

포도종자유 급여가 본태성고혈압쥐의 혈청지질 성분에 미치는 영향*

최혁준 · 황윤희 · 백운화 · 신호선**

두산연구소
동국대학교 식품공학과**

Effect of Dietary Grapeseed Oil on Serum Lipids in Spontaneously Hypertensive Rats

Choi, Hyuk-Joon · Whang, Yoon-Hee · Pek, Un-Hua · Shin, Hyo-Sun**

Doosan Research Laboratory

*Department of Food Science and Technology, Dong Guk University***

ABSTRACT

This study was performed to investigate the effects of different fat diets on the serum lipid composition and on the morphology of liver tissue of the spontaneously hypertensive rats (SHR). Rats were fed for 17 weeks one of four fat diets, control (corn oil : beef tallow = 1 : 1), beef tallow, grapeseed oil and soybean oil. Blood was withdrawn by heart puncture from each SHR, and used to determine the serum levels of total cholesterol, HDL-cholesterol, trigly ceride and phospholipid.

No significant difference in body weight was observed in all diet groups. The total serum cholesterol was significantly lower in SHR fed grapeseed oil than that of other groups. The cholesterol lowering effect of grapeseed oil seemed to result from its high contents of phytosterol and linoleic acid. Also, serum HDL-cholesterol, triglyceride and phospholipid contents were low in all the groups. Photochemical microscopic observations of the liver tissue revealed the congestion of sinusoid which is regarded as the characteristics of SHR, but no significant difference was observed among the groups.

KEY WORDS : grapeseed oil · spontaneously hypertensive rat · serum lipid.

서 론

식이지방중의 포화지방산(saturated fatty acid,

SFA) 및 불포화지방산(polyunsaturated fatty acid, PUFA)은 혈청 지질성분의 함량에 많은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다^{1~3)}. 즉 PUFA는 혈청

*본 연구는 88년도 대학교수 국비 해외파견 연구비로 이루어진 것임.

접수일자 : 1990년 11월 5일

cholesterol, 중성지방, VLDL, LDL의 수준을 낮추고 HDL의 수준은 증가시키거나 거의 영향을 미치지 않는 반면, SFA는 이와는 반대의 역할을 수행한다. 따라서 SFA의 섭취로 혈청 cholesterol 농도가 높아지면 동맥경화를 촉진시킬 뿐만 아니라 혈압이 상승되어 고혈압을 유발시키기 때문에 식이지방과 동맥경화성 질환은 서로 밀접한 관계가 있다고 하겠다.

본태성고혈압쥐(spontaneously hypertensive rat, SHR)는 유전적으로 정상쥐보다 혈압이 높아서 고혈압의 연구에 많이 이용되고 있는 질환 model로써⁴⁾⁵⁾ Singer등⁶⁾은 고혈압쥐가 정상쥐에 비해 혈청 triglyceride와 free fatty acid 중의 linoleic acid 함량비가 낮고 arachidonic acid는 높으며, 성장기간중 palmitic acid는 계속적으로 증가하나 linoleic acid와 arachidonic acid는 감소한다고 하였는데 특히 고혈압 유발시기 직전에 급격한 감소를 보인다고 하였다. 이러한 사실로 필수지방산인 linoleic acid와 arachidonic acid는 prostaglandin의 전구체로서 고혈압 발단단계에서 중요한 영향을 미치며, 본태성고혈압쥐는 일부 병인적 요인에서 고혈압 환자에 대한 적합한 model이라고 보고하였다. 또한 본태성고혈압쥐에 linoleic acid를 투여하였을 때 간 및 혈청에서 triglyceride, cholesterol과 free fatty acid의 함량이 정상혈압쥐(Wistar rat) 보다 감소되었다고 하였고 Ramel⁷⁾은 linoleic acid 함량이 높은 포도종자유가 혈청 cholesterol량을 낮춘다고 보고하였다. 이외에도 linoleic acid가 혈관벽에서 응고방지 및 혈관확장기능이 있는 prostacyclin으로 전환되며 사람과 쥐에서 혈압을 낮추어 주고 혈청지질 양을 감소시킨다는 많은 보고가 있다^{8~10)}. 한편, 식물성스테롤은 cholesterol과의 구조적 유사성으로 인해 혈청 cholesterol 저하효과가 있는 것으로 보고되고 있다¹¹⁾¹²⁾. Katz 등¹³⁾은 stigmasterol, β -sitosterol, ergosterol, campesterol 등의 식물성스테롤을 cholesterol과 함께 흰쥐에 투여하였을 때 혈청 cholesterol 농도가 감소하였으며 그 중에서 β -sitosterol이 가장 효과적이었다고 하였다.

