

Selenium 첨가 고지방식이가 흰쥐의 조직 인지질에 미치는 영향

成玩濟 · 金松田 · 李容億

明知大學校 理科大學 食品營養學科

Effect of Selenium-added Hight Fat Diets on Phospholipid in Tissues of Rats

Soung, Wan-Je · Kim, Song-Choen · Lee, Yong-Ock

Dept. of Food and Nutrition, College of Science, Myongji University

(Received Sep. 30, 1988)

ABSTRACT

This experiment is carried out to study alteration of phospholipid compoent in liver, kidney, testis, and brain tissues of male rats which are fed selenium added high fat diets for 7 weeks.

The phospholipids of these tissues are analyzed by TLC method.

The results are as follows.

1. The growth rate and food intake levels are not affected by selenium-added high fat diets.
2. The levels of total cholesterol, total lipid and TBA are lower in selenium-added diets than selenium free diets
3. The total phospholipid levels of each tissue are kidney > brain > testis > liver and the levels of phospholipid component are Le > Sph > Ce > LLe for kidney and liver, Le > Sph > LLe > Ce for testis and brain.

I. 서 론

식이중의 지방질은 동맥경화증 및 관상동맥 질환의 발생에 관계하고 그 양과 질에 따라 조직 및 혈액중

의 지질 조성이 달라진다.¹⁾ 식이중의 지질 뿐만 아니라 당질 단백질 섬유질 무기질 비타민 등의 모든 영양소들이 간이나 지방조직 및 혈액의 지질 조성에 관여하는 것으로 알려져 있다.²⁻⁴⁾

또한 체내에 미량원소로 함유되어 있는 Se은 cy-

stine, vit. E와 함께 간세포 막의 파괴를 방지하는 항산화제로 작용한다. 즉 과산화에 의하여 세포막의 지질층이 파괴되는 것을 막아주는 vit. E와 같은 역할을 하거나 그의 절약작용을 한다.^{5,6)} 한편 Se은 glutathione peroxidase의 구성분으로 세포내에서의 과산화물 생성과정을 억제하고 외부로부터의 stress와 질병 유발을 예방해주는 역할을 한다고 알려져 있으며⁷⁾ Se 부족시는 불소가 적어져서 충치 발생률이 높으며 중독시에는 머리카락이 빠지고 간에 경변이 나타난다고 하였다.⁸⁾

또한 Se은 변비, 당뇨, 고·저혈압 혈액분비촉진 각종 중금속 오염 해독작용 등의 효과가 있음을 증명하였다.⁹⁾ 또한 Kim¹⁰⁾ 등은 vit. E가 충분하고 Se을 부족하게 섭취한 흰쥐는 정상적으로 성장하고 생식하였으나 그 새끼들은 털이 거의 없었고 생식을 하지 못하였다고 보고 하였다.

그리고 Delbert¹¹⁾ 등과 Thompson¹²⁾ 등은 vit. E와 Se이 함께 결핍된 식이는 성장 억제, 빈혈, 근육병(myopathy)과 높은 치사율을 나타냈는데 이의 예방에는 Se과 5-20ppm의 d- α -tocopheryl acetate를 공급함으로써 막을 수 있다고 보고 하였다. 한편 고지방 식이의 과잉섭취가 관상동맥성 심장 질환 Coronary Heart Disease; (HD)유발인자로 알려져 왔으며 섭취하는 지방의 양과 종류에 따라 영향을 받는 것이 보고 되었다.¹³⁾

또한 최근에는 각 지방질내의 cholesterol 농도가 동맥경화증과 더욱 관계가 깊은 것으로 보고 되었으며¹⁴⁾ Mathe 등¹⁵⁾은 흰쥐에 0.2~0.5%의 cholesterol을 급여하면 간장에 cholesterol이 축적되는데 이것을 cholesterol이 첨가되지 않은 식이를 급여받은 흰쥐의 간장내 cholesterol 함량과 비교할때 약 15배의 증가를 보였다고 보고 하였다.¹⁶⁾

따라서 본 연구에서는 고지방식이의 장기적 투여로 인하여 발생할 수 있는 관상 동맥성 심장 질환과 동맥경화증 그리고 지방간 형성등의 억제 기능을 구명하기 위하여 20%의 고지방식에 미량의 Se을 첨가하여 흰쥐에 7주간 급식한후 체중과 조직지질성분에 미친 영향을 분석하여 그 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 동물실험

1) 실험 식이조성

본 실험에서 사용한 지질식이성분은 shortening (서울식품 Co)과 soybean oil (제일제당 Co)이다. 각 실험군 식이는 분쇄된 시판 고형사료(삼양유지사료 Co)에 B, C군은 shortening oil을, 그리고 D, E군은 soybean oil을 첨가한 후 A, C, E군에 다시 0.1mg의 Se을 첨가한 실험식이로 흰쥐를 사육하였으며 그 실험식이의 조성은 Table 1과 같다.

2) 실험동물

실험동물은 체중이 155±20g 되는 Sprague-Dawley계 흰쥐(숫놈) 36마리를 사용 하였으며 실험전에 환경에 적응시키기 위해서 고형사료를 분말로 하여 1주일간 일정한 조건하에서 예비사육한 후 군당 6~7마리씩 대조군과 실험군(A, B, C, D, E)으로 나누어 7주간 사육 하였다. 실험동물은 일정한 환경하에서 1일 1회 실험식이와 물을 공급하여 자유로이 (ad. libitum)급식 시켰고 사육상내의오물을 매일 제거 하였으며 사육실은 실온 20±3℃를 유지 하였다.

또한 매주 같은시간 같은요일에 체중과 사료 섭취량을 측정하였고 실험식이는 1주일마다 새로운 것

Table 1. The composition of experimental diets

Content	Group					
	Control	A	B	C	D	E
Basal diet (g)*	100	100	80	80	80	80
Shortening oil (g)			20	20		
Soybean oil (g)					20	20
Selenium (mg)		0.1		0.1		0.1

* Sam Yang Co.

을 만들어 냉장고에 보관하였다가 급식 하였다.

3) 시료채취

7주간의 실험사육이 끝난 흰쥐는 15시간 절식시킨 후 ethyl ether 로 약 1분간 마취한 다음 개복하여 간장, 신장, 비장, 뇌, 고환을 척출 하였다. 척출한 조직은 즉시 0.9% 생리 식염수에 씻어서 여과지로 탈수한 후 무게를 측정 하였다.

그리고 간장, 신장, 뇌, 고환은 cooking foil 에 싸서 냉동실에 보관하였다가 각종 조직 성분 분석에 사용하였다.

2. 분석실험

1) 간장 지질분석

(1) Total lipid 량 측정

Total lipid 량은 chloroform; methanol (2:1) 혼합액으로 지질을 추출하는 Folch 법¹⁷⁾에 의하여 간조직으로부터 추출한 기질량을 정량 하였다.

