

어유 및 식물 종자유의 급이가 흰쥐의 간장, 뇌조직의 지방산 조성에 미치는 영향

정효숙 · 김성희* · 김한수* · 최운정** · 김희숙*** · 정승용*†

경남대학교 가정교육과
*경상대학교 식품영양학과
**서강전문대학 식품영양과
***진주전문대학 식품영양과

Effects of Fish Oil and Some Seed Oils on Fatty Acid Compositions of Liver and Brain Tissue in Rats

Hyo-Sook Cheong, Sung-Hee Kim*, Han-Soo Kim*, Woon-Jeong Choi**,
Hee-Sook Kim*** and Seung-Yong Chung*†

Dept. of Home Education, Kyungnam University, Masan 630-701, Korea

**Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang University, Jinju 660-701, Korea*

***Dept. of Food and Nutrition, Seogang Junior College, Kwangju 500-742, Korea*

****Dept. of Food and Nutrition, Jinju Junior College, Jinju 660-330, Korea*

Abstract

This study was designed to observe the effects of the fish oil and some seed oils on the improvement of the fatty acid compositions of liver and brain tissue in rats. In order to induce the hypertriglyceridemia in the rats of the Sprague-Dawley, 12% coconut oil and 3% each of olive oil, lard, fish oil, perilla oil, corn oil, red pepper seed oil and evening primrose oil were administered to the rats for 4 weeks. In the fatty acid composition of liver lipid, n-3 PUFA contents were most in the fish oil and perilla oil groups of phospholipid fraction, and n-6 PUFA contents were most in the corn oil, red pepper seed oil and evening primrose oil groups of triglyceride fractions. Fatty acid composition of liver lipid fractions were influenced from the fatty acid composition of the test lipids. In the fatty acid composition of brain phospholipid, n-3 PUFA contents (8.8~17.2%) were most in the fish oil group, and n-6 PUFA (34.6~38.2%), though it contains high percentage, showed little difference between groups.

Key words : hypertriglyceridemia, phospholipid fraction, triglyceride fraction, n-3 PUFA, n-6 PUFA

서론

동물성 식품 위주의 식생활로 인한 지질의 과다 섭취는 지질대사에 이상을 초래하여 혈액과 조직에서의

지질 조성에 변화를 일으켜 고지혈증, 동맥경화증, 심장질환 등의 심장순환기계 질환을 초래하는 것으로 알려져 있다. 그 유발인자로는 유전적인 요인, 흡연, 당뇨병, 비만, 과음, 스트레스, 고지혈증¹⁻⁶⁾ 등을 들

†To whom all correspondence should be addressed

수 있으며, 그 중에서도 혈장 콜레스테롤 농도, 중성 지질 농도, 지단백 pattern, 혈장 thromboxane A₂ (TXA₂)의 형성 등이 지적되고 있다⁸⁻¹¹. 동물성 포화 지방은 혈청 콜레스테롤 농도를 상승시키고, 식물유 또는 어유중의 다불포화 지방산(polyunsaturated fatty acid, 이하 PUFA)은 담즙산의 배설을 증가시킴으로써 혈청 콜레스테롤 농도를 저하시킨다는 많은 보고¹²⁻¹⁴가 있다. 식이성 다불포화지방산은 간장에서의 지방산 합성의 억제, 장관내에서 콜레스테롤 흡수 저해, 조직 세포로 부터의 콜레스테롤 에스테르의 제거 및 콜레스테롤 배설 증가 작용을 갖기 때문에 혈청 콜레스테롤, 중성지방 및 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시켜 심장 질환을 방지한다고 보고되어 있다¹⁵⁻¹⁶. 鄭 등²⁰은 고콜레스테롤 혈증 흰쥐에 지방산 계열이 다른 지방산을 함유하는 유지를 급여한 바, 혈액 중 총콜레스테롤 농도는 올리브유 급여에 비해 n-6계 및 n-3계 지방산 함유 유지군에서 낮았으며 혈청 지단백의 지방산 조성은 사료 유지의 지방산 조성이 반영된다고 하였다. 또한 Takita 등²¹은 생체내의 지질대사는 식이 지질 중의 n-3 PUFA/n-6 PUFA 비에 의해 영향을 받으므로 n-3 PUFA/n-6 PUFA의 섭취 균형을 적절히 유지하는 것이 바람직하다고 하였다. 이와 같이 식물유와 어유의 혈청 또는 간장의 지질 개선효과에 관한 보고는 많으나 주요 장기 조직의 지방산 조성에 관한 연구는 별로 많지 않다. 따라서 본 연구는 다불포화지방산이 생체 조직 내의 지방산 조성에 미치는 영향을 구명하기 위해 중성지방 혈증 흰쥐에 n-3계 eicosapentaenoic acid 와 docosahexaenoic acid 를 함유한 어유, α-linolenic acid의 함량이 많은 들깨유, n-6계 linoleic acid가 많은 옥수수유, 고추종자유 및 달맞이꽃종자유를 급여한 후 간장 및 뇌조직의 지방산 조성을 실험하였다.

