솔잎 醱酵液이 白鼠의 高脂血證 미치는 영향

강대길 · 이윤미 · 오현철 · 문연자 · 이호섭 · 우원홍*

원광대학교 한의학전문대학원 한약자원개발학과

Effects of the Fermented Extract Using the Leaves of *Pinus densiflora* on Hyperlipidemia Rats

Dae Gill Kang, Yun Mi Lee, Hyun Cheol Oh, Yeun Ja Mun, Ho Sub Lee, Won Hong Woo*

Department of Herbal Resources, Professional Graduate School of Oriental Medicine, Wonkwang University

The present study was designed to examine whether the fermented extract using the leaves of *Pinus densiflora* (FPD), has an ameliorative effect on the lipid metabolism in rats with hyperlipidemia. The body weight gain was attenuated by the adminstration of either 1-dose (2 ml/kg/day) or 2-dose (4 ml/kg/day) of FPD for 2 weeks compared with that of control or hyperlipidemia rats, while blood glucose, systolic blood pressure, sGOT, and sGPT were not altered. Serum total cholesterol, LDL-cholesterol, and athelosclerotic index were partially restored by the administration of 2-dose of FPD in rats with hyperlipidemia without changes of serum HDL-cholesterol, total lipid, and triglyceride concentration. The FPD also partially ameliorated renal functional parameters including plasma cleatinine and creatinine clearance which were attenuated in rats with hyperlipidemia. These results suggest that FPD has an ameliorative effect on the lipid metabolism and renal function in rats with hyperlipidemia.

Key words : Pinus densiflora, hyperlipidemia, cholesterol, creatinine

서 론

우리나라의 食生活도 서구화되고 肉類의 소비가 증가되면서 지질의 섭취 또한 증가되어 血中 콜레스테롤치와 중성 지방치가 증가되는 추세와 함께 이와 관련된 心血管疾患의 發病率이 높아지고 이로 인한 사망률도 꾸준히 증가되고 있는 추세이다. 본래 지질은 인체의 중요 에너지원인데 편중된 食生活이나 代射過程의 攪亂에 의하여 정상 이상의 지질량이 증가되기도 한다. 高脂血證은 글자 그대로 血液內에 지질의 함량이 정상보다 높은 것을 나타낸다. 高脂血證에는 크게 분류하면 고콜레스테롤혈증(hyperchoelsterolemia)과 과중성지방혈증(hypertriglyceridemia)이 있는 데 모두 죽상경화증 (atheroscleosis) 및 動脈硬化症(arterioscleosis)의 중요한 요인이 된다[1]. 고콜레스테롤 혈증은 虛血性 心臟疾患의 발병과도 밀접한 관계가 있다. 혈중의 콜레스테롤 수치가 10% 감소하면 心臟疾患에 의한 사망률을 20% 감소, 心筋梗塞에 의한 사망률을 17% 감소, 冠狀動脈 硬化症에 의한 사망률을 23% 감소시킬 수 있다[1].

韓醫學에서는 高脂血證과 일치된 개념은 없으나 胸悶, 胸痛, 頭暈, 麻木 등 수반되는 症狀의 유의성에 근거하여 心痛, 胸痞, 怔忡 水腫, 眩暈, 中風 등의 범주에 귀속시킬 수 있으며 그 유발원인으로 痰飮과 瘀血을 중시하여 化痰祛瘀의 治法이 이용되고 있다[2]. 솔잎은 예로부터 中風을 豫防하고 乾位, 補血 작용이 있으며 動脈硬化症, 高血壓, 糖尿病과 같은 老化 관련 成人病에 효과가 있는 것으로 알려져 왔다[3]. 실험적인 연구 결과로는 高脂血證[4-8] 및 간 기능 개선[7,8], 항암[9], 항산화[10] 등의 효과가 있는 것으로 보고되었다. 祛風, 燥濕, 殺蟲 및 가려움을 멈추게 하는 작용이 있고, 류마티즘으로 인한 마비 타박상 실면 부종 등을 치료할 수 있다[3]. 유효성분으로는 精油成分에 α-pinene 및 β-pinene, camphene 등이 있고 flavonoid類로는 quercetin과 kampferol등이 함유되어 있다[3,11]. 많은 종류의 한약재들이 고지혈증을 억제하는 효과[12-14] 아직 솔잎 발효액에 대한 연구는 아직 접한 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 솔잎 발효액을 대상으로 高脂血證 白鼠에 藥理作用이 있는지에 대한 연구를 수행하고자 한다.

