

## 들깨유와 고추 종자유의 혼합 급이가 흰쥐의 혈청 및 혈소판 지방산 조성에 미치는 영향

강정옥 · 김성희\* · 김한수\* · 김군자\* · 최운정\* · 정승용\*†

동의대학교 식품영양학과

\*경상대학교 식품영양학과

## Influence of the Feeding Mixed Perilla Oil and Red Pepper Oil on Fatty Acid Compositions of Serum and Platelet in Rats

Jeong-Ock Kang, Sung-Hee Kim\*, Han-Soo Kim\*, Goon-Ja Kim\*, Woon-Jung Choi\*  
and Seung-Yong Chung\*†

Dept. of Food and Nutrition, Dongeui University, Pusan 614-010, Korea

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

### Abstract

This study aims at revealing the effects of the feeding mixed  $\omega$ -3 perilla oil and  $\omega$ -6 red pepper oil on fatty acid compositions of serum and platelet in rats. The diet administered to the male rats of Sprague - Dawley was composed of the perilla oil containing about 60%  $\omega$ -3 linolenic acid as well as the red pepper oil with roughly 64% of  $\omega$ -6 linoleic acid. In the total fatty acid composition of serum lipid, SFA had no great significance among the groups, while MUFA ranged from 14.4% to 17.0% and PUFA stood from 48.0% to 53.0%. PUFA compositions of phospholipid, triglyceride and cholesteryl ester fractions, C<sub>18</sub>:2 ( $\omega$ -6) was the highest in cholesteryl ester than the other components. In platelet's fatty acid composition, SFA were low in groups 2 (7.5% perilla oil + 2.5% red pepper oil) and 3 (5.0% perilla oil + 5.0% red pepper oil), and the highest in group 5 (10% red pepper oil). MUFA stood the highest in group 3 and the lowest in group 5, while PUFA was the lowest in group 2. Ratio of EPA / AA was the highest in group 2, but group 5 was the lowest.

**Key words :** saturated fatty acid (SFA), monounsaturated fatty acid(MUFA), polyunsaturated fatty acid(PUFA), perilla oil, red pepper oil

### 서 론

식이 지방의 함량 및 지방산의 조성 비율은 체지질의 형성에 영향을 미치는 요인으로 되며<sup>1-4)</sup>, 식이 지방의 과다섭취는 비만증, 고혈압, 고지혈증, 동맥경화증, 심장질환, 암유발, 뇌혈전 등을 초래하는 것으로 알려져 있다<sup>5-9)</sup>. 이러한 질환중 순환기계 질환은 구미 선진국

에서 사망원인의 1위를 차지하고 있으며 우리나라에서도 수위로 나타나고 있다<sup>10,11)</sup>. 동맥경화증 및 관상동맥성 심장질환에 관계되는 직접적인 인자는 콜레스테롤, 중성지방, 지단백, 혈장 thromboxane B<sub>2</sub>, 혈장과 혈소판 지질의 지방산 분포와 혈소판 응집 등이며<sup>12-15)</sup>, 간접적 요인으로는 흡연, 당뇨병, 비만, 과음, caffeine 음료 및 stress 등이 있다<sup>16-18)</sup>. 일반적으로 식물섬유, 클로로필a, 사포닌, 식물성 sterol 및 다불포화지방산(polyun-

†To whom all correspondence should be addressed

saturated fatty acid, PUFA) 등은 항콜레스테롤 효과를 가지고 있다<sup>19</sup>. Anderson 등<sup>20</sup>과 Spritz 등<sup>21</sup>은 polyunsaturated fatty acid/saturated fatty acid (P/S) 비율이 높은 식이는 중성 및 산성 steroid의 배설을 증가시킴으로서 조직과 혈청의 콜레스테롤 농도를 감소시킨다고 하였으며, Nestel 등<sup>22</sup>에 의하면 포화지방산(saturated fatty acid, SFA)은 콜레스테롤을 증가시키고 PUFA는 감소시킨다고 보고한 바 있다.

식이 PUFA의 이러한 효과는 linolenic acid, eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid 및 linoleic acid와 arachidonic acid 및 eicosanoids를 비롯한 대사물들의 작용 때문인 것으로 알려져 있다<sup>9,23</sup>. 따라서 본 실험은  $\alpha$ -linolenic acid를 약 60% 함유하는 들깨유와 linoleic acid를 약 64% 함유하는 고추종자유를 비율별로 흰쥐에게 혼합, 급여하였을 때 혈청 및 혈소판에 미치는 지방산 조성에 관하여 분석 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 실험동물

평균체중  $64.5 \pm 2.3$ g인 3주령된 Sprague-Dawley계 숫쥐 30마리를 20% casein을 함유하는 기초사료로서 1주간 예비사육한 후 평균체중이 비슷한 것끼리 6마리씩 5군으로 하여 apartment식 사육상자에 넣어 3주간 실험사육하였으며, 식이와 물은 자유로이 섭취시켰다. 사육실의 온도( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) 및 습도(50% 전후)는 최적조건으로 유지시켰으며, 명암은 12시간 주기(07:00-19:00)로 조정하였다.

