

상수리첨가 식이가 흰쥐의 혈청지질 및 간장에 미치는 영향

신두호 · 정승태*

중경전문대학 식품공학과
*명지대학교 식품영양과

The Effect of Acon on the Serum and Liver of Rats

Shin, Doo-Ho · Jung, Sueng-Tai*

Dept. of Food Technology, Joong Kyoung Technical Junior College
**Dept. of Nutrition and Food, Myong Ji University*

(Received July, 28, 1996) -

ABSTRACT

The antioxidant effects of freeze-drying acorn were examined to find how much the freeze-drying acorn can reduce peroxidized corn oil poisoning, which influenced cholesterol, triglyceride, phospholipids, lipidperoxides, GOT(glutamate oxaloacetate transaminase), GPT(glutamate pyruvate transaminase) in serum, and cholesterol, triglyceride, lipidperoxides, fatty acid of phospholipids, SOD (superoxide dismutase), catalase in liver. In this experiment, male rats of Sprague-Dawley strain were used. The rats were divided into 6 groups, which were fed differently for 5 weeks : basal diet, 10% peroxidized corn oil added to basal diet, 1% acorn flour and 10% peroxidized corn oil added to basal diet, 5% acorn flour and 10% peroxidized corn oil added to basal diet, 10% acorn flour and 10% peroxidized corn oil added to basal diet, and 0.25% tannic acid and 10% peroxidized corn oil added to basal diet.

The results were as follows :

It was found that the peroxidized corn oil-fed rats for 5 weeks induced the elevation of cholesterol, triglycerides, lipid peroxides, GOT, GPT in serum, and cholesterol, triglycerides, lipid peroxides in liver as compared to the basal diet-fed rats, but the acorn flour-fed rats reduced the elevation of these components. In addition, saturated fatty acids in rat liver phospholipids induced the elevation by feeding of peroxidized corn oil and, on the other hand, the acorn flour-fed rats reduced the elevation of saturated fatty acids.

The acorn flour-fed rats reduced the activity of SOD in liver while they enhanced the activity of catalase in liver as compared with the peroxidized corn oil-fed rats.

I. 서 론

상수리(橡實, Acorn)는 너도밤나무과에 속하는 참

나무(*Quercus acutissima* CARRUTHERS)의 열매로 평남을 제외한 전국에 널리 분포되어 있으며 지리적으로는 일본, 만주, 인도에 분포하고 있다. 5월에 꽃이 피고 과실은 구형이며 각정이(cupule)는 접시모양

으로 다음해 10월에 익는다.¹⁾

상수리 다른 전분질 식품과는 달리 강한 수렴작용이 있고 짙은 맛과 쓴 맛을 나타내는 탄닌을 6~9%²⁻⁴⁾ 함유하고 있는 것이 특징이다. 탄닌은 종류도 많고 화학구조도 대단히 복잡하며 일정한 구조를 가지고 있지 않아 완전한 분류방법은 없는 듯 하다. 그러나 화학적으로는 모두 polyphenol 화합물이며 일반적으로는 가수분해형 탄닌(Hydrolyzable tannin)과 축합형 탄닌(Condensed tannin)으로 대별된다.⁵⁾ Kimura 등⁶⁾은 과산화 corn oil을 투여한 흰쥐에 녹차, 오롱차, 홍차 추출물을 투여하여 혈청과 간장의 유리지방산, 중성지방, 과산화지질의 축적이 억제되었다고 보고하였으며 Matsuzaki 등⁷⁾은 차잎으로 부터 4종의 catethin 화합물을 분리하고 유지에 대하여 항산화능을 실험하여 BHA 및 α -tocopherol 보다 강한 항산화작용을 나타냈다고 보고하였다. 또한 Kimura 등^{8, 9)}은 과산화 corn oil을 투여한 흰쥐에 geraniin, caffeic acid, chlorogenic acid를 투여하여 혈청과 간장의 과산화지질과 혈청 중의 cholesterol, glutamate oxaloacetate transaminase(GOT), glutamate pyruvate transaminase(GPT)을 감소시켰다고 보고하였으며 역시 南¹⁰⁾은 감잎, 밤 속껍질, 녹차, tannic acid 투여로 혈청 중의 GOT, GPT, triglyceride(TG) 및 과산화지질을 감소시켰으며 간 조직검사에서도 대조군에 비해 피사세포의 발생을 억제하였다고 보고한 바 있다. 高 등¹¹⁾은 탄닌을 제거한 도토리 전분을 백미에 혼합하여 6주간 사육한 결과 20% 식이군은 간의 총지방량이 대조군에 비하여 낮은 함량을 보였고 간의 total cholesterol(TC)은 2주에는 낮았으나 6주에는 대조군과 비슷하였으며 역시 혈청의 총지질, TG, 인지질, TC 및 high density lipoprotein cholesterol(HDL-cho.) 함량도 대조군과 비슷하였다고 보고하였다. 따라서 본 실험에서는 과산화지질의 독성에 대한 상수리의 방어효과를 규명하고자 과산화 corn oil 10%을 첨가한 흰쥐의 기본 식이에 상수리분말을 1, 5, 10%를 첨가하여 5주간 사육한 후 혈청과 간장 중의 지질 함량과 superoxide dismutase(SOD), catalase의 활성도를 측정하고 결과를 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

(1) 실험식이의 조제

본 실험에 사용한 식이는 조제사료를 사용했으며 지질 급원으로는 옥수수 기름을 사용했다. 과산화지질의 조제는 180°C의 옥수수 기름에 산소를 공급하면서 1시간 동안 가열하였다. 각 군의 실험식이의 조성 과산화지질의 특성은 Table 1, 2과 같다.

(2) 실험 동물의 사육

실험 동물은 체중이 200±20g인 Sprague-Dawley 계 흰쥐를 한국생명공학센터에서 분양받아 1주간 기본 식이로 적응시킨 다음 실험에 사용하였다. 실험 동물을 6군으로 구분하고 1군을 6마리로 하여 흰쥐용 일반 사육상자에 넣어 5주간 사육하였으며 실험 기간 동안 식이와 물은 제한없이 먹도록 하였다.

