는 것으로 나타나 녹차가 적혈구막의 안정성을 높여주는데 효과가 있다고 볼 수 있었으며, 특히 녹차분말의 경우는 녹차추출물보다도 유의적으로 감소시키는 것으로 보아 녹차분말의 경우가 적혈구막에 있어서 가장 높은 안정성을 나타내 주었다.

Almurshed 등⁹⁶⁾은 CCl_4 로 산화적 자극을 받은 쥐에서 녹차섭취군의 용혈반응이 유의적으로 감소하였다고 한다. Satoh 등⁹⁷⁾은 AAPH가 세포막에서 peroxy radical을 생성하여 지방층을 산화시키는 원리를 이용, 적혈구막 지방층을 손상시켜 녹차, 우롱차, 홍차 추출물의 효능을 연구한 결과, AAPH로 손상된 적혈구막에 있어 녹차추출물이 용혈현상이 가장 낮게 나타났으며, DPPH radical의 소거 효과도 녹차가 가장 높게 나타나 녹차추출물이 적혈구막 안정성을 높여주는 것을 확인할 수 있었다. Zhang 등⁹⁸⁾은 200 mM AAPH로 적혈구막에 손상을 준 후 Jasmine Green tea 추출물에서 얻은 EGCG, EC, ECG, EGC의 항산화효능을 비교하는 in vitro 실험에서 EGCG와 ECG가 가장 높은 용혈억제효과를 보였다. 또한 100 mg의 녹차 추출물을 gavage 시킨 후 추출물의 in vivo 효과를 비교한 실험에서도 AAPH에 대한 용혈억제 효능은 EGCG와 ECG가 가장 높은 효과를 보였다.

위 여러 연구결과에서 나타났듯이 녹차의 섭취는 적혈구 막의 안정성을 부여 하며 본 연구결과에서도 녹차의 섭취는 대조군에 비해 용혈현상이 감소하는 것으로 나타났다. 하지만 대부분의 연구결과들이 녹차 추출물에서의 효과가 많았던 반면 본 연구에서는 녹차 분말군에서의 용혈현상이 유의적으로 낮게 나타나 위 연구들과는 조금 다른 결과를 나타내었지만 녹차섭취가 적혈구 막의 안정성을 높여주는데 효과가 있다고 사료된다.



Table 7. Effects of green tea powder or green tea extract on erthrocyte hemolysis

	Control	Green tea powder	Green tea extract
Hematocrit(%)	44.3±5.0	43.7±3.4	43.4±2.4
Hemolysis(%)*	12.8±1.6 ^a	10.3±1.1 ^b	11.3±1.6 ^{ab}

Values are means ± SD of 10 rats.

*Values in the same row not sharing the same superscript differ (p<0.01)

8. Intracellular Na 와 Na-leak

녹차 섭취를 통한 적혈구 막의 항산화 효과를 알아본 Intracellular Na와 Na-leak의 결과를 <Table 8>에 제시하였다. Intracellular Na의 경우 대조군에 비해 녹차 섭취군이 다소 높은 경향을 나타냈으나 각 군 간에 유의적 차이는 없었다.

Na-leak의 결과를 보면 대조군에 비해 녹차 섭취군이 Na의 양이 감소하게 나타났다. 특히 녹차분말의 경우는 54.5% 정도, 녹차 추출물의 경우 45.4% 정도를 각각 대조군 보다 유의적으로 감소시킨 것을 확인할 수 있었다 ($p < 0.01$). 이는 녹차가 AAPH에 의해 산화적 손상을 받는 적혈구의 세포막을 녹차의 생리활성 물질이 세포막의 산화를 억제해준 것으로 사료된다.

Maridonneau 등⁹⁹⁾은 phenazine methoslfate (PMS)는 사람의 적혈구막에서 활성산소를 생성하여 저 농도에서는 주요한 K^+ 의 운반 형태인 Na-K pump, Na-K cotransport system에는 영향을 주지 않으면서 passive K permeability가 증가하였고, 고농도의 PMS에서는 막의 용혈현상을 일으켰다. 낮은 농도에서 passive K permeability의 증가는 적혈구 막을 형성하는 불포화지방산이 활성산소로 인해 산화되어 그로 인해 MDA의 양이 증가하였다. 따라서 본 실험의 연구에서도 저농도의 AAPH를 사용하여 쥐의 적혈구막 지질층에 손상을 주어 녹차의 세포막 항산화 효과를 살펴본 것이다. Saffari 등¹⁰⁰⁾의 in vitro 실험에서 사람의 적혈구막을 t-butylhydroperoxide(t-BHP)로 산화적 손상을 주었을 때, t-BHP처리보다 t-BHP와 EGCG를 같이 처리한 군에서 지질과산화물량이 유의적으로 감소하였다. 더불어 김은성 등⁷²⁾은 적혈구에서 항산화 효소들의 활성을 측정한 결과 대조군에 비해 catalase, SOD, GSH-px의 활성이 녹차 추출물군에서 가장 높게 나타나 녹차 추출물군이 항산화 효과를 높여 주었다.

