

## 솔잎분말이 고 콜레스테롤 급여 흰쥐의 체지방구성과 TBARS량에 미치는 영향

이 은 · 최무영\*

상지대학교 영양자원학과, \*상지대학교 식품영양학과

### Effects of Pine Needle on Lipid Composition and TBARS in Rat Fed High Cholesterol

Eun Lee and Moo-Young Choi\*

Department of Nutrition and Bio-resources, Sangji University

\*Department of Food and Nutrition, Sangji University

#### Abstract

Effects of pine needle on lipid composition and TBARS(thiobarbituric acid reactive substances) were investigated in rat fed high cholesterol. Plasma total cholesterol showed a tendency to decrease in pine needle group( $P<0.05$ ), however plasma HDL-cholesterol and liver total cholesterol showed no significantly different( $P>0.05$ ). Contents of plasma TBARS ranged from 23.15 nmol/ml to 35.38 nmol/ml and pine needle feeding resulted in a decrease in plasma TBARS( $P<0.05$ ). Contents of TBARS in liver showed a tendency to increase in the cholesterol group, however these values were lowered by pine needle feeding( $P<0.05$ ). Activity of glutathione peroxidase in liver alues showed no significantly different among treatment groups ( $P>0.05$ ).

Key words : thiobarbituric acid reactive substances, pine needle, glutathione peroxidase

#### 서 론

포화지방산과 콜레스테롤의 과량섭취는 비만과 고지혈증, 동맥경화 및 심근경색 등의 순환기 질환을 유발하며, 지질과산화물은 생체내에서 퇴행성 과정을 야기하고, 암, 노화, 생체막의 변화 및 파괴 등 생체기능에 부(負)의 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다<sup>(1-3)</sup>. 따라서 이러한 지질들의 생체 내외에서의 제어는 동물성 식품이 증가된 현대인의 식생활을 고려해 볼 때 대단히 중요하다. 최근, 식물성 섬유질, 어유, 화분유 등 천연물로 부터 지질대사 및 항산화에 관여하는 기능성물질들이 수종 밝혀졌다<sup>(4-7)</sup>. 특히 식물류의 flavonoid 화합물들은 지질저하효과<sup>(8,9)</sup>와 항산화효과<sup>(10)</sup>등에서 생리활성능이 긍정적으로 평가되어 다방면으로 연구가 수행되고 있다. 그러나 각종 식물류에 내재하고 있는

flavonoid화합물들은 그 구조적 차이에 따라 생리활성능에 상당한 차이를 나타내었으며<sup>(11)</sup>, 또한 분리된 특정 성분에 의한 실험이 아닌 경우 식물종류에 따라 함께 내재하고 있는 다른 화합물들과의 상보효과 등으로 인해 그 효과의 정도는 상당한 차이를 보여 주어<sup>(12)</sup> 지질대사에 관여하는 생리활성물질의 탐색은 체계적으로 보다 더 광범위하게 많은 연구가 수행되어야 함을 인식시켜준다. 따라서 본 연구는 옛부터 신경통, 관절염, 팔다리마비 및 동맥경화 등에 약재로 응용되고 있는 솔잎의 지질저하효과와 항산화능을 알아보기 위하여 콜레스테롤을 다량 급여한 흰쥐에 솔잎분말식이를 7주간 급여한 후 혈청 및 간장내 지질구성, TBARS(thiobarbituric acid reactive substances)량 및 glutathion peroxidase의 활성치를 비교 검토했다.