### 식이

기초식이 및 실험식이 조성은 Table 1과 같으며, 시험유지인 들깨유와 고추종자유의 혼합 비율에 따라 5군으로 나누었다.

### 시험유지

시판 들깨와 고추종자를 구입하여 착유하고 활성탄으로 정제하여 사용하였다.

### 동물처리법

실험사육 기간중 격일로 오전중에 체중을 측정하고 식이섭취량은 매일 식이 잔량을 측정함으로서 산출하

Table 1. Compositions of basal and experimental diet

(%)

Ingredient	Basal diet	Experimental diet
Casein	20.0	20.0
DL-methionine	0.3	0.3
$\alpha$ -Corn starch	60.0	60.0
Cellulose powder	5.0	5.0
Mineral mixture*	3.5	3.5
Vitamin mixture*	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2
Corn oil	10.0	—
Test lipid (G1 - G5)**	—	10.0

\*AIN-76™

\*\*Group 1, 10.0% Perilla oil

Group 2, 7.5% Perilla oil + 2.5% Red pepper oil

Group 3, 5.0% Perilla oil + 5.0% Red pepper oil

Group 4, 2.5% Perilla oil + 7.5% Red pepper oil

Group 5, 10.0% Red pepper oil

Table 2. GLC condition for fatty acid analysis

Items	Conditions
Instrument	Hewlett-Packard 5890A/GC
Column	15%DEGS on Uniport HP (80/100) S.S 1/8 x 6ft
Detector	Flame Ionization Detector
Column Temp.	165°C
Injector Temp.	210°C
Detector Temp.	220°C
Carrier gas (N <sub>2</sub> )	30ml/min

였다. 실험사육 최종일은 7시간 절식시킨 후 에테르로 마취시켜 심장에서 채혈하여 약 1시간 냉수중에 방치한 후 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻었고, 혈소판은 EDTA처리로써 채혈한 혈액을 2단계로 원심분리 (1,530rpm, 10min 및 3,400rpm, 15min)한 후 상층액을 제거하고 침사에 완충액을 2.0ml 가하여 다시 2단계 원심분리 (770rpm, 10min 및 3,400rpm, 20 min)하고 상층액을 제거한 후, 원침잔사용 부유용액 1.0ml를 가하여 분리 채취하였다.

### 분석 방법

#### 조성지질의 분석

혈청1ml에 chloroform : methanol 혼액(C : M, 2 : 1, v/v)을 가하여 지질을 추출한 후 감압 농축하여 적당량의 hexane에 녹여 silicagel 60G를 사용한 박층에 spot 한 다음 전개액(petroleum ether : ethyl ether : acetic acid, 82 : 18 : 1, v/v/v)으로 전개하여 요오드로서 발색시켜 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 3지

**Table 3. Feed intake and body weight gain of rats fed on the experimental diets for 3 weeks**

Diets	Feed intake (g/3 weeks)	Body weight gain (g/3 weeks)
G 1	265.8±12.8 <sup>a</sup>	101.0±4.7 <sup>a</sup>
G 2	260.8±15.6 <sup>a</sup>	73.5±7.3 <sup>bc</sup>
G 3	265.0±7.9 <sup>a</sup>	66.8±7.3 <sup>b</sup>
G 4	291.0±14.3 <sup>a</sup>	88.2±6.5 <sup>ac</sup>
G 5	274.5±6.6 <sup>a</sup>	78.5±5.8 <sup>bc</sup>

\*Values are given as mean±SEM (n=6)

Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different ( $p<0.05$ )

**Table 4. Fatty acid composition of test lipids used in the experiments**

Fatty acid	G1 <sup>1</sup>	G2	G3	G4	G5
C <sub>16</sub> :0	7.1	8.3	9.5	10.7	11.9
C <sub>18</sub> :0	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2
C <sub>18</sub> :1	15.1	15.6	16.2	16.7	17.3
C <sub>18</sub> :2	14.1	26.7	39.2	51.8	64.4
C <sub>18</sub> :3	62.0	47.7	33.3	19.0	4.7
Others	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
Total	99.7	99.9	99.9	99.8	100.0
SFA <sup>2</sup>	8.5	9.6	10.8	11.9	13.1
PUFA <sup>2</sup>	76.1	74.4	72.5	70.8	69.1
P/S <sup>2</sup>	9.0	7.7	6.7	5.9	5.3
ω-3 PUFA	62.0	47.7	33.3	19.0	4.7
ω-6 PUFA	14.1	26.7	39.2	51.8	64.4
ω-3 PUFA/ω-6 PUFA	4.40	1.79	0.85	0.37	0.07

<sup>1</sup>G1~G5 : Refer footnote to Table 1

<sup>2</sup>SFA : Saturated fatty acid

PUFA : Polyunsaturated fatty acid

P/S : Polyunsaturated fatty acid/saturated fatty acid

질 성분으로 분리하였다.