즉 간조직 1g을 top loading balance 로 정확히 취한다음 glass homogenizer 에 넣고 chloroform: methanol (2:1) 혼합액 2ml 를 가하여 마쇄한 후 chloroform: methanol 혼합액 8ml 와 증류수 2ml 를 가하여 잘 혼합하였다. 그 다음 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 2층으로 분리한 후 chloroform: methanol 혼합액을 취하여 혼합액의 냄새가 없어질 때까지 60~70°C water bath 에 넣었다가 Top loading balance 로 시험관의 무게를 측정후 다음식에 의하여 산출하였다.

$$\text{Total lipid 량(\%)} = \frac{\text{시험관의 나중무게} - \text{처음무게}}{\text{간 1g}} \times 100$$

(2) Total cholesterol 량 측정

Total lipid 와 같은 방법으로 간조직 1g을 glass homogenizer 를 사용하여 마쇄한 후 마쇄액을 이용하여 총 cholesterol 측정용 kit 시약(영연화학 Co, 일본, 동경; E-CH42)과 spectro photometer (HITACHI Model 100-10)를 사용하여 간장의 총 cholesterol 량을 측정 하였다.

(3) Thiobarbituric acid (TBA) 측정

과산화 지질의 측정은 TBA 법에 의하여 하였다. TBA의 측정법은^{18, 19)} 10% 조직 마쇄액 0.1~0.2ml 을 취하여 8.1% SDS (Sodium Dodgey Sulfate) 0.2ml

와 20% 초산완충액(pH 3.5) 1.5ml 와 0.8% TBA 1.5ml 와 증류수 (전량 4ml)를 가하여 95°C에서 1시간 가열한 후 냉각한다. 여기서 다시 증류수 1.0ml 와 n-butanol: pyridine (15:1)을 5.0ml 가하여 교반한 후 원심분리(3000 rpm, 15분)하여 n-butanol 층만 취한 다음 이것으로 흡광도(532nm)를 측정하였으며 TBA 량은 검량선에 의해서 산출하였다.

3) 조직 phospholipid (PL) 량 측정

Total lipid 와 같은 방법으로 각각 조직 1g을 glass homogenizer 를 사용하여 마쇄한 후 마쇄액을 이용하여 PL 측정용 kit 시약인(영연화학 Co.)과 Spectrophotometer 를 사용하여 조직중의 PL 량을 측정하였다.

4) Thin layer chromatography (TLC)에 의한 방법

조직의 PL 성분을 분석하기 위하여 모든 시료 조직에 ethanol: ether (3:1 v/v) 용액을 가하여 조직중의 지질을 추출한 후 이것의 50 μl 을 TLC plate (silica gel 60, Merck Co.)에 찍고 chloroform: methanol: water = 80:25:2 (v/v) 전개액에서 15cm 전개한다. 전개한 후 약 10~15분간 자연건조시키고 발색시약으로 발색 시켜서 densitometer 로 100분률을 구하였다.

5) 통계처리방법

모든 실험성적은²⁰⁾ computer (Instrument: IBM-PC)를 사용하여 (평균치) ± (표준편차)로 나타냈으며 평균치의 유의성 검정은 'student's test'를 적용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식이섭취량과 체중변화

7주간의 실험식이 투여 기간중 각 군 모두 잘 적응하였으며 건강상태 또한 양호하였다. 실험식이 투여 기간중 체중변화와 식이섭취량 및 식이 효율은 Table 2 와 같으며 성장 곡선은 Fig. 1 과 같다.

실험기간중 흰쥐의 체중변화를 살펴보면 basal diet 에 Se 을 첨가한 식이군인 A 군의 체중 증가량이 153.7g 으로 가장 낮았으며 shortening 과 Se 을 첨가한 식이군인 C 군이 198.9g 으로 가장 높았다. 각 실험군의 7주동안 성장율을 보면 C > D > E > contr-

이 > B > A군 순이었다. 실험군의 일일 식이섭취량을 보면 18.69g인 대조군에 비해 basal diet에 Se를 첨가한 A군이 18.99g으로 큰 차이 없이 나타났으며, shortening만 첨가한 B군은 15.42g으로 현저하게 낮았으며 C, D, E군에서는 대조군보다 약간 낮음을 보였으나 큰 차이는 없었다. 사료 효율을 보면 C > D > B, E > control > A군으로 0.19~0.27로 나타나서 실험군간에 차이를 나타냈다.

2. 장기무게 변화

7주간 실험식이를 섭취한 흰쥐의 각 장기무게는 Table 3과 같다.

간의 무게는 12.09g인 대조군과 비교해 볼때 C, E군에서는 유의한 차이가 없었으나 A, B, D군에서는 유의한차(p < 0.01)를 보였고 신장과 비장 그리고 고환의 무게는 모든 군에서 거의 차이가 없었다.

비장 무게는 대조군에 비해 D군이 1.12g으로 낮게 나타났으며 그외 군들은 비슷하게 나타났고 고환은 대조군에 비해 C, E군이 낮게 나타났으며 A, B, D군은 비슷하게 나타났다.