#### 재료 및 방법

Corresponding author : Eun Lee, Department of Nutrition and Bio-resources, Sangji University, Wonju 220-702, Korea  
Tel : 82-33-730-0552  
Fax : 82-33-745-5446  
E-mail : elee@mail.sangji.ac.kr

실험동물, 식이 및 실험군

평균체중이 167.52±3.51 g인 Sprague-Dawley계의 수컷 48두를 일주일간 기본식이(Table 1)와 환경에 적응

**Table 1. Composition of experimental diet**

Crude protein	22.1%
Ether extracts	3.5%
Crude fiber	5.0%
Nitrogen Free Extracts	60.4%
Crude ash	8.0%
Ca	0.6%
P	0.4%

**Table 2. Experimental treatment**

Composition (%)	Treatment group			
	Normal	control	2% pine needle	3% pine needle
Basal diet	100	100	100	100
Cholesterol		3	3	3
Pine needle			2	3

시킨 후 Normal group(기본식이군), Control group(기본식이+3%콜레스테롤), 2% Powderd pine needle group(기본식이+3%콜레스테롤+2%솔잎분말) 및 3% Powdered pine needle group(기본식이+3%콜레스테롤+3%솔잎분말)의 4군(Table 2)으로 나누고 각 처리군당 12두씩 평균체중이 유사하게 임의 배치했다. 각 처리별 식이급여는 7주간의 시험기간동안 일일 식이 섭취량을 측정하여, 처리군별 평균식이섭취량의 차가 5% 전후가 되도록 급여량을 제한하여, 균등 급여했다. 물은 자유 급여했다. 솔잎분말의 급여는 일일 식이섭취량을 기준으로 처리군별 급여량을 계산하여 기본식이와 혼합 급여했다.

콜레스테롤은 일일섭취량의 3%를 식용류 2 mL에 녹여 매일 오전 10시에 쏘대를 이용하여 경구 투여했다.

**체중측정, 식이섭취량 및 식이효율**

실험동물의 체중 및 식이섭취량은 매일 오전 10시에 측정하였으며 식이효율(Food efficiency ratio, FER)은 식이섭취량과 체중증가량으로부터 산출하였다.

**Table 3. Effects of powdered pine needle on body weight, food intake and food efficiency in rat fed high cholesterol diet for 49days**

	Treatment			
	Normal	Control	2% powdered pine needle	3% powdered pine needle
Body weight gain (g/day)	2.56 ± 0.23 <sup>NS</sup>	2.49 ± 0.39 <sup>NS</sup>	2.41 ± 0.22 <sup>NS</sup>	2.39 ± 0.25 <sup>NS</sup>
Food intake (g/day)	16.80 ± 0.15 <sup>NS</sup>	16.77 ± 0.31 <sup>NS</sup>	16.77 ± 0.24 <sup>NS</sup>	16.80 ± 0.11 <sup>NS</sup>
Food efficiency ratio*	0.15	0.15	0.14	0.14

\*Food efficiency ratio = Body weight gain/Food intake

<sup>NS</sup>Not significant (P>.05).

**채혈**

실험종료 12시간 전에 급여사료를 중단, 절식한 상태에서 심장천좌에 의해 채혈, 공시했다.

**솔잎분말**

솔잎분말은 강원도 인제군 약초전업농으로부터 구입한 것으로 크기는 약 20 mesh였다.

**시료분석**

혈장TBARS(Thiobarbituric acid reactive substances)의 정량은 EDTA처리 혈액으로부터 혈장을 분리하여 37°C에서 120분간 배양후 Buege와 Aust<sup>(13)</sup>의 방법에 의해 정량했다. 간장내 TBARS량은 Ohkawa 등<sup>(14)</sup>의 방법으로 분석하였다. Glutathione peroxidase(GSH-Px)활성측정은 Levander 등<sup>(15)</sup>의 방법으로 산화형 glutathione reductase와 NADPH에 의하여 환원될 때 NADPH의 흡광도가 340 nm에서 감소하는 것을 측정했다. GSH-Px의 활성단위는 mg protein당 1분동안 NADPH가 NADH로 산화되는 nmole수로 나타내었다. 혈청 및 간장의 Total cholesterol, High density lipoprotein (HDL)-cholesterol, Triglyceride량은 Kit(일본Wako Co.)를 이용하여 정량하였다

