

탄닌산(tannic acid) 첨가가 고지방 식이 흰쥐의 성장과 혈액학치 및 혈액화학치의 변화에 미치는 영향

황 의 경¹

상지대학교 생명자원과학대학 동물자원학과

The Effect of Supplementary Feeding of Tannic acid on Growth and Hematological Changes in Rats Fed High Fat Diet

Eui-kyung Hwang¹

Department of Animal Science, College of Life Science and Natural Resources, Sangji University

Abstract: This study was performed to investigate the growth rate, hematological and serological changes of the rats when they were fed with the high fat diets supplemented with or without the tannic acid for five weeks. Thirty-two Sprague-Dawley male rats (235.7±10.7 g of body weight) were randomly divided into four groups, control group and three treatment groups(T1, T2 and T3). Rats in control group were fed with the high fat diet containing 15% lard, 1% cholesterol and 0.5% sodium cholate(wt/wt) which was modified from the formula of American Institute of Nutrition (AIN)-76 diet and rats in treatment groups were fed with above diet supplemented with 0.25%(T1), 0.5%(T2) or 0.75%(T3) of tannic acid(wt/wt), respectively. The supplementation of tannic acid(TA) did not affect the final body weight, gain of body weight and feed intake of rats in both control and treatment groups. The numbers of red blood cells, hemoglobin concentrations and hematocrit values in blood of rats showed no significant differences between control group and treatment groups. The glucose concentration and albumin/globulin(A/G) ratio of rats in treatment groups were slightly lower than that of control group without significance. The values of total protein, albumin and globulin showed no significant differences between control group and treatment groups. The values of total cholesterol, low density lipoprotein-cholesterol and atherogenic index in sera of rats in treatment groups were much lower than that of control group without significance. The values of triglycerides in sera of rats in T3 group were significantly lower than that of control group (P<0.05). The values of AST and ALT in sera of rats in T3 group were significantly lower than that of control group (P<0.05). Thus supplementation of tannic acid to high fat diet could be effective to reduce the serum lipid levels such as total cholesterol, high density lipoprotein-cholesterol and triglycerides which were regarded as to cause the cardiovascular diseases.

Key words : tannic acid, fat, cholesterol, hematology, rat.

서 론

탄닌(tannin)은 나무의 껍질과 잎, 풀, 과일 및 곡식 등 자연계에 널리 분포하고 있는 식물성 폴리페놀(polyphenol)로서 과다섭취하면 독성을 나타내어 초식동물로부터 이를 함유하고 있는 식물체 자신을 보호하는 작용과 방부성이 있어 각종 과일이나 곡식이 미생물에 오염되어 부패하는 것을 막아주는 역할을 하고 또한 이 성분이 동물의 원피를 부드럽게 하는 성질이 있어 과거에는 주로 가죽의 가공과정에 이용되어 왔다^{2,4,20,27}. 그러나 최근에 들어서는 탄닌이 유해산소를 제거하는 항산화기능, 항균작용, 항바이러스작용, 혈압강하작용, 유전자돌연변이 저해작용, 항종양작용 및 항알러지 작용 등 건강을 증진하는 작용과 기능들이 새롭게 밝혀지고 있으며 특히 고지혈증 억제작용 및 지방간 억제작용 등을 통

해 혈청내 지질성분의 함량을 낮춰 심혈관계 질환을 예방하는 작용이 있는 것으로 알려져 주목받고 있다^{2,13,14,35,38}.

탄닌은 수용성 또는 가수분해형(hydrolysable) 탄닌과 불용성 또는 축합형(condensed) 탄닌의 두 가지로 크게 나누어지는데 수용성 탄닌에 속하는 tannic acid는 gallic acid가 주 성분이며 적포도주, 녹차, 커피, 도토리과 밤의 과육과 속껍질 및 미성숙 상태의 과일 등에 다량 함유되어 있으며 여러 건강 기능성 식품의 첨가제로도 이용되고 있다^{2,7,30,34}.

최근 세계화 추세에 의해 식생활 양상이 서구화됨에 따라 각종 동물성 식품의 섭취량이 증가하였으며, 특히 동물성 지방의 과다 섭취로 인한 동맥경화, 심근경색, 고혈압 등과 같은 심혈관계 질환의 발생이 급증하고 있는 실정이다^{19,21,39}.

따라서 본 연구는 tannic acid의 고지혈증과 동맥경화성 질환에 대한 예방적 효과를 구명하고자 고지방식을 급여한 흰쥐에 소량의 tannic acid 분말을 첨가함에 따른 흰쥐의 성장과 혈액학적 및 혈청학적 생리치에 미치는 영향을 조사함으로써 tannic acid가 생체 건강 지표에 미치는 영향 특히

¹Corresponding author.
E-mail : ekhwang@sangji.ac.kr

혈청 지질 개선에 효과에 대해 알아보고자 실시하였다.