포도종자유는 구성지방산 중 linoleic acid가 65

%이상을 차지하기 때문에 P/S(polyunsaturated fatty acid/saturated fatty acid)비율이 높고 식물성 스테롤도 일반유지에 비해 많이 함유되어 있으며¹⁴⁾ 그 중 β -sitosterol이 70%이상 차지하고 있는 것으로 알려져 있다¹⁵⁾. 현재 포도종자유는 외국에서 건강보조식품등으로 이용이 되고 있고 한약 처방에도 사용이 되어 왔으나¹⁶⁾ 국내에서는 아직 포도종자유의 영양적특성에 대한 연구보고가 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 포도종자유의 영양적 특성을 고찰하기 위해 포도종자로부터 착유한 기름의 지방산조성과 식물성스테롤 함량을 분석하고 포도종자유와 P/S비율 및 식물성스테롤함량이 다른 대두유, 우지 및 옥배유를 함유한 실험식으로 일정기간 본태성고혈압쥐를 사육후 혈청지질농도 및 간조직에 미치는 영향을 조사하였다.

실험재료 및 방법

생후 5주된 수컷 본태성고혈압쥐를 1주일간 시판배합사료를 급여하여 환경에 적응시킨 후 동물의 체중에 따라 난괴법(randomized complete block design)으로 나누어 실험식으로 17주간 임의급식하면서 사육실 환경은 $20 \pm 2^\circ\text{C}$, 상대습도 $50 \pm 5\%$ 로 유지시키며 사육하였다. 지방급원인 포도종자유는 경북 영일군 및 의성군에서 채배한, 포도주의 원료로 사용이 되는 Seibell 9110품종으로부터 착유하였으며 우지, 대두유, 옥배유는 시장에서 구입하였고 비타민과 무기질은 Teklad사 AIN-76제품을 사용하였다. 실험식이의 기본조성은 표1과 같이 칼로리분포는 동일하며, 다만 사료에 첨가한 식이지방종류를 달리하였다. 즉, 우지와 옥배유를 동량으로 혼합하여 P/S 비율을 1로 조절한 대조군(control)과 동물성포화지방산이 주체인 우지식이군(BT군), 불포화지방산이 주체인 포도종자유식이군(GO군) 및 대두유식이군(SO군)으로 분류하였다.

실험식이지방의 주요 지방산조성은 GLC(gas liquid chromatography) Hewlette Packard 5890기종으로 분석하였다. 지방산의 methyl ester는 BF₃

Table 1. Formulation of experimental diet

Ingredients	Experimental groups			
	Control	Beef tallow	Grapeseed oil ¹⁾	Soybean oil
	g/100g			
Corn starch	54.9	54.9	54.9	54.9
Casein(Vitamin free)	20.0	20.0	20.0	20.0
Corn oil	7.5	—	—	—
Beef tallow	7.5	15.0	—	—
Grapeseed oil	—	—	15.0	—
Soybean oil	—	—	—	15.0
DL-Methionine	0.1	0.1	0.1	0.1
Mineral mixture ²⁾	4.0	4.0	4.0	4.0
Vitamin mixture ³⁾	1.0	1.0	1.0	1.0
α-Cellulose	5.0	5.0	5.0	5.0
Total calorie (Kcal/Kg diet)	4346.0	4346.0	4346.0	4346.0

1) Grapeseed oil was refined from Seibell 9110 species

2) Mineral mixture(g/kg mixture) : Calcium phosphate dibasic 500, Sodium chloride 74.0, Potassium citrate monohydrate 220, Potassium sulfate 52, Magnesium oxide 24, Manganous carbonate (43~48% Mn) 3.5, Ferric citrate (16~17% Fe) 6.0, 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 118.0

3) Vitamin mixture(g/kg mixture) : Thiamin HCl 0.6, Riboflavin 0.6, Pyridoxine HCl 0.7, Niacin 3.0, Calcium pantothenate 1.6, Folic acid 0.2, Biotin 0.02, Vitamin B₁₂(0.1% trituration in mannitol) 1.0, Dry vitamin A palmitate(500,000U/g) 0.3, Dry vitamin E acetate(500U/g) 10.0, Vitamin D₃trituration(400,000U/g) 0.25, Menadione sodium bisulfite complex 0.15, Sucrose 981.08

/MeOH로 처리하여 조제하였으며¹⁷⁾ column은 Supelcowax 10을 사용하였다. 작동온도는 주입구 220°C, 검출기 230°C이었고 column 온도는 160°C에서 유지시킨 후 분당 2°C씩 상승시켜 180°C로 유지시켰고 기체유속은 수소, 질소 30ml/min, 공기는 300ml/min 이었다. 식물성스테롤 함량의 분석은 지방의 불검화물을 Florisil column을 이용하여 탄화수소 및 고급 alcohol을 제거한 후 Silica gel 60G를 흡착제로 TLC를 실시하여 스테롤 중의 desmethylsterol층을 분리하고 분리된 desmethylsterol획분을 정량 하였다¹⁸⁾.