(3) 식이 섭취량, 체중변화, 식이효율, 체중 증가량 측정

실험기간 동안 식이 섭취량은 매일 오전 9시부터 10시 사이에 측정하였으며 체중은 1주일에 한 번 측정하였다. 식이효율은 매주 섭취한 식이량과 같은 기간의 체중량으로부터 구입하였고 체중 증가율은 최종 체중에서 실험 시작한 초기 체중의 차를 구해 실험 식이 날 짜로 나누어 체중 증가율로 하였다.

(4) 채혈 및 장기분리

혈액 채취는 12시간 절식시킨 후 ethyl ether로 마취시켜 경동맥을 절단하여 채혈하였다. 혈액은 얼음물에 1시간 방치한 후 4°C 3,000r.p.m에서 20분간 원심 분리하여 혈청을 분하였다. 장기는 바로 개복하여 간, 신장, 비장, 고환을 적출하여 식염수로 혈액을 씻어낸 후 여과지로 물기를 제거하고 무게를 측정 후 병리 조직학적 검사를 하기 위해 간장의 일부를 잘라내어 10% formalin 용액에 고정시켰으며 나머지는 -20°C 냉동실에 보관하여 분석용으로 하였다.

(5) 혈청 분석

① 콜레스테롤 측정

총 콜레스테롤, 유리콜레스테롤 그리고 HDL-cholesterol(HDL-ch) 함량은 측정용 kit 시약(日本學研化學 Co.)을 사용하여 측정하였다. ester cholesterol(ester-ch)은 total cholesterol(TC) 함량에서 free cholesterol(F-ch) 함량을 뺀 값으로 하였으며 LDL-cholesterol(LDL-ch)은 Friedwald 등¹²⁾의 방

Table 1. Composition of experimental diets

Components	(g/100g diet)					
	Normal	Control	A	B	C	D
Corn starch	60.0	60.0	59.0	55.0	50.0	59.75
Acorn powder ^{d)}	0	0	1.0	5.0	10.0	0.25 ^{c)}
Casein	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2
Corn oil	15.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Peroxidized oil	0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Cellulose	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Vitamin mixture ^{a)}	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Salt mixture ^{b)}	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

a) salt mixture(g/100g mixture)

CaCO₃ 29.29 CaHPO₄, 2H₂O 0.43, KH₂PO₄ 34.13, NaCl 25.06, MgSO₄, 7H₂O 9.98. Ferric citrate hexahydrate 0.623, CuSO₄, 5H₂O 0.156, MnSO₄, H₂O 0.121, ZnCl₂ 0.02, KI 0.005, (NH₄)₆Mo₇O₂₄, 4H₂O 0.0025.

b) vitamin mixture(g/100g mixture)

vitamin A acetate 50,000IU. vitamin D₃ 10,000IU. vitamin E acetate 500mg. vitamin K₃ 500mg. Thiamine HCl 120mg. Riboflavin 400mg. Pyridoxine HCl 800mg. Cyanocobalamine 0.05mg. Ascorbic acid 3,000mg. D-biotin 2mg. Folic acid 20mg. Calcium pantothenate 500mg. PABA 500mg. Niacin 600mg. Inositol 600mg. Cholin chloride 20,000mg.

c) tannic acid JP.

Table 2. Chemical characteristic of peroxidized corn oil

Acid value	Peroxid value (meq/kg)	I ₂ value	Carbonyl value (meq/kg)	TBA value (MDA nmole/mL)
0.78	97.81	56.88	215.33	101.25

법에 따라 TC-(혈청 TG/5+LDL-ch)로 하였다.

② 중성지방 및 인지질 측정

중성지방 및 인지질 함량은 측정용 kit 시약(日本, Wako Co., PLザイム研究)을 사용하여 측정하였다.

③ glutamate oxaloacetate transaminase(GOT)와 glutamate pyruvate transaminase(GPT) 측정

Reitmen-franke법에 기초한 혈청 transaminase 측정용 kit 시약(한국, 아산제약)을 사용하여 측정하였다. GOT와 GPT의 활성 단위는 혈청 1mL당 karmen unit로 표시하였다.

④ 과산화지질(TBA가) 측정

뚜껑이 부착된 시험관에 시료(혈청 1mL, 간조직 1g)을 넣고 TBA 시약(15% Trichloroacetic acid, 0.375% Thiobarbituric acid, 0.25 N-HCl 농도가 되

도록 조제한 혼합용액) 2.0mL를 가한 후 100°C water bath에서 15분간 가열한 후 급속히 냉각시키고 3,000 r.p.m에서 10분간 원심분리한 후 상정액을 535nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료를 뺀 나머지 조작을 같게 하여 공실험(blank)으로 하였다. 시료의 과산화지질량은 malondialdehyde량{MDA nmole/g(mL)}으로 표시했다.¹³⁾

(6) 간장 분석

① TC과 TG 측정

간조직은 Folch법¹⁴⁾으로 지방을 추출한 후 총 콜레스테롤 측정용 kit 시약(コレステザイム-V學研)과 중성지방 측정용 kit 시약(日本, Wako Co.)으로 효소법에 의해 측정하였다.

② 과산화지질(TBA가) 측정

혈청의 TBA가 분석과 같은 방법으로 하였다.

③ 인지질의 지방산 분석

흰쥐 간으로부터 인지질의 분리는 Hanahan 등¹⁵⁾의 방법에 따라 정제하여 얻은 인지질을 ether에 녹인 다음 tetramethyl ammonium hydroxide methanol 법¹⁶⁾으로 methyl ester화하여 Gaschromatography (Shimazu GC 7AG)로 분석하였다. Chromatogram Co.)의 retention time과 비교하여 확인하였으며 지방산 조성은 chromatogram의 피크 면적을 총 면적에 대한 백분율로 나타냈다.

