

식이지방이 흰쥐의 혈청 지질상태 및 조직 지방산분포에 미치는 영향*

임 정 교 · 조 성 희

효성여자대학교 가정대학 식품영양학과

Effect of Dietary Fat and Oils on Serum Lipid Status and Fatty Acid Composition in Tissues of Rat

Jung Gyo Im · Sung Hee Cho

Dept. of Food Science & Nutrition, School of Home Economics Hyo Sung Women's University Daegu, Korea

=ABSTRACT =

In order to establish tissue lipid status in animal on feeding of various dietary fat and oils, each group of rats was fed a semisynthetic diet containing 10%(w/w) mackerel oil (MO), eel oil (EO), soybean oil (SO), rapeseed oil (RO) or beef tallow (BT) for 1, 2 and 4 weeks. After each feeding period, levels of cholesterol, triglyceride and phospholipid were measured in serum. Fatty acid composition was also investigated in serum and tissue lipids.

Levels of total serum cholesterol were lower but HDL-cholesterol were higher in fish oil groups, which resulted in significantly higher ratio of HDL to total cholesterol in the fish oil groups. Fish oil groups, in general, also had lower levels of serum triglyceride and phospholipid than other groups, but SO group maintained as low phospholipid level as fish oil groups. Fatty acid composition of dietary fat was reflected in all the tissues investigated but with varying degrees. Very long chain fatty acids, specific components exclusively found in fish oils were most well reflected in liver and relatively well in serum, whereas linoleic acid and erucic acid of SO and RO in the diet were better shown up in heart and adipose tissue. It attracted a particular attention that major proportions of long chain monoenoic acids ($C_{22:1}$) occurring both in MO and RO were detected separately in liver and heart plus adipose tissue, the result of which strongly indicates that there is a significant difference in metabolism between isomers (C

* 1981년도 한국과학재단 연구비의 일부로 이루어짐.

접수일자 : 1982년 11월 6일

$C_{22:1}$ w 11 and $C_{22:1}$ w 9, respectively).

It is suggested from this study that differences in lipid status as well as in the levels of serum lipids result from uniqueness in metabolism of each different fatty acid and give rise to distinguishable change in serum lipoprotein pattern, followed by diet with different fat sources.

서 론

식품의 선택은 환경 및 개인의 기호등 여러가지 요인에 의하여 결정되며 이에 따라 섭취하는 영양소의 質的, 量的 차이가 있겠다. 본 연구는 이러한 틀린 식품섭취에서 오는 지방성분의 섭취의 차이가 가져오게 되는 체내 지질대사의 변화양상을 규명하고자 시도되었다. 식이지방의 차이에 의한 지질대사 연구로는 지방의 불포화도가 가장 큰 영향인자로 알려져 있으나 각 유지식품이 갖는 특이지방산 성분의 specific action이 또 하나의 중요한 인자로 대두되며, 이러한 관점에서 볼 때 魚油는 흥미있는 연구의 대상이 되고 있다. 특히 우리나라의 식생활을 잠작컨대 국민영양과 직결되는 문제라 하겠다. 그러나 아직 국내에서는 魚油섭취에 의한 체내대사에 관한 연구는 거의 찾아 볼 수 없을 뿐 아니라 魚油성분에 대해서도 미비한 분석결과¹⁾²⁾가 보고되었을 뿐이다. 歐美지역의 연구자들의 보고^{3)~5)}에 의하면 魚油는 불포화도가 높아서 식물유와 유사하다 하겠으나 식물유의 불포화지방 구성지방산이 w 6 계열인 것에 비해 魚油는 w 3 계열의 지방산의 함량이 높으며 또한 탄소수가 20 이상인 소위 very long chain fatty acid가 상당량 포함되어 있다는 점이 특이하다.

Stansby³⁾와 Peifer⁶⁾에 의하면 魚油는 식물유보다 혈청 cholesterol 저하 효과가 현저하며 혈청 중성지질양의 감소도 초래한다고 보고하였다. 이 결과는 魚肉섭취가 많은 Eskimo 주민들의 고혈압 발생율이 낮다는 보고⁷⁾와 더불어 혈관 및 심장계 질환자들의 치료식으로 魚肉食餌를 권장하게끔 하였다. 그러나 魚肉食餌에 따른 체내 지질대사 동향의 변화는 최근 들어 혈청지단백질의 분포조사⁸⁾ 및 여러 계층 지질대사 변화^{9)~11)}를 조사함으로써 시행되고 있다. 이러한 추세는 식물유에 포함된 w 6 계열 지방산에게만 국한되어 온 필수지방산의 개념도 w 3 계열 지방산도 포함, 확대할 전망으로 이끌고 있다.

Very long chain fatty acid의 대사에 관한 연구

는 평지씨유 (또는 채종유)에 포함되어 있는 erucic acid ($C_{22:1}$ w 9) 섭취에 따른 심장지방 축적현상¹²⁾에 대한 연구가 北歐¹³⁾ 및 Canada¹⁴⁾ 지역에서 활발히 진행되고 있는 반면, 魚油 구성 very long chain fatty acid에 관한 연구 보고는 적다. 대부분의 魚油에도 erucic acid의 이성체로 여겨지는 cetoleic acid ($C_{22:1}$ w 11)가 상당히 있음이 보고¹⁵⁾되어 있으나 대체로 erucic acid에 의한 병리적 현상은 드물게 관찰되어 이성체간의 대사적 특이성을 보여 주고 있다.