사료섭취량은 매일, 체중 증가량은 3일에 한번씩 측정하였고 식이투여 후 5주, 11주, 17주째 되는날 10시간 절식시킨 쥐를 각 식이군마다 심장채혈을 한후 계속 생존시켰으며 채취한 혈액은 혈청을 분리한 후 냉동저장하면서 혈청지질 성분을 분석하였다. 혈청중의 총 cholesterol, triglyceride(TG)

및 phospholipid(PL)의 함량은 Gilford 회사제 (Cleveland, OH, U.S.A)의 clinical autoanalyzer (Impact 400E)로 측정하였고, 혈청 HDL-cholesterol은 Bachorik 등¹⁹⁾의 방법에 따라 4°C를 유지하며 heparin(500µg/ml)과 MnCl₂(2M) 혼합액을 사용하여 다른 β-apolipoprotein을 침전시킨 뒤 HDL-fraction의 cholesterol을 autoanalyzer로 측정하였다.

간조직은 17주째 쥐를 희생시켜 분리하였으며 간을 formalin에 고정한 후 수세한 다음 파라핀으로 포매하였다. 이것을 microtome으로 5µm의 두께로 절편을 만든 다음 hematoxylin-eosin 염색을 하여 Olympus Vanox 광학현미경(×200)에서 관찰하고 사진촬영하였다.

모든 실험결과에 대해서 각 실험식이별로 평균치 및 표준오차를 산출하였고 각 실험식이군 평균치간의 유의성은 Tukey test²⁰⁾에 의하여 α=0.05

포도종자유 섭취와 본태성고혈압쥐의 혈청지질성분

Table 2. Fatty acid composition and sterol content of dietary fats

Fatty acid	Control	Beef tallow	Grapeseed oil	Soybean oil
		area %		
14 : 0	1.5	3.1	—	0.1
14 : 1	1.7	3.0	—	—
16 : 0	19.1	25.3	7.5	12.5
16 : 1	3.1	5.9	0.2	0.3
18 : 0	8.1	14.4	5.2	3.7
18 : 1	34.2	41.5	19.6	21.9
18 : 2	29.7	3.6	66.3	53.0
18 : 3	0.8	0.5	0.6	7.7
20 : 0	0.3	0.4	0.2	0.3
others ²⁾	1.5	2.3	0.4	0.5
P/S ratio ¹⁾	1.05	0.09	5.19	3.66
Sterol ³⁾ (mg/100g)	47	—	300	65

1) Polyunsaturated fatty acids to saturated fatty acids ratio

2) Not identified fatty acid

3) Total plant sterol

Table 3. Body weight gain, food intake and feed efficiency ratio¹⁾

Variables	Control	Beef tallow	Grapeseed oil	Soybean oil
Body weight gain(g/day)	2.00±0.12(7) ²⁾	1.96±0.15(7)	2.05±0.11(8)	2.05±0.12(6)
Food intake(g/day)	15.58±0.23	14.74±0.23	15.64±0.47	16.14±0.43
Feed efficiency ratio	0.13±0.01	0.13±0.02	0.13±0.01	0.13±0.00

1) No significant differences observed among treatments at $p < 0.05$

2) Mean±SEM(No. of animal)

수준에서 검증하였다.

실험결과 및 고찰

실험식이중에 포함된 지방의 주요 지방산조성 및 식물성스테롤 함량은 표 2와 같이 포도종자유와 대두유는 linoleic acid가 각각 66.3%, 53.0%로 주된 지방산으로 나타났고 대두유는 특징적으로 α -linolenic acid가 7.7% 함유되었다. 우지는 포화 지방산인 palmitic acid와 stearic acid가 25.3%, 14.4%로 oleic acid와 더불어서 주된 지방산으로 나타났으며 식물성스테롤의 총합량은 포도종자유가 300mg/100g으로 대두유의 65mg/100g보다 높은 함량을 보였고 우지와 옥배유가 혼합된 혼합유는

47mg/100g 이었다.