(7) 간장 중의 superoxide dismutase(SOD)와 catalase 활성도 측정

① SOD의 활성도

SOD의 활성도는 McCord와 Fridovich 등¹⁷⁻¹⁹⁾의 방법에 따라 측정하였다. 효소의 활성도는 cytochrome C의 환원 속도를 50% 억제하는 효소의 양을 1Unit로 하였다.

② Catalase의 활성도

Catalase의 활성도 Aebi²⁰⁾의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 효소의 활성도는 1분간에 1 μ mole의 H₂O₂를 분해시키는 효소의 양을 1Unit로 하였다.

(8) 통계 처리

모든 실험 성적은 Duncan's multiple range test와 분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 행하여

유의성 검정을 하였다. 실험결과의 상관관계는 SYSTAT Package을 이용하여 Pearson 방법으로 IBM PC-AT로 처리하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 체중 변화와 식이 섭취량에 미치는 상수리의 영향

5주간 사육한 실험동물의 체중 변화, 성장률, 식이 효율은 Table 3과 같다. 체중 증가량은 실험기간 동안 계속적인 증가 현상을 보였으며 과산화지질 단독 투여군은 정상 식이군에 비해 낮은 경향을 나타냈으나 실험군 간에는 유의적인 차를 나타내지 않았다. 식이 섭취량은 과산화지질 단독 투여군이 다른 시험군에 비해 높은 경향을 나타냈으나 식이 효율과 성장률에 있어서는 낮은 경향을 나타냈다. 이는 Ogawa²¹⁾가 보고한 바와 같이 산패한 유지는 소화율이 낮고 동물의 성장을 저해하기 때문인 것으로 생각된다.

상수리 첨가군은 성장을 및 식이 효율에 있어서 정상 식이군과 유의적인 차를 나타내지 않았는데 이는 도토리 전분을 20% 수준으로 혼합하여 급식했을 때 흰쥐의 성장률이 정상 식이군과 비슷했다는 고²²⁾, 뭇 등²³⁾의 실험 결과와 비슷하였다.

Table 3. Effect of experimental diets on body weight, body weight gain, food intake, food efficient ratio and growth rate of rats fed peroxidized corn oil for 5 weeks

Group	Body weight		BWG (g/da)	GR (%)	FI (g/day)	FER
	Initial(g)	Final(g)				
None peroxidized	248.2±4.32	370.4±15.72	4.21	49.23	18.36±3.42 ^{a)}	0.23
Oil treated	243.3±3.25	360.2±20.35	4.03	48.05	24.42±2.38	0.17
PO + 1% Acorn	238.5±6.72	355.8±19.21	4.05	49.18	22.43±3.05 ^{a)}	0.18
PO + 5% Acorn	223.5±9.53	346.8±23.30	4.25	55.16	22.03±2.42 ^{a)}	0.19
PO + 10% Acorn	253.3±5.32	376.6±10.25	4.25	48.68	20.87±2.53 ^{a)}	0.20
PO + 0.25% Tannin	203.8±4.25	311.6±16.53	3.72	52.89	17.84±3.62 ^{a)}	0.21

BWG : body weight gain

GR(growth rate) : final weight-initial weight/initial weight × 100

FI : food intake

FER(food efficiency ratio) : body weight gain/food intake

PO : peroxidized corn oil

Significantly different from peroxidized corn oil-treated rat group(p<0.05)

The results are expressed as means ± standard errors.

2. 과산화 corn oil 투여 흰쥐의 혈청 중 지방 함량에 미치는 상수리의 영향

1) 혈청 중 Total cholesterol, Free cholesterol 및 Ester cholesterol 실험 식이에 따른 혈청 중의 TC, free cholesterol, ester cholesterol 함량을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 모든 실험군의 TC, free cholesterol, ester cholesterol의 양은 과산화 corn oil 단독 투여군에 비해 낮은 경향을 나타냈다.

free cholesterol의 양은 과산화 corn oil 단독 투여군 13.03 ± 2.88 (mg/dL)보다 모든 실험군에서 낮은 경향을 나타냈으나 유의성은 없었다.

ester cholesterol량은 과산화 corn oil 단독 투여군 68.37 ± 6.38 (mg/dL)보다 모두 낮았는데 그 중 상수리 5% 첨가군이 59.60 ± 5.61 (mg/dL)로 유의한 차 ($p < 0.05$)로 가장 낮은 함량을 나타냈다. 이와같이 상수리 첨가군은 과산화 corn oil 첨가군보다 cholesterol 농도가 낮아 상수리가 혈중 cholesterol 감소와 관련이 있다고 생각한다.

Kimura 등⁹⁾은 caffeic acid, chlorogenic acid 첨가 식이군은 과산화지질 첨가 식이군에 비하여 혈청 TC 함량이 감소되었는데 이는 caffeic acid와 chlorogenic acid 성분들이 소장에서의 지방 흡수 억제, 간장에서의 triglyceride 합성 억제, 근육에서 지방 이용 촉진에 관여하는 것 같다고 보고하였다. 柳²⁴⁾는 흰쥐의 식이에 탄닌을 2%, 4% 첨가했을 때 혈청 chole-

sterol을 감소시켰고 木村 등⁶⁾은 과산화 지질 투여군에 녹차, 오롱차, 홍차의 추출물을 투여했을 때 혈청 TC의 양에 녹차와 홍차는 별 영향을 주지 못했으나 오롱차는 상승을 억제시켰다고 했는데 이는 오롱차에 함유되어 있는 탄닌 성분들이 간장 중의 과산화지질 생성 억제, 지방조직으로 부터의 지방 동원 억제, 장관에서의 지질 흡수 억제 및 말초조직에서의 지질 이용 촉진 등에 개입하는 것으로 추측된다고 보고하였다. 이와 같은 연구 논문의 결과들은 본 실험의 결과와도 같은 경향이였다. 이처럼 상수리 첨가 식이군의 혈청 cholesterol의 농도가 감소된 결과는 상수리에 함유된 탄닌 성분들이 지질대사 조절에 관여하기 때문인 것으로 생각된다.