위 연구결과들을 살펴보았을 때 본 실험처럼 Na^+ 의 유출량 정도로 항산화성을 비교한 실험문헌은 없었으나 적혈구 막에서 지질과산화물이 감소했다는 유형의 결과와 항산화 효소들의 활성이 높다는 결과들로 유추해보면, 녹차의 catechin 성분이 작용하였거나 또는 활성이 높아진 항산화효소들이 산화물질과 반응하여 적혈구막 불포화지방산의 산화를 억제하였다고 사료되어, 녹차의 항산화능력이 높음을 확인할 수 있었다.

Table 8. Effects of green tea powder or green tea extract on Na-leak in erythrocyte

	Control	Green tea powder	Green tea extract
Intracellular Na ^{1)*}	2.5±0.5	2.6±0.4	2.8±0.6
Na-Leak ^{2)*}	0.33±0.07 ^a	0.15±0.06 ^b	0.18±0.09 ^b

1) Intracellular Na ; upper values are for intact red blood cells. (Na *mmole* / rbc)

2) Na-Leak is Na efflux through passive sodium channel in intact red blood cells. (Na *mmole* /l rbc/hr)

Values are means ± SD of 7 rats.

*Values in the same row not sharing the same superscript differ (p<0.01)

9. 혈장 TBARS의 수준

단백질과 지질의 과산화 정도를 측정하는 지질과산화물함량(Thiobarbituric Acid Reactive Substances, TBARS)을 통하여 혈장의 과산화 정도를 측정한 결과를 <Table 9>에 제시하였다.

혈장 지질과산화물함량 수준은 대조군에 비해 녹차 섭취군이 감소하는 경향으로 나타났으며, 녹차 분말군과 녹차 추출물군의 경우는 대조군에 비해 각각 7.3% 정도 감소시켰으며, 특히 녹차 추출물인 경우 표준편차의 감소로 인해 유의적으로 나타났다 ($p < 0.05$) 따라서 녹차 섭취가 혈장 내 지질, 단백질의 과산화를 억제하여 항산화의 효과가 있다는 것이 사료된다.

김은성 등⁷²⁾은 녹차 추출물과 녹차 분말을 각각 5%씩 쥐에게 섭취시켜 혈장 TBARS 수준을 측정한 결과 대조군에 비해 녹차 섭취군이 낮게 나타났으며 특히 녹차 추출물군 수준이 더 낮았으나 유의적이지는 않았다. 또한 간에서의 TBARS 수준도 대조군보다 녹차 섭취군이 유의적으로 감소하여 녹차가 체내의 지질과산화를 효과적으로 억제하였다. Lotito 등¹⁰¹⁾은 사람의 혈장을 AAPH 또는 2,2'-azobis(2,4-valeronitrile)(AMVN)와 함께 배양 후 TBARS를 측정한 결과 catechin이 α -tocopherol, β -carotene 같은 내인성 지용성 항산화제의 소비를 지연시킬 뿐만 아니라 지질 과산화를 억제하였다.

Sano 등¹⁰²⁾의 연구에서 녹차와 홍차가 함유된 식이를 섭취한 쥐의 간과 신장에서 t-BHP에 의한 지질과산화가 억제됨을 보고 하였다. 강원식 등⁶⁴⁾은 쥐에 CCl_4 에 의한 간의 손상을 녹차추출물을 5일간 경구투여 후 간 microsome을 분획하여 TBARS 수준을 측정한 결과 녹차 추출물 10 mg/kg의 경우 CCl_4 군에 비해 TBARS 수준이 32% 낮아지고, 50 mg/kg의 경우 52% 유의적 감소를 보였다. 더불어 in vitro 실험에서 linoleic acid를 기질로 녹차 추출물의 과산화물억제 실험을 한 결과, 대조군에 비해 BHT의 경우 89.6%의 과산화물 억제효과를 보인 반면, 녹차추출물의 경우는 92.5%로 BHT보다 높은 억제효과를 나타냈다. 또한 간의 microsome 분획을 지질원으로 실험한 세포수준에서의 결과로 BHT의 경우 89.8%의 억제한 반면, 녹차추출물의 경우는 83.8%의 억제효과를 나타냄으로서 양성 대조군(BHT)과 비슷한 효소적 지질과산화 반응을 효과적으로 억제하고 있

다.