**결과 및 고찰**

**증체량, 식이섭취량 및 식이효율**

전 실험기간 동안의 일당 증체량, 식이섭취량 및 식이효율을 Table 3에 나타냈다. 전 처리군에서 일당증체량은 2.39 g에서 2.56 g의 범위를 나타냈으며, 콜레스테롤 급여군이 정상군 보다 다소 낮은 값을 보였으나 유의한 차이를 나타내지는 않았다(P>.05). 일일 평균식이섭취량 및 식이효율도 각각 16.77 g에서 16.80 g 및 0.14에서 0.15의 범위에서 처리군간에 유의한 차이를 나타내지 않았으며(P>.05), 제한급여에 의한 동일한

**Table 4. Effects of powdered pine needle on plasma lipid composition and liver total cholesterol in rat fed high cholesterol diet for 49 days**

	Treatment			
	Normal	Control	2% powdered pine needle	3% powdered pine needle
Plasma total cholesterol (mg/dl)	75.29 ± 3.09 <sup>a</sup>	105.39 ± 3.78 <sup>c</sup>	95.15 ± 3.70 <sup>b</sup>	93.24 ± 4.06 <sup>b</sup>
Plasma HDL cholesterol (mg/dl)	44.70 ± 3.13 <sup>NS</sup>	45.50 ± 5.40 <sup>NS</sup>	45.40 ± 4.47 <sup>NS</sup>	47.50 ± 3.46 <sup>NS</sup>
Plasma triglyceride (mg/dl)	69.67 ± 3.51 <sup>NS</sup>	74.25 ± 2.91 <sup>NS</sup>	75.40 ± 4.80 <sup>NS</sup>	72.50 ± 3.17 <sup>NS</sup>
Liver total cholesterol (mg/g)	10.75 ± 0.84 <sup>NS</sup>	9.52 ± 2.68 <sup>NS</sup>	9.47 ± 1.60 <sup>NS</sup>	9.85 ± 2.03 <sup>NS</sup>

<sup>a,b,c</sup>Means with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

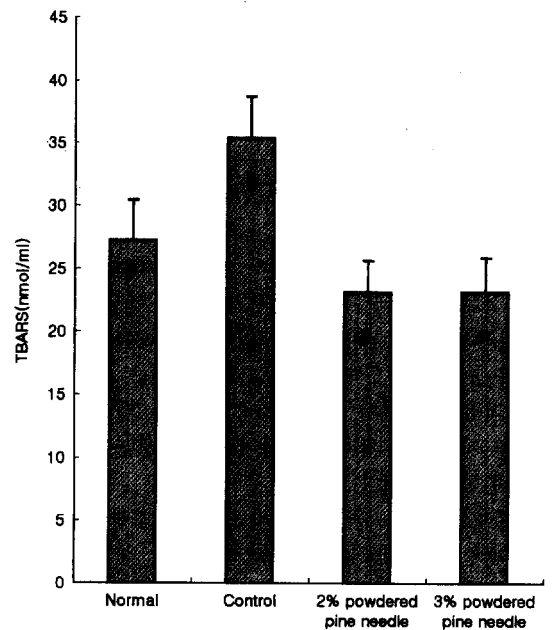
<sup>NS</sup>Not significant ( $P > 0.05$ ).

식이섭취량에서 콜레스테롤의 경구투여가 증체량에 직접적으로 영향을 미치지 않았다.

#### 혈장 및 간장내 지질구성

Table 4는 각 처리별 혈장 및 간장내 지질구성을 나타냈다. 혈장내 총콜레스테롤량은 콜레스테롤 급여군 모두가 정상군 보다 높은 값을 보였으며( $P < 0.05$ ), 콜레스테롤급여에 의한 혈장콜레스테롤 증가현상을 확인할 수 있었다. 콜레스테롤 급여군에서는 솔잎분말을 급여하지 않은 대조군 보다 솔잎분말처리군 모두가 낮은 값을 보였다( $P < 0.05$ ). 이러한 결과는 유의한 차이는 아니었으나 솔잎추출물이 혈중 총콜레스테롤량을 다소 하락시키는 경향이 있었다고 보고한 강 등<sup>(16)</sup>의 결과와 유사했다. 일반적으로 식물조직에 내재하고 있는 flavonoid성분들은 생체내 지질대사에 관여하는 것으로 알려져 있으며 특히 콜레스테롤의 저하효과가 많은 연구자들의 실험결과에서 밝혀졌다<sup>(17-20)</sup>. 이러한 일련의 실험결과와 본 실험의 결과를 관련지워 볼 때 솔잎에 내재하고 있는 flavonoid성분의 콜레스테롤 저하효과는 급여식이의 구성, 식이섭취량, 식이급여기간 및 기타 지방대사에 영향을 줄 수 있는 제 요인 들을 고려하여 보다 더 체계적으로 연구, 검토되어야 할 것으로 생각된다.

