

적송잎 추출물의 혈행 및 지질개선 효과

강성림·김영경·김성구¹·이상현²·김미향*

신라대학교 식품영양학과, ¹(주) 바이오포트코리아, ²신라대학교 생명공학과

Received March 9, 2009 / Accepted April 16, 2009

The Effect of Pine (*pinus densiflora*) Needle Extracts on Blood Flow and Serum Lipid Improvement.
Sung Rim Kang, Young Kyoung Kim, Sung Gu Kim¹, Sang-Hyeon Lee² and Mihyang Kim*.
Department of Food and Nutrition, Silla University, Busan, 617-738 Korea, ¹Bioport Korea Co. Busan, 617-738, ²Department of Biotechnology, Silla University, Busan, 617-738 Korea - Pine needles have long been used as a traditional health-promoting medicinal food in Korea. To investigate the effects of pine (*pinus densiflora*) needle extracts on blood flow and serum lipid improvement were assessed *in vivo*. 8 week-old Sprague Dawley strain rats were divided into four groups of seven rats each; CON, 0.5% CHOL, HOT water and Sub-supercritical group. Serum total cholesterol and triglyceride contents were lower in the CON group than the 0.5% CHOL group. Three weeks of feeding hot water and sub-supercritical extract resulted in a decrease in serum triglyceride and total cholesterol level. The level of HDL-cholesterol in the 0.5% CHOL group was significantly ($p < 0.05$) reduced compared to the CON group, but it had a tendency to increase with pine needle extract supplementation. Blood passage time of the pine needle extracts supplemented group was higher than the 0.5% CHOL group. Microscopic observation showed that whole blood passed smoothly through the micro channels in pine needle extracts supplemented groups. The platelet aggregation ability of the groups treated with pine needle extracts was less than that of the 0.5% CHOL group. All these results suggest that pine needle extracts might improve blood homeostasis mediated via antiplatelet activities.

Key words : Pne needle, platelet aggregation, blood flow, Hdl-cholesterol

서 론

한국인의 사망원인 중 가장 빠른 속도로 증가하고 있는 심장질환은 전반적인 고령화 추세가 주원인 이지만 많은 전문가들은 서구화된 생활습관을 또 다른 이유로 꼽는다[3,24,29]. 서구식 식생활로 바뀌어가면서 육류 섭취가 증가하고 혈중 콜레스테롤 농도가 증가[4]한 것은 음식이 어떻게 심장질환 위험 원인을 증가시키는지를 보여주는 현상이다. 협심증, 급성심근경색 등 관상동맥질환은 심장에 산소와 영양을 공급하는 관상동맥에 혈전 등이 쌓여 필요한 양만큼 혈류량을 공급하지 못해 심장기능에 장애가 생기는 것을 말한다.

생체 내에서 혈액은 응고와 용해작용이 항상 평형을 이루고 있어 정상적인 상태에서는 출혈이나 혈전 등에 의해 흐름이 방해받지 않는다. 그러나 여러 가지 요인으로 이러한 평형상태가 깨지면 혈관의 흐름이 원활하지 못하여 심혈관계 질환이 발생된다[13,27]. 혈관 내벽의 collagen이 노출되면 혈액중의 혈소판이 점착, 활성화, 응집되고 혈액 응고계를 활성화하여 급속한 혈전을 형성하게 된다[23,25]. 이러한 질환을 치료하기 위하여 Coumarin 등의 항응고제, 아스피린 등의 항혈소판제를 장기복용 하도록 처방하고 있는데 이들 약제는 출혈의 부

작용과 위장장애 등의 문제점을 가지고 있다.

소나무(*Pinus densiflora* Sieb. et Zuccarini)는 한국 어디에서나 자생하는 상록성 교목이며 우리나라에 가장 널리 분포되어 있는 종은 적송과 리기다송 소나무이다[10]. 솔잎과 솔방울은 예로부터 구황작물 뿐 아니라 약용식품으로도 널리 이용되어 왔으며 동의보감 등의 전통 의학서에 따르면 솔잎은 중풍, 동맥경화, 고혈압과 같은 심혈관계질환, 위장질환, 비뇨기질환, 피부질환, 간장질환, 당뇨, 탈모 등에 유용한 효능을 보인다고 알려져 있다[20]. 또한 솔잎에는 양질의 단백질, 비타민, 철분 등이 함유되어 있어서 동맥경화, 고혈압 등의 성인병에도 약효를 내는 것으로 알려져 있다[9]. 솔잎 특유의 유난히도 푸른 빛을 띠는 것은 송진의 주성분인 정유로 terpene유 물질 때문이며, 솔잎의 주성분인 테르펜틴을 분석한 결과 불포화지방산을 많이 함유하고 있어서 콜레스테롤 축적을 막고 동맥경화를 방지하며 말초혈관을 확장시켜 혈액 순환을 촉진함으로써 뇌세포의 활력으로 뇌기능이 향상되며, 호르몬 분비를 촉진시켜 체내 균형에 도움을 주는 것으로 보고되었다[11].

