

고지방 식이를 투여한 흰쥐의 지질대사와 항산화 효소 활성에 미치는 두충 에탄올 추출물의 영향

남상명* · 함승시** · 오덕환** · 정명은 · 강일준 · 정치권†

한림대학교 식품영양학과

*정인대학 호텔조리과

**강원대학교 식품생명공학부

Effects of *Eucommia ulmoides olivon* Ethanol Extract on Lipid Metabolism and Antioxidant Enzyme Activities of Rats Fed High Fat Diet

Sang-Myung Nam*, Seung-Shi Ham**, Deog-Hwan Oh**, Myung-Eun Jung,
Il-Jun Kang and Cha-Kwon Chung†

Dept of Food and Nutrition, Hallym University, Chunchon 200-702, Korea

*Dept. of Hotel Culinary Arts, Chong In College, Jungup 580-712, Korea

**Division of Food and Biotechnology, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

Abstract

To investigate the effects of *Eucommia ulmoides olivon* extract on the serum and hepatic lipid status and anti-oxidant enzyme activities, male Sprague Dawley (SD) rats were given high fat diets and *Eucommia ulmoides olivon* ethanol extracts for 6 weeks. Rats were divided into four groups consisting the control (C), *Eucommia ulmoides olivon* extract fed group (CE), high fat diet group (CL) and the extract and high fat fed group (CLE). *Eucommia ulmoides olivon* ethanol extract lowered total cholesterol, but increased HDL-cholesterol and HDL-cholesterol/total cholesterol of the serum compared to the control. On the other hand, the ratio of HDL-cholesterol/total cholesterol (HTR) was increased by 55% ($p<0.05$). High fat diet significantly increased serum cholesterol contents, but decreased HDL-cholesterol level and HTR ($p<0.05$). Atherogenic index (AI) of CL group was increased by almost four times of the control ($p<0.05$). Triglycerides (TG) and phospholipids were also increased by high fat diet. *Eucommia ulmoides olivon* ethanol extract decreased the levels of TG ($p<0.05$) and phospholipids ($p<0.05$). Although liver antioxidant enzyme activities including glutathione sulfur transferase (GST), superoxide dismutase (SOD) and catalase were decreased by high fat diet, those were stimulated by the administration of *Eucommia ulmoides olivon* ethanol extract.

Key words: *Eucommia ulmoides olivon*, cholesterol, triglyceride, SOD, GST, catalase

서 론

최근 건강식품으로서 자연식품 소재를 이용한 지질대사 및 콜레스테롤 저하에 대한 연구들이 많이 진행되고 있다. 과거부터 민간 요법으로 구전되어온 식품에 관심이 높아져 건강식품에 대한 수요가 증가하고 있는 실정이다. 건강식품 중에는 구전의 의존성이 지극히 높으며 따라서 그 효능에 대한 구체적이고 과학적인 연구와 검증이 절실히 요구되고 있다. 주요 건강식품 소재의 하나인 두충은 쌍자엽 피자식물로서 두충과(*Eucommiaceae*)에 속하는 낙엽목의 나무껍질(樹皮)이다. 한방에서는 강장제로 쓰이고 신장질환, 요통, 무릎 통증의 완화, 신경통 등에 효과가 있으며, 간을 보호하고 근육을 튼튼하게 하며 노화방지에 도움을 준다고 알려져 있다(1,2). 두충에 대한 연구

로는 Park 등(3)과 Chung 등(4)이 각각 생리활성 효과를 나타내는 두충 플라보노이드를 분리, 추출하였고, 두충의 수용성 추출물이 현저한 혈압강하 효과가 있으며 토끼에 대량 투여해도 치사율을 나타내지 않아 독성이 없다고 보고하였다. Song (5)은 두충의 잎과 내피가 혈압을 하강시키는 것은 이에 함유된 pinosresinol D-β-D glucoside의 작용 때문이라고 보고하였다. Kim(6)은 두충에 의한 혈청 지질의 감소와 혈압의 강하를 관찰하였고 죽상의 형성이 경감되었다고 하였다. Choi와 Hwang (7)은 두충 추출물이 혈액중양 세포의 증식을 억제하는 능력이 있다고 보고한 바 있다. 지금까지 두충에 대한 연구로는 대부분이 두충의 수용성 추출물에 대한 연구가 대부분이었다. 본 실험에서는 두충의 에탄올 추출물에 의한 생리활성 효과를 조사하였는데 특히, 고지방 식이를 흰쥐에 투여함으로써