은 Table 1과 같다.

재료 및 방법

공시 시료

흰쥐의 실험사육에 이용된 식이 성분들 중 설탕(제일제당)과 돈지(lard ; 동성기업, 대구)는 국내에서 구입하였고, tannin(MP Biomedicals, Inc, Aurora, Ohio, USA.)과 카제인 및 나머지 성분들(ICN Biomedicals, Inc., Costa Mesa, California, USA)은 모두 해외에서 구입하여 사용하였다.

실험 동물 및 식이

평균체중이 189.9±8.4 g인 생후 6주령인 Sprague-Dawley (SD)종 수컷 흰쥐 32마리를 (주)대한 바이오링크(충북 음성)로부터 구입하여 1주간 상용 펠렛 사료(제일제당, 한국)로 예비사양한 후 이들을 무작위로 4개의 군으로 나누어 5주간 고지방 실험식으로 사육하였다. 대조군은 흰쥐와 마우스에 대한 표준식으로 미국영양협회에서 정한 AIN-76²³ 식이조성을 참고로 하여 수정하였는바 고지방식을 위해 전체 사료 중 lard, cholesterol 및 sodium cholate를 각각 15%, 1% 및 0.5%를 포함하도록 구성하였다. 대조군에 대한 처리군은 모두 3군으로 이 중 Treatment 1(이하 T1)군은 전체 사료 중 0.25%의 탄닌을 첨가하였고 Treatment 2(이하 T2)군은 전체 사료 중 0.5%의 탄닌을 첨가하였으며, Treatment 3(이하 T3)군은 전체 사료 중 0.75%의 탄닌을 첨가하여 급여하였다. 전분(starch)은 대조군과 T1, T2 및 T3 군에 전체 사료 중 각각 13.75%, 13.5%, 13.25% 및 13%를 첨가하여 급여하였다. 본 실험에 사용된 대조군과 처리군의 식이조성

사양관리

실험동물을 수용하기 전에 사육케이지를 세척 소독하였으며, 케이지 바닥에는 깔짚으로 대패밥을 깔아주었다. 동물의 사육실 조건은 온도 22±2°C가 되게 하였으며, 해당 식이와 물은 제한하지 않고 자유롭게 섭취하도록 하였다. 흰쥐의 식이 섭취량은 주 2회 사료 급여량에서 잔량을 빼주는 방법으로 측정하였으며, 체중은 주 1회 측정하였다.

시료 채취

실험동물을 희생시키기 12시간 전부터 절식시킨 후 에테르로 가볍게 마취하여 복부를 절개한 다음 복부대동맥으로부터 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액의 일부는 EDTA-2K로 처리된 플라스틱 용기(CBC bottle, 녹십자)에 넣고 흔들어 주어서 혈액의 응고를 방지하였고, 나머지는 혈액생화학적 검사를 위해 혈청분리관에 옮겨 담았다. 전혈은 실온에 30분간 방치하여 혈액이 응고한 다음 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하였다가 공시하였다.

시료분석

혈액학치로 적혈구수는 혈액을 희석액으로 희석한 후 혈구계산판을 이용 측정하였고, 헤모글로빈 농도는 Sahli-Hellige법³⁶으로 측정하고, 헤마토크리트치는 고속원심 침전법에 의한 모세관법³⁷으로 Hematocrit centrifuge(한일과학산업 HA-200, 한국)를 이용하여 측정하였다.

혈청의 포도당 농도는 glucose oxidase법³⁷, 총단백 농도는 biuret법³⁷, 알부민(A) 농도는 brom cresol green법³⁷에 따라

Table 1. Composition of the experimental diets (g/100g)

	Control	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3
Casein	20	20	20	20
Starch	13.75	13.5	13.25	13
Sucrose	40	40	40	40
Lard	15	15	15	15
Cholesterol	1	1	1	1
Sodium cholate	0.25	0.25	0.25	0.25
Crude fiber	5	5	5	5
DL-methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2
AIN Mineral mix2)	3.5	3.5	3.5	3.5
AIN Vitamin mix3)	1	1	1	1
Tannic acid	0	0.25	0.5	0.75

1)AIN mineral mixture 76(contents in g/ kg of mixture) : calcium phosphate, dibasic 500, sodium chloride 74, potassium citrate monohydrate 220, potassium sulfate 52, magnesium oxide 24, manganese carbonate(43-48% Mn) 3.5, ferric citrate(16-17% Fe) 6, zinc carbonate(70% ZnO) 1.6, cupric carbonate(53-55% Cu) 0.3, potassium iodate 0.01, sodium selenite 0.01, chromium potassium sulfate 0.55, sucrose, finely powdered, 118.