솔잎에 대한 선행연구로는 최[7] 등이 리기다송과 적송잎 정유의 향기성분에 관하여 보고하였으며, 장[12] 등은 솔잎 열수추출물이 카드뮴으로 유도한 흰쥐의 산화적 손상에 미치는 영향을 보고하였고 또한 건조한 솔잎 분말의 에틸아세테이트 및 부탄올 분획이 강한 노화방지 작용[5,6], 솔잎의 에탄올 분획물의 강한 항산화 효과[16], 솔잎 에탄올 추출물이 높은 항돌

*Corresponding author

Tel : +82-51-999-5620, Fax : +82-51-999-5457

E-mail : mihkim@silla.ac.kr

연변이 활성[17], 항균 효과 및 항암 활성에 대한 보고도 있었다[4]. 솔잎은 체질에 별로 구애를 받지 않아 누구나 쉽게 먹을 수 있으며 각종 질병의 치료와 예방뿐 아니라 강정 효과도 우수하다. 또한 저자의 선행연구[21,22]의 *in vitro* 실험에서 적송잎의 열수추출물의 항산화 활성이 높았으며, 아임계추출물 중에 항산화 활성이 높은 proanthocyanidin 함량이 높은 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 천연물 중 항산화효과가 기대되는 적송잎 열수 및 아임계 추출물을 고콜레스테롤 식이와 함께 실험동물에 투여하여 흰쥐의 혈행 및 지질개선에 미치는 영향에 대하여 검토하였다.

재료 및 방법

추출물의 제조

본 실험에 사용한 적송잎은 2007년 7월경 지리산에서 채취하여 60°C에서 열풍건조한 후 믹서로 분말화시켜 같이 열수 추출과 아임계 추출을 행하였다.

열수 추출은 일반적으로 알려진 추출 방법으로 적송잎 분말 743 g에 물 4,500 ml를 첨가하여 121°C에서 15분간 추출 한 후 여과한 액을 동결건조 하여 제조하였다.

아임계 영역은 임계점보다도 온도 및 압력이 낮은 과열영역으로 아임계 상태에서 과열된 수증기는 성분추출에 우수한 작용을 하는 것으로 알려져 있어, 적송잎 분말 232 g에 60 kgf/cm³의 CO₂ 가스를 이용하여 separator 1은 120°C로, separator 2는 80°C로 설정하여 210분간 추출을 행한 후 여과하여 추출액을 얻은 후 동결 건조하여 제조하였다.

실험동물, 사육조건 및 식이조성

실험동물은 180 ~ 200 g의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐(오리엔트사)를 구입하여 1주간 적응시킨 뒤 실험에 사용하였다. 적응 후 쥐들은 난괴법에 의해 4군으로 나누어 온도 23±2°C, 습도 50±5%, 12시간 조명주기의 조건 하에서 3주간 사육하였다. 실험군은 정상식이(CON)군, 0.5% 콜레스테롤 첨가 식이(CHOL)군, 0.5% 콜레스테롤 첨가 식이에 적송잎 열수추출물 50 mg/kg body weight 투여(Hot water)군 및 0.5% 콜레스테롤 첨가 식이에 아임계 추출물 50 mg/kg body weight 투여(Sub-supercritical)군으로 구성하였으며(Table 1), 본 실험의

Table 1. Experimental groups

Group	Diet
CON	Basal diet
0.5% CHOL	0.5% cholesterol diet
HOT water	0.5% cholesterol diet +HOT water (50mg/kg body weight) extracts
Sub-supercritical	0.5% cholesterol diet +sub-supercritical (50mg/kg body weight) extracts

Table 2. Composition of experimental diets

Ingredients	CON ¹⁾	CHOL	CHOL +HOT water	CHOL+Sub-supercritical
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0
α-Corn starch	15.0	15.0	15.0	15.0
Palm oil	10.0	10.0	10.0	10.0
Cellulose	5.0	5.0	5.0	5.0
Mineral mixture	4.0	4.0	4.0	4.0
Vitamin mixture	1.0	1.0	1.0	1.0
L-Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2
Cholesterol	-	0.5	0.5	0.5
Sodium cholate	-	0.125	0.125	0.125
Sucrose	to make 100			

¹⁾See the legend of Table 1.