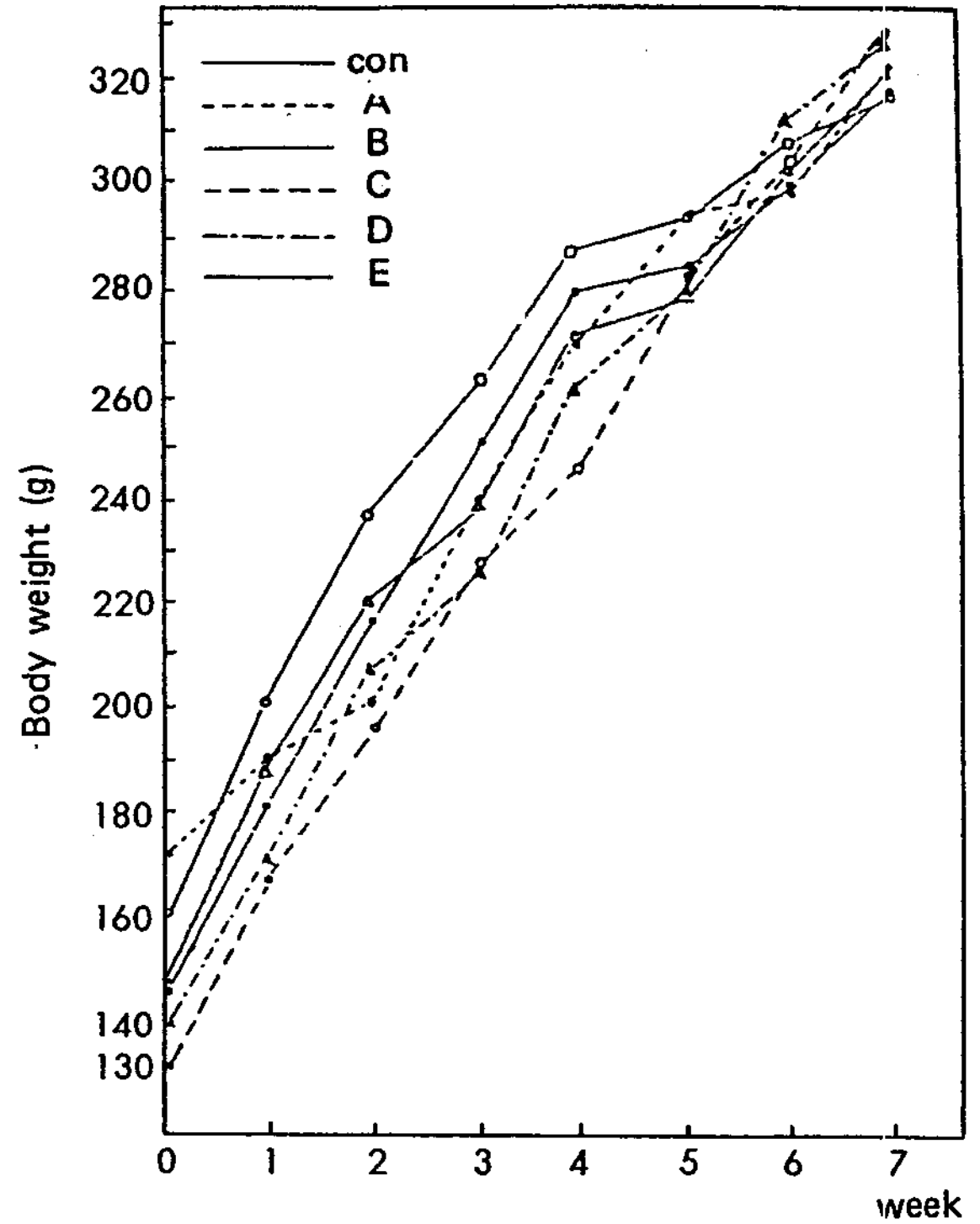


Fig. 1. The growth curves of male rats;

Table 2. The effect of experimental diet on body weight, weight gain, food intake and food efficiency ratio of male rats

Period	Group					
	Control	A	B	C	D	E
Initial (g)	147.8 ± 10.33 ³⁾	172.4 ± 1.82 ¹⁾	161.0 ± 14.32 ¹⁾	133.6 ± 4.04 ³⁾	140.6 ± 3.21 ³⁾	149.4 ± 4.83
1 week	182.6 ± 15.68	191.0 ± 17.62 ³⁾	204.0 ± 16.73 ²⁾	168.6 ± 14.29	171.4 ± 15.68	188.4 ± 10.81 ³⁾
2 week	218.0 ± 12.81	205.4 ± 27.08	238.1 ± 12.92	196.8 ± 31.01	208.0 ± 14.83	221.6 ± 14.33
3 week	253.4 ± 21.35	240.6 ± 27.87	264.2 ± 18.39	229.0 ± 37.49 ³⁾	228.6 ± 13.09	240.2 ± 41.32
4 week	281.4 ± 27.99	270.8 ± 27.99 ³⁾	289.0 ± 19.39	247.2 ± 46.20	263.0 ± 11.55 ³⁾	270.2 ± 39.35 ³⁾
5 week	286.0 ± 20.74	296.1 ± 15.12	296.2 ± 19.29 ³⁾	285.0 ± 26.92	282.1 ± 16.34	282.0 ± 40.86
6 week	302.0 ± 16.43	308.1 ± 32.53	310.0 ± 24.49	307.4 ± 31.92	314.0 ± 16.73	306.1 ± 32.11
7 week	320.2 ± 14.32	326.1 ± 28.78 ³⁾	320.1 ± 32.55 ³⁾	332.5 ± 35.60	330.1 ± 18.91 ³⁾	326.1 ± 28.83 ³⁾
Final-Initial	172.4	153.7	159.1	198.9	189.5	176.7
Body weight gain (g/day)	4.10	3.66	3.79	4.74	4.51	4.21
Food intake (g/day)	18.69	18.99	15.42	17.39	17.07	16.75
FER	0.22	0.19	0.25	0.27	0.26	0.25

a) FER = Food efficiency ratio = Body weight gain/ Food intake

b) Mean ± S.D.

1) Significantly different from control group (P < 0.01)

2) Significantly different from control group (P < 0.02)

3) Significantly different from control group (P < 0.05)

3. 지질성분

각 식이군별로 간 1g 당 total cholesterol(TC) 과 total lipid(TL) 그리고 thiobarbituric acid (TBA) 등의 함량은 Table 4에 나타난바와 같다.

1) Total cholesterol 함량

간의 총 cholesterol의 함량은 70.90mg 과 70.60 mg인 A군과 E군이 78.23mg인 대조군에 비해 유의하게 (p < 0.05) 낮았으며 B군과 C군 그리고 D군은 75.64~78.88mg으로 대조군과 비슷하였다.

그러나 Se첨가 식이군인 A, C, E군은 Se을 첨가하지 않은 대조군과 B군보다 총 cholesterol의 함량이 낮았으며 포화지방산 첨가 식이군인 B, C군은 불포화 지방산인 soybean oil을 첨가한 D, E군보다

총 cholesterol의 함량이 높은 것으로 나타났다.

2) Total lipid 함량

기본식이와 불포화지방산 첨가식이군인 대조군과 A군 그리고 D, E군 중에서 Se을 첨가한 식이군인 A군과 E군은 Se을 첨가하지 않은 대조군과 D군보다 8~10%정도 감소 하였으나 (p < 0.05) 포화지방산 첨가식이군인 B, C군은 Se첨가에 따른 차이가 거의 없는 것으로 나타났으며 포화지방산과 불포화지방산 첨가에 따른 차이도 거의 없는 것으로 나타났다.