재료 및 방법

실험동물

체중 60~65g의 4주령된 Sprague-Dawley계 숫 흰 쥐 50마리 5% corn oil을 함유하는 기초사료로서 1주간 예비사육한 후 체중이 비슷한 것끼리 6마리씩 7군으로 나누어 apartment식 사육 상자에 한마리씩 넣어 4주간 실험사육하였다. 예비사육 및 실험사육 기간중 물은 자유로이 섭취시켰으며 사육실 온도(20±2℃)

Table 1. Compositions of basal and experimental diet (%)

Ingredient	Basal diet	Experimental diet
Casein	20.0	20.0
DL-methionine	0.3	0.3
Corn starch	15.0	15.0
Sucrose	50.0	40.0
Cellulose powder	5.0	5.0
Mineral mixture ¹⁾	3.5	3.5
Vitamin mixture ²⁾	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2
Corn oil	5.0	-
Coconut oil	-	12.0
Test lipid(G1-G7)*	-	3.0

- *Group 1 ; Olive oil (control group)
- Group 2 ; Lard
- Group 3 ; Fish oil
- Group 4 ; Perilla oil
- Group 5 ; Corn oil
- Group 6 ; Red pepper seed oil
- Group 7 ; Evening primrose oil

¹⁾AIN-76™

및 습도(50%전후)는 최적상태로 유지시켰고 명암은 12시간 주기 (07:00~19:00)로 하였다.

사료

기초사료 및 실험사료의 조성은 Table 1과 같으며 실험사료에서는 중성지방혈증을 유발하기 위해 12% 야자 종실유를 급여하였고 각 시험유지 3%씩을 포함시켜 차당 10% 및 옥수수유 5%와 대체하였다. 시험유지로서 야자종실유는 日本國產(株)製, 올리브유는 純正化學(株)製 돈지(豚指)는 이화유지(株)製, 어유는 日本油脂(株)製, 옥수수유는 동방유량 제품을 사용하였으며 고추종자유, 달맞이꽃종자유 및 들깨유는 종자를 구입하여 압착한 후 활성탄으로 처리, 정제하여 사용하였다.

동물 처리법

실험사육 기간중 격일로 오전 중에 체중을 측정하고 사료 섭취량은 매일 사료잔량을 측정하므로써 산출하여 중량을 표시하였다. 실험사육 4주간의 최종일에는 7시간 절식시킨 후 에테르 마취하에 심장에서 채혈하고 간장 및 뇌를 적출하였으며 간장은 생리식염수로 문맥을 통해 관류한 후 여과지로 물기를 제거하여 본 실험에 사용하였다.

Table 2. Fatty acid composition of test lipids used in the experiment

(area %)

Fatty acid	G1 ^{*1}	G2	G3	G4	G5	G6	G7
C ₈ : ₀	1.9	1.4	2.1	3.6	1.5	3.1	2.5
C ₁₀ : ₀	2.7	2.9	3.2	4.3	2.6	3.2	3.3
C ₁₂ : ₀	31.5	31.3	33.3	34.5	29.8	30.0	32.8
C ₁₄ : ₀	16.7	16.3	18.1	16.0	16.0	15.2	16.0
C ₁₆ : ₁	12.2	16.6	14.4	10.0	12.6	12.2	11.1
C ₁₆ : ₀	—	0.4	1.9	—	—	—	—
C ₁₈ : ₀	4.1	7.7	4.0	3.3	4.2	4.1	3.7
C ₁₈ : ₁	27.4	18.7	11.4	10.6	16.8	11.5	9.3
C ₁₈ : ₂ (n-6)	3.0	4.0	2.4	5.0	16.3	20.2	19.1
C ₁₈ : ₃ (n-6)	—	—	—	—	—	—	1.8
C ₁₈ : ₃ (n-3)	—	—	3.2	12.5	—	—	—
C ₂₀ : ₀	0.3	0.5	0.7	—	—	—	0.4
C ₂₀ : ₅ (n-3)	—	—	3.0	—	—	—	—
C ₂₀ : ₆ (n-3)	—	—	2.3	—	—	—	—
Others	0.2	0.1	—	0.1	0.2	0.2	—
Total	100.0	99.1	99.7	99.9	100.0	99.7	100.0
SFA ^{*2}	69.4	76.7	75.5	71.5	66.8	68.0	69.8
MUFA	27.4	19.1	13.3	10.6	16.8	11.5	9.3
PUFA	3.0	4.0	10.9	17.5	16.3	20.2	20.9
P/S	0.05	0.05	0.14	0.24	0.24	0.30	0.30
n-3PUFA	—	—	8.5	12.5	—	—	—
n-6PUFA	3.0	4.0	2.4	5.0	16.3	20.2	20.9