따라서 본 연구는 魚油섭취에 의한 체내 지질대사 변화를 他 油脂類 섭취와 비교함으로써 魚油 구성 특이지방산의 영양생화학적 역할을 규명하고자 시도되었다. 실험 유지로 魚油에서는 고등어유와 장어유를, 식물유에서는 콩기름과 채종유, 동물성기름으로 beef tallow를 각각 선정하여 실험식이내에 포함시켜 일정 기간 흰쥐를 사육한 후 혈청 지질의 양과 혈청 및 여러 주요 장기 내의 지방산의 분포를 조사하였다.

실험재료 및 방법

1. 실험동물 및 재료

실험동물은 체중 100g 정도의 수컷 흰쥐 (Sprague-Dawley Strain)을 사용하였고 魚油로 쓰인 고등어유와 장어유는 제일사료주식회사, 콩기름은 동방유량주식회사, 채종유는 롯데유량주식회사의 제품을, 쇠기름은 시중에서 각각 구입하여 사용하였다. Vitamin mix와 Salt mix¹⁶⁾은 Bio-Serv Inc. (Frenchtown N.J. U.S.A.)에서 구입하였고 모든 시약은 특급을 사용하였다.

2. 실험식이의 조제 및 동물의 사육

흰쥐를 환경에 적응시키기 위해 일반배합사료(제일사료주식회사)로 3일간 사육시킨 다음 Table 1에 표시한 바와 같이 지방함량이 10% (w/w) 되는 식이조성과 식이지방 종류에 따라서 고등어유, 장어유, 콩기름, 채종유 및 쇠기름 군인 5군으로 나누었다. 다

Table 1. Composition of diet

Component	g/100 g
Starch	43
Sucrose	10
Glucose	10
Casein	20
Vitamin Mix. ^a	2
Salt Mix. ^b	4
Cellulose	1
Fat or Oil	10

a : Vitamin fortification mixture obtained from Bio Serv. Inc. Frenchtown, N.J., U. S. A., provided the following (per Kg diet) ; vitamin A (200, 000 I. U./g), 4.5g vitamin D (400, 000 I. U./g), 0.25g, alphatocopherol, 5g, ascorbic acid, 45g, riboflavin, 1g, i-inositol, 5g, choline chloride, 75g, menadione, 2.25g, paraaminobenzoic acid, 5g, niacin, 4.5g, pyridoxine HCl, 1g, thiamin HCl, 1g, pantothenate, 3g, biotin, 20mg, folic acid, 90mg.

b : Salt mixture used had composition of Rogers and Harper's¹⁶⁾.

시 각 군을 1주, 2주, 4주의 사육군으로 구별하고 각군은 5마리이상씩 사육하였다. 실험기간 중 먹이는 자유로 섭취시켜 그 섭취량은 매일 오전 10시에 측정하였고, 체중 측정은 매 격일로 오전 일정한 시간에 각각 측정하였다.

3. 혈청 및 조직내의 지질분석

실험식으로 일정기간 (1, 2, 4주) 사육한 후 pentobarbital로 마취시켜 복부를 절단하여 심장, 간장, 지방 조직 및 혈액을 채취하였다. 채취한 조직은 dry ice 내에서 냉각되어 있던 aluminum block으로 만들어진 압축기에 의해 신속히 냉동 압축시킨 후 분쇄하였다. 혈액을 3500rpm에서 30분간 원심분리하여 혈청을 얻었다.

혈청내의 total 및 HDL-cholesterol과 중성지질 (TG)는 Sigma Chemical Co.(U.S.A.)의 enzymatic reagent kit를 사용하여 비색정량하였으며 인지질은 Chen法¹⁷⁾을 이용하여 측정하였다.

혈청 및 심장, 간장, 지방조직에서 Folch法¹⁸⁾을 이용하여 지질을 추출 정제한 후 sulfuric acid-benzene-methanol (1:30:90, v/v/v)을 가하고 용해

하여 시험관을 ampoule로 만들어 2.5시간 沸騰시켜 methylation¹⁹⁾시킨 후 냉각하고 증류수로 3~4회 세척한 다음 petroleum ether로 추출하여 세액이 litmus지에 산성이 나타나지 않을 때까지 2~3회 세척을 반복하고 petroleum ether층을 분리한다. 이것을 Na₂SO₄로 탈수한 뒤 35℃ water bath에서 감압농축시켜 용매를 제거한 다음 chloroform에 녹여 지방산을 gas chromatography로 정량분석하였다. 이때 분석 조건은 Table 2와 같으며 gas chromatography에 의하여 분리된 각 peak는 표준 지방산의 methyl ester (大版 Gas Chromato 工業製)의 보유시간 (Rt)과 비교하여 동정하였고 또 동정된 각 peak는 반치폭법²⁰⁾으로 면적을 구하고 이들의 합계치에 대한 각각의 면적비를 백분율로 나타내었다.

Table 2. Instrument and operating condition for gas-liquid chromatography

Instrument	Shimazu G C-4BMPEF
Detector	Flame Ionization Detector
Column	1m × 3mm, Glass Column with Diethylene glycol succinate (10%) on Chromosorb W (80-100 mesh)
Column Temp.	180 °C
Detection Temp.	250 °C
Injection Temp.	250 °C
Carrier Gas	N ₂ : 40ml/min
Attenuation	Sensitivity : 10 ² × 1 Range : 64 × 0.01 (V)
Chart speed	10 mm/min

4. 통계처리

실험결과에 유의하는 students' t-test로써 판정하였다.