실험기간 동안 각 실험군의 사료섭취량, 체중 증가량 및 사료효율은 표 3과 같다. 각식이군에서 유의적인 차이가 없는 것으로 보아 실험에 사용된 식이지방이 사료 섭취량과 체중증가량에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

실험기간 및 식이지방의 종류에 따른 혈청 총 cholesterol 함량의 변화는 표 4와 같이 식이투여 11주째 각 식이군에서 총 cholesterol 함량이 증가하였으며 특히 대조군과 BT군에서 유의적으로 증가하였다. 식물성유가 주체인 GO군과 SO군은 식이기간 중 계속 증가하는 추세를 나타내었고 17주째에 BT군에서는 감소하는 경향을 보였으나 유의성은 없었다. 실험기간 중 BT군이 다른 식이

Table 4. Total serum cholesterol contents of SHR fed different types of fat for 5, 11 and 17 weeks¹⁾

Week	Dietary groups			
	Control	Beef tallow	Grapeseed oil	Soybean oil
	mg/dl			
5	39.41±2.91(9) ^{a3)A2)}	57.33±3.68(9) ^{a B}	34.27±2.59(9) ^{a A}	42.35±4.38(8) A
11	60.91±1.58(7) ^{b B}	74.13±4.18(7) ^{b C}	41.26±1.29(8) ^{ab A}	53.78±2.93(6) B
17	66.95±2.71(7) ^{b C}	68.24±3.28(7) ^{abC}	43.13±2.21(8) ^{b A}	55.48±2.57(6) B

- 1) Mean±SEM(No. of animal)
- 2) Values in a row (diet group) with different superscript letters(A,B,C) are significantly different by Tukey test(p<0.05)
- 3) Values in a column(feeding period of diet) with different superscript letters(a,b) are significantly different by Tukey test(p<0.05)

Table 5. Serum HDL-cholesterol contents of SHR fed different types of fat for 5, 11 and 17 weeks¹⁾

Week	Dietary groups			
	Control	Beef tallow	Grapeseed oil	Soybean oil
	mg/dl			
5	30.71±2.78(9) ^{a3)AB2)}	42.37±3.12(9) B	29.69±3.06(9) A	34.61±3.95(8) AB
11	50.51±4.67(7) ^b	50.57±5.07(7)	35.22±5.91(8)	38.55±3.78(6)
17	47.63±3.46(7) ^b	44.06±5.06(7)	37.30±2.46(8)	40.93±3.83(6)

- 1) Mean±SEM(No. of animal)
- 2) Values in a row (diet group) with different superscript letters(A,B) are significantly different by Tukey test(p<0.05)
- 3) Values in a column(feeding period of diet) with different superscript letters(a,b) are significantly different by Tukey test(p<0.05)

군의 총 cholesterol양 보다 높았으며 11주 이후에는 GO군이 유의적으로 가장 낮게 나타났다. 본실험은 식이중의 P/S비가 증가할 수록 총 cholesterol 함량이 감소함으로써 식이중 PUFA비율을 증가시켰을 때 총 cholesterol 농도가 낮아진다는 많은 연구결과와 일치하였다⁸⁾³⁰⁾³¹⁾. PUFA의 혈청 cholesterol 저하기전은 아직 많은 논란의 대상으로서 Chait 등²¹⁾과 Cortese 등²²⁾은 PUFA가 SFA 보다 ketone body로 더 많이 전환되기 때문에 간에서 합성된 TG에 덜 incorporation 되므로 VLDL 및 LDL 합성이 억제되어 혈청 VLDL과 TG의 농도를 저하시킨다고 주장하였고 이와는 달리 Paul 등²³⁾은 PUFA가 LDL의 이화작용을 촉진시킴으로서 혈청 cholesterol을 저하시킨다고 보고하였다. 한편, PUFA의 함량이 비슷한 GO군과 SO군간의 총 cholesterol 함량차이의 원인은 P/S 비외에 식물성

스테롤의 함량차이에도 기인한 것으로 해석된다. Goldstein 등²⁴⁾은 혈청 cholesterol양은 소장에서 식이성 cholesterol의 흡수 및 간장에서 cholesterol 합성 및 분해에 의해 영향을 받는다고 하였는데 β-sitosterol, stigmasterol, campesterol 등의 식물성스테롤은 cholesterol과 구조가 유사하여 경쟁적으로 흡수가 되기 때문에 소장에서 cholesterol 흡수를 억제하여 fecal steroid로의 배출을 촉진시킴으로써 체내에서의 cholesterol 함량을 저하시키는 것으로 알려져 있다¹²⁾¹³⁾²⁵⁾. 따라서 표 4와 같이 포도종자유식이 다른 식이에 비해서 P/S 비율 및 식물성스테롤의 함량이 높기 때문에 혈청 cholesterol의 함량 증가억제 효과가 가장 큰 것으로 해석되나 혈청 cholesterol에 미치는 영향을 명확히 규명하기 위해서는 선택적투여를 통한 폭 넓은 실험이 수행되어야 할 것이다.