* 교신저자 : 우원홍, 전북 익산시 신용동 344-2, 원광대학교 한의과대학
E-mail : whwoo@wonkwang.ac.kr, Tel: 063-850-6845
· 접수 : 2002/11/18 · 수정 : 2002/12/23 · 채택 : 2003/01/25

재료 및 방법

1. 재료

실험에 사용한 솔잎 발효액은 어수대솔바람(전북 부안 제78호)의 혼합음료로 햇솔잎(69.7%), 송화(0.5%), 솔고동(25%), 정백당(4.8%)으로 이루어졌으며 원액을 실험에 사용하였다(제조방법 미기재)

2. 실험 동물

본 실험에 사용된 동물은 Sprague-Dawley 白鼠 (약 250 g)을 사용하였으며 高脂血證의 유발은 Yokogoshi등[15]의 방법을 약간 변형하여 Table 1.과 같은 조성의 식이를 이용하여 제조하였다. 白鼠를 자유롭게 물과 먹이에 접근할 수 있는 metabolic cage에 넣어 1 주간 적응시킨 후 실험을 시작하였다. 실험군은 4군으로 나누었고 각 군에는 5 마리씩의 白鼠들을 이용하였으며 2주간 高脂血證을 유발하였다.

제 1군: 對照群 (Table 1의 control 식이한 군)

제 2군: 高脂血證群 (Table 1의 HL 식이한 군)

제 3군: 제 2군에 솔잎 발효액을 1 dose 식이한 군; HL 식이한 군에 솔잎 발효액을 1/10 로 희석한 후 음용한 군, HL/E-1)

제 4군: 제 2군에 솔잎 발효액을 2 dose 식이한 군; HL 식이한 군에 솔잎 발효액을 1/5 로 희석한 후 음용한 군, HL/E-2)

Table 1. The ingredients of diet in control and hyperlipidemia rats

Ingredients	Control (g)	HL (g)
Casein	200	200
Corn starch	479.8	367.3
Sucrose	208.7	208.7
Corn oil	50	50
Beef tallow	0	100
AIN-96G mineral mixture	50	50
AIN-76TM vitamin mixture	10	10
Choline chloride	1.5	1.5
Cellulose	50	50
Cholesterol	0	10
Sodium cholate	0	2.5
Total	1000	1000

3. 體重 및 食餌量, 飮用量의 測定

매일 아침 9시 - 11시 사이에 體重, 食餌量, 그리고 飮用量을 측정하였다.

4. 體尿

白鼠를 자유롭게 물과 먹이에 接近할 수 있는 metabolic cage에 넣어 1 주간 적응시킨 후 실험을 시작하였다. 1주의 대조기간 동안 24 시간 요를 채취하였으며, cosy 용기, 먹이통, 물통, cage의 청소는 오전 9시 - 11시에 실시하였다.

5. 體血

體血은 의식이 있는 상태의 白鼠를 scaffold로 단두하여 시험관에 전혈을 모았다. 血淸을 분리하기 위하여 4℃, 1,000 g에서 10 분간 원심분리하여 血淸을 모아 실험시까지 냉동 보관하였다.

6. 血壓의 측정

血壓의 측정은 白鼠의 꼬리 동맥에서 血壓을 측정하였다. 즉 白鼠의 꼬리에 pneumatic sensor를 부착하여 pneumatic pulse transducer에 연결하였으며, 이를 sphygmomanometer preamplifier 에 연결하여 polygraph (Grass Model 7E, Quinicy, MA, 미국)상에 기록하여 收縮期 血壓을 측정하였다.

7. Creatinine의 측정

尿와 혈청의 creatinine은 Phillips 등[15]의 方法으로 分光光度計(Spectronic 2000, B&L. Rochester, 미국)를 이용해 定量 하였다.