†Corresponding author. E-mail: ckc@hallym.ac.kr
Phone: 82-33-240-1473. Fax: 82-33-256-9450

고지혈증을 유도하여 두층이 생체내 지질대사에 미치는 영향을 조사하였으며 두층의 생리활성물질이 *in vivo*에서 지질 과산화물을 소거하는 항산화계에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

실험동물 및 실험디자인

실험동물은 체중 100 g 정도 되는 Sprague-Dawley(SD)계의 수컷흰쥐를 대한실험 동물센터로부터 분양 받아 일주일간 적응 사육시킨 후 체중에 따른 난피법에 의하여 각 군당 7마리씩 4군으로 나누어(Table 1) 총 6주 동안 사육하였다. 동물군은 대조군(C), 두층 에탄올 추출물 투여군(CE), 고지방식이군(CL) 및 두층 및 고지방식이 투여군(CLE)의 4군으로 분류하였다. 두층시료는 경동시장에서 구입하여 잎과 줄기를 채취, 세척, 동결건조하여 분쇄한 시료를 사용하였고 시료의 추출 및 투여방법은 전보(8)에 기술한 바와 같다. 동물사육실의 온도는 20~22°C, 습도 50%, 채광은 12시간 명암 조명(07:00~19:00)을 유지하였으며 사료는 매일 일정한 시간에 일정량씩 주었고 체중은 일주일에 2회 측정하였다.

실험식이

실험동물의 사료는 쥐가 마음대로 섭취할 수 있게 하고(*ad libitum*), 섭취하는 칼로리에 제한을 두지 않았다. Chow diet를 사용하지 않고 각각의 식이 재료들을 혼합한 형태인 분말 혼합식이를 사용하였다. 대조군의 식이 구성은 casein 20%, AIN-76 mineral mixture 3.5%, AIN 76 vitamin mixture 1%, DL-methionine 0.18%, alpha-cellulose 5.0%, corn oil 4%, corn starch 15%, 나머지는 sucrose를 공급하였다. 고지방식이군은 대조군 식이에 기준하여 sodium cholate 0.25%, lard 10%, cholesterol 1%를 추가 공급하였으며 sucrose의 양으로 조절하였다.

동물처리

실험동물을 12시간 동안 절식시키고 에테르로 마취시킨 후 경추탈골법에 의해 도살하고, 심장박동이 멈추지 않은 상태에서 심장에서부터 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 3000 rpm, 4°C에서 15분간 원심 분리하여 혈청을 분리하고 기타 장기 특히 간 등은 혈액 채취후 즉시 적출하여 생리식염수로 세척, 여과지로 수분을 제거한 후 무게를 측정하였다. 장기와 혈청

시료는 분석전까지 -70°C에 보관하였다.

혈청 및 간 지질의 분석

혈청중의 중성지질(TG: triglyceride), 총콜레스테롤 및 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL: high density lipoprotein cholesterol)의 분석은 Johnson and Johnson Ektachem 분석기로 37°C, 555 nm에서 5분간 측정하였다. 심혈관계 질환의 위험도 판정에 사용되는 동맥경화지수(AI: atherogenic index)는 (total cholesterol-HDL cholesterol)/HDL cholesterol, HTR의 산정은 HDL cholesterol을 total cholesterol로 나눈 수치를 사용하였다.

