

감마 리놀렌산의 혈액 지질 대사

박 병 성

강원대학교 동물생명과학전공
(2002년 5월 6일 접수 ; 2002년 6월 3일 채택)

Effect of Dietary γ -Linolenic Acid on Plasma Lipid Metabolism in Rats

Byung - Sung Park

Major of Animal Life Science, Kangwon National University,
Chuncheon 200-701, Korea

(Received May 6, 2002 ; Accepted June 3, 2002)

Abstract : The purpose of this study was to determine the effect of dietary γ -linolenic acid on plasma lipid metabolism and antithrombotic activity in male Sprague Dwaley Strain rats. Rats weighing an average of 100~120g were fed a experimental diets containing 5% lard (saturated fatty acids), corn oil(linoleic acid), evening promise oil(EPO, 9% γ -linolenic acid) or borage oil(BO, 24% γ -linolenic acid) for 30days, respectively. Though there were no significant difference in the food intake among the groups, the body weight gain of the BO group was significantly lower than that of other group. The spleen weight of the lard group was significantly lower than that of other group. The bleeding time of the BO group was significantly longer than that of other group. The blood clotting time was significantly tended to long in EPO and BO groups compared with lard group. The plasma triacylglyceride and total cholesterol concentration were high in order of lard, corn oil, EPO and BO, groups and there were significant differences among the groups. The plasma HDL-C concentrations were high in order of BO, EPO, corn oil and lard groups and there were significant differences among the groups. The plasma LDL-C concentrations were significantly the highest in lard group, but the lowest in BO group. These data indicate that γ -linolenic acid has a antithrombotic activity, and decrease the plasma triacylglyceride, total cholesterol and LDL-C concentrations in rats.

Keywords : γ -linolenic acid, antithrombotic activity, triacylglyceride, cholesterol .

1. 서 론

감마리놀렌산(γ -linolenic acid, 18:3n-6)은 linoleic acid(18:2n-6)에 비해서 혈액콜레스테롤을 떨어뜨리는 효과가 더욱 큰 것으로 보고가 되고 있어 관심을 끌고 있다[1-3].

γ -linolenic acid는 n-6계열의 지방산으로서 사료를 통하여 섭취된 linoleic acid로부터 Δ^6 -desaturase가 작용하는 생체대사경로를 통하여 합성된다. γ -linolenic acid는 다시 dihomo γ -linolenic acid(20:3n-6)로 대사 되고 이것은 불포화 효소 Δ^5 -desaturase의 작용으로

arachidonic acid(20:4n-6)로 전환되어 eicosanoids 합성의 전구물질이 된다. 이러한 일련의 대사경로에서 dihomo γ -linolenic acid로부터는 프로스타그란딘 1계열과 트롬복산 1계열이 그리고 arachidonic acid로부터는 프로스타그란딘 2계열과 트롬복산 2계열이 합성된다. γ -linolenic acid대사로부터 만들어지는 여러종류의 프로스타그란딘과 트롬복산이 생체로부터 분리되어 다양한 기능성이 확인되었으며[4-9], 그 작용양상은 eicosanoids의 종류에 따라 서로 다른 것으로 보고되었다. 특히 γ -linolenic acid로부터 생성되는 프로스타그란딘 1계열(PGE₁)은 콜레스테롤이 동맥벽에 침착되는 것을 막아주며 γ -linolenic acid는 linoleic acid 보다도 필수지방산으로서 잠재성을 갖는다[7]. 사람을 비롯한 단위동물의 생체 내에서 γ -linolenic acid대사는 급속히 빠른 속도로 진행되기 때문에 생체 내 γ -linolenic acid 함유량은 극히 낮다[8-9]. 또한 사람에서 Δ^6 -desaturase의 역가는 비교적 낮기 때문에 당뇨병이나 동맥경화증과 같은 desaturase 역가가 억압받는 경우에 있어서 적절한 양의 γ -linolenic acid 공급이 필요한 것으로 본다[10].