3) Thiobarbituric acid(TBA)

간의 TBA치는 0.09 nmole인 대조군에 비해 0.10 nmol 과 0.12 nmol인 B, D군은 약간 높은 함량을 보였고 Se첨가 식이군인 A, C, E군은 대조군에 비해 낮은 함량을 보였고 Se첨가하지 않은 B, D군

Table 3. The effect of experimental diet on organ weight of male rats

(g)

Group	Content			
	Liver	Kidney	Spleen	Testis
Control	12.09 ± 0.77 ^{a)}	2.51 ± 0.33	1.37 ± 0.25	3.35 ± 0.13
A	9.71 ± 1.20 ²⁾	2.67 ± 0.14 ³⁾	1.37 ± 0.20 ³⁾	3.25 ± 0.11 ³⁾
B	8.29 ± 0.95 ¹⁾	2.14 ± 0.24	1.31 ± 0.09	3.08 ± 0.19 ³⁾
C	11.90 ± 1.38 ³⁾	2.01 ± 0.22	1.17 ± 0.19	2.92 ± 0.43 ³⁾
D	9.80 ± 0.67 ²⁾	2.04 ± 0.20	1.12 ± 0.09 ³⁾	3.19 ± 0.14
E	11.17 ± 0.47	2.27 ± 0.18 ³⁾	1.17 ± 0.12	2.97 ± 0.17 ²⁾

a) Mean ± S.D.

1) Significantly different from control group. (P < 0.001)

2) Significantly different from control group. (p < 0.01)

3) Significantly different from control group. (P < 0.05)

Table 4. The effect of experiment diet on total cholesterol, total lipid and TBA in liver of male rats

Group	Content		
	TC (mg/g)	TL (%)	TBA (n mol/g)
Control	78.23 ± 6.15 ^{a)}	31.75 ± 1.50	0.09 ± 0.01
A	70.90 ± 0.82 ⁴⁾	19.50 ± 2.38 ⁴⁾	0.07 ± 0.01
B	78.88 ± 0.82 ⁴⁾	28.00 ± 1.83 ³⁾	0.10 ± 0.02
C	76.94 ± 1.78 ⁴⁾	26.50 ± 1.29 ¹⁾	0.08 ± 0.02
D	75.64 ± 2.27 ⁴⁾	26.75 ± 1.26 ¹⁾	0.12 ± 0.03
E	70.60 ± 3.84 ⁴⁾	18.00 ± 1.41 ²⁾	0.07 ± 0.02

a) Mean ± S.D.

1) Significantly different from control group (P < 0.01)

2) Significantly different from control group (P < 0.001)

3) Significantly different from control group (P < 0.02)

4) Significantly different from control group (P < 0.05)

보다는 더욱더 낮은 함량을 보였다.

4. 조직중의 총 Phospholipid(PL) 함량

각 식이군별로 조직 1g 당 phospholipid 함량은 Table 5에 나타난 바와 같다.

즉 뇌 고환등에서는 식이군에 따른 조직중의 PL 함량변화가 거의 나타나지 않았으나 간과 신장에서는 식이군에 따라 약간의 차이를 나타낸 것으로 생각된다. Se이 기본식이군과 포화지방산 첨가 식이군에서는 간조직 중의 PL 함량을 약간 증가시켰으나 불포화지방산 첨가식이군에서는 PL의 함량을 증가시키는 효과가 없었다. 그리고 신장에서는 Se에 의한 PL의 함량증가는 없었고 포화지방산 첨가로 인하여 B,C군에서 PL의 함량이 유의하게 감소 하였다.

그러므로 간과 신장조직중의 PL 함량은 식이성 Se 보다는 식이성 지방산의 성분 에 따라 더 많은 영향을 받는 것으로 생각된다.

5. 조직중의 Phospholipid(PL) 성분 함량

1) 간의 PL 성분 함량

각 실험군에서 얻은 간 조직중의 PL 조성을 보면 Table 6 과 같다.

간의 PL을 TLC에 의해 분석한 결과 모든군에서 Le과 Sph의 함량은 높았고 LLe와 Ce의 함량은 낮았다. 대조군에서 PL의 성분 함량은 Le > Sph > Ce > LLe 순으로 나타났다. 이 4 가지 성분중에서 식이

군에 따라 함량이 변한 것은 Le과 Sph이다.

Le의 함량은 지방산 첨가 식이군인 B,C,D, E군에서 모두 증가 경향을 나타냈는데 B,C군보다 D,E군에서 더 많이 증가하였다. Se첨가 식이는 기본식이군과 포화지방산 첨가 식이군에서 Le의 함량을 증가시켰으나 불포화 첨가 식이군에서는 감소 경향을 나타냈다.($p < 0.01$)

또한 Sph은 지방산을 첨가한 모든 식이군에서 감소하는 경향을 나타냈고 Se첨가 식이는 기본식이군과 포화지방산 첨가 식이군에서는 유의하게 감소 경향을 나타냈으나 불포화 지방산 첨가 식이군에서는 감소하지 않았다.

2) 신장의 PL 성분 함량

각 실험군의 신장조직에서 얻은 PL의 성분 함량은 Table 7 과 같다.

신장의 PL을 TLC에 의해 분석한 결과 Le과 Sph의 함량이 높았고 LLe와 Ce의 함량은 낮았다. 그리고 PL의 성분 함량은 대조군에서 Le > Sph > LLe > Ce 순으로 많았으나 LLe와 Ce의 함량은 우열을 판정하기 어려울 정도로 비슷하였다. 기본 사료식이군에서 Se을 첨가한 A군은 대조군에 비해 유의하게 Sph의 함량이 증가하고 Le의 함량이 감소 하였으나 포화지방산 첨가 식이군인 B,C군에서는 별차이가 없었으며 불포화지방산 첨가 식이군인 D,E군에서는 유의하게 Sph이 증가하고 Le이 감소하는 경향을 나타냈는데 그 중에서도 Se첨가 식이군에서 더욱 현저하

Table 5. The effect of experimental diet on phospholipid in tissue of male rats

(mg/g)

Group	Content			
	Liver	Kidney	Testis	Brain
Control	6.34 ± 0.12 ^{a)}	19.54 ± 0.81	9.68 ± 0.31	13.45 ± 0.06
A	8.87 ± 0.09 ¹⁾	18.18 ± 0.56 ³⁾	8.72 ± 0.01 ⁴⁾	13.48 ± 7.07 ²⁾
B	7.42 ± 0.26 ¹⁾	13.36 ± 0.09 ¹⁾	9.53 ± 0.09 ²⁾	13.46 ± 0.07 ²⁾
C	8.30 ± 0.15 ¹⁾	13.60 ± 0.30 ¹⁾	8.48 ± 4.40 ⁴⁾	12.90 ± 7.07 ¹⁾
D	10.37 ± 0.14 ¹⁾	18.17 ± 0.21 ²⁾	8.87 ± 0.02 ³⁾	13.35 ± 0.11 ³⁾
E	6.22 ± 0.39 ¹⁾	16.68 ± 0.02 ⁴⁾	8.37 ± 0.03 ⁴⁾	13.15 ± 0.01 ³⁾

a) Mean ± S.D.