8. 血淸 成分의 측정

血淸중 total cholesterol 함량은 R208 영동 cholesterol-R 시약 (영동제약, 한국)을 이용하여 효소법으로 분석하였고, HDL-cholesterol 함량과 LDL-cholesterol 함량은 HDL-C 과 LDL-C (Bohringer mannheim, 독일)을 이용하여 자동분석기로 분석하였으며, 총지질 함량은 총지질 측정용 kit 시약(국제 시약, 한국)을 이용하여 分光光度法으로 분석하였다. Triacylglycerol 함량은 효소법에 의해 kit 시약 (T.G., Boehringer mannheim, 독일)을 이용해 분석하였고, AST (aspartate aminotransferase, or GOT)는 Boehringer mannheim (독일)의 AST kit 시약을 이용하여 NADH의 酸化量을 측정하였으며, ALT (alanine aminotransferase, or GPT)는 같은 회사의 ALT kit 시약을 이용하여 NADH 酸化量을 分光光度計로 측정하였다.

9. 통계 처리

실험군간의 유의성은 실험 결과를 Students' t-test나 one-way ANOVA test를 통하여 $p<0.05$ 인 경우 유의한 차이로 판정하였고, 실험치의 표현은 mean ± S.E로 하였다.

실험결과

1. 體重의 변화에 미치는 영향

실험 시작시 對照群, 高脂血證群, 1-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군, 2-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군의 체중은 각각 224.1 ± 11.3, 221.8 ± 12.4, 229.0 ± 8.5, 224.0 ± 7.6 g 이었는데 2주 후 체중은 각각 291.0 ± 7.6, 291.2 ± 8.1, 282. 0 ± 7.5, 278.0 ± 8.4 로 2-dose의 솔잎 추출물을 투여한 군으 체중이 낮았다 ($p<0.05$, 대조군이나 高脂血證群과 비교하여, Fig. 1A). 체중 증가량을 계산한 결과 대조군, 高脂血證群, 1-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군, 2-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군에서 각각 67.2 ± 3.9, 69.4 ± 4.9, 53.0 ± 2.3, 54.6 ± 1.9 g으로 1-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군과 2-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군에서 각각 체중 증가량이 대조군과 高脂血證群과 비교하여 각각 유의하게 억제되었다 ($p<0.05$, 대조군이나 高脂血證群과 비교하여, Fig. 1B).

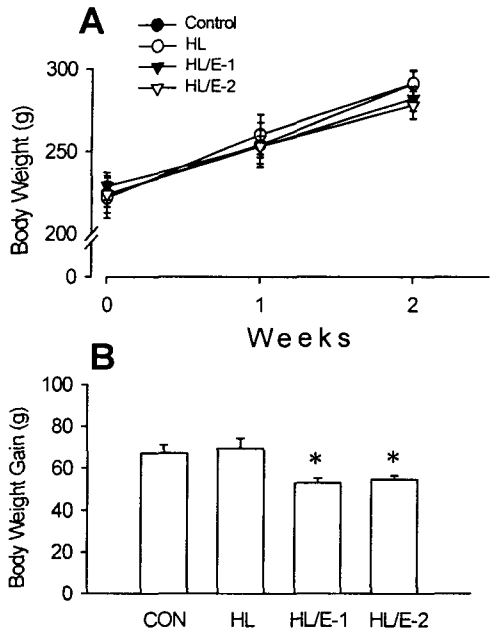

Fig. 1. Effects of E on body weight (A) and body weight gain (B) during the whole experimental period. Each experimental groups are denoted at materials and methods. p<0.05, compared with control and HL groups (n=5, each experiments).

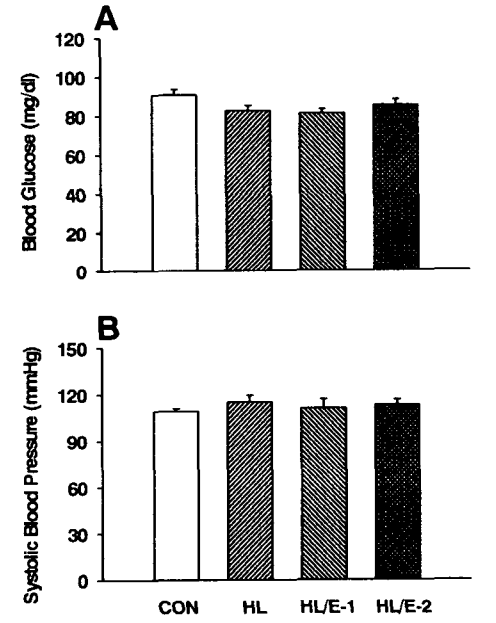

Fig. 2. Effects of E on blood glucose (A) and systolic blood pressure (B) at the termination of experiment. Each column represents mean ± SEM of five experiments. Each experimental groups are denoted at materials and methods.