지금까지 연구결과에 따르면 n-6계열의 모수지방산인 linoleic acid가 사람을 비롯한 단위동물에서 혈액콜레스테롤을 낮출 수 있음은 널리 알려진 사실이다[11,12]. 사료 내 포화지방산을 linoleic acid로 대체했을 때 저밀도지질단백질 콜레스테롤함량이 감소된다는 보고는 많다[1,13]. γ -linolenic acid 역시 혈액콜레스테롤 함량을 낮출 수 있으며 그 효과는 linoleic acid에 비해서 훨씬 큰 것으로 보고되었다[1-3]. 그러나 γ -linolenic acid가 혈액콜레스테롤 함량을 낮추는 효과에 포함된 기전은 아직 명확하게 밝혀지지 않았으며 항혈전작용에 관한 국내에서 연구는 진행된 것이 거의 없는 것으로 보인다.

본 연구는 흰쥐의 항혈전작용 및 혈액지질대사에 관한 γ -linolenic acid의 효과를 조사하고자 수행하였다.

2. 실험

2.1. 동물실험

실험동물은 흰쥐 수컷 체중 약 120g의 Sprague Dawley Strain 총 24마리를 공시하였

다. 시판고형사료로서 1주 일간 적응시킨 다음 4처리구 6반복으로 완전임의 배치한 후 30일간 물과 실험사료를 무제한 공급해 주면서 사육하였다. 실험사료는 미국 영양연구소(AIN'77)기준에 의해서 배합하였으며(Table 1)[14], 각 처리구의 해당사료는 여기에 첨가된 지방원만을 다르게 조절하였다. 포화지방산 급원으로서 돈지를 첨가하였고 linoleic acid급원으로서 옥수수유를 그리고 γ -linolenic acid급원으로서 달맞이유(저수준)와 서양자초유(고수준)를 첨가하였다(Table 2). 불포화지방산의 산화를 방지하기 위하여 옥수수유, 달맞이유 및 서양자초유에는 기름 1당100 mg의 BHT를 혼합하여 주었다. 배합된 실험사료는 펠릿 처리후 송풍 건조하였다. 각 처리구당 공시동물은 6마리로 하였고 반복케이지당 1마리씩 사육하여서 6반복으로 배치하였다. 흰쥐는 평판 프라스틱 케이지내에서 사육되었고 사육실의 온도와 습도는 각각 20℃, 50%로 유지하였으며 12시간(08:00~20:00) 점등을 실시하였다.

2.2. 혈액채취 및 기관중량 측정

체중과 사료 섭취량은 10일 간격으로 조사하였고 실험최종일에 흰쥐를 에틸에테르 마취시킨 후 복대동맥으로부터 혈액을 채취하였다. 채취된 혈액은 즉시 3000rpm에서 10분간 원심분리하여서 혈장을 얻었고 생화학적 분석을 위해서 liquid N₂ gas로 급속 냉동 보관하였다. 혈액채취가 끝난 후 간장, 심장, 비장, 신장 등의 각종 조직 및 기관들을 채취하였다. 채취된 기관들은 생리식염수로 세척한 다음 여과지로 닦아내고 중량을 측정하였다.

2.3. 항혈전작용 측정

항혈전작용 효과를 측정하기 위해서 출혈시간(bleeding time)과 전혈응고시간(whole blood clotting time)을 조사하였으며 그 방법을 기술하면 다음과 같다. 출혈시간은 McDonald등의 방법에 따라서 실험종류 1일전에 흰쥐를 에틸에테르로 마취시킨 후 꼬리 끝부분의 3~5mm 되는 곳을 절단하고 37℃로 유지된 생리식염수용액에 꼬리 끝부분으로부터 5cm되는 부분까지 침지시켜 지혈될 때까지의 시간(sec)을 stop watch로써 측정하였다[15]. 전혈응고시간은 실험 종료일에 복대동맥으로부터 채취된 혈액을 이용하여 Han등(1987)의 방법으로 측정하였다[16]. 이때