간의 지질정량분석은 Folch(9)법을 사용하였으며, 적출된 간조직은 무게를 측정 후 chloroform-methanol(2:1, v/v) 용매를 가하여 균질화한 다음, 상등액을 취하여 감압 건조시킨 후 총 지질 함량을 구하였다. 간의 중성지질, 총콜레스테롤, 인지질(PL: phospholipid)은 감압 건조시킨 총 지질을 chloroform 3 mL에 용해한 후 효소색법을 이용한 kit(Wako Pharmaceutical Co., Japan)로 분광광도계(Beckman DU series-70)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 총콜레스테롤은 cholesterol oxidase를 이용한 Waco제약 kit를 사용하여 측정하였으며, HDL-cholesterol은 heparin-MgCl₂ 침전법을 이용하여 LDL과 VLDL을 침전시키는 cholesterol oxidase(Wako) kit를 이용하여 측정하였다. 중성지방은 glycerol oxidase를 아산제약 kit(AM 1578-K)를 사용하여 측정하였으며 인지질은 phospholipase-b를 이용한 Waco제약 kit를 사용한 효소법으로 측정하였다.

간의 항산화 효소 측정

간 1 g을 생리식염수로 씻어서 여과지로 물기를 제거하고 0.25 M sucrose 용액을 가하여 빙냉하에서 homogenizer로 분쇄하였다. 이것을 600×g에서 15분간 원심 분리하였고, 세포질획분(cytosolic fraction)을 glutathione sulfur transferase (GST), catalase, superoxide dismutase(SOD)의 효소시료로 사용하였다. GST활성은 Habig 등(10)의 방법으로 측정하였다. 0.1 M phosphate buffer 2935 µL, 0.1 M glutathione 30 µL, 효소원 10 µL, 0.12 M 2~4 CDNB(1-chloro-2,4-dinitrobenzene, SIGMA) 25 µL를 혼합, 25°C에서 20초 간격으로 3분간 340 nm에서 측정하였다. 활성단위는 1분간 mg protein이 생성한 2-4-dinitrobenzene-glutathione의 340 nm에서의 흡광계수로 환산하여 나타내었다.

Catalase활성도는 Aebi(11)의 방법에 따라 측정하였으며, 1 M Tris-HCl, 5 mM EDTA (pH 8.0) 50 µL, H₂O₂ 1,500 µL, H₂O 1,430 µL, 효소원 20 µL를 240 nm에서 20초 간격으로 3분간 측정하였다. 효소의 활성단위(unit)는 H₂O₂를 분해시킬 수 있는 효소의 양을 단백질 1 mg당 1분간의 반응정도로 나타내었다.

SOD측정은 Cropo 등(12)의 방법을 이용하여 세포질획분에 주로 존재하는 Cu,Zn-SOD를 측정하였다. 50 mM potassium phosphate(pH 7.8) 2,100 µL, 0.5 mM xanthine 300 µL,

Table 1. Experimental design of animals

Group	Diet
C	Basal diet
CE	Basal diet + Ethanol extract ¹⁾
CL	Basal diet + High fat ²⁾
CLE	Basal diet + High fat + Ethanol extract

¹⁾Rats were administered ethanol extract (50 mg/kg body weight/day) during the whole experimental period.

²⁾High fat included 10% of lard, 1% of cholesterol and 0.25% of sodium cholate in the diet.

1% deoxychloride 100 μ L, 2 mM potassium cyanide 100 μ L, 0.1 mM ferric cytochrome C 300 μ L, 효소원 20 μ L, xanthine oxidase 20 μ L를 550 nm, 실온에서 3분간 분광광도계(Beckman DU series-70)를 이용하여 측정하였고, 활성단위(unit)는 단백질 1 mg당 1분간의 반응으로 나타내었다.

통계처리

본 실험에서 얻어진 결과의 통계적 유의성은 SAS(statistical analysis system) program을 이용하여 실험군당 평균(mean) \pm 표준오차(SEM)로 표시하였고, 각 군의 평균차의 통계적 유의성을 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