2)AIN vitamin mixture 76(contents in g/kg of mixture) : thiamine HCl 0.6, riboflavin 0.6, pyridoxine HCl 0.7, nicotinic Acid 3, d-calcium pantothenate 1.6, folic acid 0.2, D-biotin 0.02, cyanocobalamin(vitamin B12) 0.001, retinyl palmitate(vitamin A) 1.6, DL-alpha tocopherol acetate 20, cholecalciferol(vitamin D3) 0.25, menaquinone(vitamin K2) 0.05, sucrose, finely powdered, 972.9.

조제된 시약 kit(아산제약, 한국)로 측정하였으며 글로부린(G) 농도는 총단백 농도에서 알부민 농도를 뺀으로써 구하였고 A/G 비율은 알부민 농도를 글로부린 농도로 나눈값으로써 계산하였다. 총콜레스테롤(TC), 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C) 및 중성지방(triglyceride, TG) 농도는 각각 효소법에 의한 kit(아산제약, 한국)를 사용하여 측정하였으며, 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C) 값은 Friedwald식⁵ $[LDL-C] = [TC] - \{[HDL-C] + [TG/5]\}$ 을 이용하여 계산하였다³⁷. 동맥 경화지수(AI)는 Haglund 등⁸에 따라 $AI = (TC - HDL-C) \div HDL-C$ 공식을 이용하여 계산하였다. aspartate aminotransaminase(AST) 및 alanine aminotransaminase(ALT) 활성도는 Reitman-Frankel법³⁷에 따라 조제된 시약 kit(아산제약, 한국)로 측정하였다.

통계처리

각 처리구의 측정값에 대해 평균치와 표준편차를 구하였으며, 각 군간의 통계적 유의성은 SAS 통계처리용 프로그램으로 ANOVA분석 후 Duncan's multiple range test³를 이용하여 유의수준 $p < 0.05$ 에서 검증하였다.

결 과

식이 섭취량, 체중 증가량 및 식이 효율

5주간의 식이 섭취량과 체중 증가량 및 식이 효율은 Table 2에 나타낸 바와 같다. 즉, 식이 섭취량, 체중 증가량 및 식이 효율 모두 대조군과 각 처리군 간에 경미한 차이를 나타내었을 뿐 유의적인 차이는 보이지 않았다.

혈액의 적혈구수, 헤모글로빈 농도 및 헤마토크리트치

적혈구수는 T2군이 $7.36 \pm 0.82 (10^6/\mu l)$ 로 T1군의 $6.67 \pm 1.44 (10^6/\mu l)$ 보다 다소 높았고, 헤모글로빈 농도는 T3군이 $13.3 \pm 1.6 \text{ g/dl}$ 로 T1군의 $12.9 \pm 1.7 \text{ g/dl}$ 에 비하여 다소 높았으며, 헤마토크리트치는 T2군이 $46 \pm 2.3\%$ 로 T1군의 $41.4 \pm 7.0\%$ 에 비하여 조금 높은 등 모두 각 군 간에 경미한 차이는 있었으나 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다(Table 3).

혈청의 포도당, 총단백 및 알부민 농도

해당 실험 식이를 5주간 섭취한 흰쥐의 혈청에 대한 포도당, 총단백, 알부민(A), 글로부린(G) 농도 및 A/G 비율은 Table 4와 같다. 포도당 농도는 대조군이 $126.8 \pm 44.3 \text{ mg/}$

Table 2. Cumulative feed intake, body weight gain and feeding efficiency of rats fed the experimental diets for 5 weeks

Group	Body weight (g)			Feed intake(g/5wks)	Feeding efficiency
	Initial	Final	Gain(g/5wks)		
Control	234.6 ± 11.5	380.5 ± 17.8	145.9 ± 14.4	595.8 ± 31.0	0.244 ± 0.015
Treatment 1	237.5 ± 12.4	385.9 ± 17.4	148.4 ± 10.4	594.9 ± 24.4	0.249 ± 0.013
Treatment 2	235.7 ± 10.4	378.1 ± 21.9	142.4 ± 20.0	588.0 ± 33.4	0.241 ± 0.026
Treatment 3	234.9 ± 10.5	376.1 ± 24.7	141.2 ± 16.0	590.0 ± 49.4	0.239 ± 0.016

Each value represents Mean ± SD.