^{*1} G1~G7 : Refer footnote to Table 1^{*2} SF : Saturated fatty acid, MUFA : Monounsaturated fatty acid

PUFA : Poly unsaturated fatty acid, P/S : Polyunsaturated fatty acid/Saturated fatty acid

분석 방법

조성지질의 분석 : 간장 및 뇌조직 1.0g씩 각각 취하여 chloroform : methanol 혼액을 가하여 지질을 추출한 후 감압 농축하여 적당량의 hexane에 녹여 Silica gel 60G(Merck)를 사용한 박층에 spot한 다음 전개액 (petroleum ether : ethyl ether : acetic acid, 82 : 18 : 1, v/v/v)으로 전개하여 요오드로서 발색시켜 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 3지질성분으로 분석하였다.

지방산 조성의 분석 : 시험유지 및 각 장기의 지질 성분은 chloroform : methanol 혼액으로 지질을 추출한 후 BF₃-MeOH로 methylation하여 gas chromatography로 분석하였다.

결과 및 고찰

시험유지의 지방산 조성

시험유지의 지방산 조성은 Table 2와 같다. 중성지방 함량을 유발하기 위하여 아자종실유를 12% 함유하였

으므로 전 실험유지에서 lauric acid의 함량이 가장 많았으며 다음으로 myristic acid, palmitic acid의 순이었고 총 포화지방산은 전 실험유지에 있어서 66.8%~76.7%의 함량으로 현저히 많았다. 대조군에 급여한 올리브유(G1)는 oleic acid가 27.4%이고, n-6계 linoleic acid가 3.0%였으며, 돈지(豚脂, G2)는 oleic acid가 18.7%, n-6계 linoleic acid가 4.0%였다. 어유(G3)는 조성 지방산이 많은 것이 특징으로 n-3계 α -linolenic acid가 3.2%, eicosapentaenoic acid가 3.0%, docosahexaenoic acid가 2.3% 함유되어 있었다. 들깨유(G4)는 n-6계 linoleic acid가 5.0%, n-3계 α -linolenic acid가 12.5%로서 비교적 함량이 많았다. 옥수수유(G5)와 고추종자유(G6)는 n-6계 linoleic acid를 각각 16.35%, 20.2% 함유하고 있으며 n-3계 지방산은 함유되어 있지 않았다. 달맞이꽃종자유(G7)는 linoleic acid를 19.1%, 특히 n-6계 α -linolenic acid를 1.8% 함유하고 있었다.

간장지질 중 인지질의 지방산 조성

간장지질 중 인지질의 지방산 조성은 Table 3에 나타낸 바와 같이 saturated fatty acid(이하, SFA)는

Table 3. Fatty acid composition in phospholipid fractionated by TLC from liver lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area %)

Group	1	2	3	4	5	6	7
Fatty acid							
C _{12:0}	1.2	0.6	0.6	1.2	1.2	1.1	1.4
C _{14:0}	1.5	1.2	1.0	1.9	1.3	1.6	2.5
C _{16:1}	29.3	32.1	30.3	29.8	28.5	27.8	28.3
C _{16:0}	3.9	4.6	5.6	5.2	4.7	5.0	5.5
C _{18:0}	30.9	31.5	28.8	29.1	27.2	29.5	28.9
C _{18:1}	28.2	25.5	21.5	23.5	27.1	23.6	22.7
C _{18:2(n-6)}	2.9	3.0	2.7	3.2	7.2	9.6	8.1
C _{18:3(n-6)}	—	—	—	—	—	—	0.5
C _{18:3(n-3)}	0.1	0.1	0.8	1.7	—	—	—
C _{20:6(n-3)}	—	—	1.6	0.5	—	—	—
C _{22:6(n-3)}	—	—	0.7	0.1	—	—	—
C _{22:6(n-3)}	1.9	1.2	6.4	3.5	2.6	1.7	1.6
SFA ¹	62.9	65.4	60.7	62.0	58.2	60.0	61.1
MUFA ²	32.1	30.1	27.1	28.7	31.8	28.6	28.2
PUFA ³	4.9	4.3	12.2	9.0	9.8	11.3	10.2
n-3PUFA	2.0	1.3	9.5	5.8	2.6	1.7	1.6
n-6PUFA	2.9	3.0	2.7	3.2	7.2	9.6	8.6