Table 6. Atherogenic index of SHR fed different types of fat for 5, 11 and 17 weeks¹⁾

Week	Dietary groups			
	Control	Beef tallow	Grapeseed oil	Soybean oil
	mg/dl			
5	0.30±0.05(9) ²⁾	0.33±0.05(9) ^{a4)}	0.25±0.05(9)	0.31±0.05(8)
11	0.34±0.08(7)	0.45±0.07(7) ^a	0.37±0.03(8)	0.37±0.09(6)
17	0.42±0.04(7) ^{A3)}	0.62±0.09(7) ^{b B}	0.34±0.04(8) ^A	0.37±0.07(6) ^A

$$1) \text{ Atherogenic index} = \frac{\text{Total cholesterol} - \text{HDL-cholesterol}}{\text{HDL-cholesterol}}$$

2) Mean±SEM (No. of animal)

3) Values in a row (diet group) with different superscript letters(A,B) are significantly different by Tukey test($p < 0.05$)

4) Values in a column(feeding period of diet) with different superscript letters(a,b) are significantly different by Tukey test($p < 0.05$)

Table 7. Serum triglyceride contents of SHR fed different types of fat for 5, 11 and 17 weeks¹⁾

Week	Dietary groups			
	Control	Beef tallow	Grapeseed oil	Soybean oil
	mg/dl			
5	66.23±2.35(9) ^{a3)A2)}	85.40±2.69(9) ^B	64.89±5.47(9) ^A	63.48±3.06(8) ^A
11	79.85±2.95(7) ^{b AB}	92.36±4.48(7) ^B	69.71±4.79(9) ^A	69.12±2.29(6) ^A
17	86.12±9.56(7) ^{b AB}	99.79±5.90(7) ^B	72.70±5.66(8) ^A	73.58±3.51(6) ^A

1) Mean±SEM (No. of animal)

2) Values in a row (diet group) with different superscript letters(A,B) are significantly different by Tukey test($p < 0.05$)

3) Values in a column(feeding period of diet) with different superscript letters(a,b) are significantly different by Tukey test($p < 0.05$)

실험식이를 17주간 투여한 후 혈청 HDL-cholesterol 함량의 변화는 표 5에 나타낸 바와 같이 각 식이군은 식이투여 11주째 증가하였고 특히 대조군에서는 유의적으로 증가하였으며 17주째에는 11주에 비해 HDL-cholesterol의 함량 변화가 거의 없었다. 식이 지방의 종류에 따른 각 식이군의 혈청 HDL-cholesterol 함량은 17주째를 제외하고는 BT군이 다른 식이군보다 높게 나타났고 식이기간 중 GO군에서 낮은 경향을 보였으나 5주째 BT군에서만 통계적으로 유의성이 있었다.

Singer 등²⁶⁾은 22주령된 본태성고혈압쥐와 Wistar rat에 linoleic acid를 투여하였을 때 혈청 및 간 TG의 linoleic acid와 arachidonic acid가 현저히 증가하였으며 본태성고혈압쥐에서 총 cholesterol 양이 감소하였고 HDL-cholesterol이 높아졌다고

보고하였다. 그러나 Wistar rat의 HDL-cholesterol 증가에서만 유의성이 있는 결과가 ($p < 0.01$) 보였다고 하였고 Shepherd²⁷⁾와 임현숙 등²⁸⁾은 각각 corn oil, safflower oil 등의 PUFA함량이 높은 식이가 HDL-cholesterol 양을 감소시켰다고 하여 아직 PUFA가 HDL-cholesterol에 미치는 영향에 대해서는 많은 상반된 결과들이 보고되고 있다. 본실험은 실험기간 중 P/S 비율이 높은 GO군이 다른 식이군보다 HDL-cholesterol이 낮은 경향을 보이고 있으나 총 cholesterol에 대한 HDL-cholesterol의 비율이 GO군과 SO군에서 높기 때문에 atherogenic index²⁹⁾는 대조군과 BT군보다 낮은 것으로 해석된다(표 6).

혈청TG의 함량변화는 표 7에 나타낸 바와 같이 실험기간 중 각 실험군에서 증가하는 경향을 보였

Table 8. Serum phospholipid contents of SHR fed different types of fat for 5, 11 and 17 weeks¹⁾

Week	Dietary groups			
	Control	Beef tallow	Grapeseed oil	Soybean oil
	mg/dl			
5	75.85±5.44(9) ^{a3)A2)}	109.10±3.75(9) ^{a B}	73.81±4.03(9) ^{a A}	74.31±2.28(8) ^{a A}
11	128.18±2.48(7) ^{b B}	159.06±6.72(7) ^{c C}	90.26±1.82(9) ^{b A}	94.30±3.50(7) ^{b A}
17	136.70±6.47(7) ^{b B}	135.13±5.82(7) ^{b B}	98.53±3.70(8) ^{b A}	103.20±4.44(6) ^{b A}

1) Mean±SEM (No. of animal)

2) Values in a row(diet group) with different superscript letters(A,B,C) are significantly different by Tukey test(p<0.05)