2. 血糖 및 血壓의 변화에 미치는 영향

실험이 끝난 후 對照群, 高脂血證群, 1-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군, 2-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군의 血糖量을 측정한 결과 각각 90.8 ± 2.8, 82.6 ± 2.9, 81.1 ± 2.2, 85.5 ± 2.9 mg/dl로 네 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다 (Fig. 2A). 혈압 또한 대조군, 高脂血證群, 1-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군, 2-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군에서 각각 109 ± 1.9, 115 ± 4.2, 111 ± 5.6, 113 ± 3.4 mmHg로 네 군간에 유의한 차이가 없었다(Fig 2B).

3. 혈청 cholesterol의 변화에 미치는 영향

실험이 끝난 후 對照群, 高脂血證群, 1-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군, 2-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군의 혈청 총 cholesterol 농도를 측정한 결과 각각 77.8 ± 3.9, 291.2 ± 17.1, 264.0 ± 12.7, 229.4 ± 15.8 mg/dl로 高脂血證群에서 증가하였고 ($p<0.001$, 대조군과 비교하여, Fig 3A), 2- dose의 솔잎 발효액을 투여한 高脂血證群에서는 부분적으로 총 cholesterol량의 증가가 억제되었다($p<0.05$, 高脂血證群과 비교하여, Fig. 3A). HDL-cholesterol은 대조군, 告知혈증群, 1-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군, 2-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군에서 각각 59.4 ± 1.5, 67.4 ± 6.7, 70.4 ± 4.8, 66.8 ± 4.5 mg/dl로 네 간에 유의한 차이가 없었지만(Fig. 3B), LDL-cholesterol은 42.3 ± 6.9, 195.0 ± 12.2, 163.2 ± 10.9, 136.4 ± 10.7 mg/dl로 고지혈증군에서 증가하였고($p<0.001$, 대조군과 비교하여), 2-dose의 솔잎 발효액을 투여한 고지혈증군에서는 부분적으로 LDL-cholesterol량의 증가가 억제되었다($p<0.05$, 고지혈증군과 비교하여, Fig. 3C).

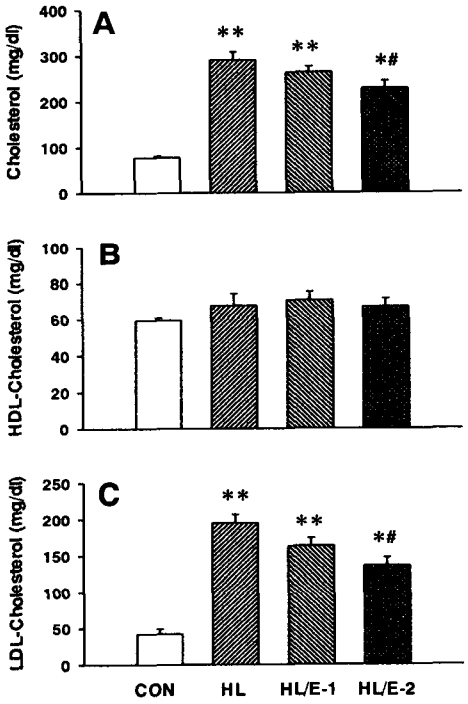

Fig. 3. Effects of E on serum cholesterol (A), HDL-cholesterol (B), and LDL-cholesterol concentration (C) at the termination of experiment. Each column represents mean ± SEM of five experiments. Each experimental groups are denoted at materials and methods. * p<0.01, **p<0.001, compared with control group; #p<0.05 compared with HL group.

4. 혈청중의 총지질 및 중성지방 함량의 변화에 미치는 영향

高脂血證群, 1-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군, 2-dose의 솔

잎 발효액을 투여한 군의 혈청 總 脂質의 농도를 측정한 결과 각각 376 ± 25.4, 856 ± 59.1, 776 ± 27.1, 756 ± 40.9 mg/dl로 高脂血證群에서 증가하였고 ($p<0.001$, 對照群과 비교하여, Fig 3A), 솔잎 발효액을 투여한 高脂血證群에서는 약간 總 脂質의 양을 감소시켰지만 統計的인 유의치는 없었다(Fig. 4A). 中性地方의 농도 또한 네 군에서 80.4 ± 3.4, 143.8 ± 12.6, 152.0 ± 31.4, 131.0 ± 15.5 mg/dl로 高脂血證群에서 증가하였고($p<0.001$, 對照群과 비교하여, Fig 3A), 솔잎 발효액을 투여한 高脂血證群에서는 약간 中性脂質의 양을 감소시켰지만 통계적인 유의치는 없었다(Fig. 4B).