식이 조성은 Table 2와 같다. 실험동물은 각 군마다 7마리씩 나누고, 실험식이와 탈이온수는 자유 섭취방법(*ad libitum*)으로 급여 하였고, 적송잎 추출물을 매일 1 ml씩 3주간 경구투여 하였으며, 대조군은 동일용량의 생리식염수를 경구 투여하였다. 식이섭취량은 매일 일정한 시간에 측정하였고, 체중은 이틀에 한번 씩 정기적으로 측정하였다.

혈액 및 장기 채취

실험종료 전 실험동물을 하룻밤 절식시킨 후 ethyl ether마취 하에서 복부대동맥으로부터 채혈하였다. 채취된 혈액은 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하였고, 분리된 혈청은 -70°C에서 냉동보관하면서 분석에 사용하였다.

혈청 중의 지질농도 분석

혈청 triglyceride, total cholesterol, Hdl-cholesterol 농도는 자동 측정용 slide (FUJI FILM, Japan)를 이용하여 Dry chemistry analyzer 3500i (Fuji, Japan)로 측정하였다.

혈류 측정

혈류는 Micro Channel Array Flow Analyzer KH-6 (MC Lab, Japan)을 이용하여 채취 한 혈액 100 µl를 주입하여 측정 하였다.

혈소판 응집력

Ether 마취 후 개복하여 대동맥으로부터 채혈하여 3.2% sodium citrate 용액과 1:9의 비율로 혼합한 뒤 1,100 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층의 PRP (platelet rich plasma)를 취하고, 3,000 rpm에서 10분간 더 원심분리하여 상층에 혈장을 제거한 후 EDTA를 포함하는 washing buffer (138 mM NaCl, 2.7 mM KCl, 12 mM NaHCO₃, 0.36 mM NaH₂PO₄, 5.5 mM glucose, 1 mM EDTA, pH6.5) 5 ml를 가하고 섞어주어 혈소

판을 재 현탁시켰다. 이 혈소판을 다시 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 후, 세척액을 버리고 혈소판을 위의 방법으로 한번 더 세척하였다. 세척 후 suspending buffer (138 mM NaCl, 2.7 mM KCl, 12 mM NaHCO₃, 0.36 mM NaH₂PO₄, 5.5 mM glucose, 0.49 mM MgCl₂, 0.25% Gelatin, pH7.4)로 재 현탁 시켜 3,000 rpm, 10분간 원심분리한 후 다시 suspending buffer로 현탁시켜 washed platelet을 조제하였다. Washed platelet는 suspending buffer로 희석하여 혈소판 수가 5×10⁸/ml이 되도록 하였고, 응집유도제로 collagen을 2.5 μl 가하여 5분간 반응시켜, Whole blood lumi-aggregometer (Chrono-log, U.S.A)를 사용하여 37°C에서 혈소판 응집을 측정하였다.

통계처리

연구결과 얻어진 자료를 SPSS Version 14.0 통계 프로그램을 사용하여 하위그룹 각각의 기술통계치(mean, SD)를 산출하였다. 집단 간의 차이를 알아보기 위해 일원변량분석(one-way ANOVA)를 이용하여 분석하였고, 사후검정은 Tukey를 적용하였다. 유의수준은 α<0.05 수준으로 검증하였다.

결과 및 고찰

혈청 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량

혈청 중 중성지방과 총콜레스테롤 변화를 Table 3에 나타내었다. 콜레스테롤 식이투여군(0.5%CHOL)은 일반식이 투여군(CON)에 비하여 혈중 중성지방 함량이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 한편 콜레스테롤 식이와 적송잎 추출물을 병합 투여한 열수추출물 투여군과 아임계추출물 투여군의 혈청 중 중성지방 함량은 86.86±33.40 mg/dl와 51.14±37.09 mg/dl로 적송잎의 열수추출물군 보다 적송잎 아임계추출물 투여군에서 중성지방이 유의적으로 감소하였다.

총콜레스테롤 변화는 콜레스테롤식이 군이 일반식이 군 보다 높게 나타났지만 적송잎의 열수 및 아임계추출물의 투여로 인한 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 김기남[19] 등과

김은성[18] 등의 연구에서는 솔잎의 건분 및 에탄올 추출물의 섭취로 혈장의 중성지방과 콜레스테롤의 농도가 대조군보다 낮은 결과를 보였으며, 높은 농도의 솔잎식이 중성지방 및 콜레스테롤을 낮추는 효과가 있다고 하였으나, 본 연구와 완전 일치하지는 않는 결과를 보여 좀 더 깊은 연구가 필요할 것으로 생각되어 진다.