혈액 채취시 사용되는 주사기는 3.13% sodium citrate용액 0.5ml를 미리 주입해 두었다. 채취한 혈액 가운데 1ml를 유리시험관에 넣고 여기에 1.7% 염화칼슘용액 200 μ l를 가하여 실온에서 서서히 흔들어 주면서 혈액응고물(red thrombus)이 생길 때까지의 시간(sec)을 측정하였다.

2.4. 혈액의 생화학적 분석

혈액내 중성지질(TAG, triacylglyceride), 총 콜레스테롤(TC, total cholesterol), 고밀도지질 단백질 콜레스테롤(HDL-C, high density lipoprotein-cholesterol) 및 저밀도 지질 단백질 콜레스테롤 (LDL-C, low density lipoprotein-cholesterol)함량은 sigma enzymatic bioanalysis kit를 이용하여 측정하였다. 초저밀도 + 중밀도 지질 단백질 콜레스테롤 (VLDL+IDL-C, very low density+ intermediate density lipoprotein-cholesterol)함량은 TC값에서 LDL-C와 HDL-C값을 뺀 값으로 나타내었다.

2.5. 통계처리

본 실험에서 얻어진 모든 자료에 대한 처리구별 반복측정치를 컴퓨터 SAS program에 입력하여 평균과 표준편차값을 도출하였고 Duncan의 다중검정 방법에 의해서 5% 수준의 유의성을 검정받았다[17,18].

3. 결과 및 고찰

3.1. 사료 섭취량, 성장률 및 기관 중량

실험개시 평균체중 110~120g의 숫쥐는 일일 약 20g의 사료를 섭취하였으며 실험종료시의 체중은 260~270g으로서 30일 동안 일일 약 5g씩의 증체를 한 것으로 나타났다(Table 1). 증체량은 고수준의 γ -linolenic acid를 함유한 서양자초유 첨가구에서 가장 낮은 체중증가를 보였으며 이것은 다른 첨가구와 유의적인 차이를 나타내었다.

Table 2에서 나타난 것처럼 간장과 심장의 각 처리구간 유의적인 차이가 없었다. 비장의 상대적인 무게는 돈지첨가구가 가장 낮게 나타났으며 돈지 첨가구는 기타 첨가구와 비교할 때 유의적으로 낮게 나타났다. 신장의 상대적인 무

게는 처리구간 큰 차이를 보이지 않았지만 서양자초유 첨가구가 달맞이유 첨가구에 비해서 유의적으로 낮게 나타났다.

Table 1. Formula of Basal Diet

Ingredient	as-fed(%)
Casein(cp. 88.50%)	20.0
Sucrose	50.0
Corn starch	15.0
α -cellulose ¹⁾	5.0
Fat	5.0
DL-methionine(95%)	0.3
AIN'77-mineral mix ²⁾	3.5
AIN'77-vitamin mix ³⁾	1.0
Choline bitartrate	0.2
Total	100.0

¹⁾Sigma chemical Co., St, Louis.

²⁾Contained per kg mixture : CaHPO₄ 500g, NaCl 74g, K₃C₆H₅O₇ · H₂O 220g, K₂SO₄ 52g, MgO 24g, 48% Mn 3.5g, 17% Fe 6.0g, 70% Zn 1.6g, 53% Cu 0.3g, KIO₃ 0.01g, Na₂SeO₃ · 5H₂O 0.01g, CrK(SO₄) · 12H₂O 0.55g and sucrose.