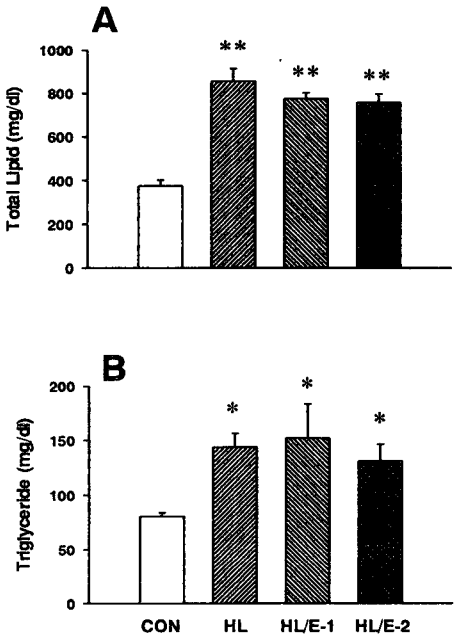

Fig. 4. Effects of E on serum total lipid (A) and triglyceride concentration (B) at the termination of experiment. Each column represents mean ± SEM of five experiments. Each experimental groups are denoted at materials and methods. * $p<0.01$, ** $p<0.001$, compared with control group.

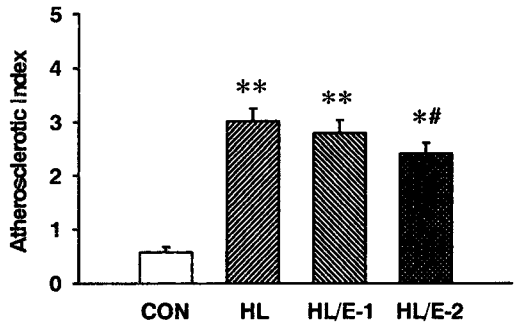

Fig. 5. Effects of E on atherosclerotic index at the termination of experiment. Each column represents mean ± SEM of five experiments. Each experimental groups are denoted at materials and methods. * $p<0.01$, ** $p<0.001$, compared with control group; #$p<0.05$ compared with HL group. Atherosclerotic index was calculated by follow formula: Atherosclerotic index = (total cholesterol - HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol.

5. 죽상경화증 지수에 미치는 영향

총 cholesterol 양과 HDL-cholesterol 양에 의해 계산된 죽상경화증 지수는 對照群, 高脂血證群, 1-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군, 2-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군에서 각각 0.58 ± 0.09, 3.02 ± 0.23, 2.80 ± 0.24, 2.42 ± 0.19로 高脂血證群에서 증가하였고 ($p<0.001$, 대조군과 비교하여, Fig 5A), 2- dose의 솔잎 발효액을 투여한 高脂血證群에서는 죽상경화증 지수의 증가가 부분적으로 억제되었다($p<0.05$, 高脂血證群과 비교하여, Fig. 5A).

6. sGOT와 sGPT에 미치는 영향

血淸의 GOT는 對照群, 高脂血證群, 1-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군, 2-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군에서 각각 61.6 ± 4.48, 64.8 ± 3.90, 65.6 ± 5.80, 62.2 ± 1.56 U/L로 네 군간에 차이가 없었고 (Fig 6A), GPT 또한 각각 73.5 ± 8.70, 68.6 ± 3.91, 67.4 ± 7.35, 67.8 ± 1.95 U/L로 네 군간에 유의한 차이가 없었다(Fig 6B).