2) 혈청 HDL-cholesterol 및 LDL-cholesterol

HDL-cholesterol이 농도와 관상동맥 경화성 심장 질환 발생률 사이에는 역상관의 관계를 갖는다. 따라서 사람에게 있어서 혈청 HDL-cholesterol의 감소와 LDL-cholesterol의 증가는 바람직하지 못한 것으로 알려져 있다. 각 실험 식이에 따른 혈청 중의 HDL-cholesterol과 LDL-cholesterol의 함량 및 동맥경화 지수(atherogenic index)는 Table 5와 같다. HDL-cholesterol량은 상수리 5%, 10% 첨가군과 탄닌산 0.25% 첨가군은 과산화 corn oil 단독 투여군 23.80 ± 0.89 (mg/dL)보다 유의한 차($p < 0.05$)로 높았으며 상수리 1% 첨가군은 25.84 ± 1.69 (mg/dL)로 높은 경향을 나타냈으나 유의성이 없었다. LDL-chole-

Table 4. Effect of experimental diets on content of total, free and ester cholesterol in serum of rats fed peroxidized corn oil for 5 weeks

Group	Cholesterol(mg/dL)			T-ch/F-ch	T-ch/ester-ch
	total	free	ester		
Normal peroxidized	$69.55 \pm 5.98^{a)}$	10.97 ± 2.42^{NS}	$58.58 \pm 4.69^{a)}$	6.52 ± 1.0	1.19 ± 0.03
Corn oil	81.40 ± 6.52	13.03 ± 2.88	68.37 ± 6.38	6.56 ± 0.36	1.19 ± 0.04
PO + 1% Acorn	77.77 ± 6.35^{NS}	10.52 ± 0.93^{NS}	67.25 ± 7.03^{NS}	7.47 ± 1.06	1.16 ± 0.03
PO + 5% Acorn	$70.89 \pm 5.86^{a)}$	11.29 ± 1.40^{NS}	$59.60 \pm 5.61^{a)}$	6.34 ± 0.69	1.19 ± 0.03
PO + 10% Acorn	74.90 ± 5.59^{NS}	12.71 ± 1.94^{NS}	62.19 ± 5.88^{NS}	6.02 ± 1.03	1.21 ± 0.04
PO + 0.25% Tannin	74.71 ± 2.73^{NS}	11.94 ± 1.59^{NS}	62.77 ± 2.87^{NS}	6.35 ± 0.81	1.19 ± 0.03

a) : significantly different from the peroxidized corn oil-treated rat group($p < 0.05$)

NS : not significantly

The results are expressed as means \pm standard errors.

PO : peroxidized corn oil

rol양은 상수리 5%, 10% 첨가군과 탄닌산 0.25% 첨가군은 과산화 corn oil 단독 투여군 34.20±6.22(mg/dL)보다 유의한 차(p<0.05)로 낮았으며 1% 첨가군은 31.34±6.97(mg/dL)로 낮았으나 유의성이 없었다.

Grundy²⁵⁾는 혈청 cholesterol의 상승은 LDL-cholesterol 함량을 높여서 관상동맥성 심장질환을 일으키는 요인이 된다고 하였다. 본 실험에서도 혈청 cholesterol 함량이 높으면 LDL-cholesterol 함량도 높아지는 경향을 나타내어 같은 결과였다. 동맥경화지수는 과산화 corn oil 단독 투여군에 비해 상수리 첨가군에 낮았으며 혈중 HDL-cholesterol량이 적을수록 또 TC 양이 많을수록 동맥경화지수가 높게 나타났다. 관상동맥경화의 정도는 동맥벽 중의 과산화지질량과 정상관 관계가 있으며 관상 경화의 발생기구는 과산화지

질이 동맥벽의 단백질과 복합체를 형성해서 그 원인으로 cholesterol이나 ester cholesterol의 지질이 동맥벽에 침착하기 때문이라고 하며 이는 Vit. E 같은 항산화제 투여로 방어할 수 있다고 한다.²⁶⁾ 본 실험에서 과산화지질 투여군이 동맥경화지수가 높은 것은 Table 18, 20에서 보는 바와 같이 혈청 중에 cholesterol과 lipidperoxide 함량이 높기 때문이며 상수리 투여군들이 이보다 낮게 나타난 것은 상수리 중에 들어있는 탄닌 성분들이 Vit. E와 같은 항산화작용 때문인 것으로 생각한다.

3) 혈청 Triglycerid, Phospholipid 및 Lipidperoxides

혈중 TC, LPO, TG, FFA의 증가는 고지혈증의 원인이 된다고 한다. 각 실험 식이에 따른 혈청 중 TG, PL, LPO의 함량은 Table 6과 같다. TG 함량은 과산

Table 5. Effect of experimental diets on content of HDL-ch and LDL-ch in serum of rats fed peroxidized corn oil for 5 weeks

Group	HDL-ch (mg/dL)	LDL-ch (mg/dL)	TC/LDL-ch	TC/HDL-ch	Atherogenic index
Normal peroxidized	26.95±0.63 ^{a)}	38.50±7.25 ^{NS}	1.85±0.24	3.94±0.48	1.59±0.27 ^{a)}
Corn oil	23.80±0.89	34.20±6.22	2.41±0.24	3.43±0.29	2.42±0.33
PO + 1% Acorn	25.84±1.69 ^{NS}	31.34±6.97 ^{NS}	2.54±0.34	3.02±0.28	2.02±0.31 ^{NS}
PO + 5% Acorn	30.03±1.56 ^{a)}	22.04±6.67 ^{a)}	3.38±0.65	2.37±0.29	1.37±0.32 ^{a)}
PO + 10% Acorn	28.33±2.63 ^{a)}	25.65±9.03 ^{a)}	3.18±0.84	2.67±0.37	1.67±0.42 ^{a)}
PO + 0.25% Tannin	31.60±3.33 ^{a)}	27.97±4.76 ^{a)}	2.72±0.31	2.39±0.27	1.39±0.31 ^{a)}

a) : significantly different from the peroxidized corn oil-treated rat group(p<0.05)