한편 Biswas 등¹⁰³⁾은 1 mM phenylhydrazine(PHZ)를 처리한 염소의 적혈구를 이용하여 비타민C와 녹차 추출물간의 MDA생성 억제효과를 비교하였을 때 녹차 추출물도 비타민C와 비교할될 만큼의 억제 효과를 보여줬다. 따라서 녹차도 과일과 채소에 다양하게 함유된 비타민C처럼 자연적 항산화제로써 유용하며, 더불어 녹차의 비타민C는 강한 환원형으로 항산화 효능이 높은 것으로 알려져 있다. Grinberg 등¹⁰⁴⁾의 연구에서는 in vitro 실험에서 녹차 polyphenols를 처리하였을 경우 과산화수소에 의해 생성된 MDA의 함량이 유의적으로 감소하였다. 또한 혈관내피 세포(HUVEC)에서 LDL의 산화를 유도하여 실험한 Yang 등¹⁰⁵⁾의 연구에서는 녹차를 처리하였을 때 대조군에 비해 지질과산화물의 함량이 유의적으로 감소하였으며, 특히 에탄올 추출물의 처리군 효과가 가장 높은 것으로 나타나 본 실험의 연구결과와 일치함을 알 수 있었다.

본 연구를 통해서 녹차의 섭취는 지질의 산화를 억제하는 것으로 나타나며, 여러 연구결과에서 나타났듯이 녹차는 손상된 세포내에서 항산화 효소들의 활성을 증가시키고, 여러 항산화제와 비교하여도 손상이 없을 정도로 그 효과도 뛰어났으며, 특히 본 연구 결과에서 녹차 추출물이 대조군에 비해 유의적으로 지질과산화물 함량을 억제하는 것으로 나타나 녹차의 catechin 성분뿐만 아니라 추출된 생리활성 물질의 항산화제로써 기능을 하지 않았나 사료된다.

Table 9. Effects of green tea powder or green tea extract on TBARS levels

	Control	Green tea powder	Green tea extract
TBARS(umole/ 1)*	0.41±0.03 ^a	0.38±0.03 ^{ab}	0.38±0.01 ^b

Values are means ± SD of 10 rats.

*Values in the same row not sharing the same superscript differ (p<0.05)

IV. 결 론

본 연구는 녹차분말과 녹차추출물이 흰쥐의 체중변화, 체내지질 개선 효과와 혈소판 응집, TBARS, 적혈구 Na-leak, 간, 동맥 조직에 미치는 영향을 구명하기 위해 이 실험을 수행하였다. 생후 7주의 Sprague Dawley계 숫쥐를 대상으로 0.5% 콜레스테롤과 0.2% cholate를 함유한 기본 식이에 10%의 녹차분말과 3%의 녹차 추출물을 첨가한 식이를 4주간 급여한 후, 체중변화 및 식이효율, 혈장과 간의 지질성분 수준과 변으로의 콜레스테롤 배설, 혈소판 응집 및 간, 동맥 조직, TBARS, 적혈구 Na-leak, hemolysis 등을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 제한식이를 하여 사료섭취량은 전 군이 동일하나 식이효율, 일일평균증체량, 최종체중은 녹차 추출물군이 유의적으로 낮았으며 ($p < 0.1$), 간/체중 무게비 (L.W./B.W. ratio)도 녹차 섭취군이 가장 낮은 경향을 보였지만 유의적이지 않았다.
2. 혈장 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도는 녹차 섭취군이 낮은 경향을 보였으며, 특히 중성지방은 녹차 섭취군에 의해 유의적으로 감소 ($p < 0.01$)한 반면, HDL-콜레스테롤은 녹차 섭취군이 유의하게 증가하였다 ($p < 0.05$).
3. 녹차 섭취에 의해 간의 콜레스테롤 수준이 감소하는 경향을 보였으며, 특히 중성지방에 있어서는 유의적인 감소효과를 나타냈다 ($p < 0.01$).
4. 배설된 모든 군의 변 무게는 동일한 반면, 콜레스테롤 배출량은 녹차 추출물 군에서 가장 높아 배출효율이 유의적으로 높았다 ($p < 0.01$). 날짜별 방사능 배설 추이는 섭취 후 대부분 만 2 ~ 3일에 배설량이 감소한 반면, 녹차 추출물 군은 계속 증가하여 만 6일까지 높은 배설율을 보였다.

5. 혈소판 응집에 있어서 최대응집치와 초기응집곡선이 녹차 섭취로 인해 낮은 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다.
6. 육안으로 간과 동맥의 차이를 발견할 수는 없었지만, 광학현미경 관찰시 대조군의 경우 간 조직에서 대지방구가 뚜렷이 관찰된 반면, 녹차 섭취군은 소지방구의 형태만이 어렵게 관찰할 수 있었다. 대부분의 대조군 동맥내피에 지방이 축적된 반면, 녹차 섭취로 인해 동맥내피가 깨끗한 것을 관찰할 수 있었다.
7. Hematocrit 수치는 모든 군이 동일하였고, 용혈현상은 녹차섭취로 인해 감소하였으며, 특히 녹차 분말군이 유의적 감소를 보였다 ($p<0.01$).
8. 적혈구 세포내 총 Na량은 모든 군이 비슷한 경향을 보이고, 녹차섭취로 인해 AAPH로 손상으로부터 적혈구막이 보호되어 유출된 Na량은 유의적으로 감소하였다 ($p<0.01$).
9. 혈장 지질과산화물 수준은 녹차 섭취로 인해 낮아졌으며, 특히 녹차 추출물군이 유의적으로 감소되었다 ($p<0.05$).