혈청 지질대사의 변화

두충추출물을 투여한 결과 나타난 혈청 지질은 Table 2와 같다. 두충 추출물 투여군(CE)의 총콜레스테롤 함량은 대조군(C)에 비해 다소 감소하는 경향을 나타내었다. HDL-cholesterol 함량은 30% 증가하였으며($p < 0.05$), 동맥경화 지수는 두충 추출물 투여군이 대조군(C)에 비해 59%의 감소를 나타내었다. 총 콜레스테롤 함량에 대한 HDL-cholesterol의 비율(HTR)은 55%의 증가를 보여 항동맥경화의 지표인 HDL-cholesterol의 유의적인 증가와 함께 두충 에탄올 추출물은 관상성심장질환에 대한 방어 작용을 나타내는 것으로 유추되었다. 고지방식을 급여(CL)한 경우 혈청 콜레스테롤 함량은 대조군(C)의 93.28 mg/dL에 비해 142.00 mg/dL로 35% 증가하여 통계적 유의성을 나타내었다(Table 2). 이것은 본 실험식이의 지방급원에 의해 고지방 식이군에서 혈청의 콜레스테롤 함량이 높게 나타난 것으로 보인다. Imaizumi 등(13)의 식이내 콜레스테롤 첨가량 증가에 따른 결과에서도 콜레스테롤 무첨가군에서 혈청 콜레스테롤 함량은 약 50~100 mg/dL 정도이었으며, 1%의 콜레스테롤을 첨가하여 사용한 경우에 콜레스테롤 수치가 150 mg/dL 정도를 나타내었다고한 결과와 유사하

다. Park(14)은 고지혈증 유발을 위해 우지 10%, 콜레스테롤 2%를 식이에 첨가하여 혈청 콜레스테롤 함량이 185 mg/dL를 나타내어 고지혈증이 유발되었다고 하였다. HDL-cholesterol 함량은 고지방 식이군(CL)에서 33% 감소하였으며($p < 0.05$), HTR은 대조군(C) 0.38에 비해 0.18로 54% 감소하였다($p < 0.05$). 이는 HDL-cholesterol의 상대적인 감소를 의미하는 것이다. 고지방 식이군의 동맥경화 지수는 6.91로 대조군(C)의 1.91에 비해 3.6배 증가하였다($p < 0.05$). 고지방식으로 콜레스테롤의 섭취량이 많아지면 LDL이 혈관내의 순환 시간이 연장되므로 혈관 내피세포에서 화학적 산화를 받을 기회가 많아지게 된다. 이 때 산화된 LDL은 죽상동맥 경화증의 초기 병변을 일으켜 혈관 내피세포를 손상시키고 혈소판을 응집하게 된다. 혈소판의 응집이 진행됨에 따라 PDGF(platelet-derived growth factor) 등에 의해 세포 증식이 증가되고 내막손상을 촉진시키게 되어 지질을 함유하는 섬유상 플라그를 형성하여 동맥경화증을 유발시키는 것으로 알려져 있다. 이러한 AI의 증가된 결과가 고지혈증, 동맥경화증 등을 비롯한 심혈관 질환의 악화에 기여하고 있다.

고지방식이 및 두충 추출물을 투여하였을 때(CLE) 추출물이 혈청의 지질대사에 미치는 영향을 조사한 결과 콜레스테롤은 고지방식이군(CL)에 비해 다소 감소하는 경향을 보였으나 HDL은 증가하는 경향을 보였다. 동맥경화지수는 두충 추출물 투여군(CLE)에서 47% 감소($p < 0.05$)되었으며 HTR은 고지방식이군(CL)에 비해 28% 증가하였다. 혈청 중성지방과 콜레스테롤 농도의 감소는 피브린 분해 활성도를 증가시켜 혈액의 응고성을 감소시키며, 비만한 사람에게서 혈액내 피브린 분해 활성도가 낮음이 보고(15)된 바 있으며 타 소재를 사용한 연구에서 Bordia 등(16)은 양파와 마늘을 콜레스테롤을 투여한 후 섭취시켰을 때 혈액의 콜레스테롤 농도의 감소와 피브린 분해 활성도의 증가가 관찰되어 동맥경화성 병변유발을 감소시켰다고 하였다.