Table 3. Hemoglobin(Hb), hematocrit(HCT) and red blood cell(RBC) contents in blood of rats fed the experimental diets for 5 weeks

Group	RBC ($10^6/\mu l$)	Hb (g/dl)	HCT (%)
Control	7.24 ± 1.60	14.0 ± 0.9	46.0 ± 4.3
Treatment 1	6.67 ± 1.44	13.9 ± 1.7	41.4 ± 7.0
Treatment 2	7.36 ± 0.82	14.2 ± 0.6	46.0 ± 2.3
Treatment 3	7.01 ± 0.53	14.3 ± 1.6	42.4 ± 2.9

Each value represents mean ± SD.

Table 4. The values of glucose, total protein, albumin, globulin and A/G ratio in sera of rats fed the experimental diets for 5 weeks

Group	Glucose(mg/dl)	Total protein(g/dl)	Albumin(g/dl)	Globulin(g/dl)	A/G1) ratio
Control	126.8 ± 44.3	7.1 ± 0.2	4.1 ± 0.3	3.0 ± 0.3	1.41 ± 0.22
Treatment 1	110.5 ± 30.9	6.9 ± 0.2	3.8 ± 0.2	3.1 ± 0.2	1.22 ± 0.09
Treatment 2	100.4 ± 21.4	6.9 ± 0.3	3.7 ± 0.4	3.1 ± 0.4	1.27 ± 0.26
Treatment 3	109.6 ± 14.9	6.9 ± 0.3	3.8 ± 0.5	3.1 ± 0.4	1.25 ± 0.28

Each value represents Mean ± SD.

1)A/G : albumin/globulin

Table 5. The concentration of serum lipid levels in sera of rats fed the experimental diets for 5 weeks

Group	TC(mg/dl)	HDL-C(mg/dl)	LDL-C(mg/dl)	TG(mg/dl)	AI
Control	123.6±27.7	31.9±4.8	79.8±25.5	59.9±15.8 ^a	2.93±0.89
Treatment 1	119.9±34.7	31.5±7.1	76.0±41.6	62.3±7.9 ^a	2.58±1.12
Treatment 2	105.9±35.9	26.1±6.5	69.5±39.4	51.4±8.8 ^{ab}	2.55±1.29
Treatment 3	91.8±32.4	27.6±4.5	57.1±36.5	40.8±4.1 ^b	2.10±1.14

Each value represents Mean ± SD.
 TC : Total cholesterol, HDL-C : High density lipoprotein-cholesterol,
 LDL-C : Low density lipoprotein-cholesterol, TG : Triglyceride, AI : atherogenic index
 Values with different superscripts in same column are significantly different at p < 0.05.

dl로 T2군의 100.4±21.4 mg/dl를 비롯한 처리군의 농도보다 조금 높았으나 유의성 있는 차이를 나타내지는 않았다. 총단백과 알부민치의 경우 대조군이 각각 7.1±0.2g/dl와 4.1±0.3 g/dl로 처리군에 비하여 경미하게 높았고 A/G 비율도 대조군이 1.41±0.22로 처리군에 비하여 약간 높았으나 모두 유의성 있는 차이를 나타내지는 않았다.

혈중 지질 성분

각 군의 TC, HDL-C, LDL-C, TG의 농도 및 AI 수치는 Table 5와 같다. TC 농도는 대조군이 123.6±27.7 mg/dl로 T3군의 91.8±32.4 mg/dl보다 현저히 높았으나 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다. HDL-C의 농도는 대조군이 31.9±4.8 mg/dl로 T3군의 27.6±4.5 mg/dl에 비하여 조금 높았으나 유의성은 없었다. LDL-C의 농도는 대조군의 79.8±25.5 mg/dl에 비하여 T3군은 57.1±36.5 mg/dl로 현저히 낮았으나 역시 유의성은 없었다. TG의 함량은 대조군과 T1군은 각각 59.9±15.8 mg/dl과 62.3±7.9 mg/dl인데 비하여 T3군은 40.8±4.1 mg/dl로 현저히 낮았으며 유의성도 나타내었다(P<0.05). AI값은 대조군이 2.93±0.89로 T3군의 2.10±1.14에 비해 현저히 낮았으나 유의성은 없었다.