¹Saturated fatty acid ²Monounsaturated fatty acid ³Polyunsaturated fatty acid
Group (1~7): Refer footnote to Table 1

Table 4. Fatty acid composition in triglyceride fractionated by TLC from liver lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area %)

Group	1	2	3	4	5	6	7
Fatty acid							
C _{12:0}	0.2	0.2	0.3	1.1	0.2	0.1	0.8
C _{14:0}	1.3	1.2	1.5	2.3	1.3	1.2	1.9
C _{16:0}	36.8	38.1	35.8	31.7	34.9	32.5	35.0
C _{16:1}	4.4	5.3	6.2	4.0	3.8	4.1	4.3
C _{18:0}	3.5	5.6	3.2	4.4	3.1	3.4	4.7
C _{18:1}	49.5	45.6	42.2	46.1	44.2	41.0	38.1
C _{18:2(n-6)}	4.1	3.9	7.2	6.6	12.4	17.5	14.9
C _{18:3(n-6)}	—	—	—	—	—	—	0.1
C _{18:3(n-3)}	—	—	0.3	3.5	—	—	—
C _{20:6(n-3)}	—	—	1.2	0.1	—	—	—
C _{22:6(n-3)}	—	—	0.3	tr.	—	—	—
C _{22:6(n-3)}	—	—	1.6	—	—	—	—
SFA ¹	41.8	45.1	40.8	39.5	39.5	37.2	42.4
MUFA ²	53.9	50.9	48.4	50.1	48.0	45.1	42.4
PUFA ³	4.1	3.9	10.6	10.2	12.4	17.5	15.0
n-3PUFA	—	—	3.4	3.6	—	—	—
n-6PUFA	4.1	3.9	7.2	6.6	12.4	17.5	15.0

¹Saturated fatty acid ²Monounsaturated fatty acid ³Polyunsaturated fatty acid
Group (1~7): Refer footnote to Table 1

58.2%~65.4%범위로서 그 함량이 많으나 실험군간의 차이는 크지 않았으며 이 중 C_{16:0}가 27.8~32.1%, C_{18:0}가 27.2~31.5%로 주요 지방산을 이루고 있었다. Monounsaturated fatty acid(이하, MUFA)는

27.1~32.1% 범위로서 실험군간의 함량차이는 적었으며 C_{18:0}이 대부분이었다. PUFA는 4.3~12.2% 범위로 그 함량이 적었으며 이 중 n-3계 지방산은 1.3~9.5%범위이고 C_{22:6(n-3)}가 주요 지방산을 이루

Table 5. Fatty acid composition in cholesterylester fractionated by TLC from liver lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area %)

Group	1	2	3	4	5	6	7
C _{10:0}	0.5	0.7	0.8	1.0	0.5	0.8	0.8
C _{12:0}	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.2	0.3
C _{14:0}	0.5	0.6	0.8	0.7	0.6	0.5	0.36
C _{16:0}	21.5	22.1	22.8	24.5	20.1	21.6	23.2
C _{16:1}	11.8	13.2	18.2	14.6	12.2	11.3	13.4
C _{18:0}	1.5	2.1	1.6	2.8	3.4	3.0	2.7
C _{18:1}	62.5	59.3	52.5	47.8	54.0	53.5	50.1
C _{18:2(n-6)}	0.7	1.4	0.7	2.2	6.9	8.8	8.2
C _{18:3(n-6)}	—	—	—	—	—	—	0.5
C _{18:3(n-3)}	—	—	1.5	5.9	—	—	—
C _{20:4(n-6)}	0.6	0.3	0.1	—	1.9	0.2	0.1
C _{20:5(n-3)}	—	—	0.5	—	—	—	—
SFA ¹	24.3	25.8	26.4	29.4	24.8	26.1	27.6
MUFA ²	74.3	72.5	70.7	62.4	66.2	64.8	63.5
PUFA ³	1.3	1.7	2.8	8.1	8.8	9.0	8.8
n-3PUFA	—	—	2.0	5.9	—	—	—
n-6PUFA	1.3	1.7	0.8	2.2	8.8	9.0	8.8