³⁾Contained per kg mixture; Thiamin-HCl 600 mg, Riboflavin 600mg, Pyridoxine-HCl 700g, Nicotinic acid 3g, D-calcium pantothenate 1.6g, Folic acid 200mg, D-biotin 20mg, Vitamin B₁₂ mg, Vitamin A 400,000 IU(Retinyl acetate), Vitamin E(dL- α -Tocopheryl acetate) 5,000 IU, Vitamin D₃ 2.5mg, Vitamin K 5.0mg and sucrose.

본 실험결과, Table 1과 2에서 알 수 있듯이 흰쥐의 증체량은 비록 사료 섭취량에서 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 고수준의 γ -linolenic acid를 함유한 서양자초유 첨가구에서 낮아졌다. γ -linolenic acid는 체지방함량을 낮추며 간장에서 지방산의 산화를 촉진시키는 것으로 보고되었으며[19] 본 실험의 결과 서양자초유 첨가구에서 특히 체중증가율이 가장 낮

Table 2. Fatty Acid Composition of Dietary Fats

Fatty acids (wt %)	Lard	Corn oil	Evening primrose oil	Borage oil
14:0	2.60	-	-	-
16:0	28.39	16.33	6.81	11.24
16:1n-7	2.35	-	-	-
18:0	15.06	2.12	1.98	4.49
18:1n-9	37.40	29.32	9.25	19.73
18:2n-6	14.20	51.36	72.80	40.29
18:3n-3	-	0.87	-	-
18:3n-6	-	-	9.16	24.25

Table 3. Feed Intake, Body Weight Gain, and Feed Conversion Rate in Rats Fed Diet containing γ -Linolenic Acid for 30 Days

Diet	Feed intake, g/day/head	Body weight gain, g/day/head	FCR ²⁾
Lard	20.19 ± 0.47 ¹⁾	5.24 ± 0.42 ^a	3.87 ± 0.31
Corn oil	19.75 ± 0.89	5.07 ± 0.50 ^a	4.19 ± 0.66
EPO ³⁾	20.11 ± 0.52	5.07 ± 0.52 ^a	3.99 ± 0.34
BO ⁴⁾	19.99 ± 0.55	4.09 ± 0.37 ^b	4.07 ± 0.31

¹⁾Mean ± standard deviations for six rats.

²⁾FCR (feed conversion rate) = feed intake / body weight gain.

³⁾EPO, evening primrose oil

⁴⁾BO, borage oil.

^{a,b)}Values within the same columns with different superscript are significantly different (p<0.05).

Table 4. Liver, Heart, Spleen, and Kidney Weight in Rats Fed Diet Containing γ -Linolenic Acid for 30 Days

Diet	Liver	Heart	Spleen	Kidney
-----wet g/100g body weight-----				
Lard	3.15 ± 0.39 ¹⁾	0.43 ± 0.05	0.15 ± 0.01 ^b	0.77 ± 0.06 ^{ab}
Corn oil	3.06 ± 0.06	0.38 ± 0.04	0.21 ± 0.03 ^a	0.79 ± 0.04 ^{ab}
EPO	2.76 ± 0.18	0.41 ± 0.04	0.20 ± 0.02 ^a	0.83 ± 0.04 ^a
BO	2.79 ± 0.23	0.41 ± 0.03	0.20 ± 0.02 ^a	0.74 ± 0.01 ^b

¹⁾Mean ± standard deviations for six rats.

^{a,b)}Values within the same columns with different superscript are significantly different (p<0.05).

었던 것은 바로 이러한 이유 때문일 것으로 본다. 비장은 흰쥐의 생체내 면역기관으로서 중요하며 돈지첨가구에서 다른 처리구와 비교할 때 비장의 무게가 가장 가벼웠던 점은 포화지방산의 섭취에 의한 면역세포기능이 약해졌을 것으로 볼 수 있다.