이상의 결과를 종합해 볼 때, 0.5% 콜레스테롤 기본식이에 3% 녹차 추출물, 10%의 녹차분말 첨가는 체중 감소를 통한 항비만의 효과, 혈장과 간의 지질개선을 통한 심 순환계질환 예방 및 항 지방간성 효과를 간 조직 동맥조직을 통해서도 관찰할 수 있었으며, 항산화제로서 적혈구 막의 안정성과 활성산소에 의한 손상으로부터도 강한 억제효과를 보여 주어 이로 인해 발생하는 질병들에 대해서도 예방적 효과가 있으리라 사료된다. 덧붙여 본 실험을 통해 녹차 추출물이 효과가 가장 두드러졌는데, 녹차 추출물속에 catechin 뿐만 아니라 여러 생리 물질들의 작용과 기전에 대해서도 좀더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 참 고 문 헌

- 1) 2005년도 국민건강영양조사. 보건복지부, 한국보건사회연구원, 한국보건산업진흥원 2006년 발간. p116, 205-207, 281 참고
- 2) 강재현. 비만의 역학. *대한임상건강 증진학회*. 2001; 24-54
- 3) 2005년 우리나라 국민의 사망원인별 통계분석자료. *대한통계협회*. 2005
- 4) Shepherd J, Packard CJ, Grundy SM, Yesnumin P, Gotto AM, Taunton OD. Effect of saturated and polyunsaturated fat diet in the chemical composition and metabolism of low density lipoprotein in man. *J Lipid Res*. 1980; 21: 91-99
- 5) Sacks FM. The role of high-density lipoprotein (HDL) cholesterol in the prevention and treatment of coronary heart disease: expert group recommendations. *Am J Cardiol*. 2002; 90: 139-143
- 6) Hegsted DM, McGandy RB, Myers ML, Stare FJ. Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am J Clin Nutr*. 1965; 17: 281-286
- 7) Russell DW, Satchell KD. Bile acid biosynthesis. *Biochemistry*. 1992; 31: 4737-4749
- 8) Yoshhiko O. Sod and scive oxygen modulators. *NIHON-IGAKUKAN, Tokyo*. 1989; 129-278
- 9) 이상옥, 김민정, 김동균, 최현주. 차가버섯의 온도단계별 물추출물의 항산화성

대학교. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2005; 34(2): 139-147

- 10) E. Niki, T Saito, A Kawakami, Y Kamiya. Inhibition of oxidation of methyl linoleate in solution by vitamin E and vitamin C *J. Bio. Chem.* 1984; 259: 4177-4182
- 11) Lee SE. Antioxidative characteristics of Chamchwi(*Aster scaber* Thunb.) and identification of the active compounds. *PhD Dissertation. Pusan National University.* 2001; 1-30
- 12) Halliwell B, Gutteridge JMC. Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease. *Biochem J.* 1984; 219: 1-14
- 13) Freeman BA, Grapo JD. Biology of disease: free radicals and tissue injury. *Lab Invest.* 1982; 47: 412-426
- 14) Fridovich I. Biological effects of the superoxide radical. *Arch Biochem Biophys.* 1986; 247:1-11
- 15) Bokov A, chaudhurk A, Richardson A. The role of oxidative damage and stress in aging. *Mech ageing Dev.* 2004; 125: 811-826
- 16) Cavalca V, Cighetti G, Bamonti F, Loaldi A, Bortone L, Novembrino N, De Franceschi M, Belardinelli R, Guazzi MD. Oxidative stress and homocysteine in coronary artery disease. *Clin Chem.* 2001; 47: 887-892
- 17) Gibson GE, Huang HM. Oxidative stress in Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging.* 2005; 26: 575-578

- 18) Nuttall SL, Kendall MJ, Martin U. Antioxidant therapy for the prevention of cardiovascular disease. *QJM*. 1999; 92: 239-244
- 19) Pen J, Jones GL, Watson K. Stress proteins as biomarkers of oxidative stress: effects of antioxidant supplements. *Free Radic Biol Med*. 2000; 28: 1598-1606
- 20) Redon J, Oliva MR, Tormos C, Giner V, Chaves V, Iradi A, Saez J. Antioxidant activities and oxidative stress byproducts in human hypertension. *Hypertension*. 2003; 41: 1096-1101
- 21) Sanchez-Moreno C, Dashe JF, Scott T, Thaler D, Folstein MF, Martin A. Decreased levels of plasma vitamin C and increased concentrations of inflammatory and oxidative stress markers after stroke. *Stroke*. 2004; 35: 163-168
- 22) Kuhn MA. Oxygen free radicals antioxidants. *Am J Nurs*. 2003; 103: 58-62
- 23) 2000 Annual Report on the cause of Death Statistics, National Statistics office. *Republic of Korea*. 2001
- 24) Wu JH, Kao JT, Wen MS. Coronary artery disease risk predicted by plasma concentration of HDL cholesterol, apolipoprotein AI, apolipoprotein B, and lipoprotein(a) in a general Chinese population. *Clin Chem*. 1993; 39: 209-215
- 25) Robak J, Gryglewski RJ. Flavonoids are scavengers of superoxide anions. *Biochemical Pharmacology*. 1998; 37: 837-841