¹Saturated fatty acid ²Monounsaturated fatty acid ³Polyunsaturated fatty acid
Group (1~7) : Refer footnote to Table 1

고 있으며 특히 어유(6.4%)와 들깨유 급여군(3.5%)에서 함량이 많았다. n-6계 지방산은 2.7~9.6% 범위로 옥수수유(7.2%) 고추종자유(9.6%) 및 달맞이꽃종자유 급여군(8.6%)에서 함량이 많은 경향이었으며 C_{18:2(n-6)}가 대부분을 차지하고 있었다.

간장지질 중 중성지질의 지방산 조성

Table 4는 간장지질 중 중성지질의 지방산 조성을 나타낸 것으로 SFA는 37.2~45.1% 범위로 실험군간의 차이는 크지 않았으며 C_{16:0}가 31.7~38.1%로서 주요 지방산을 이루고 있었다. MUFA는 42.4~53.9%범위로 전 지방산의 약 50% 차지하고 있었으며, 이 중 주요 지방산은 C_{18:1} 이었다. 그리고 인지질에 비해 SFA의 함량은 적고, MUFA의 함량은 많은 것으로 나타났다. PUFA는 3.9~17.5% 범위였으며 n-3계 지방산은 어유 급여군과 들깨유 급여군에서만 각각 3.4%, 3.6% 함유되어 있었다. n-6계 지방산은 옥수수유(12.4%), 고추종자유(17.5%) 및 달맞이꽃종자유 급여군(15.0%)에 비교적 함량이 많았으며 주요 지방산은 C_{18:2(n-6)} 였다.

간장지질 중 콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성

Table 5는 간장지질 중 콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성을 나타낸 것으로 SFA는 24.3~29.4% 범위로 실험군간의 차이는 크지 않았으며 인지질이냐 중성지질에 비하여 함량이 현저히 적었다. MUFA는 63.5~74.3% 범위로 전 지방산의 약 2/3를 차지하였으며, 이 중 C_{18:1}이 47.8~62.5%로서 주요 지방산을 이루고 있었다. PUFA는 1.3~9.0% 범위로 그 함량이 적었으며, n-3계 지방산은 어유 급여군(2.0%)과 들깨유 급여군(5.9%)에서만 나타났으며 주로 C_{18:3} 이었고 n-6계 지방산은 옥수수유 급여군(8.8%), 고추종자유 급여군(9.0%), 달맞이꽃종자유 급여군(8.8%)이 여타 실험군에 비해 함량이 많았으며 C_{18:2}가 대부분이었다.

간장지질 중 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성에 있어 SFA, MUFA 및 PUFA 함량을 비교해 보면 인지질을 SFA 함량이 많고 MUFA는 적었으며, 중성지질을 MUFA의 함량이 SFA 보다 약간 많은 편이었고 콜레스테롤 에스테르에서는 SFA 함량은 적고 MUFA함량은 월등히 많은 것으로 나타났다. 각 회복 모두 PUFA함량은 아주 적었으며, 대체로 시험유지의 지방산 조성의 영향을 받는 것으로

나타났다. 간장 각 지질의 주요 PUFA의 조성을 비교해 보면 C_{18:2}(n-6)가 PUFA의 대부분을 차지하고 있었으며 3회분에서 옥수수유, 고추종자유 및 달맞이꽃종자유 급여군에 많이 함유되어 있었고 특히 중성 지질에 그 함량이 많았다. α-linolenic acid는 달맞이꽃종자유 급여군에서만 미량 동정되었을 뿐이며, 콜레스테롤 에스테르에서는 C_{20:4}(n-6)가 들깨유 급여군을 제외한 전 실험군에 약간 나타났다. C_{18:3}(n-3)은 어유 및 들깨유 급여군에 소량 함유되어 있었으며, C_{20:5}(n-3)는 어유 급여군에서만 나타났다. 인지질에서는 C_{22:6}(n-3)이 전 실험군에 약간 함유되어 있었는데 이 중 어유 급여군과 들깨유 급여군에는 비교적 많았으며 들깨유 급여군에서의 C_{22:6}(n-3)은 C_{18:3}(n-3)에서 유도된 것으로 보여진다. 남²⁰⁾은 들깨유를 급여한 토끼의 간장 microsome의 지방산 조성에 있어 들깨유 중의 C_{18:3}(n-3)은 C_{20:5}(n-3)와 C_{22:6}(n-3)로 전환된다고 보고하였으며, Hwang과 Carroll²¹⁾도 간장 조성 지방산 중 C_{20:5}(n-3)와 C_{22:6}(n-3)의 함량은 식이지질중의 C_{18:3}(n-3)의 함량에 비례하여 증가한다고 하였다. 鄭 등³⁰⁾과 Takita 등²¹⁾은 간장 지질 중 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성은 시료유지의 지방산 조성의 영향을 받는다고 보고한 바 있는데 본 실험 결과는 이들 보고와 유사한 경향을 나타내었다.