1) Significantly different from control group ($P < 0.001$)

2) Significantly different from control group ($P < 0.05$)

3) Significantly different from control group ($P < 0.02$)

4) Significantly different from control group ($P < 0.01$)

Table 6. The effect of experimental diets on phospholipid component in liver of male rats

Content	Group					
	Control	A	B	C	D	E
LLe (%)	11.58 ± 1.08 ^{a)}	13.40 ± 0.70 ¹⁾	16.66 ± 5.11 ²⁾	13.72 ± 10.08 ²⁾	6.78 ± 2.10 ³⁾	12.38 ± 5.63 ²⁾
(mg/g)	0.73 ± 0.07	1.19 ± 0.63 ⁴⁾	1.30 ± 0.13 ²⁾	1.14 ± 0.84 ²⁾	0.71 ± 0.22 ²⁾	0.77 ± 0.35 ²⁾
Sph (%)	34.42 ± 9.16	27.20 ± 4.74 ²⁾	28.08 ± 4.64 ²⁾	13.90 ± 13.25 ²⁾	21.84 ± 2.05 ²⁾	23.83 ± 3.82 ²⁾
(mg/g)	2.27 ± 0.58	2.48 ± 0.40 ²⁾	2.11 ± 0.34 ²⁾	1.16 ± 1.10 ²⁾	2.26 ± 0.18 ²⁾	1.50 ± 0.24 ²⁾
Le (%)	38.12 ± 4.18	45.98 ± 4.11 ¹⁾	41.61 ± 2.86 ²⁾	54.90 ± 20.37 ²⁾	59.54 ± 2.10 ⁴⁾	51.49 ± 2.38 ⁴⁾
(mg/g)	2.33 ± 0.27	4.01 ± 0.37 ⁴⁾	3.00 ± 0.22 ³⁾	4.60 ± 1.70 ²⁾	6.17 ± 0.22 ⁴⁾	3.21 ± 0.14 ⁴⁾
Ce (%)	15.88 ± 2.33	13.42 ± 1.27 ²⁾	13.60 ± 0.39 ²⁾	17.48 ± 3.37 ²⁾	11.84 ± 4.37 ²⁾	12.30 ± 4.25 ²⁾
(mg/g)	1.01 ± 0.15	1.19 ± 0.12 ²⁾	1.01 ± 0.04 ²⁾	1.40 ± 0.24 ²⁾	1.23 ± 0.45 ²⁾	0.74 ± 0.26 ²⁾

a) Mean±S.D.

1) Significantly different from control group (P < 0.02)

2) Significantly different from control group (P < 0.05)

3) Significantly different from control group (P < 0.01)

4) Significantly different from control group (P < 0.001)

LLe; Lysolecithin Sph; Sphingomelin Le; lecithin Ce; Cephalin

Table 7. The effect of experimental diets on phospholipid component in kidney of male rats

Content	Group					
	Control	A	B	C	D	E
LLe (%)	13.82 ± 0.33 ^{a)}	13.20 ± 0.19 ²⁾	11.14 ± 1.90 ²⁾	17.70 ± 4.62 ²⁾	12.72 ± 1.27 ²⁾	12.16 ± 1.13 ²⁾
(mg/g)	2.72 ± 0.07	2.31 ± 0.03 ⁴⁾	1.49 ± 0.25 ⁴⁾	2.42 ± 0.62 ²⁾	2.42 ± 0.24 ²⁾	2.02 ± 0.91 ¹⁾
Sph (%)	18.58 ± 8.19	36.02 ± 4.99 ¹⁾	22.22 ± 2.48 ²⁾	18.22 ± 4.12 ²⁾	29.90 ± 1.25 ²⁾	31.98 ± 2.52 ²⁾
(mg/g)	3.70 ± 1.59	6.90 ± 0.89 ¹⁾	2.97 ± 0.33 ²⁾	2.49 ± 0.56 ²⁾	5.35 ± 0.23 ²⁾	5.34 ± 0.42 ²⁾
Le (%)	54.16 ± 8.49	35.88 ± 1.60 ³⁾	54.56 ± 1.59 ²⁾	47.70 ± 2.58 ²⁾	45.31 ± 1.71 ²⁾	41.42 ± 3.05 ²⁾
(mg/g)	10.51 ± 1.65	6.40 ± 0.29 ¹⁾	7.30 ± 0.21 ³⁾	6.52 ± 0.35 ¹⁾	8.09 ± 0.35 ²⁾	6.91 ± 0.51 ³⁾
Ce (%)	13.44 ± 0.55	14.90 ± 1.16 ²⁾	12.08 ± 0.29 ¹⁾	16.38 ± 1.84 ²⁾	12.16 ± 1.21 ²⁾	14.44 ± 3.84 ²⁾
(mg/g)	2.61 ± 0.11	2.57 ± 0.30 ²⁾	1.60 ± 0.04 ⁴⁾	2.24 ± 0.25 ³⁾	2.31 ± 0.23 ²⁾	2.41 ± 0.64 ²⁾

a) Mean±S.D.

1) Significantly different from control group (P < 0.01)

2) Significantly different from control group (P < 0.05)

3) Significantly different from control group (P < 0.02)

4) Significantly different from control group (P < 0.001)

LLe: lysolecithin Sph; Sphingomelin Le: lecithin Ce: Cephaline

게 나타났다.

3) 고환의 PL 성분 함량

고환의 PL을 TLC에 의하여 분석한 결과는 Table 8 과 같다.

고환의 PL 성분은 기본식이군인 대조군에서 Le > Sph > Ce > LLe 순이었으나 Se 첨가 식이군인 A군에서는 Le > LLe > Sph > Ce 순으로 Ce의 함량이 감소하고 LLe의 함량이 유의하게 증가하였다. 포화지방산 첨가 식이군인 B군은 Le > LLe > Sph > Ce 순

으로 역시 Ce의 함량이 감소하고 LLe의 함량이 대조군보다 유의하게 증가 하였으나 Se을 첨가한 C군에서는 LLe의 함량이 감소하여 대조군과 비슷하였고 불포화지방산 첨가 식이군인 D, E군에서는 대조군과 비슷한 경향을 나타냈다.

4) 뇌의 PL 성분 함량

각 실험군에서 얻은 뇌의 PL을 TLC에 의하여 분석한 결과는 Table 9 와 같다.