혈액 중 중성지방의 상승은 칼로리 섭취량이 높거나 지방을 많이 섭취할 때 발생하며, 혈액 중의 중성지방 농도가 높은 (200 mg/dl 이상) 고중성지방 혈중은 성인성 질환 중 당뇨, 고혈압, 심혈관계질환을 발생하는 원인 중의 하나로 알려져 있다[30].

혈청 중 Hdl-콜레스테롤, Ldl-콜레스테롤, 동맥경화지수 및 심혈관위험 지수

콜레스테롤식이를 3주간 급여 한 흰쥐의 혈청 중 Hdl-콜레스테롤 및 Ldl-콜레스테롤의 함량, 동맥경화지수와 심혈관위험지수에 적송잎의 열수추출물과 아임계추출물이 미치는 영향을 나타낸 결과는 Table 4와 같다. Hdl-콜레스테롤의 동맥경화 및 혈관장애 개선에 대한 기전은 논의의 대상이지만 말초조직 및 혈액 중에 축적된 콜레스테롤을 이화, 제거하여 콜레스테롤 에스테르로 만들고 간으로 역수송을 촉진하며 담즙산으로 배설시킴으로써 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시켜 동맥경화증의 개선 및 예방에 유효한 것으로 알려져 있다[2]. 혈청 중 Hdl-콜레스테롤 농도는 적송잎의 열수추출물 투여군과 아임계추출물 투여한 군에서 각 49.29±10.08 mg/dl와 51.14±24.16 mg/dl로 콜레스테롤식이 급여로 Hdl-콜레스테롤 농도가 감소된 0.5%CHOL군(41.86±15.27 mg/dl)에 비하여 증가되었다. 이는 적송잎이 담즙산의 재흡수를 억제하여 내인성 콜레스테롤 함량의 저하를 유도함으로써 고콜레스테롤혈증 개선에 도움을 줄 것으로 추정된다[15,32].

혈액 중 높은 수치의 Ldl-콜레스테롤은 동맥에 쌓여 혈관을 손상시키고, 심근으로 가는 혈류를 차단하는 혈괴를 만드는 데 기여하여 심근 경색을 일으키는 것으로 알려져 있다[8].

본 실험에서의 Ldl-콜레스테롤 수치는 0.5%CHOL군의 경우 219.36±79.61 mg/dl으로 CON군(46.15±30.24 mg/dl)에 비하여 증가 하였으나 적송잎 추출물 투여에 의해 감소되는 경향이 나타났다. Steinberg [31]의 보고에 의하면 Ldl-콜레스테롤의 산화는 초기 동맥경화성 병변의 형성과 진전에 주요한 역할을 하고, 산화된 Ldl-콜레스테롤이 산화가 안 된 Ldl-콜레스테롤보다 대식세포에 의해 더 잘 포획되어 foam cell을 형성하여 동맥경화를 유발한다고 하였으며, 본 실험의 결과 콜레스테롤식이로 인하여 Ldl-콜레스테롤의 수치가 높아진 흰쥐에서 적송잎 추출물의 투여로 수치가 감소되는 결과를 나타내었으며 이는 적송잎이 동맥경화의 발병의 위험률을 감소시킬 수 있음을 추측할 수 있다.

한편, 총콜레스테롤과 Hdl-콜레스테롤의 수치로 계산한 동

Table 3. Contents of triglyceride, total cholesterol in the serum of rats fed cholesterol diet with pine needle extracts (mg/dl)

Group ¹⁾	TG	TCHO
CON	76.71±23.76 ^{2)a3)}	100.04±19.53 ^a
0.5% CHOL	125.43±61.69 ^b	236.10±71.32 ^b
HOT water	86.86±33.40 ^a	211.14±56.22 ^b
Sub-supercritical	51.14±37.09 ^a	200.19±32.41 ^b

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾The results are mean±SE for 7 rats in each group.

³⁾The same superscripts in the same column are not significantly at 5% level by Duncan's multiple test.

Table 4. Contents of triglyceride, total cholesterol, Hdl-cholesterol, Ldl-cholesterol and atherogenic index (AI), cardiac risk factor (CRF) in the serum of rats fed high cholesterol diet with Pine(pinus densiflora) Needle Extracts (mg/dl)

Group ¹⁾	Hdl	Ldl ²⁾	AI ³⁾	CRF ⁴⁾
CON	69.43±17.93 ^{5)ab6)}	46.15±30.24 ^a	0.44±0.13 ^a	1.44±0.09 ^a
0.5% CHOL	41.86±15.27 ^b	219.36±79.61 ^b	4.64±1.57 ^b	5.64±0.15 ^b
HOT water	49.29±10.08 ^b	179.22±51.53 ^b	3.28±0.89 ^b	4.28±0.13 ^b
Sub-supercritical	51.14±14.16 ^b	192.23±29.57 ^b	3.56±0.54 ^b	4.56±0.12 ^b

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Ldl cholesterol = {total cholesterol - (Hdl-cholesterol - triglyceride/5)}.