뇌지질 중 인지질의 지방산 조성

뇌지질 중 인지질의 지방산 조성은 Table 6에 나타낸 바와 같이 SFA는 16.4~21.2% 범위로 그 함량이 적었으며 실험군간의 차이도 크지 않았다. MUFA는 28.7~37.8%범위였으며 C_{18:1}이 28.4~36.5%로 대부분을 차지하고 있었다. PUFA는 45.3~51.8%범위로 그 함량이 현저히 많았다(Fig. 1). 뇌지질 중 인지질의 지방산 조성에 있어 PUFA의 함량이 혈청이나 간장지질의 지방산에서 보다 월등히 많은 반면 SFA의 함량은 적은 것이 특징이었다.

주요 PUFA의 조성을 살펴보면 n-3계 PUFA는 8.8~17.2% 범위이고 주요 지방산은 C_{20:5}(n-3)와 C_{22:6}(n-3)이며 전 실험군에 비슷한 비율로 함유되어 있었다. 한편, n-6계 PUFA는 34.6~38.2%로 n-3계 PUFA 보다 훨씬 많고 실험군간의 차이는 거의 없었으며, C_{18:2}(n-6)가 대부분을 차지하고 있었다. Clandinin 등²⁰⁾에 의하면 n-3계 지방산은 출생 직후에 있어서 뇌의 정상적 발달에 필수적인 성분으로서 뇌 조직 중에 많이 함유되어 있는 것이 특징이며, 뇌의 정상적인 발달은 초기에 급속히 이루어지고 포유동물은 이때 지질이 뇌에 축적되어 대뇌 회백질에 C_{22:6}(n-3)이 많아진다고 하였다. Simopoulos 등²⁶⁾은 C_{22:6}(n-3)이 뇌의 지질성분으로 식이로서 섭취하거나 α-

Table 6. Fatty acid composition in phospholipid fractionated by TLC from brain lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area %)

Group	1	2	3	4	5	6	7
Fatty acid							
C _{12:0}	0.5	0.5	0.4	0.4	0.6	0.3	0.3
C _{14:0}	0.7	0.2	0.4	0.2	0.7	0.3	0.4
C _{16:0}	13.6	15.7	17.9	16.1	19.1	15.2	17.9
C _{16:1}	0.3	1.3	0.3	0.3	0.1	1.6	1.3
C _{18:0}	1.6	0.5	0.8	1.0	0.7	1.0	1.0
C _{18:1}	34.9	36.5	28.4	33.0	30.8	31.5	31.1
C _{18:2} (n-6)	36.1	35.6	33.2	36.0	34.7	36.4	36.2
C _{18:3} (n-6)	—	—	—	—	—	—	0.8
C _{18:3} (n-3)	0.2	0.5	0.7	1.0	0.4	1.8	—
C _{20:5} (n-6)	1.3	0.9	1.4	1.2	0.6	0.9	1.2
C _{22:5} (n-3)	5.5	3.4	8.9	5.7	5.5	6.6	5.4
C _{22:6} (n-3)	5.3	4.9	7.6	5.1	6.8	4.3	4.4
SFA ¹	16.4	16.9	19.5	17.7	21.1	16.8	19.6
MUFA ²	35.2	37.8	28.7	33.3	30.9	33.1	32.4
PUFA ³	48.4	45.3	51.8	49.0	48.0	50.0	48.0
n-3PUFA	11.0	8.8	17.2	11.8	12.7	12.7	9.8
n-6PUFA	37.4	36.5	34.6	37.2	35.3	37.3	38.2

¹Saturated fatty acid ²Monounsaturated fatty acid ³Polyunsaturated fatty acid
Group (1~7) : Refer footnote to Table 1

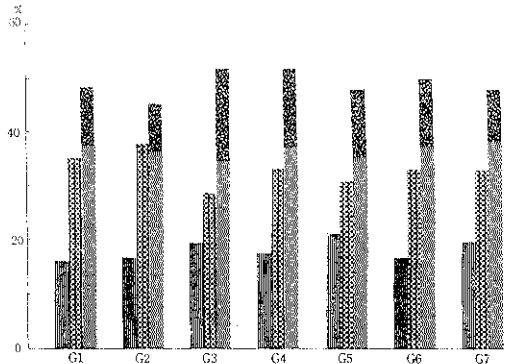


Fig. 1. Fatty acid composition in phospholipid fractionated by TLC from brain lipids of rats fed the experimental diets for 4 weeks (area %).