결 과

1. 식이지방의 지방산조성

실험식이 중에 포함된 五種의 지방의 지방산 조성은 Table 3에 나타난 바와 같다. 魚油인 고등어유

Table 3. Fatty acid composition of experimental fat and oils

(unit: %)					
Fatty acid ¹	Mackerel oil	Eel oil	Soybean oil	Rapeseed oil	Beef tallow
14 : 0	2.6	2.5	-	1.0	2.4
15 : 0	0.5	0.4	-	-	0.2
16 : 0	20.5	19.4	10.1	3.3	26.1
16 : 1	5.8	8.8	-	-	-
16 : 2	1.1	1.4	-	-	-
18 : 0	6.8	6.2	8.1	0.7	23.5
18 : 1	25.4	41.8	26.1	18.8	42.5
18 : 2	1.8	1.6	47.7	12.6	3.6
18 : 3	0.3	0.5	8.0	6.8	-
20 : 0	6.0	4.9	-	9.6	1.7
Unknown	2.6	2.0	-	-	-
22 : 1	7.4	0.8	-	47.2	-
24 : 1	1.5	6.8	-	-	-
Unknown	18.7	2.9	-	-	-

¹ Carbon number : number of double bonds.

와 장어유의 지방산조성의 특징은 우선 구성지방산의 종류가 식물유나 쇠기름과 달리 많다는 것이며 탄소수 20 이상의 지방산 함량이 15~35%나 된다는 점이다. 채종유도 very long chain fatty acid의 함량은 높으나 구성지방산 (C_{22:1}) 이 단일지방산이라는 현저한 특징을 보이고 있다. Ruiter⁴⁾ 및 Von Lossnczy²¹⁾ 등에 의한 유럽 근해에서 노획한 고등어의 유지지방산 분석결과와 비교해 보면 우리나라 근해의 고등어의 유지 성분인 C_{18:1}의 함량이 다소 (약 6%) 높고 C_{14:0}의 함량이 작아 지역간의 차이를 재삼 지적하고 있다. 뿐만 아니라 魚種간의 차이는 고

등어유와 장어유 사이의 C_{18:1}의 함량과 very long chain fatty acid 함량의 차이로 분명히 드러나고 있다. 淡水性뱀장어의 지방산 조성¹⁾도 본 실험에서 사용한 바닷장어의 조성과 유사하며, 특히 C_{18:1}의 함량은 동일하였다. 그러나 淡水性뱀장어의 유지성분에 C_{18:0}의 지방산이 본 실험결과에서 보인 바닷장어보다 훨씬 작아 약 2%에 불과한 것으로 보고되었다. 콩기름과 채종유의 지방산조성도 이미 姜 등²⁰⁾에 의해 보고된 값과 일치하며 채종유 중에 포함된 C_{22:1}의 지방산함량은 Canada産 high erucic acid rapeseed oil¹⁴⁾과 같은 함량이었음이 판명되었다.

2. 성장율

Table 4에 표시된 것과 같이 체중변화는 5군 모두 초기무게 100g 내외에서 실험기간 동안 1일 평균 증가량이 3.5~5.4g 이었고 그 중에서 쇠기름이 가장 높았으며 魚油군이 다소 낮은 값을 보였다. 그러나 식이섭취량과 체중증가로 부터 산출된 성장효율에서는 魚油군은 식물유와 거의 같았다.

3. 혈청 cholesterol 함량의 변화

일정기간 (1,2,4주) 동안 5군의 실험식에 의한 혈청 total cholesterol (Fig. 1)은 처음 1주 식이후에는 쇠기름군과 채종유군이 다른 군들에 비해 약간 높았으나 2주에서는 쇠기름군이 현저히 상승하였다. 두 魚油군에서는 낮은 값이 계속 유지되어 4주 후에가 특히 낮았다. HDL-cholesterol은 total cholesterol 함량의 변화에서 보인 것과 달리 고등어유군과 장어유군이 다소 높은 값을 나타내었고 식물유와 쇠기름군간의 큰 유의성은 없었다. Total cholesterol에 대한 HDL-cholesterol의 비율은 Fig. 1의 하단에 표시한 바와 같이 魚油군들이 다른 군들에 비하여 높은 값으로 4주 식이동안 지속되었다.

Table 4. Effects of various dietary fat and oils on growth of rats during two weeks

Dietary Fat	Mackerel oil	Eel oil	Soybean oil	Rapeseed oil	Beef tallow
Weight gain (g/day)	3.5 ± 0.3	4.1 ± 0.3	4.6 ± 0.3	4.8 ± 0.3	5.4 ± 0.4
Food intake (g/day)	13.7 ± 0.5	15.3 ± 0.6	16.4 ± 0.6	17.0 ± 0.6	17.9 ± 0.7
Weight gain / Food intake	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3