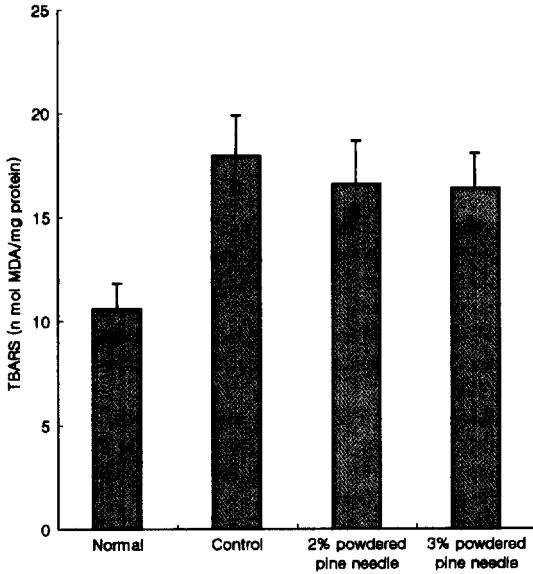
혈장 HDL콜레스테롤량은 전 처리군에서 44.70 mg/dL에서 47.50 mg/dL의 범위를 나타냈으며, 처리군간에 유의한 차이를 나타내지 않았다( $P > .05$ ). 혈장내 HDL 콜레스테롤량은 다른 연구자<sup>(20,21)</sup>의 실험결과에서도 총콜레스테롤의 량과 상관하지 않고 급여 식이의 구성 및 생체의 복잡한 제요인에 의해 상당한 차이를 보여 주었다. 본 실험의 결과에서도 콜레스테롤 및 솔잎분말의 급여에 따른 HDL콜레스테롤량의 변동은 일정한 경향을 나타내지 않았다. 혈장 중성지질량은 전 처리



**Fig. 1. Effect of powdered pine needle on plasma TBARS in rat fed high cholesterol diet for 49 days.**

a,b: Values with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

군에서 69.67 mg/dL에서 75.40 mg/dL의 범위를 나타냈으며, 콜레스테롤 급여군이 정상군 보다 다소 높은 수치를 보였으나 유의한 차이는 아니었다( $P > .05$ ). 이러한 결과는 제한급여에 의해 식이섭취량이 유사한 점을 고려해 볼 때 급여 콜레스테롤이 다소 영향을 주었을 것으로 생각되어진다. 간장내 총콜레스테롤량은 전 처리군에서 9.47 mg/dL에서 9.85 mg/dL의 범위를 유지하였으며, 처리군간에 유의한 차이를 나타내지 않았다( $P > 0.05$ ). 이러한 결과는 급여 콜레스테롤과 간장내 합성



**Fig. 2. Effect of powdered pine needle on liver TBARS in rat fed high cholesterol diet for 49 days.**  
a,b: Values with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

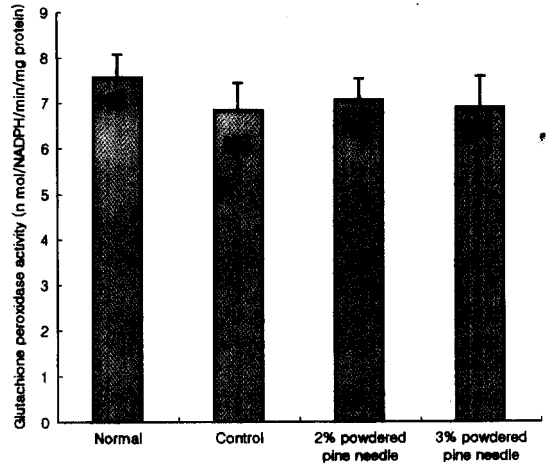
콜레스테롤 모두가 간장에서 대사되어 짐을 고려해 볼 때 적정 콜레스테롤량을 유지하기 위한 간장의 항상성에 기인한 것으로 생각되어 진다.