고지방 식이군(CL)은 대조군(C)에 비해 중성지방 14.8%, 인지질은 6% 증가하였으나 유의성은 없었다(Table 2). 두충

Table 2. Effects of *Eucommia ulmoides olivon* ethanol extract on serum lipid levels of rats

Group ¹⁾	Total cholesterol (mg/dL)	HDL-cholesterol (mg/dL)	Triglyceride (mg/dL)	Phospholipid (mg/dL)	Atherogenic index ²⁾	HTR ³⁾
C	93.3 \pm 8.0 ^{4bc5)}	34.2 \pm 3.41 ^b	71.4 \pm 8.98 ^{2)3a}	138.6 \pm 7.1 ^a	1.91 \pm 0.32 ^b	0.38 \pm 0.05 ^a
CE	83.8 \pm 13.0 ^c	44.8 \pm 2.91 ^a	55.4 \pm 5.14 ^a	127.8 \pm 12.8 ^{ab}	0.80 \pm 0.22 ^b	0.59 \pm 0.09 ^b
CL	142.0 \pm 15.0 ^a	23.2 \pm 4.21 ^c	82.0 \pm 9.27 ^a	147.3 \pm 10.9 ^{ab}	6.91 \pm 2.08 ^a	0.18 \pm 0.05 ^c
CLE	125.7 \pm 14.0 ^{ab}	27.4 \pm 1.62 ^{bc}	28.2 \pm 4.32 ^b	105.8 \pm 3.34 ^b	3.68 \pm 0.54 ^b	0.23 \pm 0.03 ^{bc}

¹⁾C: Control group.

CE: *Eucommia ulmoides olivon* ethanol extract treated group.

CL: High fat diet group.

CLE: High fat and *Eucommia ulmoides olivon* ethanol extract treated group.

²⁾Atherogenic index = (total cholesterol - HDL-cholesterol) / HDL cholesterol.

³⁾HTR = HDL-cholesterol / total cholesterol.

⁴⁾Mean \pm SEM (standard error of mean).

⁵⁾Values within the same column with different alphabets are significantly different among groups by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

추출물 투여군(CLE)의 중성지방 함량은 28.2 mg/dL로서 고지방 식이군(CL)인 82.0 mg/dL보다 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.05$). 인지질 함량 또한 CL군에 비해 28% 감소하였다. Sohn(17)은 고지혈증 판정에 중성지방의 농도가 매우 중요한 지표가 된다고 하였으며 외래 입원환자를 대상으로 한 조사에서 한국인의 고지혈증은 콜레스테롤보다 중성 지방의 역할이 더욱 두드러진다고 보고하였다. 이러한 결과에 비추어 두충투여에 대한 중성지질의 유의적인 감소는 고지방, 고칼로리 섭취에 따른 성인성 질환의 예방과 치료에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

간 지질대사의 변화

6주간 고지방식이(CL)를 투여하였을 때의 간의 총지질은 대조군(C)의 64.6 mg/g에 비해 고지방식으로 182.5 mg/g로 증가되어 유의성을 나타내었다($p < 0.05$)(Table 3). CL군의 콜레스테롤 또한 대조군 14.6 mg/g에 비해 31.2 mg/g으로 유의적으로($p < 0.05$) 높았다. 두충 추출물에 의한 간 지질대사의 변화를 보면, 두충 추출물 투여군(CE)의 총 지질과 콜레스테롤 함량은 대조군(C)에 비해 다소 감소하는 경향을 나타내었다. HDL 콜레스테롤 함량과 중성지방 함량은 다소 감소를 보였으며 두충 추출물의 인지질 함량은 대조군보다 22.2% 높은 함량을 나타내었다.

HDL-cholesterol은 고지방식이(CL)가 대조군(C)에 비해 84% 증가하였으며($p < 0.05$) 중성지방함량은 대조군 19.0 mg/g에 비해 47.9 mg/g로 유의성 있게($p < 0.05$) 증가하였다. 간의 저장성 지질인 중성지방이 고지방식으로 대조군에 비해 2.52배 증가한 것으로 미루어 보아 고지혈증 또는 지방간이 유발될

가능성이 큰 것으로 보이며 이는 Sung 등(18)과 Kim 등(19)의 결과에서도 고지방 식이에 의해 중성지방의 증가가 나타났으며, 비만 동물의 지방조직에 있어서 지방축적의 원인이 지방 분해작용의 저하보다는 지방합성의 증가에 있다고 보고된 바 있다.