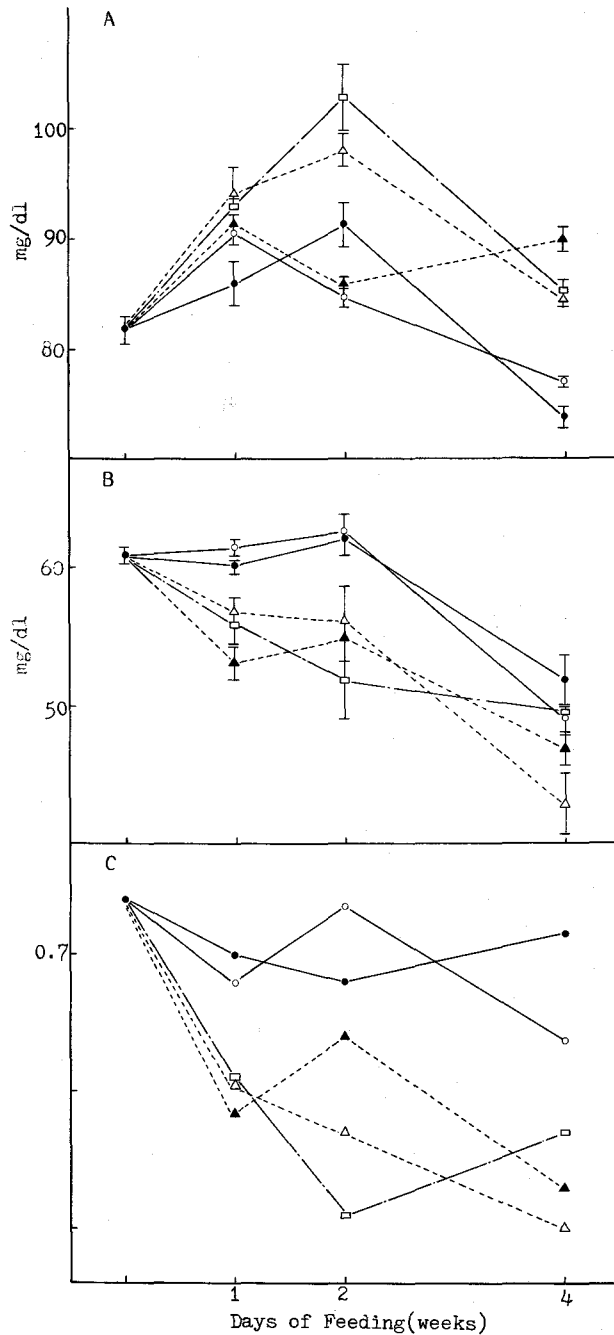


Fig. 1. Levels of total(A) and HDL-cholesterol(B) and their ratio(C) in serum from rats fed synthetic diet containing 10% experimental fats during 1, 2 and 4 weeks. Marks (—●—, —○—, --△--, --▲--, --□--) represents mackerel oil, eel oil, rapeseed oil, soybean oil, beef tallow. Each point are the mean value obtained from 5 rats.

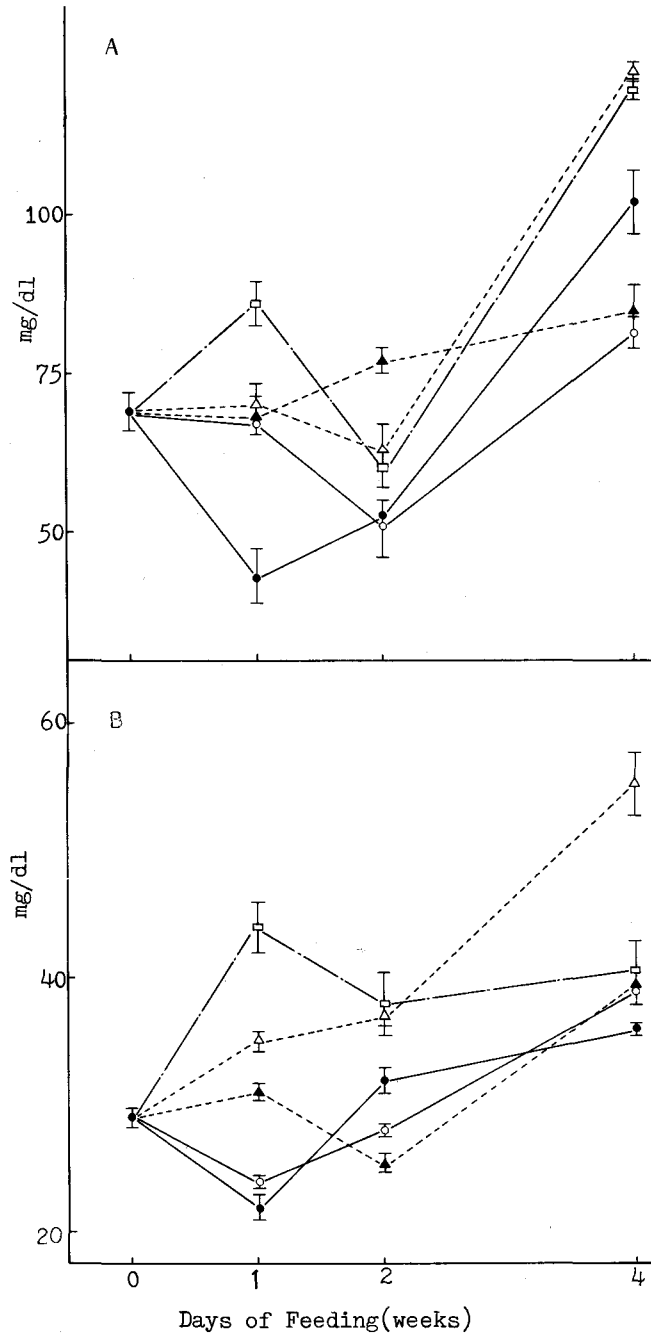


Fig. 2. Levels of TG(A) and phospholipid(B) in serum from rats fed synthetic diet containing 10% experimental fats during 1, 2 and 4 weeks. Conditions were same as described in Fig. 1.