혈청 AST 및 ALT 농도

혈청 AST, ALT의 값은 Table 6과 같다. AST 농도는 대조군, T1 및 T2군이 각각 136.1±21.9 IU/l, 140.3±19.7 IU/l 및 129.9±11.1 IU/l로 T3군의 104.3±10.9 IU/l에 비하여 현저히 높았고 유의성 있는 차이를 나타내었으며, ALT 농도는 대조군이 51.1±22.6 IU/l인데 비하여 T2군과 T3군은

Table 6. The values of aspartate aminotransaminase(ALT) and alanine aminotransaminase (ALT) in sera of rats fed the experimental diets for 5 weeks

Group	AST(IU/l)	ALT(IU/l)
Control	136.1±21.9 ^a	51.1±22.6 ^a
Treatment 1	140.3±19.7 ^a	35.5±14.2 ^{ab}
Treatment 2	129.9±11.1 ^a	29.5±10.6 ^b
Treatment 3	104.3±10.9 ^b	19.6±9.6 ^b

Each value represents Mean ± SD. Values with different superscripts in same column are significantly different at p < 0.05.

각각 29.5±10.6 IU/l와 19.6±9.6 IU/l로 현저히 낮았으며 유의성도 인정되었다(p<0.05).

고 찰

탄닌은 인체와 각종 동물에서 고혈압이나 동맥경화 등 심혈관계 질환의 억제작용, 과산화지질의생성을 억제하여 노화방지 작용, 중성지방의 생성을 억제하여 비만방지 작용 및 혈청지질성분의 저하작용 등 생체에 많은 유익한 작용을 하지만 이와 반대로 단백질과의 결합성이 강해 단백질을 침전 시킴으로써 단백질 소화작용의 감소를 초래하고, 철분의 체내흡수를 방해하며, 간과 신장 등 장기에 대한 독성작용으로 인해 과다섭취할 경우에는 중독증상을 일으키기 때문에 그 투여 용량을 결정하는데 있어서 매우 신중해야 한다^{2,6,12-14,18,27,30}. 이 실험에서는 Tamir와 Alumot²²이 흰쥐 사료 중 4% 이상의 탄닌을 첨가할 경우 섭취섭취량과 증체량이 감소하였다고 보고한 것과 Joslyn과 Glick¹¹이 흰쥐 사료에 tannic acid를 2% 이상 첨가할 경우 다소의 증체를 저하를 초래하였다는 보고와 Kaosar 등¹²이 tannic acid를 흰쥐 사료에 1% 이상을 3주간 투여할 경우 헤마토크리트치와 헤모글로빈 농도를 저하시킨다고 보고한 것 및 Niho 등¹³이 gallic acid를 흰쥐 사료 중 0.6% 이상으로 13주간 투여시 적혈구수, 헤모글로빈 농도 및 헤마토크리트치의 감소를 초래했다는 보고를 참고로 하여 tannic acid의 첨가 수준을 사료 중 0.25%에서 0.75%로 결정하였다.

사료섭취량, 체중증가량 및 사료효율의 경우 대조군과 처리군 간에는 거의 차이가 없어 tannic acid의 첨가가 사료의 기호성 및 생체내 사료의 소화와 흡수에는 영향을 미치지 않은 것으로 여겨지며 이는 0.2~1.7% 수준의 탄닌을 식이에 첨가할 경우 사료섭취와 증체율에 영향을 미치지 않았다는 이전의 여러 보고들과 일치하였다^{1,6,12,16,17,25}.

적혈구수, 헤모글로빈 농도 및 헤마토크리트치의 경우 각 시험군간에 경미한 차이는 있었지만 이는 tannic acid의 첨가에 따른 결과가 아니라 각 개체간 차이에 따른 결과로 여겨지며 이를 같은 품종, 동일한 성, 비슷한 주령의 정상 흰쥐에 대하여 송 등³²이 보고한 검사 성적 및 역시 같은 품종과 동일한 성의 정상 흰쥐에 대해 김 등²⁸이 보고한 성적과 비교하여 보면 적혈구수는 조금 낮았고 헤모글로빈 농도와

헤마토크리트치는 거의 같았으며, Mitruka와 Rawnsley¹⁵가 기술한 SD종의 혈액학적 정상표준치 범위에 모두 속하여 tannic acid의 첨가가 이들 수치에 영향을 미치지 않았음을 알 수 있었다.

생체 내에서 주요 에너지원인 탄수화물 대사의 지표가 되는 혈청의 포도당 농도는 대조군에 비하여 처리군이 다소 낮았으나 각 군 사이에 유의적인 차이가 없었고 모두 정상범위에 속하였으며, 또한 생체 내에서 대부분의 단백질이 간에서 생성되기 때문에 간장의 건강 상태를 간접적으로 나타내고 있는 혈청 중 총단백, 알부민 및 글로부린 농도는 두 군이 매우 유사한 값을 보였으며, A/G 비율은 대조군에 비하여 처리군이 조금 낮았으나 모두 정상범위에 속하였으며 이는 tannic acid 첨가 급이가 흰쥐 혈청의 포도당 및 단백질 농도를 정상적으로 유지하는데 별 다른 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다^{10,15,16,29,37}.