³⁾AI (atherosclerotic index) = (total cholesterol - Hdl-cholesterol) / Hdl-cholesterol.

⁴⁾CRF (cardiac risk factor) = total cholesterol / Hdl-cholesterol.

⁵⁾The results are mean±SE for 7 rats in each group.

⁶⁾The same superscripts in the same column are not significantly at 5% level by Duncan's multiple test.

맥경화지수(AI)와 심혈관위험지수(CRF)는 일반적으로 동맥경화 및 순환기계 질환의 발병의 위험도를 알리는 위험 지수로서 널리 이용되고 있다[1,26]. CON군에 비하여 0.5%CHOL군에서 콜레스테롤 식이로 인하여 AI 수치가 현저히 증가된 반면, 적송잎 추출물을 병합 투여한 열수추출물 투여군과 아임계추출물 투여군은 0.5%CHOL군에 비하여 동맥경화지수가 각각 1.6배, 1.7배 감소되었다. 이는 Hdl-콜레스테롤의 증가와 총콜레스테롤 농도 감소에 의한 것으로 적송잎 추출물이 동맥경화 위험요소를 감소 할 수 있음을 추측할 수 있다. CRF는 CON군이 0.5%CHOL군에 비하여 현저히 낮은 수치를 나타내었고, 콜레스테롤식이와 적송잎 추출물을 병합 투여한 적송잎 열수추출물 투여군과 아임계추출물 투여군은 0.5%CHOL군에 비해 낮은 수치를 나타내었다. AI와 CRF는 순환기계 질환 발병율에 판단 지표로 실제로 임상에서 사용이 되는 중요 지표로서 적송잎 추출물의 AI와 CRF의 감소는 적송잎이 고지혈증 개선에 유용한 효과를 발휘한 것으로 생각된다.

혈류 개선 효과

혈행 개선에는 혈액을 구성하는 혈장 및 혈구세포(혈소판)가 주로 관여하며, 이들은 혈류의 항상성을 유지시키며 혈관의 손상된 부위나 염증 부위에서 정상적인 지혈과 보호 작용을 유지함으로써 인체의 정상적인 기능을 유지한다[14,28].

본 실험에서는 혈류의 흐름에 미치는 적송잎 추출물의 영

향을 검토해보기 위해 CON, 0.5%CHOL, 열수추출물 투여군과 아임계추출물 투여군의 혈액을 각각 채취하여 항응고제인 헤파린 처리 후, 혈액의 유동성을 시각적이고 정량적으로 인식하여 혈액의 속도를 측정할 수 있는 Micro channel array flow analyzer (MC-FAN)를 이용하여 일정한 압력으로 인해 혈액이 모세관을 25, 50, 75, 100 µl 통과하는 시간을 측정하였다.

본 실험결과 혈액 25 및 50 µl 이동시에는 각 군의 혈액 유동성에 차이를 보이지 않았으나, 75 및 100 µl 이동시에서 CON군이 0.5%CHOL군에 비해 빠른 시간에 모세관을 통과하였다(Table 5). 또한 적송잎의 열수 및 아임계추출물 투여에 의해 0.5%CHOL군 보다 빨리 모세관을 통과하였고, 특히 아임계추출물 투여군인 Sub-supercritical군은 0.5%CHOL군보다 유의적으로 빠른 혈액유동성을 나타내었다. 선행연구[21]의 *in vitro* 실험에서 적송잎의 열수추출물의 항산화 활성이 높았으나 항산화 활성이 높은 proanthocyanidin 함량은 아임계추출물 중에 높은 것으로 나타나, 혈액유동성과 항산화능의 연관성을 나타내는 실험결과로 사료된다. 이상으로 식이 중 콜레스테롤로 인해 혈장 내 혈액응고인자(coagulation factors)의 지나친 활성화 및 혈소판 응집 촉진으로 혈류의 모세관 통과 시간이 늦어 졌으나 적송잎 추출물의 투여로 인해 혈류의 속도가 빨라짐을 볼 수 있고, 이는 적송잎이 혈류의 흐름에 좋은 영향을 줄 것으로 기대되어진다.