4. 혈청 TG 및 인지질함량 변화

혈청 TG 함량은 Fig. 2, A 에 나타난 바와 같이 식이 2주까지 魚油군들이 다른 군들에 비해 낮았고 4주후에는 고등어유군이 콩기름군보다 높아지는 경향이 있었으나 통계적인 유의도가 작아 이 경향을 단정짓기 어렵다. 그러나 魚油군은 쇠기름과 채종유군에 비하여 낮은 값을 지속적으로 나타내고 있다. 한편 식물유인 콩기름과 채종유군의 함량 변화 양상이 4주 식이 중에 서로 현저히 다르다는 것이 또한 특이하였다.

혈청인지질의 함량변화 양상 (Fig. 2. B) 도 대체로 TG의 변화와 유사하여 쇠기름, 채종유 두 군이 콩기름 및 두 魚油군에 비하여 높았으나 식이 마지막에 채종유군이 제일 높은 것이 TG의 변화와 차이점이라 하겠다. 또한 魚油군의 인지질함량이 초기에는 낮으나 식이를 계속함에 증가되어 식이 마지막에는 채종유를 제외한 나머지 군과 거의 같은 값에 도달하는 것도 TG 함량 변화 양상과 다르다 할 수 있다.

5. 혈청 및 조직내 지질의 지방산 조성

Table 5에서 8에 나타나 있듯이 조사한 모든 조

직에서 콩기름군은 다른 군에 비해 콩기름의 주요 지방산 (Table 1) 인 linoleic acid (C_{18:2})의 함량이 뚜렷이 높음을 보였다. Linoleic acid가 전구체가 된다고 잘 알려진 arachidonic acid (C_{20:4})는 콩기름군에서 2주와 4주 식이 후 혈청에 비교적 높았으나 간장조직에서는 채종유군과 거의 비슷하였고, 대체로 두 식물유군이 나머지 동물유군보다는 높았다. 그러나 심장조직에서는 각 군간에 유의성이 없었다. 체내에서 합성과정 중 밀접하게 연결되어 있는 네개의 지방산 (C_{16:0}, C_{16:1}, C_{18:0} 과 C_{18:1})의 함량을 합해 보건대 쇠기름군이 대체로 모든 조직에서 타 군에 비해 높으며 魚油군과 식물유군 사이에는 혈청 및 간장조직에서는 별 차이가 없었으나 심장과 지방조직에서는 魚油군이 식물유군보다 높았다. 그리고 두 魚油군 간에는 대체로 장어유군이 높은 값을 가졌다. 魚油군에서는 다른 군에 비해 탄소수 22 이상의 지방산들이 간장조직의 지질에서 1주 식이후부터 발견되었으며 4주 식이 동안 지속적으로 발견되었다. 또한 뚜렷이 동정되지 않은 탄소수 24 이상의 지방산 (unknown으로 표시)이 1주 식이후 두 魚油군의 혈청내에서 상당량 발견되었다. 채종유에 가장 많이 들어 있으며 고등어유에

Table 5. Fatty acid composition of sera from rats 1,2 and 4 weeks

Fatty ¹ acid	(unit : %)															
	C	1 W					2 W					4 W				
		MO	EO	SO	RO	BT	MO	EO	SO	RO	BT	MO	EO	SO	RO	BT
13 : 0	-	-	1	12	5	5	17	17	9	7	4	2	1	-	1	-
14 : 0	7	4	7	11	5	4	13	22	10	6	5	2	2	1	1	1
16 : 0	15	11	13	21	22	22	16	7	20	19	22	17	36	24	16	21
16 : 1	8	6	6	-	8	4	9	18	-	-	7	7	5	3	10	12
18 : 0	14	9	12	12	6	14	7	6	14	9	12	7	5	13	7	13
18 : 1	22	18	29	19	30	32	20	20	21	26	38	30	42	22	34	37
18 : 2	9	9	10	15	9	8	6	3	18	8	6	6	7	18	8	7
18 : 3	-	5	-	1	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-
20 : 0	-	4	-	-	2	-	-	-	4	2	-	2	-	-	2	-
20 : 4	2	7	8	4	5	6	6	6	7	4	2	6	1	11	5	3
22 : 0	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6
22 : 1	4	-	-	-	-	3	-	-	-	8	-	7	-	-	-	-
24 : 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	2	-
24 : 1	15	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-
Unkown	2	23	11	5	2	-	6	1	1	5	-	6	1	5	9	-

¹Carbon number : number of double bonds.

C = control, MO = mackerel oil, EO = eel oil, SO = soybean oil, RO = rapeseed oil, BT = beef tallow.