혈청 지질 성분인 TC, HDL-C, LDL-C, TG 농도 및 AI 수치는 관상동맥경화증을 비롯한 각종 동맥경화증과 고혈압 등 심혈관질환과 밀접한 연관이 있는 인자로 여겨지고 있는데 TC와 LDL-C의 농도 및 AI 수치의 경우 대조군에 비하여 tannic acid의 첨가량이 늘어날수록 현저히 감소하였으나 통계적인 유의성은 없었는데 그 원인은 tannic acid의 첨가 수준이 너무 낮아 첨가에 따른 효과가 제대로 나타나지 못한 점과 흰쥐 간에 개체차가 심했기 때문으로 여겨지며, TG 함량이 T3군(0.75% tannic acid 첨가)에서 유의성 있게 낮은 것 등을 종합하여 볼 때 tannic acid의 첨가가 고지방식이에 따른 혈청 지질 농도의 상승을 억제하는데 유효한 효과가 있는 것으로 간주되었다^{6,26,31,33}. HDL-C 농도는 대조군에 비하여 처리군이 경미하게 낮아 탄닌 투여가 이의 농도를 높였다는 Fukuyo 등⁶과 성 등³¹의 보고와는 차이가 있으나 탄닌 투여가 HDL-C의 농도에는 영향을 미치지 않았다는 신 등⁶, Muramatsu 등¹⁶ 및 Yugarani 등^{25,26}의 보고와는 거의 일치하였는바 앞으로 이렇게 상반된 결과에 대한 규명을 위해서 보다 많은 연구가 이루어져야 하리라 여겨진다.

사람이나 동물에서 동물성지방의 과다섭취는 혈액 중 TC의 농도를 상승시키는 것으로 알려져 있으며, 특히 동물성 지방에 다량 함유되어 있는 콜레스테롤은 주로 LDL-C 농도의 상승을 초래하고 이로 말미암아 TC의 상승이 이루어지는 것으로 밝혀져 있고^{19,31}, 탄닌이 TC의 농도를 감소시키는 기전은 탄닌이 장관 내에서 담즙과 결합하고 담즙의 배설을 촉진함으로써 담즙의 재흡수를 차단하기 때문으로 알려져 있다²⁴. TG 함량이 유의적으로 감소한 기전은 탄닌이 혈액 중 TG의 전환을 촉진하거나 간에서 TG 합성을 저해한 때문이다^{26,31}.

AST 및 ALT는 간세포 내에 다량 존재하는 효소로 간 손상 시 세포외로 다량 유출되어 혈액으로 유입됨으로써 이 수치가 증가하게 되기 때문에 간장 기능 판정의 지표로 이용되는 효소인데³⁷, AST와 ALT 농도 모두 대조군에 비하여 tannic acid의 첨가량이 늘어날수록 감소하였고 특히 T3군(0.75% tannic acid)군에서는 두 농도 모두 대조군에 비하여 유의성 있게 낮았는데 이는 탄닌성분이 간세포의 손상을 막

아주는 효과에 의한 것으로 여겨지며 이 결과는 실험적으로 탄닌이 사염화탄소로 손상된 간세포에서 ALT에 대한 효소 활성 저해 작용을 하는 등 현저한 항간장독성효과가 있다는 Hikino 등⁹의 보고와도 일치하였다.

이상을 종합하여 보면 탄닌의 첨가수준이 가장 높은 T3군에서 혈청 중 TC와 저밀도 LDL-C 함량 및 AI가 비록 유의성은 인정되지 않았으나 현저하게 감소하는 경향을 나타내었고 중성지방은 유의성 있게 감소한 것으로 미루어 보아 탄닌의 혈청개선지질 개선효과가 있는 것으로 여겨지며 앞으로 이에 대해 보다 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 여겨진다.

결 론

본 연구는 고지방으로 조성된 식이(lard 15%, cholesterol 1% 및 sodium cholate 0.5% 함유)에 tannic acid의 첨가(0.25~0.75%)가 흰쥐의 성장 및 혈액과 혈청의 주요 생리학적 지표에 미치는 영향을 관찰하고자 체중변화, 사료 섭취량, 장기 중량변화, 혈액의 적혈구수, 헤모글로빈 농도 및 헤마토크리트치, 혈청의 포도당과 단백질 농도 및 각종 지질 성분의 함량 등을 조사하여 얻은 결과는 다음과 같다.

사료섭취량, 증체량 및 사료효율에 있어서는 대조군과 탄닌을 첨가한 처리군 간의 거의 차이가 없었다.