고지방식이 및 두충 추출물을 투여했을 때 추출물이 간 지질대사에 미치는 영향을 조사한 결과 두충 추출물의 투여(CLE)로 총지질 함량은 CL군에 비해 20% 감소하였다. 콜레스테롤 함량과 HDL은 두충 추출물에 의한 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. Lee 등(20)과 Kang 등(21)의 결과에서도 혈청이나 간에서의 HDL은 식이 콜레스테롤에 영향을 받지 않았으며 HDL은 간에서 분해되는 양과 비교적 균형을 이루고 있다고 하였다. 중성지방 함량은 고지방 식이군에서 두충 추출물을 투여함으로써 47.9 mg/g에서 39.7 mg/g로 감소되었다. 혈청지질에서와 마찬가지로 간의 중성지질의 감소는 심장질환으로 인한 사망의 위험요소를 줄일 수 있을 것으로 사료되며 나아가 두충 추출물은 관상 심장질환치료에 대한 기능성소재(22)로서의 가능성을 보여준다고 생각된다.

항산화 효소의 활성 변화

두충 추출물(CE)의 투여에 의한 간의 세포질에 존재하는 항산화효소 활성화에 미치는 영향은 Table 4와 같다. Glutathione sulfur transferase(GST)활성은 증가하는 경향을 나타내었다. Cu,Zn-superoxide dismutase(SOD)활성과 catalase활성은 두충 추출물 투여군이 정상식이군에 비해 증가하였으나 유의성은 없었다.

고지방식이 투여로 GST의 활성은 1313 nmole/mg protein

Table 3. Effects of *Eucommia ulmoides* ethanol extract on the liver lipid parameters of experimental rats (Unit: mg/g liver)

Group ¹⁾	Total lipids	Total cholesterol	HDL-cholesterol	Triglyceride	Phospholipid
C	64.6 ± 15.0 ^{1)ab3)}	14.6 ± 0.60 ^b	5.02 ± 0.62 ^b	19.0 ± 3.62 ^b	17.6 ± 1.25 ^b
CE	60.8 ± 11.2 ^b	12.6 ± 2.51 ^b	4.26 ± 0.60 ^b	16.7 ± 3.44 ^b	21.5 ± 1.84 ^{ab}
CL	182.5 ± 18.5 ^a	31.2 ± 1.28 ^a	9.24 ± 1.08 ^a	47.9 ± 7.55 ^a	21.1 ± 1.42 ^{ab}
CLE	145.6 ± 19.7 ^a	30.0 ± 3.58 ^a	9.62 ± 1.46 ^a	39.7 ± 2.82 ^a	28.0 ± 2.25 ^a

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Mean ± SEM (standard error of mean).

³⁾Values within the same column with different alphabets are significantly different among groups by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

Table 4. Specific activities of glutathione sulfur transeferase, catalase and superoxide dismutase in the liver of rats fed *Eucommia ulmoides olivon* ethanol extract

Group ¹⁾	GST (nmole/min/mg protein)	Catalase (unit/min/mg protein)	Cu,Zn-SOD (unit/min/mg protein)
C	1313 ± 76.1 ²⁾³⁾	59.8 ± 4.29 ^a	0.13 ± 0.01 ^a
CE	1324 ± 34.9 ^a	67.8 ± 4.18 ^a	0.18 ± 0.01 ^a
CL	983 ± 31.1 ^b	62.9 ± 0.82 ^a	0.12 ± 0.00 ^a
CLE	1153 ± 24.0 ^b	78.6 ± 8.77 ^a	0.10 ± 0.01 ^a

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Mean ± SEM (standard error of mean).

³⁾Values within the same column with different alphabets are significantly different among groups by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

에서 983 nmole/mg protein으로 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). GST는 식이지방의 종류를 달리하였을 때 불포화도에는 영향을 받지 않았으나 식이지방의 종류에 의해 영향을 받는다고 보고된 바 있다(23). Lee와 Choi(24)의 결과에서도 어유보다 돈지에서 GST 활성이 매우 낮게 나타났다. SOD활성은 고지방 식이군에서 유의적이지는 않지만 다소 감소하였다. Catalase 활성은 고지방 식이군(CL)이 대조군(C)에 비해 높게 나타났다.