NS : not significantly

Atherogenic index⁶⁾ : TC-HDL-ch/HDL-ch

Table 6. Effect of experimental diets on content of TG, PL and LPO in serum of rats fed peroxidized corn oil for 5 weeks

Group	TG (mg/dL)	PL (mg/dL)	LPO (MDA nmole/mL)
Normal peroxidized	66.07± 5.69 ^{a)}	90.58± 7.64 ^{a)}	3.98±0.07 ^{a)}
Corn oil	116.96± 4.62	130.39±13.21	4.97±0.28
PO + 1% Acorn	102.95± 5.62 ^{a)}	105.58± 7.97 ^{a)}	3.96±0.29 ^{a)}
PO + 5% Acorn	94.08± 9.57 ^{a)}	83.65± 9.71 ^{a)}	3.05±0.36 ^{a)}
PO + 10% Acorn	104.59±10.16 ^{a)}	104.23± 8.23 ^{a)}	3.66±0.10 ^{a)}
PO + 0.25% Tannin	75.64± 4.07 ^{a)}	97.11± 5.89 ^{a)}	3.64±0.41 ^{a)}

a) : significantly different from the peroxidized corn oil-treated rat group(p<0.05)

NS : not significant

화지질 단독 투여군이 116.96 ± 4.62 (mg/dL)로 정상식이군 66.07 ± 5.69 (mg/dL)보다 유의한 차($p < 0.05$)로 높았으며 상수리 투여군들은 감소의 경향을 나타냈다. 특히 tannic acid 투여군은 75.64 ± 4.67 (mg/dL)로 크게 감소시켰다. 그리고 상수리 10% 첨가군은 1%, 5% 첨가군에 비하여 근소한 차로 높게 나타났으나 유의성이 없었다. LPO 함량은 과산화지질 단독 투여군은 4.97 ± 0.28 (MDA nmole/mL)로 정상식이군 3.98 ± 0.07 (MDA nmole/mL)보다 높았으나 상수리와 tannic acid의 투여로 유의한 차($p < 0.05$)로 감소하여 정상 식이군과 비슷한 함량을 나타냈다. 이와 같이 과산화지질 단독 투여군에 있어서 혈중 LPO 함량이 정상 식이군보다 높은 것은 주로 투여한 과산화 corn oil에서 유래된 것으로 생각되나 그 일부는 간장에서 새로 생성된 것이 함유되어 있을 것으로 고려된다.

柳²⁴⁾는 2% tannic acid 식이군은 기본 식이군에 비하여 혈청 중의 TG 함량에 유의적인 변화를 주지 않았으나 4% tannic acid 식이군은 현저히 증가시켰다고 하였다. 이러한 연구 보고로 보아 본 실험에서 상수리 투여에 의한 혈청 중의 TG와 LPO의 감소는 상수리 중에 함유되어 있는 탄닌 성분(gallic acid, caffeic acid 등)들이 지질 대사에 관여하기 때문인 것으로 생각된다. 한편 상수리 10% 투여군에서 혈청 중 TG와 LPO의 함량은 유의성이 없었으나 근소한 증가 현상을 나타낸 것은 과량 투여로 상수리 중에 함유된 탄닌 성분들의 부작용 때문인 것으로 생각된다. 인지질은 세포막과 신경세포의 구성 성분이고 유화 작용을 갖고

있어 지질을 수용액으로 변화시켜 지방의 소화와 흡수를 촉진한다고 한다.²⁷⁾ 혈청 중의 인지질 함량은 과산화지질 단독 투여군은 130.39 ± 13.21 (mg/dL) 그리고 정상 식이군은 90.58 ± 7.64 (mg/dL)로 과산화지질 투여에 의하여 증가현상을 나타냈으나 상수리 투여군은 유의한 차로 감소하였다.

Kimura 등³²⁾은 과산화 corn oil 투여로 정상 식이군에 비하여 혈청과 간장 중의 인지질 함량이 증가한다고 하였다. 高 등²⁸⁾은 탈삼처리한 도토리전분 투여군의 혈청 중 인지질 함량은 정상 식이군과 비슷하다고 하였다. 본 실험에서도 과산화지질 투여군의 인지질 함량은 정상 식이군보다 높았으며 상수리와 tannic acid 투여군은 정상 식이군과 유의성이 없어 이들의 보고와 같은 경향이였다.

4) 혈청 GOT 및 GPT

혈청의 GOT와 GPT 측정은 간세포의 손상 정도를 진단하는데 가장 만히 이용되며 이들 활성도의 증가는 간장 질환뿐만 아니라 심근경색의 경우에도 나타난다. 각 실험식에 따른 혈청 중 GOT 및 GPT의 변화를 측정된 결과는 Table 7과 같다. 혈청 GOT 및 GPT는 정상 식이군에 비해서 과산화지질 단독 투여군이 활성도가 크게 증가하였는데 이는 과산화지질의 투여로 간장에 과산화지질이 축적되어 간장의 기능 장애를 일으켜 간세포에서 생성되는 transaminase가 혈중으로 유출되어 증가된 것으로 보여지며 木村 등⁶⁾과 Kimura 등^{8, 9)}의 결과와 같은 경향이였다. 또한 GOT와 GPT는 과산화지질 단독 투여군에 비해 상수리 투여군이 감소의 경향을 나타냈으며 1% 투여군보다는 5% 투

Table 7. Effect of experimental diets on content of GOT and GPT in serum of rats fed peroxidized corn oil for 5 weeks