3) Values in a column(feeding period of diet) with different superscript letters(a,b,c) are significantly different by Tukey test(p<0.05)

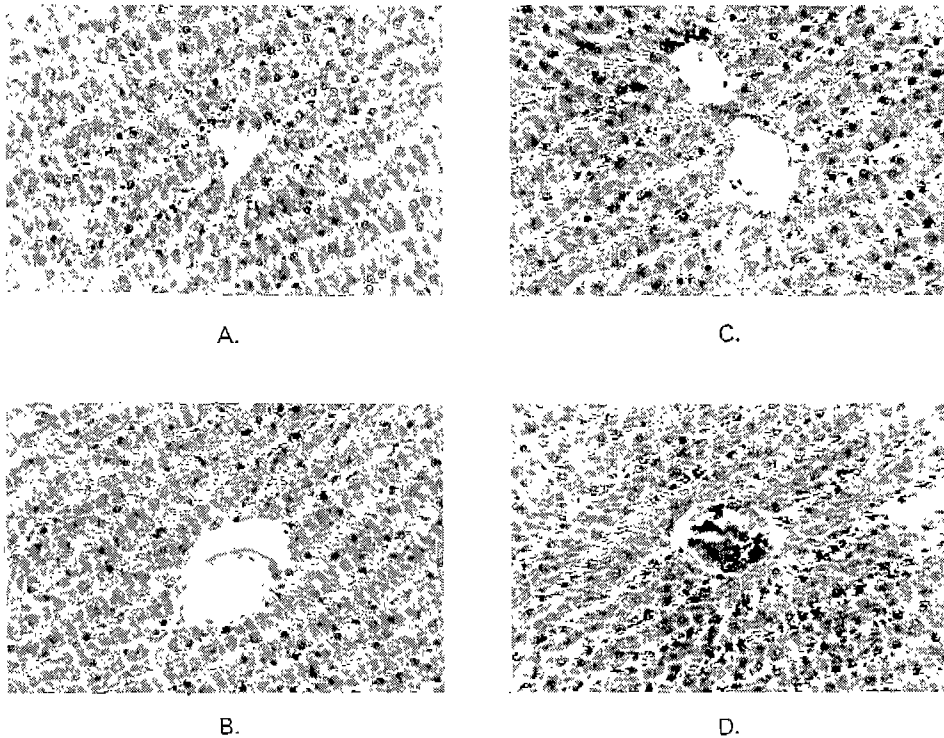


Fig. 1. Photomicrograph of liver tissues from SHR fed diet for 17 weeks (×200)

A : Control diet group

C : Grapeseed oil diet group

B : Beef tallow diet group

D : Soybean oil diet group

으나 대조군의 11주, 17주 증가를 제외하고는 그 증가가 통계적 유의성이 없었다. 실험식이 기간중 P/S비율이 높은 GO군, SO군이 대조군과 BT군에

비해 낮았으며 포화지방산이 주체인 BT군에서 혈청 TG의 함량이 다른 식이군보다 유의적으로 높았다.

혈청 PL 함량은(표 8) BT군의 17주째 감소를 제외하고는 실험기간 중 계속 증가 하였으며 각 군에서는 11주째에 PL양이 유의적으로 증가하였고 BT군에서만 11주째 혈청 PL함량이 증가한후 17주째 감소하는 경향을 나타내었다. 각군의 혈청 PL 함량은 17주째 P/S 비율 및 식물성스테롤 함량이 높은 GO과 SO군에서 유의적으로 낮았고 대조군과 BT군에서는 높은 것으로 나타났다.

이상의 결과는 linoleic acid등의 PUFA 투여가 TG의 농도를 감소시켰으며³⁰⁾ 본태성고혈압쥐에 동물성지방을 투여하였을 때 TG의 농도가 유의적으로 증가하였다는 보고와 같은 경향을 보이고 있지만²⁹⁾ 본태성고혈압쥐 및 Wistar rat에서 linoleic acid가 오히려 TG양을 증가시켰다는 보고²⁶⁾와는 상반된 결과를 나타내었다. 한편 박 현서³⁰⁾는 쥐에서 P/S비를 높이는 것이 TG의 양을 감소시키는 데 효과적이었다고 하였고 Oh등³¹⁾은 PUFA 식이가 혈청인지질 양을 현저히 감소시킨다고 보고하였다. 이와 같이 PUFA의 섭취가 TG 및 PL의 수준을 낮춘다는 보고 및 본실험결과로 부터 본태성고혈압 쥐에서도 그 수준을 낮추는 것으로 해석되며 GO군 및 SO군 사이에 혈청 TG와 PL 함량이 유의적 차이가 없는 것으로 보아 식물성스테롤은 혈청 TG, PL 함량에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

본태성고혈압쥐는 정상쥐에 비해 수축기 혈압이 약 40~60mmHg 정도 높은 질환 model로써 본 실험에서는 실험기간 중 11주에 서독 Kolb사 rat용 혈압측정기로 수축기 혈압을 측정한 결과 지방 종류에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다(미발표자료). 따라서 이상의 결과로 선천적인 고혈압환자와 지방대사가 유사한 본태성고혈압쥐에서도 PUFA가 혈청 지질의 양을 낮추는 것으로 보이며 포도종자유는 PUFA와 식물성스테롤 함량이 높기 때문에 특히 혈청 cholesterol양을 저하시키는데 효과적이라 하겠다.