Table 6. Fatty acid composition of livers from rats 1, 2 and 4 weeks

(unit : %)

Fatty ¹ acid	1 W						2 W					4 W				
	C	MO	EO	SO	RO	BT	MO	EO	SO	RO	BT	MO	EO	SO	RO	BT
14 : 0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
16 : 0	22	21	22	21	18	26	17	20	15	15	16	17	21	13	14	22
16 : 1	-	3	6	3	3	3	3	5	2	2	6	2	3	2	2	5
18 : 0	16	16	14	15	14	17	18	20	15	16	20	18	18	20	18	19
18 : 1	27	19	27	23	35	29	21	27	19	31	31	24	31	22	34	33
18 : 2	15	7	5	19	10	7	6	6	25	10	7	4	3	20	9	7
18 : 3	1	-	-	1	2	-	-	-	3	1	-	-	1	1	1	-
20 : 0	-	-	1	-	2	1	1	-	1	3	-	-	-	-	3	-
20 : 4	14	6	7	12	10	9	9	5	13	14	11	6	5	17	15	10
22 : 1	-	5	3	-	1	-	4	2	-	3	-	6	3	-	-	-
24 : 0	-	1	2	-	-	-	2	3	1	1	1	1	2	-	-	-
24 : 1	3	14	7	3	1	3	16	7	3	3	3	20	11	5	3	1
Unknown	2	7	5	2	3	3	2	4	2	-	3	1	1	-	-	1

¹Carbon number : number of double bonds.

C = control, MO = mackerel oil, EO = eel oil, SO = soybean oil, RO = rapeseed oil, BT = beef tallow.

Table 7. Fatty acid composition of hearts from rats 1, 2 and 4 weeks

(unit : %)

Fatty ¹ acid	1 W						2 W					4 W				
	C	MO	EO	SO	RO	BT	MO	EO	SO	RO	BT	MO	EO	SO	RO	BT
13 : 0	-	-	-	-	-	-	3	2	1	1	2	-	1	1	1	-
14 : 0	2	2	1	1	1	2	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1
16 : 0	11	12	15	11	14	14	17	23	18	14	17	14	12	10	8	11
16 : 1	-	2	3	-	1	3	5	6	5	3	6	1	2	1	1	3
18 : 0	20	20	16	21	12	24	21	17	20	11	18	21	19	19	17	18
18 : 1	18	22	26	18	24	27	27	27	23	25	27	22	24	22	23	26
18 : 2	17	13	11	26	15	14	8	6	20	16	12	8	10	24	18	14
18 : 3	1	-	1	-	2	-	-	-	1	1	1	-	-	1	1	1
20 : 0	-	3	2	1	6	1	1	3	1	5	2	1	1	1	5	2
20 : 4	18	9	10	12	9	7	6	3	4	8	8	10	12	13	15	14
22 : 1	-	2	1	-	9	-	-	2	-	8	-	3	-	-	8	-
24 : 0	1	1	3	1	-	-	1	-	-	-	-	1	4	1	-	-
24 : 1	6	8	5	5	2	2	3	3	1	1	1	14	7	3	2	3
Unknown	6	5	5	4	4	6	5	5	3	5	3	5	3	3	-	4

¹Carbon number : number of double bonds.

C = control, MO = mackerel oil, EO = eel oil, SO = soybean oil, RO = rapeseed oil, BT = beef tallow.

Table 8. Fatty acid composition of adipose tissue from rats 1, 2 and 4 weeks

(unit : %)

Fatty ¹ acid	1 W						2 W					4 W				
	C	MO	EO	SO	RO	BT	MO	EO	SO	EO	BT	MO	EO	SO	RO	BT
13 : 0	1	2	1	2	1	2	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
14 : 0	3	2	2	2	3	2	3	2	1	1	2	3	4	1	1	2
16 : 0	32	28	27	22	27	28	28	28	22	21	26	31	27	21	22	27
16 : 1	17	13	14	10	8	12	13	11	9	10	11	18	16	10	10	13
18 : 0	2	4	3	4	3	4	6	9	4	3	9	3	2	2	1	3
18 : 1	28	35	40	34	32	40	34	37	29	34	43	34	38	28	35	44
18 : 2	15	11	9	24	13	10	5	9	29	13	7	3	6	33	12	7
18 : 3	1	-	-	2	2	-	-	-	3	4	-	-	-	5	4	-
20 : 0	-	1	1	-	6	-	3	2	-	7	-	2	1	-	7	-
22 : 1	-	-	-	-	5	-	-	-	-	7	-	-	-	-	6	-
24 : 1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	1	-	-	-
Unkown	1	1	2	-	-	1	6	1	2	-	-	2	2	-	2	4

¹ Carbon number : number of double bonds.

C = control, MO = mackerel oil, EO = eel oil, SO = soybean oil, RO = rapeseed oil, BT = beef tallow.

서도 발견되는 C_{22:1}의 지방산이 고등어유군에서 주로 간장조직에서 지속적으로 높게 존재하는 반면, 채종유군에서는 심장조직과 지방조직에서 두드러지게 발견된 것도 특이하다 하겠다.