- 26) Husain SR, Chillard J, Cillard P. Hydroxyl radical scavenging activity of flavonoids. *Phytochemistry*. 1987; 26: 2489-2491
- 27) Trevisanato SI, Kim YI. Tea and Health. *Nutr Review*. 2000; 58: 1-10
- 28) Shin MK. The science of Green tea. *Korean J Dietary Culture*. 1994; 9: 433-445
- 29) K. C. Sung, Characteristics and Analysis on the Refined Oil Component of Green-Tea. *J of Korean Oil Chemist's Soc*. 2005; 22(3): 241-249
- 30) J.S. Han, D.H Shin, S.E. Yun, M.S. Kim, Antimicrobial Effects on *Listeria Monocytogenes* by Some Edible Plants Extracts. *Koren J. Food Sci Technol.* 1994; 26: 545-551
- 31) Ji BT, Chow WH, Hsing AW, McLaughlin JK, Dai Q, Gao YT, Blot WJ, Fraumeni JF. Green tea consumption and the risk of pancreatic and colorectal cancers. *Int. J. Cancer*. 1997; 27;70(3):255-258.
- 32) Khan SG, Katiyar SK, Agarwal R, Mukhtar H. Enhancement of antioxidant and phase II enzymes by oral feeding of green teapolyphenols in drinking water to SKH-1 hairless mice: possible role in cancerchemoprevention. *Cancer Res*. 1992; 52(14): 4050-4052.
- 33) Imai K. Nakachi K, Cross sectional study of effects of drinking green tea on cardiovascular and liver diseases. *Br Med J*. 1995; 310: 693-696
- 34) Frei B. Higdon JV. Antioxidant activity of tea polyphenols in vivo; evidence from animal studies. *J Nutr*. 2003; 133: 3275S-84S

- 35) Giughano D, Ceriello A, Paolisso G. Oxidative stress and diabetic vascular complication. *Diabetes Care* 1996; 19: 257-267
- 36) Bravo L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev* 1998; 56(11) : 317-333
- 37) Yukio M, Tsuyoshi C, Isao T, Haruko K, Shinji M, Keizo U, Yikihiko H, Masahiko I, Takako T. Tea catechins prevent the development of atherosclerosis in apoprotein E-deficient mice. *J Nutr*. 2001; 131: 27-32
- 38) Kristel D, Eva MR K, Ilse MT. N, Neeltje V, Margriet S, Westerterp P. Effect of green tea on resting energy expenditure and substrate oxidation during weight loss in overweight females. *Br J Nutr*. 2005; 21: 91-99
- 39) 전정례, 김종연, 이경미, 조덕형. 솔잎, 홍차 및 녹차추출물 함유 조성물의 항 비만효과 *J Korean Soc. Appl Chem*. 2005; 48(4): 375-381
- 40) Westerterp-Plantenga MS, Lejeune MP, Kovacs EM. Body weight loss and weight maintenance in relation to habitual caffeine intake and green tea supplementation. *Obes Res*. 2005; 13(7): 1195-1204
- 41) 진현화 양정례 정종화 김양하. 고콜레스테롤 식이 투여 흰쥐에 있어서 녹차의 콜레스테롤 저하 효과 *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2004; 33(1): 47-51
- 42) Helena BL, Sang KN, Sung IK. Green tea extract inhibits the lymphatic absorption of cholesterol and α -tocopherol in ovariectomized rats. *Journal of Nutrition*. 2002; 132(6): 1282-1288
- 43) Han LK, Kimura Y, Okuda H. 차 사포닌의 항비만 효과 *Korean J. Food Sci Technol* 국제녹차심포지움 2003; 7: 73-80

- 44) Verger R. Pancreatic lipase; Borgstrom, B. and Brockman HL. ED.; Lipase. Elsevier: *Amsterdam*, 1984; 83-150
- 45) Hill JO, Peters JC, Lin D, Yakubu F, Greene H, Swift L, *Int. J. Obes.* 1993; 17: 223-236
- 46) Park CO, Jin SH, Ryu BH. Antioxidant activity of green tea extracts toward human low density lipoprotein. *Korea J Food Sci Technol.* 1996; 28(5):850-858
- 47) Kazutoshi Sayama, Shi Xing Lin, Guo Dong Zheng, Itaro Oguni. Anti-obesity Effects of Green Tea Powder and Its Components. *한국식품과학회 국제녹차심포지움.* 2003; 7: 55-62
- 48) Min W.G., Lee U.C., Jeon S.I. The Long-Term Ingestion Effects of Green Tea on Atherosclerotic Biological Markers in Smokers. *한국식품과학회 국제녹차심포지움* 2003; 7: 121-128
- 49) Wiseman S.A, Balentine D.A. Frei B. Antioxidants in tea. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1997; 37: 705-718
- 50) 정희정, 유영상. 녹차 물 추출물에 토코페롤 레시틴 첨가가 흰쥐의 혈장과 간의 지질대사에 미치는 영향. *한국영양학회지.* 1995; 28(1): 15-22
- 51) 이성현, 이연숙. 하품녹차 열수추출물이 흰쥐의 지질대사 및 칼슘흡수에 미치는 영향. *한국영양학회지.* 1998; 31(6): 999-1005
- 52) Muramatsu K, Fukuyo M, Hara Y. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterofed rats. *J Nutr Sci Vitaminol.* 1986; 32(6): 613-622