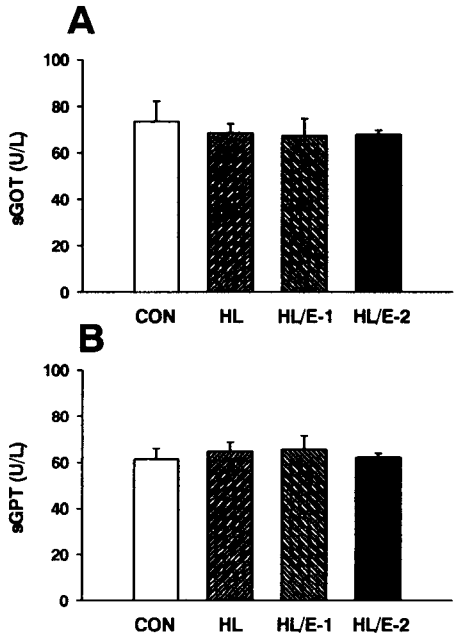

Fig. 6. Effects of E on sGOT (A) and sGPT at the termination of experiment. Each column represents mean ± SEM of five experiments. Each experimental groups are denoted at materials and methods.

7. 腎臟 기능에 미치는 영향

실험 시작시 대조기간에 對照群, 高脂血證群, 1-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군, 2-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군의 尿量은 각각 26.1 ± 1.87, 30.4 ± 2.48, 30.2 ± 2.9, 22.8 ± 1.6 ml/kg/day 이었는데 1주 후 요량은 각각 23.0 ± 1.7, 18.5 ± 2.3, 12.3 ± 1.0, 12.3 ± 1.1 ml/kg/day로 솔잎 추출물을 투여한 白鼠의 용량이 對照群이나 高脂血證群과 비교시 적었다 ($p<0.01$, 對照群이나 高脂血證群과 비교하여, Fig. 7). 2주 후에도 尿量은 각각 네 군에서 23.9 ± 2.2, 20.2 ± 3.8, 9.6 ± 0.9, 9.2 ± 1.1 ml/kg/day로 솔잎 추출물을 투여한 白鼠의 용량이 대조군이나 高脂血證群과 비교하여 적었다 ($p<0.01$, 對照群이나 高脂血證群과 비교하여, Fig. 7).

血淸의 creatinine 농도는 對照群, 高脂血證群, 1-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군, 2-dose의 솔잎 발효액을 투여한 군에서 각각 0.013 ± 0.001, 0.034 ± 0.003, 0.023 ± 0.002, 0.022 ± 0.002 mg/ml로 高脂血證群에서 증가하였고 ($p<0.01$, 對照群과 비교하여, Fig 8A), 솔잎 발효액을 투여한 高脂血證群에서는 creatinine 농도의 증가가 부분적으로 억제되었다 ($p<0.05$, 對照群이나 高脂血證群 比較하여, Fig. 8A). Creatinine 청소율 (Ccr)은 네 군에서 각각 1.54 ± 0.11, 0.64 ± 0.07, 0.85 ± 0.05, 0.84 ± 0.06 ml/min으로 高脂血證群에서 감소하였고 ($p<0.01$, 對照群과 비교하여, Fig 8B), 솔잎 발효액을 투여한 高脂血證群에서는 淸掃率의 감소가 부분적으로 억제되었다 ($p<0.05$, 對照群이나 高脂血證群 비교하여, Fig. 8B).

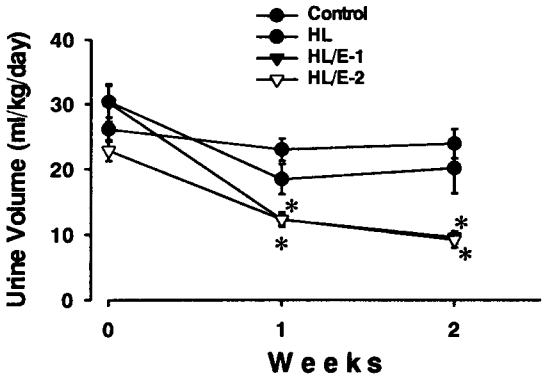

Fig. 7. Effects of E on urinary flow rates during the whole experiment. Each column represents mean ± SEM of five experiments. Each experimental groups are denoted at materials and methods. * $p<0.05$, compared with control and HL groups.