뇌의 PL 성분은 불포화지방산에 Se을 첨가한 식

Table 8. The effect of experimental diets on phospholipid component in testis of male rats

Content	Group					
	Control	A	B	C	D	E
LLe (%)	10.32 ± 0.36 ^{a)}	26.30 ± 2.59 ¹⁾	24.72 ± 2.42 ¹⁾	14.52 ± 0.22 ¹⁾	13.36 ± 0.84 ¹⁾	12.66 ± 0.17 ¹⁾
(mg/g)	1.03 ± 0.06	2.29 ± 0.22 ¹⁾	2.35 ± 0.23 ¹⁾	1.23 ± 0.02 ³⁾	1.20 ± 0.08 ³⁾	1.06 ± 0.01 ²⁾
Sph (%)	21.60 ± 3.68	25.78 ± 8.71 ²⁾	20.26 ± 5.85 ²⁾	25.48 ± 0.28 ²⁾	27.86 ± 9.88 ²⁾	21.38 ± 6.63 ²⁾
(mg/g)	2.10 ± 0.36	2.25 ± 0.76 ²⁾	1.93 ± 0.56 ²⁾	2.16 ± 0.02 ²⁾	2.50 ± 0.89 ²⁾	1.84 ± 0.60 ²⁾
Le (%)	49.32 ± 5.92	39.50 ± 10.75 ²⁾	44.10 ± 10.80 ²⁾	46.58 ± 0.22 ²⁾	44.00 ± 6.76 ²⁾	44.04 ± 6.78 ²⁾
(mg/g)	4.73 ± 0.57	3.44 ± 0.94 ²⁾	4.21 ± 1.03 ²⁾	3.94 ± 0.02 ²⁾	3.95 ± 0.61 ²⁾	3.64 ± 0.57 ⁴⁾
Ce (%)	18.76 ± 6.65	8.42 ± 0.32 ²⁾	10.92 ± 2.07 ²⁾	13.42 ± 0.36 ²⁾	14.78 ± 4.25 ²⁾	21.92 ± 2.38 ²⁾
(mg/g)	1.82 ± 0.65	0.74 ± 0.03 ²⁾	1.04 ± 0.27 ²⁾	1.14 ± 0.03 ²⁾	1.31 ± 0.38 ²⁾	1.83 ± 0.20 ²⁾

a) Mean ± S.D.

1) Significantly different from control group (P < 0.001)

2) Significantly different from control group (P < 0.05)

3) Significantly different from control group (P < 0.01)

4) Significantly different from control group (P < 0.02)

LLe : Lysolecithin

Sph : Sphingomelin

Le : Lecithin

Ce : Cephaline

Table 9. The effect of experimental diets on phospholipid component in brain of male rats

Content	Group					
	Control	A	B	C	D	E
LLe (%)	19.14 ± 3.35 ^{a)}	13.48 ± 3.47 ¹⁾	19.58 ± 3.43 ¹⁾	16.18 ± 2.58 ¹⁾	21.02 ± 4.82 ¹⁾	27.84 ± 2.84 ²⁾
(mg/g)	2.57 ± 0.45	1.82 ± 0.47 ¹⁾	2.63 ± 0.46 ¹⁾	2.08 ± 0.33 ¹⁾	2.81 ± 0.64 ¹⁾	3.66 ± 0.37 ²⁾
Sph (%)	32.72 ± 1.32	34.74 ± 1.81 ¹⁾	31.86 ± 2.25 ¹⁾	32.38 ± 3.01 ¹⁾	31.80 ± 0.28 ¹⁾	32.02 ± 2.79 ¹⁾
(mg/g)	4.39 ± 0.18	4.68 ± 0.25 ¹⁾	4.28 ± 0.30 ¹⁾	4.18 ± 0.39 ¹⁾	4.20 ± 0.04 ¹⁾	4.21 ± 0.37 ¹⁾
Le (%)	33.90 ± 3.00	37.98 ± 4.11 ¹⁾	35.02 ± 2.13 ¹⁾	38.78 ± 1.87 ³⁾	35.02 ± 2.92 ¹⁾	26.52 ± 1.29 ²⁾
(mg/g)	4.55 ± 0.40	5.12 ± 0.55 ¹⁾	4.73 ± 0.29 ¹⁾	4.98 ± 0.24 ¹⁾	4.71 ± 0.35 ¹⁾	3.51 ± 0.17 ⁴⁾
Ce (%)	14.24 ± 1.11	13.80 ± 2.25 ¹⁾	13.54 ± 2.33 ¹⁾	12.66 ± 1.95 ¹⁾	12.16 ± 4.44 ¹⁾	13.64 ± 1.68 ¹⁾
(mg/g)	1.94 ± 0.15	1.86 ± 0.30 ¹⁾	1.82 ± 0.31 ¹⁾	1.66 ± 0.28 ¹⁾	1.63 ± 0.59 ¹⁾	1.77 ± 0.22 ¹⁾

a) Mean ± S.D.

1) Significantly different from control group (P < 0.05)

2) Significantly different from control group (P < 0.01)

3) Significantly different from control group (P < 0.02)

4) Significantly different from control group (P < 0.001)

LLe : Lysolecithin

Sph : Sphingomelin

Le : Lecithin

Ce : Cephaline

이군인 E군을 제외하고는 모든 군에서 Le > Sph > LLe > Ce의 순으로 나타났으나 다른 조직의 PL성분에 비해 Le와 Sph의 함량이 거의 비슷하였으므로 신경 조직에 Sph가 다른 조직에 비해 많이 함유되었음을 알 수 있었다.

그리고 특히 E군에서는 Sph의 함량이 Le보다 많

은 것으로 나타났으며 LLe의 함량도 불포화지방산만 첨가한 D군보다 높게 나타났으므로 기본식이군과 포화지방 식이군 등의 감소경향과 상반된 경향을 나타냈다.

6. 체중변화

실험 4 주까지의 체중 증가를 보면 B, control, A, E, D, C군의 순서로 낮았으나 일반적으로 대조군에 비해 고지방 식이군의 체중 증가율이 유의하게 높았다.

Miller 은²¹⁾ 체중변화에 관한 연구에서 고지방 식이와 표준 식이로 사육한 흰쥐에서 제 1 주에는 두 그룹사이의 체중이 거의 같았으나 4 주후에는 고지방 식이군이 표준식이군 보다는 16% 이상 증가 하였다고 보고 하였다.

Applegate 등²²⁾도 37.0%의 shortening 을 첨가한 고지방 식이군의 체중 증가율이 월등히 컸다고 보고 하였다.

본 실험에서도 shortening에 Se첨가한 식이군과 soybean oil 식이군이 모두 대조군보다 높은 체중 증가율을 나타냈으므로 Miller 등²¹⁾과 Elizabeth 등²³⁾의 결과와 같았으나 김²⁴⁾과 이²⁵⁾ 등은 12 주간의 고지방 식이와 저지방 식이를 투여한 흰쥐의 체중을 관찰했는데 대조군과 별 차이가 없었고 7 주부터 그 성장도가 저하 하였다고 보고하여 본 실험과는 상이 하였다. 그러나 이는 사육후 7 주부터 체중증가율이 감소 하였으므로 식이의 영향보다는 성장곡선에 의하여 더 많은 영향을 받은 것으로 생각된다.