Group	GOT (karmen unit)	GPT (karmen unit)	GOT/GPT
Normal peroxidized	74.0 ± 2.34^a	39.80 ± 2.25^a	1.86 ± 0.12
Corn oil	128.40 ± 4.15	44.80 ± 4.08	2.89 ± 0.28
PO + 1% Acorn	79.20 ± 3.56^a	41.50 ± 1.69^{NS}	1.91 ± 0.11
PO + 5% Acorn	77.60 ± 1.81^a	35.40 ± 1.51^a	2.20 ± 0.12
PO + 10% Acorn	81.40 ± 5.72^a	39.10 ± 2.46^a	2.09 ± 0.23
PO + 0.25% Tannin	87.40 ± 3.05^a	44.20 ± 3.76^{NS}	1.98 ± 0.12

a) : significantly different from the peroxidized corn oil-treated rat group($p < 0.05$)
 NS : not significant

여군에서 감소의 경향이 컸다. 이와같이 상수리 첨가에 의하여 혈청 중 GOT 및 GPT의 감소는 상수리 중에 함유된 gallic acid, caffeic acid, ellagic acid 등의 탄닌 성분들의 항산화 작용에 의해 과산화지질 생성을 억제시켜 간장에 과산화지질 축적을 격감시켰기 때문에 과산화지질에 의한 간장 장해를 감소시킨 것으로 고려된다.⁶⁾ 한편 Vit. E는 생체 내에서 지질의 항산화 작용을 나타내고 생체막의 안정화에 중요한 역할을 하며 Vit. E의 결핍은 조직에 다량의 과산화지질을 축적시키는 것으로 알려져 있고 caffeic acid는 간세포 장애에 강한 억제효과를 나타낸다는 것이 인정되었다.²⁹⁾ 따라서 상수리에 함유된 탄닌 성분들이 과산화지질의 간장에 대한 독성 작용을 감소시키기 때문에 혈청 GOT와 GPT의 활성을 저하시켰다고 생각한다.

3. 과산화 corn oil 투여 흰쥐의 간장 중 지방 함량에 미치는 상수리의 영향

1) 간장 TC, TG 및 Lipidperoxides

간장 중 TC, TG, LPO의 증가는 지방간의 원인이 되는 것으로 알려져 있다. 각 실험 식이에 따른 간장 중 TC, TG 그리고 LPO의 함량은 Table 8과 같다. 간 조직의 TC량은 과산화지질 단독 투여군 24.22 ± 1.31 (mg/g)으로 다른 식이군에 비해 높게 나타나 상수리 5% 투여군과 tannic acid 0.25% 투여군과는 유의적인 차이를 나타냈으며 상수리 1%와 10% 투여군은 수치적으로는 낮은 경향을 나타냈으나 유의성은 없었다. 역시 TG량에 있어서도 과산화지질 단독 투여군

이 54.42 ± 0.69 (mg/g)으로 다른 식이군에 비하여 높게 나타났으며 상수리 1%와 tannic acid 0.25% 투여군에서 유의적인 감소현상을 나타냈고 상수리 5%와 10% 식이군에서도 감소 현상을 나타냈으나 유의성이 없었다. LPO량에 있어서도 과산화지질 단독 투여군이 29.20 ± 2.45 (MDA nmole/g)로 다른 식이군에 비해 높았으며 상수리 1%, 5%, 10% 투여군에서는 감소현상이 유의적인 차이를 보였고 tannic acid 0.25% 투여군에서는 낮은 경향을 나타냈으나 유의성은 없었다. 이와 같이 간장 중에 TC, TG가 과산화지질 투여로 증가현상을 나타낸 것은 kimura 등³⁰⁾이 보고한 것처럼 과산화지질을 투여한 흰쥐 간의 기능이 축적된 과산화지질에 의해 저해를 받았기 때문인 것으로 생각되며 간장의 과산화지질 상승은 주로 투여한 과산화지질에서 유래한 것이며 그 일부는 간장에서 새로 생성된 것도 함유되어 있다고 생각한다. 木村 등⁶⁾은 과산화지질 투여 흰쥐에 차 추출물 투여로 간장 중의 TC와 TG의 축적을 억제시킨 것은 차 중에 함유된 epigallocatechin gallate 등의 성분이 간세포막의 장해를 저지하거나 장관에서 과산화지질 흡수 억제작용을 나타내기 때문인 것 같다고 하였다.

연구결과로 보아 상수리 투여군에서 TC, TG, LPO 함량의 감소 현상은 상수리에 gallic acid, caffeic acid, ellagic acid 등의 탄닌 성분들이 함유되어 있기 때문이라고 생각된다.

2) 간장 인지질의 지방산 조성

인지질은 세포막지질의 주요 구성 성분으로서 고도

Table 8. Effect of experimental diets on content of TC, TG and LPO in liver of rats fed peroxidized corn oil for 5 weeks

Group	TC (mg/g)	TG (mg/g)	LPO (MAD nmole/g)
Normal peroxidized Corn oil	19.57 ± 1.34^a	50.52 ± 1.19^a	13.26 ± 1.08^a
PO + 1% Acorn	24.22 ± 1.31	24.42 ± 0.69	29.20 ± 2.45
PO + 5% Acorn	22.35 ± 0.80^{NS}	51.30 ± 2.04^a	25.18 ± 2.74^a
PO + 10% Acorn	21.14 ± 1.11^a	52.18 ± 1.77^{NS}	19.23 ± 1.80^a
PO + 0.25% Tannin	23.74 ± 1.44^{NS}	52.78 ± 1.93^{NS}	19.67 ± 2.09^a
	21.38 ± 2.44^a	51.06 ± 2.19^a	26.79 ± 2.48^{NS}

a) : significantly different from the peroxidized corn oil-treated rat group(p<0.05)

NS : not significantly

PO : peroxidized corn oil

MDA : malondialdehyde

Table 9. Fatty acid compositions in phospholipid separated from liver rats

(area %)