■ saturated fatty acid
 ▨ monounsaturated fatty acid
 ▩ n-3 PUFA ▧ n-6 PUFA

linolenic acid에서 합성에 의해서만 유도될 수 있다고 하였다. 한편, Anding과 Hwang²⁶⁾, Tinoco 등²⁷⁾에 의하면 C_{18:3}(n-3)은 어떤 식이 지질의 섭취에 의해서도 뇌지질 중에서 검출되지 않았으며, 서로 양이 다른 C_{18:3}(n-3)을 급여한 실험군간에서 C_{20:5}(n-3), C_{22:6}(n-3)에는 차이가 없었다고 하였다. Tahin 등²⁸⁾은 뇌지질의 지방산 조성은 타조적보다 식이 지질의 지방산 조성의 영향을 적게 받는다고 하였다.

본 실험결과 C_{22:6}(n-3)의 함량에 있어서는 Clandinin 등²⁹⁾, Simopoulos 등³⁰⁾의 보고와 다소 상이하였으나, C_{20:5}(n-3)와 C_{22:6}(n-3)의 실험군간에 있어서의 양적 수준 및 식이지질의 지방산 조성의 영향에 있어서는 Anding과 Hwang²⁶⁾, Tinoco 등²⁷⁾, Tahin 등²⁸⁾의 보고와 유사한 경향이였다.

요 약

S-D계 흰쥐에 중성지방 혈중 유발을 위해 12% 야자종실유와, 시험유지로서 올리브유, 돈지(豚脂), 어유, 들깨유, 옥수수유, 고추종자유 및 달맞이꽃종자유를 각각 3%씩 급여하여 4주간 사육한 후 간장 및 뇌지질의 지방산 조성을 분석 검토한 바, 간장 인지질의 지방산 조성은 SFA의 함량이 많고 MUFA는 적었으며, 중성지질에서는 MUFA의 함량이 SFA보다 약간 많은 편이었고 콜레스테롤 에스테르는 SFA 함량은 적고 MUFA는 월등히 많았다. 각 획분 모두 PUFA의 함량은 적었으며 PUFA중 C_{18:2}(n-6)의 함량

이 가장 많았다. n-3계 PUFA는 어유 및 들깨유 급여군에 비교적 많은 반면 n-6계 PUFA는 옥수수유, 고추종자유 및 달맞이꽃종자유 급여군에 많았다. 뇌 인지질의 지방산 조성에서 SFA의 함량은 적은 반면 PUFA의 함량이 현저히 많았으며, n-3계 PUFA로서는 C_{20:5}와 C_{22:6}이 n-6계 PUFA로서는 C_{18:2}가 주요 지방산을 이루고 있었다.

문 헌

- Ernst, N., Fishers, M. and Smith, W. : The association of plasma high-density lipoprotein cholesterol with dietary intake and alcohol consumption. The lipid research clinics program prevalence study. *Circulation*, 62(suppl. IV), 41(1980)
- Kannel, B. W. and McGee, D. L. : Diabetes and cardiovascular disease-the Framingham study. *JAMA*, 241, 2035(1979)
- Kromhout, D. : Body weight, diet, and serum cholesterol in 871 middle-aged men during 10 years of follow-up. *Am. J. Clin. Nutr.*, 38, 591(1983)
- Lorenz, J. P., Van Doornen and Orlebeke, K. F. : Stress, personality and serum cholesterol level. *J. Human Stress*, 8, 24(1982)
- Williams, P., Robinson, D. and Bailey, A. : High-density lipoprotein and coronary risk factors in normal men. *Lancet*, 1, 72(1979)
- Assmann, G. : Lipid metabolism and atherosclerosis. Stuttgart, FRG : Schattauer Verlag GmbH. (1982)
- Inkeles, S. and Eisenberg, D. : Hyperlipidemia and coronary atherosclerosis : A review. *Medicine*, 60, 110(1981)
- Kannel, B. W., Castelli, W. P. and Gordon, T. : Cholesterol in the prediction of atherosclerotic disease. New perspective based on the Framingham study. *Ann. Int. Med.*, 90, 85(1979)
- Lewis, B. : The lipoproteins : pathogens. *Br. Med. J.*, 287, 1161(1983)
- McGill, H. C. : The relationship of dietary cholesterol to serum cholesterol concentration and to atherosclerosis in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32, 2664(1979)
- Rifkind, B. M. : Diet, plasma cholesterol and coronary heart disease. *J. Nutr.*, 116, 1578(1986)
- Oh, S. Y. and Monaco, P. A. : 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(1985)