3.2. 항혈전작용

γ -linolenic acid 급원으로서 달맞이유(저수준)와 서양자초유(고수준)를 함유하는 사료를 30일 동안 급여한 후 조사된 출혈시간과 전혈응고 시간은 Table 5에서 보는 바와 같다. 출혈시간은 돈지, 옥수수유 및 달맞이유 첨가구간 유의적인 차이는 없었다. 그러나 γ -linolenic acid 함유량이 높았던 서양자초유 첨가구는 275초 정도로서 다른 첨가구에 비해서 유의적으로 길어지는 경향을 보였다. 출혈시간의 측정은 혈액응고와 관련한 항혈전 작용의 연구에 있어서 하나의 측정변수로서 중요하며 출혈시간이 길다는 것은 혈액이 맑고 깨끗해짐을 나타낸다[15,16]. 실험동물을 대상으로 한 연구에서 포화지방의 과잉섭취 시 출혈시간은 단축되지만 n-6계열의 불포화지방산이 풍부한 해바라기유를 급여할 경우 출혈시간이 연장되는 등 항혈전 효과는 높게 나타나는 것으로 보고되었다[20]. 사람에서 해바라기유와 채종유[15,20,21] 그리고 n-3계열 지방산이 풍부한 등푸른 생선의 섭취시 항혈전 효과가 큰 것으로 보고 되었는데, 특히 생선을 주로 섭취하는 그린랜드 에스키모인들이 육식위주의 서방인들에 비하여 출혈시간이 길게 나타났고 성인병으로 인한 사망율이 낮다는 역학 조사 결과는 이를 잘 뒷받침해주고 있다[22,23].

전혈응고시간은 돈지첨가구와 비교할 때 불포화지방산 첨가구에서 길게 연장되는 경향을 보여주었으며 특히 γ -linolenic acid 첨가구에서 유의적으로 길게 나타났다. γ -linolenic acid 함유량이 상대적으로 높았던 서양자초유 첨가구는 linoleic acid 급원으로 이용된 옥수수유 및 γ -linolenic acid 함유량이 상대적으로 낮았던 달맞이유 첨가구에 비해서 유의적으로 길게 연장되었음을 보여주었다. 이것은 Table 5에서 나타난 바와같이 출혈시간이 연장된 것과 일치한다고 볼 수 있으며 따라서 γ -linolenic acid 섭취는 항혈전작용이 높은 것으로 생각된다. 출혈시간은 혈관, 혈소판 및 혈액응고계의 항혈전작용 효과를 모두 관찰할 수 있으며 전혈응고시간은

혈소판과 혈액응고계의 항혈전작용 효과를 관찰할 수 있다[16].

3.3. 혈액지질

γ -linolenic acid 급원으로서 달맞이유(저수준)와 서양자초유(고수준)를 함유한 식이를 30일 동안 급여후 조사된 혈액지질의 측정값은 Table 6에서 보는 바와 같다. 중성지질함량(TAG)은 127~187mg/dl 범위로 나타났으며 포화 지방산의 급원으로 공급된 돈지첨가구에서 가장 높았고 고수준의 γ -linolenic acid를 함유한 서양자초유 첨가구가 가장 낮았으며 처리구간 유의적인 차이가 인정되었다.

총콜레스테롤(TC) 함량은 85~121mg/dl 범위였으며 돈지첨가구와 비교할 때 linoleic acid와 γ -linolenic acid 첨가구에서 유의적으로 낮아지는 경향을 보여주었고 특히 고수준의 γ -linolenic acid를 함유한 서양자초유 첨가구가 가장 낮게 나타났다.

고밀도 지질단백질 콜레스테롤(HDL-C) 함량은 돈지첨가구가 가장 낮은 값을 보여준 반면에 서양자초유 첨가구가 가장 높은 값을 나타냈다. 그리고 각 처리구간 고밀도 지질 단백질 콜레스테롤 함량은 유의적인 차이가 인정되었다. 저밀도 지질단백질 콜레스테롤(LDL-C) 함량은 돈지 첨가구에서 가장 높았으며 서양자초유 첨가구에서 가장 낮게 나타나 각 처리구간 유의적인 차이를 보였다.