7. 식이섭취량

실험기간 동안 흰쥐에서의 식이 섭취량은 식이의 에너지 수준에 반비례하는 경향을 나타내었으므로 에너지 수준이 가장 낮은 control 및 A군의 식이섭취량이 가장 많았다. 식이의 에너지 수준이 3,600 kcal/kg 이상일때 식이섭취량은 에너지 수준에 반비례한다는 Chang 의²⁶⁾ 보고와 일치하는 것으로 생각 되었다.

8. 간조직 성분

1) Total cholestenol (T-chol) 함량

간장의 T-chol 함량은 식물성 고지방 식이군에 의해서보다 동물성 고지방 식이군에 의해서 더 높아진다. 이러한 결과는 동물성 지방에 주로 cholesterol 및 포화지방산이 과다하게 함유되어 있기 때문에 혈청 및 간장중의 cholesterol 함량을 증가시킨다는 보고가 있으며²⁷⁻³⁰⁾ 일반적으로 포화지방산이 많은 유지는 혈청중의 cholesterol 양을 증가시키는 반

면에 고도 불포화지방산을 함유한 유지는 혈중 cholesterol 양의 증가를 억제 한다고 한다.

본 실험 결과에서도 soybean oil 첨가 식이군에 비해 shortening 첨가 식이군의 T-chol 함량이 높게 나타나 위에서 말한 결과와 일치하였다.

그러나 Poling 등³²⁾과 이³³⁾의 보고에 의하면 고도 불포화지방산이라도 과잉 섭취시는 독성을 나타낸다고 하였으며 Kinsell 등³⁴⁾은 필수 지방산이라도 과잉 섭취하면 체내의 cholesterol 생산량이 증가되고 지방의 축적이 촉진된다고 하였으므로 식물성 식용유일 지라도 다량을 장기간 섭취하는 것은 바람직 하지 않은 것으로 생각된다.

그러므로 지질을 섭취함에 있어서 과잉을 피하고 적절한 양을 취하여야 할 것이다. 또 고도 불포화지방산의 절대량보다는 P/S 비율 즉 식이지방조성의 질적인 면을 아울러 개선함이 중요하다고 생각된다. 본 실험 결과를 통하여 얻은 결과에 의하면 Se 첨가 식이군을 볼때 효과가 있었으나 식이 급여기간 고도 불포화지방산의 종류에 따라서 달라지는 견해가 있으므로 이에 관한 연구도 기대된다.

2) Total lipid와 Thiobarbituric acid (TBA)

포화지방산 첨가 식이군이 불포화지방산 첨가 식이군보다 간 중량의 증가가 빠른 것은 간의 지방축적과 관계가 깊은 것으로 생각된다. Chen³⁵⁾와 Suzuki 등^{36, 37)}도 2 주간 고지방 식이와 고 탄수화물 식이를 투여 했을때 고지방 식이군의 간 중량이 높았다고 하였으며 이는 간의 총 지질함량 증가가 그 원인이라 하였는데 이는 본 실험의 결과와 일치하는 것이었다.

Maurice 등³⁸⁾은 vit. E와 Se 이 결핍된 Torula yeast diet³⁹⁾에 Se 을 첨가하여 닭에게 급여하면 간의 지방축적이 현저히 감소하고 glutathion peroxidase가 증가 한다고 보고 하였는데 Se은 glutathione peroxidase의 구성 성분⁴⁰⁾이고 이 효소는 Se의 중요한 작용형태로서 과산화물의 분해에 관여한다.

이상의 결과로 미루어보아 vit. E와 Se은 간장의 지질성분 변화에 영향을 미치며 특히 과산화지질의 생성을 억제하는 효과가 큰 것으로 나타났다.

9. 조직중 Phospholipid 변화

인지질은 지질 운반에 크게 관여하는 지질로써 이의 합성 또는 공급장애가 있을때 지방간 등의 원인이

되는 것으로 알려져 있으나^{30, 41)} 본 연구에서는 지방간 형성을 찾아볼 수가 없음을 인지질의 합성 또는 공급이 원활하게 작용했기 때문에 생기지 않은 것으로 생각 되어진다. 또한 고지방 식이를 투여 했을 때 지방간 형성^{42, 43)}이 되는데 이는 간장에서 지방이 축적되는 속도보다 PL의 합성이 못미치는 것에 기인한 것이 아닌가 생각되어진다. 또한 TLC를 이용하여⁴⁴⁻⁴⁶⁾ 분석한 결과 간 신장 고환 뇌 모두 Le가 shortening 군에서 Ce는 soybeanoil에서 각각 높은 경향이 나타나 이는 고도 불포화지방산이 LPL활성을 증가시켜 TG로부터 Le Ce의 생성을 촉진 시킨다는 본 연구와는 상반되는 보고였기에 이에 대해 좀더 연구해야 할 과제이다.

IV. 결 론

흰쥐에 Se를 첨가한 고지방식이를 7주간 투여한 후 흰쥐의 간장, 신장, 고환, 뇌 등의 조직을 적출하여 인지질의 구성분을 TLC법으로 측정 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었기에 보고한다.

1. 흰쥐의 성장율과 식이섭취량은 Se을 첨가한 고지방식이에 의하여 영향을 받지 않았다.

2. 간장 조직의 총 cholesterol과 총지질 그리고 TBA등의 함량은 Se을 첨가한 모든 식이군에서 낮은 수준을 나타냈다.

3. 총 인지질의 각 조직별 함량은 신장>뇌>고환>간장 순이고, 인지질 구성분의 함량은 신장과 간장에서는 Le > Sph > Ce > LLe 순이며 고환과 뇌에서는 Le > Sph > LLe > Ce 순이었다.

이상의 결과로 보아 Se을 첨가한 고지방식에서 Se은 총 cholesterol과 총지질 그리고 TBA등의 함량은 감소시켰으나 인지질의 구성분에는 별로 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다.

문 헌

1. Williams, S.R.: In Nutrition and Diet Therapy, C.V. Mosby Co., saint Louis, 555 (1977).
2. Johnson, D. Jr., Leveille: F.A. and Fisher, H.: J. Nutr, **66**, 367, (1958).
3. Kritchersky, D.: Arch. Surg, **113**, 52 (1978).
4. Alan, C. Tsal, Joel Elias, James, J. Kelly,

Rayshiang, C. Lin and John, R. Robson; J. Nutri. **106**, 118 (1976).