- 53) Vinson, J.A.&Dabbagh, Y.A. Effect of green and black tea supplementation on lipids, lipid oxidation and fibrinogen in the hamster : mechanisms for the epidemiological benefits of tea drinking. *FEBS Lett.* 1998; 433: 44-46
- 54) Yang TT, Koo MW. Hypocholesterolemic effects of Chinese tea. *Pharmacol. Res.* 1997; 35: 505-512
- 55) Matsumoto, N., Okushio, K.&Hara, Y. Effect of black tea polyphenols on plasma lipids in cholesterol-fed rats. *J. Nutr. Sck. Vitaminol.* 1998; 44:337-342
- 56) 강민숙, 강정숙. 감귤박, 다시마, 손바닥 선인장 분말을 함유한 식이의 급여가 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 체내 지질수준과 장내 콜레스테롤 흡수, 혈소판 응집성 및 간 조직에 미치는 영향. *한국영양학회지.* 2001; 34(2): 141-149
- 57) Yang MH, Wang CH, Chen HL. Green, oolong and black tea extracts modulate lipid metabolism in hyperlipidemia rats fed high-sucrose diet. *J Nutr Biochem*, 2001; 12, Issue 1: 14-20
- 58) 최원경, 박정현, 김성환, 이도영, 이용창. 암세포의 종류에 따른 녹차 Catechin의 항암효과. *한국영양학회지.* 1999; 32(7): 838-843
- 59) Lill G, Voit S, Schror K, Weber AA. Complex effects of different green tea catechins on human platelets. *FEBS Lett.* 2003; 10:546(2-3):265-70
- 60) Cai. H. Harrison DC. Endothelial dysfunction in cardiovascular diseases; the role of oxidant stress. *Circ Res.* 2000; 87: 840-844
- 61) Brownlee M. Biochemistry and molecular cell biology of diabetic complications. *Nature.* 2001; 414: 813-820

- 62) 장남수. 류선미, 뇌조직에서 알코올 투여에 대한 녹차 건분의 항산화 효과
한국영양학회지. 2001; 34(5): 525-531
- 63) Imai K, Nakachi K, Cross sectional study of effects of drinking green tea
on cardiovascular and liver diseases. *Br Med J*. 1995; 310: 693-696
- 64) 강원식,이윤희,정현희,강민경,김택중,홍진태,윤여표. 녹차카테킨이 지질과산화
및 Superoxide Dismutase에 미치는 영향. *한국식품위생안전성학회지*. 2001;
16(1): 41-47
- 65) 오중학, 김은희, 김정례, 문영인, 강영희, 강정숙. 연구논문 : DPPH 방법을
통한 녹차의 항산화 활성에 대한 연구. *한국식품영양과학회지*. 2004; 33(7):
1079-1084
- 66) Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration
of low-density lipoprotein cholesterol in plasma,without use of the
preparative ultracentrifuge. *Clin Chem*. 1972; 18(6): 499-502.
- 67) Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. A simple method for the isolation
and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem*. 1957;
226(1): 497-509
- 68) Buckingham KW. Effect of dietary polyunsaturated/saturated fatty acid
ratio and dietary vitaminE on lipid peroxidation in the rat. *J. Nutr*. 1985;
115(11): 1425-1435
- 69) Smith JB, Ash KO, Henschel WM, Sprowell WL, Williams RR. A simplified
method for simultaneously determining countertransport andcotransport in
human erythrocytes. *Clin Chim Acta*. 1984; 28: 137(2): 169-177

- 70) Smith JB, Ash KO, Sprowell WL, Hentschel WM, Williams RR. An improved non-radioisotopic method for measuring ouabain-sensitive Na⁺ efflux from erythrocytes. *Clin. Chim. Acta.* 1984; 30: 143(3): 295-299
- 71) Yagi K. A simple fluorometric assay for lipoperoxide in blood plasma. *Biochem Med.* 1976; 15(2): 212-216
- 72) 김은성, 김미경. 감잎, 녹차, 솔잎의 건분 및 에탄올추출물이 흰쥐의 지방대사와 항산화능에 미치는 영향. *한국영양학회지.* 1999; 32(4): 337-352
- 73) Sano M, Takenaka Y, Kojima R, Saito S, Tomita I, Kato M, Shibuya S. Effects Pu-Erh tea on lipid metabolism in rat. *Chem. Pharm. Bull.* 1986; 34: 221-228
- 74) Tonooka F, Matsumoto N, Ishigaki A, Hara Y. The effects of cured catechins of tea on the food intake and body fat in rat. *Proceeding Int. Symp. Tea Symp.* 1991; 336
- 75) Gupta S, Saha A, Giri AK. Comparative antimutagenic and anticlastogenic effects of green tea and black tea: A review. *Mutation Research* 2002; 512: 37-65
- 76) Dulloo AG, Seydoux J, Girardier L, Chantre P, Vandermander J. Green tea and thermogenesis: interactions between catechin-polyphenols, caffeine and sympathetic activity. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000; 24(2): 252-258
- 77) Choo JJ. Green tea reduces body fat accretion caused by high-fat diet in rats through beta-adrenoceptor activation of thermogenesis in brown