본 실험 결과는 γ -linolenic acid가 linoleic acid와 포화지방산에 비해서 혈액 내 중성지질과 총콜레스테롤 특히 저밀도 지질 단백질 콜레스테롤 함량을 낮추는데 효과적임을 보여주고 있다. 또한 γ -linolenic acid의 섭취는 혈액 내 유익한 콜레스테롤로써 알려진 고밀도 지질 단백질 콜레스테롤 함량을 높여줄 수 있음을 보여주고 있다. γ -linolenic acid의 높은 수준을 함유한 서양자초유 첨가구에서 중성지질이 현저하게 감소하였으며 총콜레스테롤 함량과 혈액에 과잉 존재시 유해한 것으로 알려진 저밀도 지질 단백질 콜레스테롤 함량이 낮아졌음은 이를 잘 반영해주고 있다. 혈액콜레스테롤 농도는 포화지방산 섭취에 의해서 높아질 수 있으나 포화지방산을 n-3 및 n-6계 불포화지방산으로 대체하면 혈액콜레스테롤의 감소와 함께 각종 심장혈관계 질환을 예방하는데 도움이 될 수 있다[20,24,25].

Table 5. Bleeding Time and Whole Blood Clotting Time in Rats Fed Diet Containing γ -Linolenic Acid for 30 Days

Diet	Bleeding time, sec	Whole blood clotting time, sec
Lard	171.25 \pm 10.24 ¹⁾	142.25 \pm 11.72 ^c
Corn oil	152.50 \pm 39.66 ^b	162.50 \pm 22.95 ^{bc}
EPO	201.75 \pm 33.01 ^b	182.25 \pm 33.26 ^b
BO	275.75 \pm 31.72 ^a	248.25 \pm 26.17 ^a

¹⁾Mean \pm standard deviations for six rats.

^{a,b,c)}Values within the same columns with different superscript are significantly different (p<0.05).

Table 6. Plasma TAG, TC, HDL-C, LDL-C, VLDL+IDL-C, and HDL-C/TC in Rats Fed Diet Containing γ -Linolenic Acid for 30 Days¹⁾

Parameter	Lard	Corn oil	EPO	BO
	-----mg/dl-----			
TAG	187.49 \pm 5.79 ^{a2)}	147.16 \pm 7.56 ^b	127.27 \pm 5.13 ^c	110.50 \pm 3.13 ^d
TC	121.65 \pm 6.68 ^a	106.46 \pm 4.46 ^b	92.06 \pm 1.85 ^c	85.28 \pm 3.02 ^d
HDL-C	37.74 \pm 2.48 ^d	41.88 \pm 0.86 ^c	45.80 \pm 1.32 ^b	50.97 \pm 2.01 ^a
LDL-C	46.41 \pm 5.75 ^a	35.13 \pm 4.65 ^b	20.80 \pm 2.35 ^c	12.33 \pm 2.83 ^d
VLDL+IDL-C	37.49 \pm 1.15 ^a	29.44 \pm 1.51 ^b	25.45 \pm 1.02 ^c	21.97 \pm 0.64 ^d
%, HDL-C/TC	31.01 \pm 1.03 ^d	39.40 \pm 2.12 ^c	49.75 \pm 1.44 ^b	59.73 \pm 1.83 ^a

¹⁾TAG, triacylglyceride; TC, total cholesterol; HDL-C, high density lipoprotein-cholesterol; LDL-C, low density lipoprotein-cholesterol, VLDL+IDL-C, very low density lipoprotein + intermediate density lipoprotein-cholesterol.

²⁾Mean \pm standard deviations for six rats.