Group	Fatty acid					
	16:0	18:0	Total	18:1	18:2	Total
Normal peroxidized	35.85	33.96	69.81	8.02	22.17	30.19
Corn oil	41.36	32.10	73.46	7.41	19.13	26.54
PO + 1% Acorn	23.78	43.90	67.68	8.23	24.09	32.32
PO + 5% Acorn	23.30	41.30	64.60	7.96	27.44	35.40
PO + 10% Acorn	25.96	41.99	67.95	8.01	24.04	32.05
PO + 0.25% Tannin	31.68	40.60	72.28	5.94	21.78	27.72

PO : peroxidized corn oil

불포화지방산(poly unsaturated fatty acid)이 결합되어 있어서 비효소적 과산화작용(활성산소에 의한 과산화반응)을 받아 과산화지질을 생성하기 쉽다. 특히 생체막의 주요 구성 성분인 고도불포화지방산은 과산화지질에 의해 지방산 조성이 변화되기 때문에 생체막의 기능이 저하되고 유동성(fluidity)을 감소시켜 막의 중요 기능인 물질수송과 투과성을 감소시킬 뿐만 아니라 항상성(homeostasis) 유지에 지장을 초래하게 된다. 이들 지질에 대한 항산화제의 역할을 하는 것이 α -tocopherol이다.³⁰⁾ 과산화지질 투여에 의한 흰쥐간 인지질 중의 지방산 조성은 포화지방산 C_{16:0}, C_{18:0}과 불포화지방산 C_{18:1}, C_{18:2}로서 4종이었으며 그 비율에 있어서는 정상 식이군은 포화지방산이 69.81%, 불포화지방산이 30.19%로 포화지방산 함량이 많았다. 그러나 과산화지질 단독 투여군에 있어서는 포화지방산이 73.46%, 불포화지방산이 26.54%로 정상 식이군에 비하여 특히 불포화지방산 함량이 감소하였고 상수리 투여군에서는 불포화지방산 함량이 증가하는 현상을 나타내어 정상 식이군과 비슷하였다. 이와 같이 과산화지질 투여에 의해 인지질 내의 불포화지방산 함량의 뚜렷한 감소는 투여한 과산화지질에 의해 세포막에 있는 불포화지방산이 과산화 작용을 받아 과산화지질을 형성했기 때문으로 생각되며 역시 간장중 과산화 지질 함량도 Table 22에서 보는 바와 같이 증가 현상을 나타냈다. 또한 상수리 투여로 불포화지방산 함량이 정상 식이군과 비슷한 현상을 나타낸 것은 상수리 중에 함유된 acornic compound의 항산화 작용에 의해 인지질내 불포화지방산의 비효소적 과산화 작용을 방지할 수 있었기 때문인 것으로 생각된다.

4. 과산화 corn oil 투여 흰쥐의 SOD와 catalase 활성에 미치는 상수리의 영향

과산화지질을 투여한 흰쥐의 간장에서 SOD와 catalase의 활성도 변화는 Table 10과 같다. SOD는 정상 식이군이 13.76 ± 1.16 (unit/g protein)에 비해 과산화지질 투여군은 유의적인 차로 증가하여 이 등³¹⁾이 보고한 결과와 같은 경향을 나타냈다. 이러한 증가현상은 과산화지질이 대사 과정에서 free radical을 생성하고 이 때 생성된 superoxide radical(O₂⁻)을 소거시키기 위하여 SOD 활성이 증가하였다고 생각된다. 한편 과산화지질 단독 투여군의 SOD 활성이 19.68 ± 0.68 (unit/g protein)인데 상수리 투여군들에 있어서는 유의적인 감소현상을 나타냈으며 각 군들의 사이에는 유의성이 없었다. 이러한 현상은 세포막에 존재하는 α -tocopherol이 생체내에서 생성된 활성산소

Table 10. Effect of experimental diets on activity of SOD and Catalase in liver of rats fed peroxidized corn oil for 5 weeks

Group	SOD (unit/g protein)	Catalase (unit/g protein)
Normal peroxidized	13.76 ± 1.16^a	8.95 ± 0.46^a
Corn oil	19.68 ± 0.68	5.50 ± 0.70
PO + 1% Acorn	17.85 ± 1.49^a	7.29 ± 0.46^a
PO + 5% Acorn	15.36 ± 0.20^a	8.01 ± 0.34^a
PO + 10% Acorn	16.44 ± 0.89^a	7.42 ± 0.60^a
PO + 0.25% Tannin	16.84 ± 0.77^a	7.28 ± 0.71^a

a) : significantly different from the peroxidized corn oil-treated rat group ($p < 0.05$)

를 불활성화시키고 불포화지방산의 지질 과산화를 막아주는 항산화제로 작용을 하는 것처럼²⁶⁾ 상수리 중에 함유된 gallic acid, caffeic acid 등의 항산화 성분들이 체내에서 α -tocopherol과 같은 항산화 기능을 나타내기 때문인 것으로 생각된다. Catalase는 과산화지질 단독 투여군의 5.50 ± 0.70 (unit/g protein)에 비해 그 외 식이군들은 유의적인 차로 활성도가 증가하였으며 정상 식이군에 비해 상수리 투여군들은 낮은 경향을 나타냈으나 유의성은 없었다. 이상과 같이 상수리 첨가군은 과산화지질 단독 투여군에 비해 SOD 활성도는 감소하였으나 Catalase 활성도는 증가 현상을 나타냈으며 SOD와 Catalase 활성도의 관계는 역상관을 나타냈다.

IV. 결 론

과산화지질의 독성에 대한 상수리의 방어효과를 규명하고자 과산화 Corn oil 10%를 첨가한 흰쥐의 기본 식이에 상수리 분말을 1, 5, 10%를 첨가하여 5주간 사육한 후 혈청과 간장 중의 지질함량과 SOD, Catalase 활성도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 혈청 중 콜레스테롤, 중성지방, 과산화지질, GOT, GPT의 상승이 억제되었다.
2. 간장 중 콜레스테롤, 중성지방, 과산화지질의 농도가 감소되었다.
3. 간장 중 인지질의 지방산 조성은 과산화 Corn oil 투여로 포화지방산 함량이 증가하였으나 상수리 투여군에서 감소하였다.
4. 상수리는 과산화 Corn oil 투여에 의한 간장 중의 SOD 활성도는 감소시키고 Catalase 활성도는 증가시켰다.