adipose tissue. *J Nutr Biochem.* 2003; 14(11): 671-676

- 78) Dulloo AG, Duret C, Rohrer D, Girardier L, Mensi N, Fathi M, Chantre P, Vandermander J. Efficacy of a green tea extract rich in catechin polyphenols and caffeine in increasing 24-h energy expenditure and fat oxidation in humans. *Am J Clin Nutr.* 1999; 70(6): 1040-1045
- 79) Raederstorff DG, Schlachter MF, Elste V, Weber P. Effect of EGCG on lipid absorption and plasma lipid levels in rats. *J. Nutr. Biochem.* 2003; 14(6): 326-332
- 80) Muramatsu K, Sugiyama K, Amano S, Nakashima J, Saeki S. Effect of green tea on cholesterol metabolism in rats. *Proceeding Int Symp Tea Sci* 1991; 220-224
- 81) 김영언, 오세옥, 권은경, 한대석, 김인호, 이창호. 녹차, 메밀, 포도잎 추출물이 고콜레스테롤 급여 흰쥐의 지질대사, TBARS 및 혈액응고에 미치는 영향. *한국식품과학회지.* 2004; 36(6): 979-985
- 82) Bursill CA, Abbey M, Roach PD. A green tea extract lowers plasma cholesterol by inhibiting cholesterol synthesis and upregulating the LDL receptor in the cholesterol-fed rabbit. *Atherosclerosis.* 2007; 193(1): 86-93
- 83) 정희정, 유영상. 녹차 물 추출물에 토코페롤과 레시틴 첨가가 흰쥐의 혈청과 간의 지질대사에 미치는 영향. *한국영양학회지.* 1995; 28(1): 15-22
- 84) 김영언, 권은경, 한대석, 김인호, 이창호. 녹차[*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] 추출물의 투여가 동맥경화 유발식을 급여한 F1B Golden Syrian hamsters의 지질대사에 미치는 영향. *한국식품과학회지.* 2007; 39(2): 181-188

- 85) Yang TT, Koo MW. Chinese green tea lowers cholesterol level through an increase in fecal lipid excretion. *Life Sci* 2000; 66(5): 411-423
- 86) Ikeda I, Imasato Y, Sasaki E, Nakayama M, Nagano H, Takeo T, Yayabe F, Sugano M. Tea catechins decrease micellar solubility and intestinal absorption of cholesterol in rats. *Biochem. biophys. Acta*, 1992; 1127: 141-146
- 87) Bravo L, Abia R, Eastwood MA, Saura-Calixto F Degradation of polyphenols (catechin and tannic acid) in the rat intestinaltract. Effect on colonic fermentation and faecal output. *Br J Nutr.* 1994; 71(6): 933-46
- 88) Geleijnse JM, Launer LJ, Hofman A, Pols HA, Witteman JC. Tea flavonoids may protect against atherosclerosis: the Rotterdam Study. *Arch. Intern. Med.* 1999; 159(18): 2170-2174
- 89) 백송남, 양정례, 진현화, 김양하. 녹차 섭취가 혈중 지질 성상에 미치는 효과 *한국영양학회지*. 2002; 35(8): 854-862
- 90) Nistor A, Bulla A, Filip DA, Radu A. The hyperlipidemic hamster as a model of experimental atherosclerosis. *Atherosclerosis*. 1987; 68: 159-173
- 91) Faia KL, Davis WP, Marone AJ, Foxall TL. Matrix metalloproteinases and tissue inhibitors of metalloproteinases in hamster aortic atherosclerosis: correlation with in-situ zymography. *Atherosclerosis*. 2002; 160: 325-337
- 92) 채희열, 권운, 김태명, 김한열, 이남진, 신지순, 이덕근, 박종범, 박승경, 황석연, 김윤배, 강종구. 고콜레스테롤혈증 토끼에서 녹차 추출물의 동맥경화 치료효과. *The Korean Journal of Laboratory Animal Science*. 2004; 20(3): 245-251