Table 5. Effect of Pine Needle Extracts on micro channel array flow (sec)

Group ¹⁾	25 µl	50 µl	75 µl	100 µl
CON	10.2±0.95 ²⁾³⁾	18.3±2.41	28.5±4.45 ^{a4)}	40.4±9.05 ^a
0.5%CHOL	10.7±0.65	24.1±1.61	40.7±3.48 ^b	63.0±7.17 ^b
HOT water	10.6±1.21	22.1±2.09	38.5±3.67 ^{ab}	58.5±5.47 ^{ab}
Sub-supercritical	10.8±1.37	21.9±3.08	30.1±2.15 ^a	50.4±5.57 ^a

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Value are mean±SEM (n=7).

³⁾The passage time of 25, 50, 75, and 100 µl of whole blood.

⁴⁾The same superscripts in the same column are not significantly at 5% level by Duncan's multiple test.

Table 6. Effect of Pine Needle Extracts against collagen induced platelet aggregation

Group ¹⁾	Amplitude(%)	Slop(Ω /min)	Lag Time(sec)
CON	100.38±1.83 ^a	128.29±8.86 ^a	36.33±3.42 ^a
0.5% CHOL	116.19±6.04 ^a	149.67±7.47 ^b	28.29±5.79 ^b
HOT water	106.38±4.01 ^{ab}	140.48±4.89 ^b	34.81±0.92 ^a
sub-supercritical	107.76±2.59 ^{ab}	143.71±2.27 ^b	35.29±3.98 ^a

¹⁾Refer to comment in Table 1.
²⁾All values are mean±SD.
³⁾Initial slope is ohm change for the first on minute.
⁴⁾The same superscripts in the same column are not significantly at 5% level by Duncan's multiple test.

혈소판 응집에 미치는 영향

식이중의 콜레스테롤로 인하여 혈 중 지질 함량이 증가한 상태에서 적송잎 추출물의 투여로 인한 혈소판 응집 억제효과를 검토하기 위하여 washed platelet을 분리하고 collagen 2 μ g으로 혈소판 응집을 유도하였다. 적송잎 추출물의 항혈소판 응집에 미치는 영향을 검토한 결과, 0.5%CHOL군의 경우 대조군(CON)에 비해 혈소판이 응집되는 결과가 나타난 반면 적송잎 추출물을 투여한 군은 0.5%CHOL군에 비해 혈소판 응집이 억제되는 것으로 나타났다(Table 6). 혈소판 응집률을 나타내는 Amplitude (%)의 경우, 콜레스테롤 식이를 투여한 0.5%CHOL군은 CON군과 비교하였을 때 유의적으로 증가하였으나 적송잎의 열수 및 아임계추출물 투여로 인해 감소하는 경향이 나타났다. 혈소판 응집에 대한 기울기를 나타내는 Slop(Ω /min)은 0.5%CHOL군이 CON군에 비하여 높은 수치를 나타내었으나, 적송잎 열수추출물 투여군과 아임계추출물 투여군에서 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 혈소판 응집이 일어나는 반응시간을 나타내는 Lag Time (sec)에서는 0.5%CHOL군은 CON군과 비교하여 감소하였는데 이는 응집제(collagen) 첨가에 대한 응집효과가 빨리 나타나 콜레스테롤 식이로 인해 응집효과가 더욱 촉진된 것으로 사료되어진다. 이에 반해 적송잎 추출물 투여군은 0.5%CHOL군에 비하여 유의적으로 응집 시간이 증가하여 응집이 지연되는 결과를 나타내었고, 이러한 결과는 적송잎 추출물이 collagen으로 인한 응집을 효율적으로 억제시키는 것으로 생각할 수 있다. 이상의 결과로 미루어 적송잎이 혈행 개선과 혈청 중의 지질개선 효과를 나타내어 동맥경화증, 혈전증 등의 혈관 관련성 질환에 효과가 있을 것으로 기대되며, 기능성 식품 및 식재료로 사용하기 위한 앞으로의 더욱 구체적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

요 약

우리나라에서 자생하고 있는 소나무류 가운데 대표적인 적송(pinus densiflora)을 열수 및 아임계 추출하여 콜레스테롤

식이에 의해 혈 중 지질함량이 증가한 상태에서 흰쥐의 지질 및 혈류, 혈소판 응집 억제를 통하여 적송잎이 혈행 및 혈청 중의 지질개선에 미치는 영향을 검토하였다.