고지방식이 및 두충 추출물(CLE)을 투여했을 때 GST 활성은 두충 추출물을 투여함으로써 CL군에 비해 약간 증가하였다. Cu,Zn-SOD 활성은 추출물에 의해 약간 감소하였으나 통계적 유의성은 없었다. Chung(25)의 결과에서도 식이지방이나 녹차 등의 추출물에 의한 SOD의 활성도는 영향을 받지 않았다고 보고하였다. SOD는 지질과산화 반응을 억제하거나, 지질 과산화물을 포착하여 과산화 반응을 소거시키는 작용(26)을 하는 효소로서 Yoshioka 등(27)은 동물의 연령이나 성숙에 관계없이 거의 비슷한 활성도를 나타낸다고 하였다. Catalase 활성은 추출물 투여(CLE)로 고지방 식이군(CL) 62.9 unit에 비해 두충 추출물군에서 78.6 unit로 활성이 증가하였다. 대부분의 항산화 효소들은 대사과정에서 생성된 지질 과산화물이나 H_2O_2 로부터 세포질의 손상을 보호하는 역할을 수행한다. 따라서 두충 에탄올 추출물의 첨가는 항산화 효소들의 활성에 유의성 있는 변화를 초래하지는 않았으나 지질대사의 활성화를 촉진함으로써 장기적으로는 순환기 계통의 질환 예방에 도움을 줄 수 있을 것으로 추측된다.

요 약

두충 에탄올 추출물이 생체내 지질대사 및 항산화 효소계에 미치는 영향을 조사하였다. 정상식에 두충 추출물을 투여(CE)한 결과 총콜레스테롤은 대조군(C)에 비해 감소하는 경향을 나타내었으며 HDL은 증가하였으나 통계적 유의성은 없었다. 동맥경화 지수 역시 두충 추출물 투여군(CE)이 대조군(C)에 비해 감소를 나타내었으며 HTR은 55%의 증가를 보였다($p < 0.05$). 고지방식이(CL)를 투여한 결과 혈청 콜레스테롤 함량은 대조군(C)에 비해 유의성있게($p < 0.05$) 증가하였으나 HDL과 HTR은 크게 감소되어 통계적 유의성($p < 0.05$)을 나타내었다. 고지방식이군(CL)의 동맥경화지수(AI)는 대조군(C)에 비해 3.6배의 증가를 보였다($p < 0.05$). 고지방식에 두충 추출물(CLE)을 투여했을 때 콜레스테롤 함량과 동맥경화지수는 고지방식이군(CL)에 비해 감소하는 경향을 보였다. 고지방식이군(CL)의 중성지방 함량과 인지질 함량은 대조군(C)에 비해 증가하는 경향을 나타내었으며 두충 추출물 투여(CLE)로 중성지방은 CL군에 비해 크게 감소되었으며($p < 0.05$) 인지질 또한 감소하는 경향을 보였다. 간 지질대사에서 두충 추출물 투여군(CE)의 총 지질과 콜레스테롤은 대조군(C)에 비해 다소 감소하는 경향이었고 인지질은 대조군보다 22% 증가하

였다. 고지방식이(CL) 투여시 간의 총지질, 콜레스테롤, HDL, 중성 지방은 대조군(C)에 비해 유의성있게($p < 0.05$) 증가하였다. 고지방식이(CL)에 의해 GST활성은 유의성있게 감소하였으나 catalase와 SOD활성은 대조군(C)과 차이를 보이지 않았다. 두충 추출물의 투여에 의한 CE및 CLE군의 GST와 catalase활성은 각각 C와 CL군에 비해 증가하는 경향을 보였다.