혈액의 적혈구수, 헤모글로빈농도 및 헤마토크리트치는 모두 대조군과 처리군 간에 유의차가 나타나지 않았다.

혈청의 포도당 농도는 대조군에 비하여 처리군이 약간 낮았으나 유의성은 없었고, 총단백, 알부민 및 글로부린 농도는 대조군과 처리군 간에 거의 차이를 나타내지 않았으나 A/G 비율은 대조군에 비하여 처리군이 유의성이 조금 낮았다.

혈청 지질성분인 총콜레스테롤(TC)과 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C) 함량 및 동맥경화지수(AI)는 대조군에 비하여 처리군이 현저하게 낮았으나 유의성은 인정되지 않은 반면에 중성지방은 대조군에 비하여 0.75% tannic acid 첨가 처리군이 유의성 있게 낮았다($p < 0.05$).

간손상의 지표가 되는 AST와 ALT 값의 경우 대조군에 비하여 AST 값은 0.75% 탄닌 첨가군이 ALT 값은 0.50 및 0.75% tannic acid 첨가 처리군들에서 유의성 있게 낮았다.

이상을 종합하여 보면 탄닌의 첨가수준이 가장 높은 0.75% tannic acid 첨가 처리군에서 혈청 중 TC와 저밀도 LDL-C 함량 및 AI가 비록 유의성은 인정되지 않았으나 현저하게 감소하는 경향을 나타내었고, 중성지방은 유의성 있게 감소한 것으로 미루어 보아 탄닌의 혈청개선지질 개선효과가 있는 것으로 여겨지며 앞으로 이에 대하여는 보다 많은 연구가 필요하다고 생각된다.

감사의 글

이 논문은 2003년도 상지대학교 교내연구비 지원에 의한 것임.