고 찰

혈청 지질, 특히 혈중 cholesterol의 높은 수준이 심장 및 혈관계 질환의 위험인자 (risk factor)로써 지적을 받은 후 식이 성분에 의한 혈중 cholesterol의 변화에 대하여는 상당량의 연구^{21) 23) 24)}가 수행되어 왔다. 그 중 식이지방의 불포화도와 혈청 cholesterol 함량간에는 역의 상관 관계^{24) 25)}가 대체로 인정되고 있다. 본 실험에서도 사용한 두 종의 魚油 및 식물유군들에서 이러한 관계를 확인할 수 있었으며, 魚油군에서 cholesterol 농도 감소가 식물유군들에 비해 더 지속적이었다. 특히 이 관계는 HDL-cholesterol/total-cholesterol의 비에서 보다 안정한 값을 유지함 (p < 0.1)을 볼 수 있었다. 그러나 본 결과는 Von Lossnocy²¹⁾ 및 최근의 몇몇 보고자^{24) 26)}들에 의한 HDL-cholesterol의 절대량 증가와는 달리 HDL-cholesterol의 변화보다 total cholesterol의 변화가 더 현저하였다. 불포화지방에 의한 간장내의 cholesterol 합성감소⁹⁾가

지적된 바 있으며 최근에 safflower oil을 실험지방으로 사용한 결과²⁷⁾에서는 bile flow의 증가가 de novo cholesterol 합성 감소효과를 증가한다고 지적한 바 있다. 그러나 대부분의 이러한 실험이 식물유를 사용한 것으로 魚油의 지방산 성분이 어떠한 기전을 통하여 혈중 cholesterol 감소 효과를 갖는가에 대해서는 새로운 각도에서 연구가 수행되어야 할 것이다. 혈청 TG의 농도가 魚油군이 대체로 낮은 것은 Stansby³⁾ 및 Ruiter⁴⁾의 결과와 일치하며, 魚油군의 혈청 TG 값이 식물유군보다 낮은 것이 새로운 비교라 하겠다. 식물유 중 채종유군이 콩기름군에 비해 특히 TG 함량이 높다는 것은 erucic acid의 특이 효과²⁸⁾로 판정된다. 혈청 인지질의 농도는 각 실험군간에서 TG 상태와 유사하여 쇠기름, 채종유군이 높은 반면 魚油군과 콩기름군이 낮았다. 인지질의 합성이 지방산의 chain length와 상관관이 있어 특히 C_{18:0}에 대한 큰 Specificity²⁹⁾를 가졌다는 보고는 쇠기름군의 결과를 설명해 준다 하겠으나 채종유군의 결과는 다른 기전도 인지질농도에 참여하고 있음을 시사해 준다. 이상 세 종류의 혈청지질의 상태를 보면 지질분포를 결정하는 것은 불포화도와 특이지방산의 specific action이 모두 중요한 요인으로 작용하는 것으로 사려된다.

1 주에서 4 주의 식이기간 동안의 여러 조직의 지질 성분의 지방산분포를 고찰컨대 $C_{22:1}$ 을 포함한 어유 구성지방산이 간장조직에서 acylation³⁰⁾ 되어 존재하며 따라서 intestinal biohydrogenation¹⁵⁾ 은 적지 않은가 추정된다. 魚油군에서와는 달리 채종유군에서는 $C_{22:1}$ 의 지방산이 심장 및 지방조직에 축적이 많아 魚油군에서 발견되는 지방산과 이성체¹²⁾ 간의 대사의 차이를 보여준다 하겠다. 뿐만 아니라 魚油군의 간장조직에서 많이 발견되는 여러 종류의 long chain fatty acid는 간장조직내의 지질대사의 변화를 줄 수 있는 요인으로 지적되며 간장조직만큼 뚜렷하지는 않으나 혈청에서도 고등어유군의 경우는 1 주에는 상당량, 그리고 2, 4 주후에도 지속적으로 존재하는 점으로 이들 지방산이 혈청 lipoprotein pattern 에 변화를 줄 수 있는 요소가 될 수도 있으리라고 생각한다. 이 점을 보다 확실히 규명하기 위하여는 간장내 지질 합성의 각 단계에 대한 계통적인 연구 및 lipoprotein 합성 및 분비에 관련되는 요인들에 대한 조사가 요구되어진다. 또한 각 조직의 지질구성 지방산분포의 차이는 biological membrane의 구조변화를 가져올 수 있다는 것을 암시하며 structure - function relationship에 따른 membrane bound process의 변화도 주목할 만한 과제로 연구의 여지를 남겨 두고 있다.