13. Shepherd, J., Packard, C. J., Grundy, S. M., Yeshurun, D., Gotto, A. M. Jr. and Taunton, O. D. : Effects of saturated fat diets on the chemical composition and metabolism of low density lipoproteins in man. *J. Lipid Res.*, 21, 91 (1980)
14. Spritz, N. and Mishkel, M. A. : Effects of dietary fats on plasma lipid and lipoprotein ; A hypothesis for the lipid lowering effect of unsaturated fatty acid. *J. Clin. Invest.*, 48, 78 (1969)
15. Applebaum-Bowden, D., Haffner, S. M., Hartsook, E., Luk, K. H., Albers, J. J. and Hazzard, W. R. : Down-regulation of the low density lipoprotein receptor by dietary cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.*, 39, 360(1984)
16. Grundy, S. M. : Treatment of hypercholesterolemia. *Am. J. Clin. Nutr.*, 30, 985(1977)
17. Ramesha, C. S., Paul, R. and Garguly, J. : Effect of dietary unsaturated oil on the biosynthesis of cholesterol and on biliary and fecal excretion of cholesterol and bile acid in rat. *J. Nutr.*, 110, 2149(1980)
18. Connor, W. E. and Connor, S. L. : The dietary treatment of hyperlipidemia. *Med. Clin. N. Am.*, 66, 485(1982)
19. Ranazit, P., Ramesha C. S. and Garguly, J. : On the mechanism of hypocholesterolemic effects of polyunsaturated lipids. *Adv. Lip. Res.*, 17, 155 (1980)
20. 鄭承鏞, 龍田聖親, 中村, 카ホル, 早川享志, 福富麻子, 西郷光彦, 印南敏 : 高コレステ롤血症ラットの脂質代謝に及ぼす n-3, n-6および n-9系 各脂肪酸含有油脂 投與 影響. 日本栄養食糧學會誌, 41(4), 279(1988)
21. Takita, T., Nakamura, K., Hayakawa, T., Fukutomi, A. and Innami, S. : Effects of dietary fats with different n-3 polyunsaturated fatty acid and n-6 polyunsaturated fatty acid lipid on metabolism in rats. *Jpn. J. Nutr.*, 47(3), 141(1989)
22. 남현근 : 들깨기름이 토끼의 혈청 단백질, Cholesterol과 간장속의 ACAT, HMG-CoA reductase 및 지방산 조성에 미치는 영향. 한국식문화학회지, 4(2), 185(1989)
23. Hwang, D. H. and Carroll, A. E. : Decreased formation of prostaglandins derived from arachidonic acid by dietary linolenate in rats. *Am. J. Clin Nutr.*, 33, 590(1980)
24. Clandinin, M. T., Chappell, J. E., Leong, S. Heim, T., Swyer, P. R. and Chance, G. W. : Extruterin fatty acid accretion in infant brain : implication for fatty acid requirement. *Early Human Development*, 4(2), 131(1980)
25. Simopoulos, A. T., Kifer, R. E. and Martin, R. R. : Health effects of polyunsaturated fatty acids in sea foods. Proceedings from the conference June, 1985. Orlando, FL ; Academic Press. (1986)
26. Anding, R. H. and Hwang, D. H. : Effects of dietary linolenate on the fatty acid composition of brain lipids in rats. *Lipids*, 21(11), 697(1986)
27. Tinoco, J., Babcock, R., Hincenbergs, I., Medwadowski, B. and Miljanich, P. : Linolenic acid deficiency : changes in fatty acid patterns in female and male rats raised on a linolenic acid deficient diet for two generation. *Lipids*, 13, 6 (1981)
28. Tahin, Q. S., Blum, M. and Carafoli, E. : The fatty acid composition of subcellular membranes of rat liver, heart and brain : diet-induced modification. *Eur. J. Biochem.*, 121, 5(1981)

(1991년 8월 3일 접수)