**혈장TBARS(Thiobarbituric acid reactive substances)량**

각 처리별 혈장 TBARS량을 Fig. 1에 나타냈다. 전 처리군에서 23.15 nmol/mL에서 35.38 nmol/mL의 범위를 보였으며, 콜레스테롤만을 처리한 대조군이 가장 높은 수치를 나타냈다( $P < 0.05$ ). 그러나 솔잎분말처리군 모두는 정상군의 수치를 유지하였다. 이러한 결과는 콜레스테롤의 과량급여는 혈액내 지질과산화물을 증가시킬 수 있음을 보여 주었으며, 한편으로 솔잎분말에 지질과산화를 억제하는 어떤 요소가 내재하고 있을 가능성을 시사해 준다.

**간장내 TBARS량 및 glutathione peroxidase활성**

간장내 TBARS량(Fig. 2)은 콜레스테롤 급여군 모두에서 정상군 보다 높은 수치를 나타냈다( $P < 0.05$ ). 이러한 결과는 식이내 지방함량이 상승할 때 지질과산화물이 상승했다는 Velthuis-te 등<sup>(21)</sup>의 연구 결과와 유사했다. 콜레스테롤급여군간에는 유의한 차이는 아니었으나( $P > 0.05$ ), 솔잎분말급여군이 대조군 보다 낮은 경



**Fig. 3. Effect of powdered pine needle on Glutathione peroxidase activity in rat fed high cholesterol diet for 49 days.**  
NS: Not significant ( $P > 0.05$ ).

향을 보여 혈액내 TBARS량의 변동경향과 유사했다. 또한 간장내 Glutathione peroxidase(Fig. 3)활성치도 유의한 차이는 아니었으나 ( $P > 0.05$ ), 콜레스테롤 단독 처리군인 대조군이 가장 낮은 경향을 보여, 혈액 및 간장의 TBARS량의 변동경향과 상관성을 나타냈다.

**요 약**

솔잎의 지질저하효과와 항산화능을 알아보기위하여 콜레스테롤을 급여한 흰쥐에 솔잎분말을 7주간 급여한 후 혈장 및 간장의 지질구성과 간장내 TBARS량 및 glutathione peroxidase의 활성치를 비교, 검토했다. 그 결과, 혈장 총콜레스테롤량은 솔잎분말처리에 의해 하락( $P < 0.05$ )하는 경향을 보였으나 HDL콜레스테롤량은 처리군간에 유의한 차이를 나타내지 않았다( $P > 0.05$ ). 간장내 총 콜레스테롤량은 9.47 mg/g에서 9.85 mg/g의 범위를 유지하였으며, 처리군간에 유의한 차이를 나타내지 않았다( $P > 0.05$ ). 혈장 TBARS량은 전 처리군에서 23.15 nmol/mL에서 35.38 nmol/mL의 변동범위를 보였으며, 솔잎분말처리에 의해 하락하는 경향을 나타냈다( $P < 0.05$ ). 간장내TBARS량은 콜레스테롤 급여에 의해 증가하였으나( $P < 0.05$ ), 솔잎분말처리에 의해 하락하는( $P < 0.05$ ) 경향을 보여주었다. 간장 glutathione peroxidase의 활성치는 처리군간에 유의한 차이를 나타내지 않았다( $P > 0.05$ ).