감사의 글

본 연구는 2001학년도 한림대학교 학술연구비의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Kim JK. 1984. *Color dictionary of natural medicine I*. Nams-andang, Seoul. p 439.
2. Lee CB. 1985. *Daehan Sikmul Dogam*. Hyangmunsa, Seoul. p 507.
3. Park JC, Kim SH. 1995. Flavonoid analysis from the leaves of *Eucommia ulmoides*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24: 901-905.
4. Chung MH, Park JW. 1975. Effects of Korean *Eucommia ulmoides* on kato blood pressure. *Kor J Pharmacognosy* 6: 39-45.
5. Song GT. 1986. Evaluation of usefulness of Sachundang Tu-Chung leaf and inner bark. *Report of Institute of Korean Natural Plant*.
6. Kim SJ. 1992. Experimental studies on the effects of *Eucommia ulmoides* on atherosclerosis. *MS thesis*. Hanyang University.
7. Choi JA, Hwang UI. 1984. Effects of *Eucommia cortex* leaf extracts on the growth rate of animal leukemic cells L1210. *Medical J Korea University* 21: 15-21.
8. Nam SM, Kim JG, Ham SS, Kim SJ, Jung ME, Chung CK. 1999. Effects of *Artemisia iwayomogi* extracts on antioxidant enzymes in rats administered benzo(a)pyrene. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 199-204.
9. Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GHA. 1957. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509
10. Habig WH, Pabst MJ, Jakoby WB. 1974. Glutathione S-transferase. The first enzymatic step in mercapturic acid formation. *J Biol Chem* 249: 7130-7139.
11. Aebi H. 1974. *Catalase, methods of enzymatic analysis II*. Academic press, New York. p 673-684.
12. Cropo CH, McCord JM, Fridovich E. 1978. Preparation and assay of superoxide dismutase. In *Methods in enzymology*. Fleischer S, Dacker L, eds. Academic Press, New York. Vol 53, p 382.
13. Imaizumi K, Nagatomi A, Sato M, Tominaga A, Sugano M. 1992. Cholesterol metabolism in ExHC (exogenous hypercholesterolemic) rats. *Biochem Biophys Acta* 1123: 101-109.
14. Park SO. 1994. Effect of aloe powder on lipid metabolism in rats fed cholesterol enriched diets. *PhD Dissertation*. Ewha Woman's University.
15. Ogston D, McAndrew GM. 1979. Fibrinolysis in obesity. *Lancet* 2: 1205-1209.
16. Bordia A, Verma SK, Vyas AK, Khabya BL, Rathore AS, Bhu N, Bedi HK. 1977. Effect of essential oil of onion and garlic on experimental atherosclerosis in rabbits. *Atheros-*

- clerosis* 26: 379-386.
17. Sohn IS. 1975. Studies on the hypercholesterolemia of Koreans. *Kor J Med* 18: 354-357.
 18. Sung TS, Sohn GM, Bae MJ, Choi C. 1992. Effect of *Araliaceae Seeman* hot water extract on the lipid accumulation of rat induced obesity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 21: 9-16.
 19. Kim SI, Kim YS, Jeon BS, Lim C. 1986. Effect of ginseng on fat accumulation in the obese rats induced by high fat diet. *Korean J Ginseng Sci* 10: 167-172.
 20. Lee JS, Lee KH, Jeong JH. 1999. Effects of extract of *Pueraria radix* on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 218-224.
 21. Kang JA, Kang JS. 1997. Effect of garlic and onion on plasma and liver cholesterol and triacylglycerol and platelet aggregation in rats fed basal or cholesterol supplemented diets. *Kor J Nutr* 30: 132-138.
 22. Caselli WP. 1983. Cardiovascular disease and multifactorial risk. Challenge of the 1980s. *Am Heart J* 106: 119-200.
 23. Davison SC, Wills ED. 1974. Studies on the lipid composition of the rat liver endoplasmic reticulum after induction with phenobarbiton and 20-methylcholanthrene. *J Biochem* 140: 461-468.
 24. Lee HS, Choi IS. 1962. Effect of several antioxidative agents after sardine oil intake. *Kor J Nutr* 22: 466-475.
 25. Chung HC. 1994. The effect of green tea on the lipid composition of serum and liver and the activities of antioxidative enzymes in rats. *PhD Dissertation*. Dongguk University.
 26. Varma SD, Bauer SA. 1987. *In vitro* damage to rat lens by lumazine and xanthine oxidase: Prevention by superoxide dismutase. *Free Rad Res Comms* 4: 77-82.
 27. Yoshioka T, Utsumi K, Sekiba K. 1977. Superoxide dismutase activity and lipid peroxidation of rat liver during development. *Biol Neonate* 32: 143-153.

(2002년 7월 29일 접수; 2002년 10월 7일 채택)