식이중 지방의 종류를 달리하여 17주간 본태성고혈압쥐에 투여한 후 간조직의 이상여부를 관찰한 결과는 Fig. 1과 같이 각식이군의 간세포는 핵에서 변성 또는 괴사가 관찰되지 않았으며 지방의

종류를 달리한 실험식이군 사이에 간세포조직의 차이는 보이지 않았다. 한 편 간장에서의 지방축적의 원인은 주로 alcohol 및 고지방식이에서 유래되는 것으로 알려져 있으며³²⁾ 이 순제와 박 홍구³³⁾는 고지방식이 투여시 동물성지방 식이군에서 간의 TG 함량증가 및 지방간 형성시기가 빠른 것으로 보고하였으나 본 실험의 식이조성은 고지방식이 가 아니어서 간에서의 지방축적이 이루어지지 않은 것으로 보이며 따라서 지방의 종류에 따른 지방축적의 정도차이를 관찰할 수 없었다.

요약 및 결론

본 연구에서는 실험식이중 지방의 종류를 옥배유, 우지, 포도종자유, 대두유 등으로 달리 하였을 때 본태성고혈압쥐의 혈청지질성분과 간의 조직에 미치는 영향을 조사하였다. 각 실험군의 체중은 실험기간중 계속 증가하였으며 실험식이군간의 사료효율에 있어서는 유의적인 차이가 없었고 PUFA와 식물성스테롤함량이 높은 포도종자유식이를 투여한 군에서 혈청 총 cholesterol 함량이 유의적으로 낮았으며 HDL-cholesterol, TG, PL의 함량이 낮은 경향을 보였다. 따라서 포도종자유는 anticholesterolemic diet의 좋은 소재로 이용이 될 수 있다 하겠다. 각 실험군의 간조직세포는 정상으로 지방의 종류에 따른 변화는 보이지 않았다.

Literature cited

- 1) Nestel PJ, Havenstein N, Homma Y, Scott TW, Cook LJ. Increased sterol excretion with polyunsaturated fat high-cholesterol diets. *Metabolism* 24 : 189-198, 1975
- 2) Reiser R, Probstfield JL, Silvers A, Scott LW, Shorney ML, Wood RW, O'Brien BC, Gotto AM, Phil D and Insull W. Plasma lipid and lipoprotein response of humans to beef fat, coconut oil and safflower oil. *Am J Clin Nutr* 42 : 190-197, 1985
- 3) Mattson FH, Grundy SM. Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipop-