문 헌

1. 정태현 : 한국 동식물 도감(제5권 식물편), 삼화출판사, 157(1984).
2. 蔡洙圭, 劉太鍾 : 微生物 Tannase에 의한 食品의 Tannin 成分 分解에 關한 研究, 韓國食品科學會誌, 5(4), 258~267(1973).
3. 金昌湜, 申應泰 : 韓國產 豆蔻의 利用에 關한 研究, 韓國微生物學會誌, 3(1), 17~22(1975).
4. R. P. Ofcarcik and E. E. Burns : Chemical and physical properties of selected acorns, Journal of Food Science, 36, 576~578(1971).
5. Itsuo Nishioka : Chemistry and biological activities of tannins, Yakugaku Zasshi, 103(2), 125~142(1983).
6. 木村善行, 奥田拓道, 奥田拓男, 有地滋, 毛利和子 : 過酸化脂質投與ラットの 脂質代謝障害に及各種茶油出物の環境, 日本栄養, 食糧學會誌, 37(3), 223~232(1984).
7. Taeko Matsuzaki and Yukihiko Hara : Antioxidative activity of tea leaf catechins, Nippon Nogeikagaku Kaishi, 59(2), 129~134(1985).
8. Yoshiyuki Kimura, Hiromichi Okuda, Kazuko Mori, Tacuo Okuda, and Shigeru Chem, Pharm, Bull., 32(5), 1866~1871(1984).
9. Yoshiyuki Kimura, Hiromichi Okuda, Takuo Okuda, Tsutomu Hatano, Isao Agata, Shigeru Arichi : Chem. Pharm. Bull., 33(5), 2028~2034(1985).
10. 南惠英 : Tannin을 含有한 食品이 흰쥐의 血清 및 肝臟組織의 脂質에 미치는 影響, 明知大學校 碩士學位(1990).
11. 高鎮福, 金靛泳, 崔到点 : 도토리澱粉이 흰쥐의 脂質代謝에 미치는 影響, 부산여대논문집, 16, 435~443(1984).
12. Friedwald W. T., Ley R. I., Fredrickson D. S. : Clin. Chem., 18, 499(1972).
13. John A. Buege and Steven D. Aust : [30] Microsomal lipid peroxidation. Method Enzymology, 52, 302~310(1978).
14. Jordi Folch, M. Lees and G. M. Sloanestanley : J. Biol. Chem., 226, 497~509(1957).
15. Donald J. Hanahan, John C. Dittmer, And Emily Warshina : A column chromatographic separation of classes of phospholipides. J. Biol. Chem., 226, 685~700(1957).
16. 尹泰憲 : 지방산 메틸에스테르 조제방법이 한국산 식물성 기름(참깨기름)의 지방산 조성에 미치는 영향, 韓國油化學會誌, 4(1), 9~18(1987).
17. Richard A. Weisiger and Irwin Fridovich :

- Superoxide dismutase, *J. of Biol. Chem.*, 248 (10), 3528~3592(1973).
18. Irwin Fridovich : Superoxide dismutases. *Annual Review of Biochemistry*, 44, 147~159 (1975).
 19. Bruce L. Geller and dennis R. Winge : Rat liver Cu, Zn-Superoxide dismutase, *J. of Biol. Chem.*, 257(15), 8945~8952(1982).
 20. Hugo E. Aebi : Catalase methods of enzymology analysis, 3, 273~286(1981).
 21. 細川和子, 小川喜美江, 和田富起 : 油脂變敗と食餌の營養效率(第一報), *營養學雜誌*, 25(4), 142~148(1967).
 22. 高鎭福 : 도토리澱粉的 營養生理學的 研究, *부산여대논문집*, 13, 367~377(1982).
 23. 吳亭根, 高鎭福 : 도토리澱粉 添加 給食이 白米에 미치는 營養效果에 관한 研究, *부산여대논문집*, 15, 455~468(1983).
 24. 柳良子 : 흰쥐의 血液成分 및 肝 組織에 미치는 食餌性 탄닌의 영향과 콜린, 메치오닌, 티아민의 添加效果, *단국대학교 박사학위*(1986).
 25. Grandy, S. M. : Monounsaturated fatty acid, Plasma cholesterol and coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 45, 1168~1175 (1987).
 26. 過酸化脂質と生體 : 學會出版センター, 45~69, 289~292(1987).
 27. 金松田, 李容億, 李漢雄 : 燐脂質이 除去된 食用油가 흰쥐의 血清脂質 成分에 미치는 영향, *한국유화학회지*, 6(2), 89~104(1989).
 28. 高鎭福, 崔到点 : 도토리澱粉 添加給食時 消化吸收에 관한 研究, *부산여대논문집* 14, 483~495 (1983).
 29. Masahide Yasuda, Tadashi Fujita and Tasuhisa Mizunoya : *Yakugaku Zasshi*, 99(3), 285~289(1979).
 30. 허전수, 김영홍, 도재철, 최연식 : 탈지사료 및 출분 투여가 rat에 있어서 지질 과산화에 미치는 영향, *한국노화학회지*, 1(1), 92~97(1991).
 31. 이순재, 최원경 : 加熱油와 vitamin E가 흰쥐의 肝臟內의 過酸化的 損傷에 미치는 影響, *한국영양식량학회지*, 20(2), 111~120(1991).
 32. Yoshiyuki Kimura, Hiroji Ohminami, Miromichi Okuda, Kimiye Baba, Mitsugi Kozawa and Shigeru Arichi : *Planta Medica*, 49, 51~54 (1983).