참 고 문 헌

- 1) 하봉석, 정태명, 양민석 : 수산물의 지질에 관한 연구 (제 1 보), 淡水産 鰵장어 筋肉油의 지방산 및 Sterol 조성. 한국수산학회지, 9 (3) : 203 - 208, 1976.
- 2) 박귀례, 한인규 : 섬취 지방의 종류가 흰쥐와 병아리의 성장 및 혈청 Cholesterol 함량에 미치는 영향. 한국영양학회지, 9 (2) : 59 - 67, 1976.
- 3) Stansby, M. E. : Nutritional properties of fish oils. World Rev. Nutr. Dietetics. 11 : 47 - 58, 1969.
- 4) Ruiter, A., Jongboed, A. W., Van Gent. C. M., Danse, L. H. J. C. & Metz, S. H. M. : The influence of dietary markerel oil on the condition of organs and on blood lipid composition in the young growing pig. Am. J. Clin. Nutr. 31 : 2159 - 2166, 1978.
- 5) Opstvedt, J., Svaar, H., Hansen. P., Pettersen, J., Langmark, F. T., Barlow, S. M. & Duthie, I. F. : Composition of lipid status in the hearts of piglets and rats on short term feeding of marine oils and rapeseed oils. Lipids 14 : 356 - 371, 1979.
- 6) Peifer, J. J., Tanssen, F., Ann, P., Cox, W. & Lundberg, W. O. : Studies on the distribution of lipids in hypercholesterolemic rats. Arch. Biochem. Biophys. 86 : 302 - 308, 1960.
- 7) Bang, H. O., Dyerberg, J. & Nielsen, A. B. : Plasma lipid and lipoprotein pattern in greenlandic west-coast Eskimos. Lancet 1 : 1143 - 1148, 1971.
- 8) Bang, H. O. & Dyerberg, J. : Plasma lipids and lipoproteins in greenlandic westcoast Eskimos. Acta Med. Scand. 192 : 85 - 94, 1972.
- 9) Bochenek, W. & Rodgers, J. B. : Effects of saturated and unsaturated fats given with and without dietary cholesterol on hepatic cholesterol synthesis and hepatic lipid metabolism. Biochim. Biophys. Acta 528 : 1 - 16, 1978.
- 10) Faas, F. H., Carter, W. J., & Wynn, J. O. : Fatty acyl-CoA inhibition of β -hydroxy- β -methylglutaryl-CoA reductase activity. Biochim. Biophys. Acta 531 : 158 - 166, 1978.
- 11) Yang, Y. -T. & Williams, M. A. : Comparison of C_{18} , C_{20} and C_{22} -unsaturated fatty acids in reducing fatty acid synthesis in isolated rat hepatocytes. Biochim. Biophys. Acta 531 : 133 - 140, 1978.
- 12) Christopherson, B. O., Svaar, H., Langmark, F. T., Gumpen, S. V. & Norum, K. R. : Rapeseed oil and hydrogenated marine oils in nutrition. AMBIO 5 : 169 - 173, 1976.
- 13) Christopherson, B. O. & Christiansen, R. Z. : Studies on the mechanism of the inhibitory effects of erucyl carnitine in rat heart mitochondria. Biochim. Biophys. Acta 388 : 402 - 412, 1975.
- 14) Vogtman, H., Christian, R., Hardin, R. T. & Clandinin, D. R. : The effects of high and low

- erucic acid rapeseed oils in diets for rats. Internat. J. for Vitamin and Nutrition Research* 45 : 221 - 229, 1975.
- 15) Ackmann, R. G., Eaton, C. A., Sipos, J. C., Loew, F. M. & Hancock, D. : A comparison of fatty acids from high levels of docosenoic acids of rapeseed oils and of partially hydrogenated fish oil in a non-human primate species in a short-term exploratory study. *Bibliothca Nutr. Dieta* 25 : 170 - 185, 1977.
- 16) Rogers, Q. R. & Harper, A. E. : Amino acid diets and maximal growth in the rat. *J. Nutr.* 87 : 267 - 273, 1965.
- 17) Chen, P. S., Toribara, T. Y. & Warner, H. : Microdetermination of phosphorus. *Anal. Chem.* 11 : 1756 - 1758, 1956.
- 18) Folch, J., Lees, M. & Sloane-Stanley, G. H. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.* 226 : 497 - 509, 1957.
- 19) Urakami, C., Oka, S. & Han, J.-S. : Composition of the neutral and phospholipid fractions from Ginko nuts and fatty acid composition of individual lipid classes. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 53 : 525 - 529, 1967.
- 20) Marinetti, G. V. : *Lipid chromatographic analysis, Vol. 1 (Marcel Dekker, Inc, New York)* p. 387, 1967.
- 21) Von Lossonczy, T. O., Ruiter, A., Bronsgeest-Schoute, H. C., Van Gent, C. M. & Hermus, R. J. J. : The effect of a fish diet on serum lipids in healthy human subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 31 : 1340 - 1346, 1978.
- 22) 강 속, 이강현, 신효선 : 한국산 평지 씨기름의 脂肪 質成分에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 12 (2) : 115 - 121, 1980.
- 23) Tepperman, H. M. & Tepperman, J. : Effects of saturated fat diets on rat liver NADP-linked enzyme. *Am. J. Physiol.* 209 : 773 - 780, 1965.
- 24) Truswell, A. S. : Diet and plasma lipids - A reappraisal. *Am. J. Clin. Nutr.* 31 : 977 - 989, 1978.
- 25) Peifer, J. J. : Hypocholesterolemic effects induced in the rat by specific types of fat unsaturation. *J. Nutr.* 88 : 351 - 358, 1966.
- 26) Shepherd, J., Packard, C. J., Patsch, J. R., Gotto, A. M. & Taunton, O. D. : Effects of dietary polyunsaturated and saturated fat on the properties of high density lipoproteins and the metabolism of apolipoprotein A-I. *J. Clin. Invest.* 61 : 1582 - 1592, 1978.
- 27) Ramesha, C. S., Paul, R. & Ganguly, J. : Effect of dietary unsaturated oils on the biosynthesis of cholesterol and on biliary and fecal excretion of cholesterol and bile acids in rats. *J. Nutr.* 110 : 2149 - 2158, 1980.
- 28) Vasdev, S. C. & Kako, K. J. : Metabolism of ingested erucic acid in the rat. *Am. J. Physiol.* 235 (5) : E 509 - E 516, 1978.
- 29) Chu, S. -H. W. & Hegsted, D. M. : Lymph fatty acid composition during constant infusion of saturated fats of different chain lengths in the rat. *J. Nutr.* 110 : 2198 - 2206, 1980.
- 30) Monroy, G., Rola, F. H. & Pullman, M. E. : A substrate and position specific acylation of sn-glycerol 3-phosphate by rat liver mitochondria. *J. Biol. Chem.* 247 : 6884 - 6894, 1972.