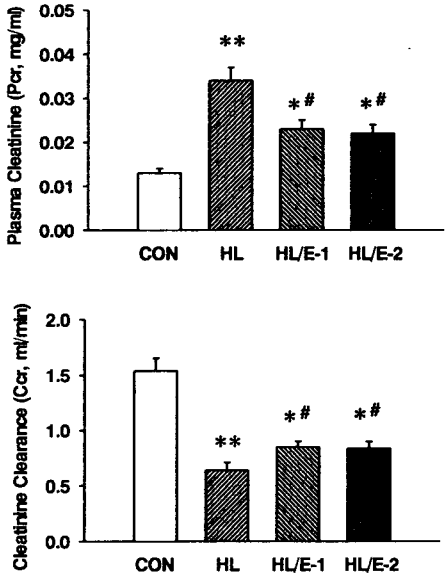

Fig. 8. Effects of E on serum cleatinine (A) and creatinine clearance (B) at the termination of experiment. Each column represents mean ± SEM of five experiments. Each experimental groups are denoted at materials and methods. *$p<0.05$, **$p<0.01$, compared with control group; #$p<0.05$ compared with HL group.

고 찰

高脂血證은 動脈硬化症, 죽상경화증, 高血壓, 腦-血管 疾患, 心-血管 疾患 등의 循環系性 成人病과 제 2형 糖尿病 등을 유발하는 인자로 작용한다[1]. 따라서 본 硏究에서는 옛날부터 祛風, 燥濕에 이용되어 왔던 솔잎을 이용하여 발효한 액이 高脂血證을 改善시킬 수 있는지를 硏究하였다. 본 硏究 結果에 의하면 솔잎 발효액은 體重의 증가를 억제하는 효과가 있었으며, LDL-choelsterol의 억제를 통하여 總 cholesterold 양을 억제하는 효과가 있었다. 혈중 콜레스테롤치가 높아지면 손상된 血管壁에 지질 沈着이 증가되어 動脈硬化, 高血壓, 心血關係疾患 (心筋梗塞, 腦梗塞 등), 膽石症 등을 유발 할 수가 있다. 콜레스테롤에는 HDL (High density lipoprotein)-cholesterol과 LDL (lowdensity lipoprotein)-cholesterol이 있는데, HDL-cholesterol은 脂質代射에서 역콜레스테롤 운반계를 통해 cholesterol을 말초조직 세포에서 간으로 운반하는 역할을 하여 血管內 cholesterol을 제거하는 역할을 하는 반면에 LDL-cholesterol은 혈액을 따라 체내에 돌며 세포에 콜레스테롤과 같은 지방을 운반하는 작용을 한다. LDL-cholesterol은 입자가 작기 때문에 혈액에 많아지면 動脈壁에 浸透하여 그곳에 자리잡고 動脈硬化를 일으키게 되고 자체는 혈관 내벽에 늘어선 내피세포에 상처를 내는 작용이 있어 점점 LDL-cholesterol이 쌓이게 되고 증가된 LDL-cholesterol이 점점 動脈壁에 모이게 되면 動脈은 彈力性을 잃고 動脈硬化나 죽상경화증을 일으킨다. 總 cholesterol과 HDL-cholesterol을 이용한 죽상경화증 지수에서 高脂血證群에서는 증가하였지만 솔잎 발효액을 투여한 군에서는 감소하였다. 이와 같은 결과로 볼 때 솔잎 발효액은 죽상경화증의 생성을 어느 정도 억제할 수 있으리라 사료된다. 혈액의 중성지방 (triacylglycerol 또는 triglyceride)은 원래 음식물로부터 공급되는 糖質을 재료로 肝에서 합성되고, 皮下組織의 脂肪細胞에 저장되어 있으며 필요에 따라 에너지원으로 사용되기도 하고 열을 만들어 추위로부터 몸을 지키는 기능을 하는 데, 현대 사회에서는 대부분 과잉 공급으로 肥滿과 高脂血證을 유발하는 중요한 인자가 된다. 본 연구 결과에 의하면 高脂血證 食餌의 경우 血淸의 中性脂肪이 크게 증가하고 總 脂質含量이 증가하지만 솔잎 발효액이 중성지방 대사에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 솔잎 발효액이 肝 기능에 미치는 영향을 관찰하고자 혈청의 GOT와 GPT를 측정한 결과 실험군간에 유의한 차이가 없었다. 이와 같은 결과로 볼 때 2 주간의 高脂血證 유발에 있어서는 肝 기능에는 영향이 없고 솔잎 발효액 역시 肝 기능에 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 솔잎 발효액이 신 기능에 미치는 영향을 관찰하고자 尿量과 혈청의 creatinine, creatinie 청소율을 측정하였다. 그 결과 솔잎 발효액을 투여한 군에서 尿量이 對照群이나 高脂血證群과 비교하여 감소되어짐이 관찰되었다. 이와 같은 결과로 볼 때 솔잎 발효액은 抗利尿 효과가 있을 것으로 사료된다. 腎臟의 가장 중요한 기능으로는 濾過기능이고 이를 나타내는 指標는 絲球體 濾過率이다[16]. Creatinine 청소율은 絲球體 濾過率을 나타내는 指標중 하나인 데, 高脂血證 白鼠에서 creatinie 청소율이 크게 억제되었고 솔잎 발효액에 의하여