- roteins in man. *J Lipid Res* 26 : 194-202, 1985
- 4) Kozo O, Yukio Y, Akira Q, Toshinari T. Development of substrains in spontaneously hypertensive rats : Geneology, isozymes and effect of hypercholesterolemic diet. *Jap Circul J* 36 : 461-469, 1972
 - 5) Yukio Y, Yasuo N, Motoki T, Masayuki M, Masahiro K, Keigo F, Ryoichi H, Kohtaro K. Common cellular disposition to hypertension and atherosclerosis. *J Hypertension* 2(suppl 3) : 213-215, 1984
 - 6) Singer P, Voigh S, Moritz V, Baumann R. The fatty acid pattern of triglyceride and FFA in serum on spontaneously hypertensive rats(SHR). *Atherosclerosis* 33 : 227-238, 1979
 - 7) Ramel P. La valeur nutritionnelle de l'huile de pepins de raisin influence de la friture, effects physiologiques. *Rev Fr Corps Gras* 12 : 517-523, 1965
 - 8) Nestel PJ, Havenstein N, Whyte HM, Scott TJ, Cook LJ. Lowering of plasma cholesterol and enhanced sterol excretion with the consumption of polyunsaturated ruminant fats. *New Engl J Med* 288 : 379-382, 1973
 - 9) Nestel PJ, Havenstein N, Scott TW, Cook LJ. Polyunsaturated ruminant fats and cholesterol metabolism in man. *Aust NZ J Med* 4 : 497-501, 1974
 - 10) 新谷勲 プロスタグランジン並びにビタミンヨの役割 油脂 40 : 70-75, 1987
 - 11) Beveridge JMR, Haust HL, Connell WF. Magnitude of the hypocholesterolemic effect of dietary sitosterol in man. *J Nutr* 83 : 119-122, 1964
 - 12) Daly GG, Finocchiaro ET, Richardson T. Characterization of some oxidation products of β -sitosterol. *J Agric Food Chem* 31 : 46-50, 1983
 - 13) Katz M, Bartov I, Budowski P, Bondi A. Inhibition of cholesterol deposition in livers of mice fed phytosterol in short-term experiments. *J Nutr* 100 : 1141-1148, 1970
 - 14) Kinsella JE. Properties of oil of grapeseed and other seeds in cosmetics. *Cosmetics and Toiletries* 91 : 19-24, 1976
 - 15) 廣瀬裕子, 岩間文男 山梨大學教育學部研究報告 : ぶどう種子油の研究(第二報), 第32號 : 48-51, 1981
 - 16) 上海科學技術出版社 小學館編 中藥大辭典, 第四卷, 2324-2325, 1985
 - 17) Hamilton RJ, Rossell JB. *Analysis of Oils and Fats*. Elsevier Applied Science Publishers, New York, 175-183, 1986
 - 18) Boskou D, Morton ID. Changes in the sterol composition of olive oil on heating. *J Sci Fd Agric* 26 : 1149-1153, 1975
 - 19) Bachorik PS, Wood PD, Albers JJ, Sterner P, Dempsey M, Kuba K, Warnick R and Karlsson L. Plasma high density lipoprotein cholesterol concentrations determined after removal of other lipoproteins by heparin manganese precipitation or by ultracentrifugation. *Clin Chem* 22 : 1828-1834, 1976
 - 20) Neter J, Wassweman W, Kutner MH, *Applied linear statistical* 2nd ed. Irwin Illinois, 1985
 - 21) Chait A, Onitri A, Nicoll A, Rabaya E, Davies J, Lewis B. Reduction of serum triglyceride levels by polyunsaturated fat. Studies on the mode of action on very low density lipoprotein composition. *Atherosclerosis* 20 : 347-364, 1974
 - 22) Cortese C, Levy Y, Janus ED et al. Modes of action of lipid lowering diets in man : Studies of apolipoprotein B kinetics in relation to fat consumption and dietary fatty acid composition. *Eur J Clin Invest* 13 : 79-85, 1983
 - 23) Paul R, Ramesha CS, Ganguly J. On the mechanism of hypocholesterolemic effects of polyunsaturated lipids. *Adv Lipid Res* 17 : 155-171, 1980
 - 24) Goldstein JL, Brown MS. Hyperlipidemia in coronary disease. a biochemical genetic approach. *J Lab Clin Med* 108 : 174-181, 1986
 - 25) O'Brien BC, Skutches CL, Henderaon GR, Reiser R. Interrelated effects of food lipids on steroid metabolism in rats. *J Nutr* 107 : 1444-1454, 1977
 - 26) Singer P, Moritz V, Forster D, Voigt S, Wirth M, Naumann E, Zimontkowski S. Effect of linoleic acid-rich diet on blood pressure, lipids, catecholamines, and dopamine- β -hydroxylase in spontaneously hypertensive rats. *Acta Biol Med Germ* 41 : 215-225, 1982
 - 27) Shepherd J, Packard CJ, Grundy SM, Yeshurun

- D, Gotto AM, Taunton OD. Effects of saturated and polyunsaturated fat diets on the chemical composition and metabolism of low density lipoproteins in man. *J Lipid Res* 21 : 91-99, 1980
- 28) 임현숙, 김강화. 식이내 지방의 종류와 수준이 혈장 콜레스테롤 및 조직내 콜레스테롤 함량에 미치는 영향. *한국영양학회지* 17 : 85-93, 1984
- 29) 大庭 忠弘, 展岡まゆみ, 川島 育夫, 中山 貞男, 安原一, 坂本浩二. コレステロール負荷 SHRに及ぼす Nicardipineの影響. *日薬理誌* 86 : 93-103, 1985
- 30) 박현서. 식이의 총지방량과 P/S ratio가 plasma HDL-Cholesterol과 혈장 및 조직내의 지질함량에 미치는 영향. *한국영양학회지* 16 : 200-286, 1983
- 31) Oh YS. Effect of dietary cholesterol and degree of fat unsaturation on plasma lipid levels, lipoprotein composition, and fecal steroid excretion in normal young adult men. *Am J Clin Nutr* 42 : 399-413, 1985
- 32) Chen SC. Feeding free fatty acids to study lipid metabolism in rats. *J Nutr* 109 : 39-47, 1979
- 33) 이순제, 박홍구. 고지방식이에 따른 흰쥐의 간장내 지질함량 변화와 병리조직학적 소견. *한국영양학회지* 17 : 113-125, 1984