본 실험에서는 콜레스테롤식이로 혈행 장애와 혈중의 높은 지질함량을 유도시키기 위해 흰쥐에게 3주간 0.5%콜레스테롤 식이를 투여하였고 적송의 효능을 검토하기 위해 적송잎의 열수 및 아임계추출물을 병합 투여하여 실험하였다. 그 결과 혈청 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량은 적송잎 추출물 투여(열수 및 아임계추출)에 의해 저하되었으며, 특히 중성지방 함량을 유의적으로 감소시키는 결과를 나타내었다. 한편 Hdl-콜레스테롤 농도는 콜레스테롤 식이 투여에 의해 감소하였으나, 적송잎 열수 및 아임계추출물 투여에 의해 증가되었다. Ldl-콜레스테롤과 동맥경화지수(AI)와 심혈관위험지수(CRF) 또한 적송잎 추출물 투여에 의해 저하되었다. 콜레스테롤 식이 투여로 인해 혈장 내 혈액응고인자(coagulation factors)의 지나친 활성화 및 혈소판 응집 촉진으로 혈류의 모세관 통과 시간이 늦어 졌으나, 적송잎 추출물의 투여로 인해 혈류의 속도가 빨라짐을 볼 수 있었고, 이는 적송잎이 혈액의 유동성에 좋은 영향을 줄 것으로 사료되어진다. 적송잎 추출물의 항혈소판 응집에 미치는 영향을 검토한 결과, 0.5%콜레스테롤 식이 투여(0.5%CHOL)군의 경우 대조군(CON)에 비해 혈소판이 응집되는 결과가 나타난 반면 적송잎 추출물을 투여한 군은 0.5%CHOL군에 비해 혈소판 응집이 억제되는 것으로 나타났다

이상의 결과로 미루어 적송잎이 혈행 개선과 혈청 중의 지질개선 효과를 나타내어 동맥경화증, 혈전증 등의 혈관 관련성 질환에 효과가 있을 것으로 기대되며, 기능성 식품 및 식재료로 사용하기 위한 앞으로의 더욱 구체적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신 인력양성사업으로 수행된 연구결과이며 이에 감사드립니다.

References

1. Assmann, G., H. Schulte, A. Eckardstein, and Y. Huang. 1996. High-density lipoprotein cholesterol as a predictor of coronary heart disease risk. The PROCAM experience and pathophysiological implications for reverse cholesterol transport. **124**, 11-20.
2. Castelli, W. P., R. J. Garrison, P. W. F. Wilson, and R. D. Abbott. 1986. Incidence of coronary heart disease and lipoprotein cholesterol levels. *The Framingham Study*. **256**, 2835-2838.
3. Cho, Y. K. 2004. Risk factors which influencing coronary heart disease. Graduate School of Public Health, Inje