부분적으로 회복되었다. 이와 같은 결과로 볼 때 高脂血證은 腎臟 기능을 악화시키고 솔잎 발효액은 부분적으로 이를 억제하는 것으로 사료된다. 요약하면, 솔잎 발효액은 體重의 증가를 억제하는 효과가 있고, 高脂血證 白鼠의 cholesterol 증가를 억제시켜 죽상경화증의 생성을 억제하는 것으로 사료되며, 總 脂質 및 중성지방의 대사에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 또한 솔잎 발효액은 肝 기능에 전혀 영향을 미치지 않고, 高脂血證에 의한 腎 기능 악화를 부분적으로 억제할 수 있는 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 (주)디딤넷 '어수대솔바람' 의 지원에 의해 수행되었음.

참고문헌

1. 해리슨내과학 편찬위원회. 해리슨 내과학, 서울, 정담, pp. 1194-1196, 1997.
2. 구본홍외. 동의내과학, 서울, 서원당, p. 48, 1985.
3. 정보섭, 신민교 : 도해 향약 (생약) 대사전 (식물편), 서울, 영림사, p. 106, 1990.
4. 강윤환, 박용곤, 하태열, 문광덕 : 솔잎 추출물이 고지방식이를 급여한 흰쥐의 혈청과 간장 지질 조성에 미치는 영향. 한국영약식량학회지, 25(3): 367-373, 1996.
5. 김남재, 정은아, 김동현 이상인 : 한방 약물로부터 항고지혈증 치료약물의 치료약물 개발 (2) - 수종 한약재의 고지혈증 효과- 생약학회지, 31(2), pp. 190-195, 2000.
6. 이은, 최무영 : 솔잎분말이 고 콜레스테롤 급여 흰쥐의 체지질구성과 TBARS 량에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 32(5), pp. 1186-1190, 2000.
7. 하태열, 박용곤, 문광덕, 강윤한 : 솔잎추출물이 고지방식이를 급여한 흰쥐의 혈청, 간장의 효소 및 간조직구조에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 25(3), pp. 374-378, 1996.
8. 하태열, 박용곤, 문광덕, 강윤한 : 솔잎추출물이 고지방식이를 급여한 흰쥐의 혈청과 간장 지질조성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 25(3) pp. 367-373, 1996.
9. 한영복, 김진석, 문정조 : 솔잎, Pinus densiflora Sieb . et Zucc.,의 항암효과에 대한 연구. 대한수의학회지, 33(4), pp. 701-710, 1993.
10. 성삼경, 김수민, 조영석 : 식물체(솔잎 , 자초) 의 에탄올 추출물이 유탁액의 지방산화에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 28(5) pp. 984-989, 1999.
11. 부용출, 전체옥, 오지연 : 솔잎으로부터 항산화 성분인 4-hydroxy-5-methyl-3 [2H]-furanone 의 분리. 한국농화학회지, 37(4) pp. 310-314, 1994.
12. 이승재 : 사군자탕, 이진탕, 육군자탕이 고지혈증에 미치는 영향, 원광대대학원, 1993.
13. 김형균 : 도담탕이 고지혈증 실험 동물에 미치는 영향, 원광대대학원, 1988.
14. 손영종, 김상윤, 이영종 : 대황이 고지혈증 흰쥐의 혈중 지질 및 효소 활성에 미치는 영향. 대한본초학회지, 14(1) pp. 61-68, 1999.
15. Yokogoshi H, Mochizuki H, Nanami K, Hida Y, Miyachi F, Oda H. Dietary taurine enhances cholesterol degradation and reduces serum and liver cholesterol concentrations in rats fed a high-cholesterol diet. J Nutr. 129(9), pp.1705-12. 1999.
16. 김기환 외 19인, 전정판 신장학, 서울, 서울대학교 출판부, pp. 45-52, 1993.