^{a,b,c,d)}Values within the same line with different superscript are significantly different (p<0.05).

linoleic acid 함량이 풍부한 식물성 기름의 섭취가 혈액 내 콜레스테롤 함량을 낮출 수 있음은 잘 알려진 사실이다. linoleic acid로써 사료 내 포화지방산을 대치할 경우 혈액 내 저밀도 지질 단백질 콜레스테롤 함량이 낮아짐으로써 총 콜레스테롤 함량이 낮아진다[26].

최근 γ -linolenic acid가 linoleic acid에 비해서 혈액 콜레스테롤 수준을 낮추는데 있어서 더욱더 효과적임이 보고되었다. linoleic acid와 비교할 때 γ -linolenic acid의 효과는 dihomo- γ -linolenic acid로의 전환을 촉진시켜주며 이것은 linoleic acid의 대사체계에서 비올제한단계인 Δ^6 -desaturase 반응을 γ -linolenic acid가 우회하기 때문으로 본다. 그 결과 γ -linolenic acid로부터 합성된 일부 prostaglandins(PGE₁)이 콜레스테롤 대사 조절에 관여할 것으로 보고되었다. 이러한 prostaglandins은 콜레스테롤의 합성을 억제하며 콜레스테롤 세포로부터 콜레스테롤 에스터의 이동을 자극한다. 따라서 γ -linolenic acid가 혈액 콜레스테롤을 낮추는 효과가 큰 것은 비에이코사노이드와 에이코사노이드의 양쪽 모든 기능을 허용할 수 있기 때문으로 보고 있다[27]. 동물실험결과 흰쥐사료의 콜레스테롤이 linoleic acid의 탈포화작용을 억제하며 에이코사노이드 생산에 관한 강력한 제어제로서 작용함이 밝혀지게 되었다. 그러나 이러한 조건하에서 γ -linolenic acid는 linoleic acid의 탈포화 작용 및 에이코사노이드 생성에 관한 효과를 명백히 촉진시키는 것으로 보고된바있다[7].

4. 결 론

본 실험은 SDS 흰쥐 수컷에서 항혈전 작용 및 혈액지질 대사에 관한 γ -linolenic acid의 효과를 조사한 것이다. 평균체중 110~120g의 쥐는 30일 동안 포화지방산을 함유하는 돈지, linoleic acid를 함유하는 옥수수유, γ -linolenic acid의 9% 저수준을 함유하는 달맞이유 그리고 24% 고수준을 함유하는 서양자초유가 각각 5% 첨가된 실험사료를 섭취하였다. 처리구간 사료 섭취량은 유의적인 차이는 없었으나 증체량은 고수준의 γ -linolenic acid를 함유하는 서양자초유 첨가구가 다른 첨가구와 비교할 때 유의적으로 낮게 나타났다. 돈지 첨가구에서 비장의 무게는 다른 첨가구에 비해서 유의적으로 낮게

나타났다. 출혈시간은 서양자초유 첨가구가 다른 첨가구에 비해서 유의적으로 길게 연장되었다. 전혈응고시간은 돈지 첨가구와 비교할 때 달맞이유와 서양자초유 첨가구에서 유의적으로 길어지는 경향을 나타냈다. 혈액내 중성지질 및 총콜레스테롤 함량은 돈지, 옥수수유, 달맞이유 및 서양자초유 첨가구순으로 높게 나타났고 모든 처리구간 유의성이 인정되었다. 혈액내 고밀도 지질 단백질 콜레스테롤 함량은 서양자초유, 달맞이유, 옥수수유 및 돈지 첨가구순으로 높게 나타났으며 처리구간 유의성이 인정되었다. 저밀도 지질단백질 콜레스테롤 함량은 돈지 첨가구가 가장 높았고 서양 자초유 첨가구가 가장 낮았으며 처리구간 유의성이 인정되었다.

이러한 결과는 흰쥐에서 γ -linolenic acid가 항혈전작용 효과를 갖으며 혈액내 중성지질, 총콜레스테롤 및 저밀도지질단백질 콜레스테롤 함량을 낮출 수 있음을 시사해주는 것이다.