참 고 문 헌

1. Chang MCJ, Bailey JW, Collins JL. Dietary tannins from cowpeas and tea transiently alter apparent calcium absorption but not absorption and utilization of proteins in rats. *J Nutr* 1994; 124: 283-288.
2. Chung KT, Wei CI, Johnson MG. Are tannins a double-edged sword in biology and health? *Trends Food Sci Technol* 1998; 9: 168-175.
3. Duncan DB. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 1955; 11: 1-42.
4. Fickel J, Pitra Ch, Joest BA, Hofmann. A novel method to evaluate the relative tannin-binding capacities of salivary proteins. *Comp Biochem Physiol Part C* 1999; 122: 225-229.
5. Friewald, W. T., Levy, R. I. and Fredrickson, D. S. Estimation of concentration of low density lipoprotein cholesterol without use of the preparation of ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 28: 499-502.
6. Fukuyo M, Hara Y, Muramatsu K. Effect of tea leaf catechin, (-) · epigallocatechin gallate, on plasma cholesterol level in rats. *J Jpn Soc Nutr Sci* 1986; 39: 495-500.
7. Hagerman AE, Robbins CT, Weerasuriya Y, Wilson TC, McArthur C. *J Range Manage* 1992; 45: 57-62.
8. Haglund O, Luostarinen R, Wallin R, Wibell L, Saldeen T. The effects of fish oil on triglyceride, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin E. *J Nutr* 1991; 121: 165-169.
9. Hikino H, Kiso Y, Hatano T, Yoshida T, Okuda T. Antihepatotoxic actions of tannins. *J Ethnopharmacol* 1985; 14: 19-29.
10. Holmes DL. *Clinical laboratory animal medicine*. Ames: Iowa State University Press. 1984: 110-111.
11. Joslyn MA, Glick Z. Comparative effects of gallotannic acid and related phenolics on the growth of rats. *J Nutr* 1969; 98: 119-126.
12. Kaosar A, Kazuki S, Satoshi I, Hiroshi H. Reducing effect of ingesting tannic acid on the absorption of iron, but not of zinc, copper and manganese by rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 2004; 68: 584-592.
13. Khan NS, Ahmad A, Hadi SM. Anti-oxidant, pro-oxidant properties of tannic acid and its binding to DNA. *Chemico-Biological Interactions* 2000; 125: 177-189.
14. Liu JC, Hsu FL, Tsai JC, Chan P, Liu JYH, Thomas GN, Tomlinson B, Lo MY, Lin JW. Antihypertensive effects of tannins isolated from traditional Chinese herbs as non-specific inhibitors of angiotensin converting enzyme. *Life Sciences* 2003; 73: 1543-1555.
15. Mitruka BM, Rawnsley HM. *Clinical biochemical and hematological reference values in normal experimental animals and normal humans*. 2nd ed. New York: Masson Publishing USA, Inc. 1981:57-166.
16. Muramatsu K, Fukuyo M, Hara Y. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 1986; 32: 613-622.
17. Niho N, Shibutani M, Tamura T, Toyoda K, Uneyama C, Takahashi N, Hirose M. Subchronic toxicity study of gallic acid by oral administration in F344 rats. *Food Chem Toxicol* 2001; 39: 1063-1070.
18. Osweiler GD, Carson TL, Buck WB, Van Gelder GA. Oak poisoning. In: *Clinical and diagnostic veterinary toxicology*, 3rd ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company. 1985: 468-470.
19. Packard CJ, McKinney L, Carr K, Shepherd J. Cholesterol feeding increases low density lipoprotein synthesis. *J Clin Invest* 1983; 72: 45-51.
20. Schofield P, Mbugua DM, Pell AN. Analysis of condensed tannins: a review. *Animal Feed Sci Technol* 2001; 91: 21-40.
21. Spady DK, Woollett LA, Dietschy JM. Regulation of plasma LDL-cholesterol levels by dietary cholesterol and fatty acids. *Annu Rev Nutr* 1993; 13: 355-381.
22. Tamir M, Alumot E. Carob tannins-Growth depression and levels of insoluble nitrogen in the digestive tract of rats. *J Nutr* 1970; 100: 573-580.
23. The American Institute of Nutrition : Report of American Institute of Nutrition Ad Hoc Committee on Standards for Nutritional Studies. *J Nutr* 1977; 107:1340-1348.
24. Wu?rsch P. Influence of tannin-rich Carob Pod fiber on the cholesterol metabolism in the rat. *J Nutr* 1979; 109: 685-692.
25. Yugarani T, Tan BKH, Teh M, Das NP. Effects of polyphenolic natural products on the lipid profiles of rats fed high fat diets. *Lipids* 1992; 27: 181-186.
26. Yugarani T, Tan BKH, Teh M, Das NP. The effects of tannic acid on serum lipid parameters and tissue lipid peroxidases in the spontaneously hypertensive and Wistar Kyoto rats. *Planta Med* 1993; 59: 28-31.
27. Zhu M, Phillipson JD, Greengrass PM, Bowery NE, Cai Y. Plant polyphenols: Biologically active compounds or non-selective binders to protein. *Phytochemistry* 1997; 44: 441-447.
28. 김형진, 송시환, 하창수, 한상섭. 시육밀도가 Sprague-Dawley 랫드의 성장 및 각종 생리치에 미치는 영향, 한국실험동물학회지 1993; 9: 71-82.
29. 서희중. 흰쥐에 마늘 투여로 혈액의 지질량과 그 외 혈액 성분 변화 고찰. 한국식품영양과학회지 1999; 28: 1339-1348.
30. 서지형, 정용진, 김광수. 짧은 감에서 분리한 탄닌성분의 기능적 특성. 한국식품과학회지 2000; 32: 212-217.
31. 성인숙, 김명주, 조수열 : 도토리추출물이 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향, 한국식품영양과학회지 1997; 26: 327-333.
32. 송창우, 황화선, 한상섭. Ktc: SD 랫드의 주령에 따른 기초 연구 I. 체중변화, 혈액·혈액생화학적 변화 및 뇨분석. 한국실험동물학회지 1990; 6: 33-43.
33. 신미경, 한성희, 환경조. 녹차의 음용이 지방과 콜레스테롤을 투여한 흰쥐의 혈청지질 및 간의 조직에 미치는 영향. 한국영양식품과학회지 1997; 29: 1255-1263.
34. 육근정, 이혜진, 김미경. 밤과 도토리의 과육 및 내피가 흰쥐의 지방대사, 항산화능 및 항혈전능에 미치는 영향. 한국영양학회지 2002; 35: 171-182.
35. 이민경, 이세윤, 안형수, 안령미. 자외선B파로 유도된 hairless mouse의 과산화지질 및 항산화효소활성도와 탄닌의 효과. 한국환경위생학회지 1996; 22: 102-108.
36. 이삼열. 임상병리검사법. 서울: 연세대학교 출판부. 1979: 72-73.
37. 이삼열, 정운섭, 권오현, 송경순. 임상병리검사법. 7판. 서울: 연세대학교 출판부. 2000: 224-315.
38. 이승호, 박지수, 김소영, 정시련, 최상운. 유포르비아속 식물로부터 단리한 가수분해형 탄닌의 인체고형암 세포에 대한 세포독성효과. 약학회지 1997; 41: 524-529.
39. 한정순, 한용봉. 고지방식이와 식이섬유가 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향. 한국영양식품과학회지 1994; 23: 541-547.