- University. M. S. thesis, Korea.
4. Choi, E. J., E. Lee, T. J. Rhim, B.C. Cha, and H. J. Park. 1997. Antimicrobial activities of pine needle (*pinus densiflora*) extract. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **25**, 293-297.
 5. Choi, J. H., D. I. Kim, S. H. Park, D. W. Kim, J. H. Lee, and H. S. Kim. 2001. Investigation of anti-aging effect and determination of chemical structure of pine needle (*pinus densiflora*) through animal experimental. IV. Effects of butanol fraction on oxygen radicals and their scavenger enzymes in brain of SD rats. *Korean J. Gerontol.* **11**, 7-13.
 6. Choi, J. H., D. I. Kim, S. H. Park, D. W. Kim, J. H. Lee, and H. S. Kim. 2001. Investigation of anti-aging effect and determination of chemical structure of pine needle (*pinus densiflora*) through animal experimental. III. Effects of butanol fraction on oxygen radicals and their scavenger enzymes in brain of SD rats. *Korean J. Gerontol.* **11**, 7-13.
 7. Choi, K. S., I. B. Kwon, J. H. Kim, H. K. Park, and Y. T. Kim. 1988. Flavor components of the needle oils from *pinus rigida* mill and *pinus densiflora* Sieb & Zucc. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **6**, 769-773.
 8. Gang, M. S., S. S. Lim, and J. H. Lee. 1997. A study on the chemical composition an hypocholesterolemic effect of *nostoc commune*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **26**, 468-472.
 9. Hong, T. G., Y. L. Lee, M. H. Im, and J. N. Hong. 2004. Studies on the physiological functionality and antimicrobial activity of pine needle fermentation extract. *Korean J. Food Preserv.* **11**, 94-99.
 10. Im, W. K. Natural botany. 1996. Dosu publishers. pp. 59-63. Seoul.
 11. Jang, J. K. 1997. Brush leaf medical therapy of miracle. Academi book.
 12. Jang, J. Y., M. J. Kim, M. K. Lee, and D. J. Kim. 2007. Effect of pine needle water extract on cadmium-induced oxidative stress in rats. *Korean J. Food & Nutr.* **36**, 411-418.
 13. Jung, C. J. 2006. Effect of *Ulmus davidiana* var. *japonica* Nakai ethanol extract on antioxidative system and lipid metabolism of rat. Department of Food and nutrition, Graduate School of Chosun University. M. S. thesis, Korea.
 14. Kang, J. A. and J. S. Kang. 1997. Effect of garlic an onion on plasma an liver cholesterol and triglyceride and plate aggregation in rat basal or cholesterol supplemented diets. *Korean J. Nutr.* **32**, 132-138.
 15. Kang, S. M., J. Y. Shim, S. J. Hwang, S. G. Hong, H. E. Jang, and M. H. Park. 2003. Effects of saengshik supplementation on health improvement in diet-induced hypercholesterolemic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 906-912.
 16. Kang, Y. H., Y. K. Park, S. R. Oh, and K. D. Moon. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 978-984.
 17. Kim, E. J., K. P. Choi, S. S. Ham, and H. Y. Kang. 1998. Inhibitory effect of pine needle extracts on the chemical induces mutagenicity. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**, 450-455.
 18. Kim, E. S., M. K. Kim. 1999. Effect of dried leaf powders and ethanol extracts of persimmon, green tea and pine needle on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J. Nutr.* **32**, 337-352.
 19. Kim, K. N., J. H. Jeon, S. J. Heo, and E. K. Kang. 2007. Effects of dietary pine on serum cholesterol, triglycerides and platelet aggregation in rats fed cholesterol supplemented diets. *Korean Association of Human Ecology* **11**, 103-109.
 20. Lee, H. J. 2004. Studies on biological activities of the pine-needle distilled water extract. School of Biotechnology and Bioengineering Graduate School, Kangwon National University. M. S. thesis, Korea.
 21. Lee, O. H., K. Y. Kim, M. K. Jang, K. H. Yu, S. G. Kim, M. H. Kim, and S. H. Lee. 2008. Evaluation of proanthocyanidin contents in total polyphenolic compounds of pine (*Pinus densiflora*) needle extracts and their antioxidative activities. *J. Life Sci.* **18**, 213-219.
 22. Lee, O. H., K. Y. Kim, M. K. Jang, K. H. Yu, B. H. Yu, S. G. Kim, M. H. Kim, and S. H. Lee. 2008. Evaluation of Establishment of the extraction process by evaluation of proanthocyanidin contents and antioxidative activities of pine needle extracts. *J. Life Sci.* **18**, 992-998.
 23. Lim, S. S. and J. H. Lee. 1997. Effect *atremisa princeps* var *orientalis* and *ccircium japonicum* var *ussuiense* on serum lipid of hyperlipidemic rat. *Korean J. Nutr.* **30**, 12-18.
 24. Meng, K. H. 1988. Dose dietary fat play a major role in the epidemic of coronary heart disease. *Korean Journal of Epidemiology.* **10**, 44-50.
 25. Mustard, J. F., M. A. Packham. 1970. Factors influencing platelet function: adhesion, release and aggregation. *Pharmacol.* **22**, 97-137.
 26. Rosenfeld, L. 1989. Early methods in the diagnosis of atherosclerosis. *Lipoprotein Analysis* **113**, 1101-1110.
 27. Seoung, T. K., H. Kwan, Y. R. Pyun. S. B. Kim, I. H. Yeo and K. H. Chung. 1999. Anti-thrombotic and anti-hypercholesterolemic effects of natural plants extract mixture. *Korean J. Henatology* **6**, 11-24.
 28. Shin, K. S., J. J. Lee, Y. R. Jin, J. Y. Yu, E. S. Park, J. H. Im, S. H. You, K. W. Oh, M. K. Lee, J. J. Wee, Y. S. Kim, and Y. P. Yun. 2007. Effect of korean red ginseng extract on blood circulation in healthy volunteers: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *J. Ginseng Res.* **31**, 109-116.
 29. Shin, S. J. 1999. A study on the gender difference of health status on the recovery state after CABG (Coronary Artery Bypass Surgery). The Garduated School of Ewha Womans University. M. S. thesis, Korea.
 30. Song, Y. B. 2005. Effect of *Saururus Chinensis* Bail on obesity and lipid -lowering activity in rats fed with higt fat diet. Department of Food Science and Technology, Graduated School Chungnam National University Taejon, Korea. M.S. thesis, Korea.
 31. Steinberg, D. 1983. Lipoproteins and atherosclerosis. a look back and look ahead. *Atherosclerosis* **3**, 283-301.
 32. Sung, I. S., M. J. Kim, and S. Y. Cho. 1997. Effect of *quercus acutissima* carruthers extract on the lipid metabolism. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **26**, 327-331.