감사의 글

이 논문은 2001년도 강원대학교 기성회 일반연구비에 의하여 연구되었으며 이에 깊은 감사를 드립니다. 또한 실험기기의 이용에 협조를 해주신 강원대학교 동물자원공동연구소에도 감사를 드립니다.

참고문헌

1. M. Fukushima, T. Matsuda, K. Yamagishi, and M. Nakano, *Lipids.*, **32**, 1069 (1997).
2. Y. S. Huang, M. Manku, and D. F. Horrobin, *Lipids.*, **19**, 664 (1984).
3. M. Sugano, T. Ide, T. Ishida, and K. Yoshida, *Annu Nutr Metab.*, **30**, 289 (1986).
4. M. Sugano, T. Ishida, and T. Ide, *Agric. Biol. Chem.*, **50**, 2235 (1986).
5. 青山倫世, *ジャパンプードサインス.*, **27**, 38 (1988).
6. D. F. Horrobin, *Prog. Lipid Res.*, **31**, 163 (1992).
7. J. H. Lee, S. Taguchi, I. Ikeda, and M. Sagano, *Agric Biol. Chem.*, **52**, 3137

- (1988).
8. 박병성, 황보종, 오메가 지방산, 효일문화사, 서울 (2000).
 9. 박병성, 한국축산식품학회지, **17**, 118 (1997).
 10. J. P. Carter, *technology.*, **June**, 72 (1988).
 11. A. Keys, J. T. Anderson, and F. Grande, *Lancet.*, **2**, 959 (1957).
 12. D. M. Hegsted, R. B. McGancy, M. L. Myers, and F. M. Stare, *Am. J. Clin. Nutr.*, **17**, 281 (1965).
 13. G. L. Vega, E. Groszek, R. Wolf, and S. M. Grundy, *J. Lipid Res.*, **23**, 811 (1982).
 14. America Institute of Nutrition, *J. Nutr.*, **107**, 1340 (1977).
 15. B. E. McDonald, J. M. Gerrard, M. M. Burce, and E. J. corner, *Am. J. Clin. Nutr.*, **50**, 1382 (1989).
 16. Y. N. Han, S. K. Baik, and B. H. Han, *Arch. Pharm. Res.*, **10**, 115 (1987).
 17. SAS User's Guide, SAS Institute Inc., Cary. NC. USA (1999).
 18. D. B. Duncan, *Biometrics.*, **11**, 1 (1955).
 19. R. Takasa, M. Saitoh, and T. Mori, *J. Nutr.*, **124**, 469 (1994).
 20. M. Y. Abeywardena, P. L. McLennan, and J. S. Charnock, *Atherosclerosis.*, **66**, 181 (1987).
 21. G. Hornsta, B. Lewis, A. chait, O. Turpeinen, M. J. Kawonen, and A. J. Vergroesen, *Lancet.*, **1**, 1155 (1973).
 22. J. Dyerberg, "Cardiorascular Pharmacology of the Prostaglandins", p. 233, Raven Press. New York, (1982).
 23. J. Dyerberg, H. O. Bang, and N. Hjrne, *Am. J. Clin. Nustr.*, **28**, 958 (1975).
 24. A. Chait, A. Onitiri, A. Nicoll, E. Rabaya, J. Daries, and B. Lewi, *Atherosclerosis.*, **20**, 347 (1974).
 25. B. Vessby, I. B. Gustafsson, B. Boberg, M. B. Karlstr, H. Lithell, and I. Werner, *Eur. J. Clin. Invest.*, **10**, 193 (1980).
 26. F. Michihiro, M. Takae, Y. Kiichiro, and N. Masuo, *Lipids.*, **32**, 1069 (1997).
 27. D. F. Horrobin, and Y. S. Huang, *Int. J. Cardiology.*, **17**, 241 (1987).