5. Zalkin, H., Tappel, A.L. and Jodan, J.P.; Arch, Biochem. Biophys., **91**, 117 (1960).
6. Scott, M.L.; Fecleration Proc., **24**, 901 (1965).
7. Scott, M.L.; advances in our understanding of vitamin E. Fad. Proc., **39**, 2736-2739, (1984).
8. 이기열, 문수재 : 기초 영양학, 수학사. 213 (1985).
9. 이성우, 윤태환 : 종합 영양학, 동명사. 205 (1984).
10. Kim, E.M. McCoy and Paul H. Weswig.: Some Selenium responses in the Rats not related to vitamin E. 1, 2, 3, J. Nutri., **98**, 383-389 (1969).
11. Delbert, M., William E, poe. and Robert P. Wilson.: Effect of singular and combined dietary deficiencies of Selenium and vitamin E on fingering channel catfish, J. Nutr., **116**, 1061-1067 (1969).
12. Thompson, J.N. and Scott, M.L.; Role of Selenium in the nutrition of the chick. J. Nutr., **97**, 335-342 (1968).
13. Glueck, C.T. and Conner, W.E.: Diet-Coronary heart disease relationships reconntered. Amelin. Nutr., **31**, 727-737(1978).
14. Williams, S.R. 1 Nutrition and Diet therapy, The C.V. Moshy Co., ST. Louis,. 606-629 (1981).
15. Mathe, D. and Chevallier, F.; Effect of dietary cholesterol on the dynamic equilibrium of cholesterol in rats. J. Nutr. **109**, 2076-2084 (1979).
16. Gerson, T., Shorland, F.B. and Yvonne, A.: The effects of corn oil on the amounts of cholesterol and the exeretion of sterol in the rat. Biochem. J. **81**, 584-591 (1961).
17. Folch, J. Lees, M. and Sloane stanley, G.H.: A Simple method animal tissues. J. Biol. Chem. **226**, 497-509 (1957).
18. Yag; Kunio, Yuichiro Goto, Lipid Peroxides and diseases, Igakushoin Ltd., Tokyo, 23-32 (1981).

19. Yag; K., A Simple fluorometric assay for lipoperoxide in blood plasma, *Biochem. Med.*, **15**, 212-216 (1976).
20. 김우철 : 현대 통계학, 140-161, 영지 문화사, 서울. (1985).
21. Miller, W.C., G.R. Bryee and R.K. Conlee, Adaptaions to a high fat diet that increase exercise endurance in male rats. *J. Appl. physiol.*, **56** (1); 78-83 (1984).
22. Applegate, Elizabeth A., David E. Upton and Judith S. Sterm, Exercise and detraining; Effect on food intake, adiposity and lipogenesis in Osborne-Memdel rats male obese by a high fat die *J. Nutr.*, **114**, 447-459 (1984).
23. Elzabth A., David E., Applegate, Upton and sudith S. sterm.; Exercise and Food intake adioposity and lipoproteins in osbone mendel rats made obses by high fat diet. *J. Nutr.*, **114**, 447-459 (1984).
24. 김영국 : 식이에 의한 흰쥐의 간지질 및 효소활성 변화에 관한 연구, *한국영양학회지*. **17**(2) , 113-125 (1984).
25. Rhee, Soon Jae., Park, Hong Koo.: Changes of lipid content and histochemical observation in liver of rats fed hight fat diet. *J. Nutr.* **17** (2), 73-125 (1985).
26. Chang, Y.K.; Effect of dietary protein and energy on the growth and baby composition of growing rat. Athesis of ph. D. Unpublished Graduated School Seoul National University.
27. Itchell, H.S., Rynbergen, H.J. Anderson, L. and Dibble, M.V.; Nutrition in health and disease. sixteenthed. New York, Lippineott Co. chapter 3, 29,32 (1976).
28. Whitng, E.A. and Hamilton, E.M.N.: Triglyeerides and cholesterol. *Understanding Nutrition*. New York, West Publish Co., pp. 59-71 (1977).
29. 이순재, 김공환, 조준승 : 식이내의 지방 함량과 투여기간이 혈청지질 성분 및 지단백분획에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **14**(1); 34-40 (1981).
30. Sinclair, A.J. and Collins, F.D.; Fatty livers in rats deficient in essential fatty acids. *Biochim. Biophys. Acta.* **152**, 498-510 (1968).
31. 金令木道子, 野崎幸久 ; 高脂血症 に関する臨床的 ねウビに實驗的 研究. *營養と食糧*. **30**(2). 105~111, 1977.
32. Poling, C.E., Warner, W.D., Mone, P.E., and Rice E.E.: The nutritional value of fats after us in commercial deep - fat frying. *J. Nutri.* **72**, 109-120 (1960).
33. 이양자 : 유지식품의 영양 생화학적의의, *한국영양학회지*, **11**(2) : 6-23 (1978).
34. Kinsell, L.W., Michael, G.D., Frisdey, R.W., Brown, F.R., Fr. and Fudeko Maruyama: Essentia fatty acid, lipid transport, and degenerative vascular disease. *Circulation*. **14**; 484-486 (1956).
35. Chen, S.C.-H.; Feeding free fatty acids to study lipid metabolism in rats. *J. Nutr.* **109**, 39-47 (1979).
36. Suzuki, H., Goshi, H. and Sygisawa, H.; Effect of previous feeding of a high carbohydrate o a high fat diet on changes in body weight and body composition of fasted rats. *J. Nutr.* **105**, 90-95 (1975).
37. Suzuki, H. Tanaka, M. and Imamura, M.: Interaction of dietary fat and thyroid function with metabolism of fasted rats. *J. Nutr.* **109**, 1405-1412 (1979).
38. Maurice, D.V. and Jensen, L.S.: *Poultry Sci.* **58**, 1548 (1979).
39. Kim, E.M. and paul, H.W.; *J. Nutr.*, **98**, 383 (1968).
40. Oh, S.H. Ganther, H.E. and Hoekstra, W.G.: *Biochemistry*, **13**, 1825 (1974).
41. Brown, M.S. and Foldstein, J.L.; Disorders of lipid metabolism, *Harrison's principle of internal Medicine* 9th ed. G.A. Thorm ed. New York McGraw-Hill, 507-530 (1977).
42. Marjorie G. Macfarlane,; Cardioliipin and other phospholipid in ox liver; *Biochem. J.* **78**, 44-51 (1961).
43. Mckibbin, J.M.; A monophosphoinositide of liver. *J. Biol. Chem.* **220**, 537-545(1956).
44. Willam C. vogel, Willam M. Dcizaki. and Leslie Zieve.; Rapid Thin layer chromatographic separation of phospholipids and enutral lipid of

- serum. Notes on metrodology. 131-140 (1961).
45. Skipski, V.P., peterson, R.F. and Marion Barclay.; Quantiative analysis of phospholipide by Thin layer chromatography. J. Biochem., **90**, 374-379 (1964).
46. Donald J. Hanaham. John C. Dittmer, and Emily warashina,; A column chromatographics Separation of classes of phospholipides. J. Biol. chem. **228**; 625-700 (1957).