- 93) Liu CH, Huang MT, Huang PC. Sources of triacylglycerol accumulation in livers of rats fed a cholesterol-supplemented diet. *Lipids*. 1995; 30(6): 527-31
- 94) Sagesaka-Mitane Y, Miwa M, Okada S. Platelet aggregation inhibitors in hot water extract of green tea. *Chem. Pharm. Bull.* 1999; 38(3): 790-793
- 95) 윤여표, 강원식, 이미애. 녹차 카테킨류의 항혈전효과. *한국식품위생안전성학회지*. 1996; 11(2): 77-82
- 96) Almurshed KS. Protective effect of black and green tea against carbon tetrachloride-induced oxidative stress in rats. *Saudi Med J.* 2006; 27(12): 1804-1809
- 97) Satoh E, Tohyama N, Nishimura M. Comparison of the antioxidant activity of roasted tea with green, oolong, and black teas. *Int J Food Sci Nutr.* 2005; 56(8): 551-559
- 98) Zhang A, Zhu QY, Luk YS, Ho KY, Fung KP, Chen ZY. Inhibitory effects of jasmine green tea epicatechin isomers on free radical-induced lysis of red blood cells. *Life Sci.* 1997; 61(4): 383-394
- 99) Maridonneau I, Braquet P, Garay RP. Na⁺ and K⁺ transport damage induced by oxygen free radicals in human red cell membranes. *J. Biol. Chem.* 1983; 10:258(5): 3107-3113
- 100) Saffari Y, Sadrzadeh SM. Green tea metabolite EGCG protects membranes against oxidative damage in vitro. *Life Sci.* 2004; 6:74(12): 1513-8

- 101) Lotito SB, Fraga CG. (+)-Catechin prevents human plasma oxidation. *Free Radic. Biol. Med.* 1998; 24(3): 435-41
- 102) Sano M, Takahashi Y, Yoshino K, Shimoi K, Nakamura Y, Tomita I, Oguni I, Konomoto H. Effect of tea (*Camellia sinensis* L.) on lipid peroxidation in rat liver and kidney: a comparison of green and black tea feeding. *Biol. Pharm. Bull.* 1995; 18(7): 1006-1008
- 103) Biswas S, Bhattacharyya J, Dutta AG. Oxidant induced injury of erythrocyte—role of green tea leaf and ascorbic acid. *Mol Cell Biochem.* 2005; 276(1-2): 205-210
- 104) Grinberg LN, Newmark H, Kitrossky N, Rahamim E, Chevion M, Rachmilewitz EA. Protective effects of tea polyphenols against oxidative damage to red blood cells. *Biochem. Pharmacol.* 1997; 54(9): 973-978
- 105) Yang TT, Koo MW. Inhibitory effect of Chinese green tea on endothelial cell-induced LDL oxidation. *Atherosclerosis.* 2000; 148(1): 67-73

VI. 초 록

녹차는 세계인이 가장 즐겨 마시는 음료중의 하나로 녹차의 catechin은 관상동맥질환을 예방하고 강한 항산화제로 알려져 왔다. 녹차 추출물이나 녹차를 마셨을 때 콜레스테롤 저하작용, 항 동맥경화, 항비만 효과뿐만 아니라 항암 작용이 있는 것으로 보고되고 있다. 녹차를 음료가 아닌 분말형태인 식품으로써 이용하는 인구가 증가함으로 인해, 항산화, 항비만, 콜레스테롤 강하효과에 대해 녹차분말과 녹차추출물을 비교 연구해 볼 필요성을 갖게 되었다.

본 실험에서 5% 콜레스테롤 식이를 제한급여 한 쥐에서 10% 녹차분말과 3% 녹차 추출물이 체중, 체내지질, 혈소판응집 및 적혈구막의 안정성의 효과를 살펴보고자 하였다. 최종체중은 녹차 추출물군에서 5.5%가 감소하였으며 동시에 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다 ($p<0.1$). 혈장과 간의 총 콜레스테롤은 녹차분말군과 녹차 추출물군이 다소 낮았으나 유의적이지는 않았다. HDL 콜레스테롤은 녹차 분말군에서 유의적으로 증가하였다 ($p<0.05$). 혈장 중성지방은 대조군과 비교하여 녹차 추출물군에서 유의적으로 감소하였다 ($p<0.01$). 간 중성지방은 대조군과 비교하여 녹차를 섭취한 녹차 분말군과 녹차 추출물군이 유의적으로 감소하였다 ($p<0.01$). 혈소판 응집에서 최대치와 Initial slope은 각 군간 차이가 없었다. AAPH로 손상을 준 적혈구 Na-leak은 녹차 분말군과 녹차 추출물군에서 유의적으로 감소하였고 ($p<0.01$), 용혈현상 또한 녹차 분말군과 녹차 추출물군에서 유의적으로 낮게 나타났다 ($p<0.01$). 녹차의 분말이나 추출물의 섭취는 체중을 감소시키는 효과가 있는 것으로 보이며, 이는 혈장과 간에서의 중성지방을 낮추는 것과 관련되어져 있는 것 같다. 녹차는 아마도 적혈구막에 안정성과 항산화제 효과를 주는 것으로 사료된다.