## 감사의 글

본 논문은 1999년 상지대학교 학술연구지원비에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 문헌

1. Vergroesen, A.T. Physiological effects of dietary linoleic acid. *Nutr. Rev.* 35: 1-5 (1997)
2. Bidlack, W.R. and Tappel, A.L. Damage to microbial membrane by lipid peroxidation. *Lipids* 8: 177-185 (1973)
3. Saito, M. International between lipid peroxide formation and nutritional status. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.* 41: 343-351(1988)
4. Trowell, H. Coronary heart disease and dietary fiber. *Am. J. Clin. Nutr.* 28: 798-800 (1975)
5. Bulliya, G., Reddy, K.K., Reddanna, P. and Kumati, K.S. Lipid profiles among fish-consuming coastal and non-fish consuming island population. *Eur. J. Clin. Nutr.* 44: 481-485 (1990)
6. Samochowiec, L. and Wojcicki, J. Effect of pollen on serum and liver lipids in rat fed a high lipid diet. *Herba Polonica, Toin XXVII*: 333 (1961)
7. Sauvare, Y., Ribes, G., Baccou, J.C. and Loubatieres-Mariani, M.M. Implication of steroid saponin and saponin in the hypocholesterolemic effect of fenugreek. *Lipids* 26: 191-197 (1991)
8. Ikeda, I., Masato, Y., Nakamaya, M., Takeo, T., Yayabe, F. and Sugano, M. Tea catechins decrease micellar solubility and intestinal absorption of cholesterol in rats. *International Symposium on tea Science (Shizuoka) Abstr.* 11-a-3 (1991)
9. Muramatsu, K., Fukuyo, M. and Hara, Y. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rat. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 32: 613 (1986)
10. Torel, J. Cillard, J. and Cillard, P. Antioxidant activity of flavonoid and reactivity with peroxy radical. *Phytochemistry* 25: 383-390 (1986)
11. Namiki, M. and Osawa, T. Antioxidants/antimutagens in foods. *Basic Life Sci.* 39 :131-139 (1986)
12. Kim, M.J., Lee, E., Cha, B.C., Choi, M.Y., Rhim, T.J., and Park, H.J. Serum cholesterol lowering effect of triterpene acetate obtained from *Lactuca indica*. *Kor. J. Pharmacogn.* 28: 21-25(1997)
13. Buge, J.A. and Austa, S.D. Microsomal lipid peroxidation, Vol. 52, pp. 302-309. In: *Methods in Enzymology*. Fleicher, S., Packer, L. (eds.). Academic Press, London, (1978).
14. Ohkawa, H., Ohishi, N. and Yagi, K. Assay for lipid peroxide in animal tissues thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.* 95: 351-358 (1979)
15. Levander, O.A., Deloach, D.P., Morris, V.C. and Moser, P.B. Platelet glutathione peroxidase activity as an index of selenium status in rats. *J. Nutr.* 113: 55-63 (1983)
16. Kang, Y.H., Park, Y.G., Ha, T.Y. and Moon, K.D. Effects of pine needle extracts on serum and liver lipid contents in rats fed high fat diet. *Korean soc. Food Nutr.* 25: 367-373(1996)
17. Manach, C., Morand, C., Texier, O., Favier, M., Agullo, G., Demigne, C., Regerat, F. and Remesy, C. Quercetin metabolites in plasma of rats fed diets containing rutin or quercetin. *J. Nutr.* 125: 1911-1921 (1995)
18. Matsuda, H. Chiska, T., Kubomura, Y., Yamahara, J., Sawada, I., Fujimura, H. and Kimura, H. Effect of crude drugs and experimental hypercholesterolemia, 1. Tea and its active principles. *J. Ethnopharmacology* 17: 213 (1986)
19. Lee, E. Effects of Green tea on Serum lipid composition and TBARS in chicks with oxidized lipid. *Life Sci. Research Ins.* 5: 51-56 (1998)
20. Choi, M.Y. and Lee, E. Effects of *Rhus chinensis* Gall Extract on Liver Function, Plasma Lipid Composition and Antioxidant System in Rats with High Fat Diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 632-637 (1999)
21. Velthuis-te Wierik, E.J., Vandenberg, H., Weststrate, J. A., Vanhethof, K.H. and de Graaf, C. Consumption of reduced-fat products: Effects on parameters of bantioxidative capacity. *Eur. J. Clin. Nutr.* 50: 214-219 (1996)

(2000년 1월 26일 접수)