#### 지방산 조성의 분석

시험유지 및 혈청, 혈소판의 지질 성분은 C:M혼액으로 지질을 추출한 후 3불화붕소 메탄올로 methylate하여 gas chromatography로써 분석하였으며 그 분석 조건은 Table 2와 같다.

#### 결과 및 고찰

##### 식이섭취량 및 체중증가량

Table 3은 식이섭취량과 체중증가량을 나타낸 것으로, 식이섭취량은 전 실험군간에 유의성은 없었으나

**Table 5. Fatty acid composition of total lipid extracted from serum of rats fed on the experimental diets for 3 weeks**

Group Fatty acid	1	2	3	4	5
C <sub>12</sub> :0	—	0.2	0.5	0.3	—
C <sub>14</sub> :0	0.4	0.7	0.9	0.7	0.5
C <sub>15</sub> :0	0.2	0.4	0.4	0.3	0.2
C <sub>16</sub> :0	22.6	22.3	21.1	20.5	22.5
C <sub>16</sub> :1	2.3	2.5	2.0	2.1	2.1
C <sub>18</sub> :0	9.9	11.3	10.5	8.8	8.8
C <sub>18</sub> :1	12.9	11.9	14.7	13.4	13.8
C <sub>18</sub> :2 (ω-6)	21.8	23.1	21.2	23.0	24.9
C <sub>18</sub> :3 (ω-3)	11.7	7.8	5.3	3.7	—
C <sub>18</sub> :4 (ω-3)	—	—	0.4	0.7	—
C <sub>20</sub> :0 (ω-6)	0.2	0.2	0.4	0.2	—
C <sub>20</sub> :4 (ω-6)	7.8	12.1	15.0	18.8	25.6
C <sub>20</sub> :5 (ω-3)	7.0	4.1	2.6	1.5	—
C <sub>22</sub> :0 (ω-6)	—	—	—	—	—
C <sub>22</sub> :5 (ω-3)	1.1	0.6	1.2	2.3	—
C <sub>22</sub> :6 (ω-3)	1.4	1.5	2.0	2.6	0.5
SFA <sup>1</sup>	33.1	34.9	33.4	30.6	32.0
MUFA <sup>2</sup>	15.2	14.4	16.7	15.5	15.9
PUFA <sup>3</sup>	51.0	49.4	48.1	52.8	51.0
ω-3PUFA	21.2	14.0	11.5	10.8	0.5
ω-PUFA	29.8	35.4	36.6	42.0	50.5
ω-PUFA/ω-6PUFA	0.71	0.40	0.31	0.26	0.01
AA <sup>4</sup> /PUFA	0.15	0.24	0.31	0.36	0.50
EPA <sup>5</sup> /AA	0.90	0.34	0.17	0.08	—

<sup>1</sup>Saturated fatty acid

<sup>2</sup>Monounsaturated fatty acid

<sup>3</sup>Polyunsaturated fatty acid

<sup>4</sup>Arachidonic acid

<sup>5</sup>Eicosapentaenoic acid

고추종자유의 혼합 비율이 높은 4군과 5군에서 약간 많았으며, 체중증가량은 들깨유 혼합비율이 높은 1군에서 많았다.

#### 시험유지의 지방산 조성

시험 유지의 지방산 조성(Table 4)은 들깨유 10% 급이군(1군)에서는 ω-3계 α-linolenic acid가 62.0%인 터 비하여 고추종자유 10% 급이군(5군)은 ω-6계 linoleic acid가 64.4%였으며, P/S 및 ω-3PUFA/ω-6PUFA 비율은 고추종자유의 혼합 비율이 증가함에 따라 낮게 나타났다.

#### 혈청 지질의 총지방산 조성

혈청 지질의 총지방산 조성은 Table 5와 같다. SFA는 30.6%~34.9% 범위로서 각 군간에 큰 차이는 없었으며, 단불포화지방산 (monounsaturated fatty acid, MU-

**Table 6. Fatty acid composition in phospholipid fractionated by TLC from serum lipids of rats fed on the experimental diets for 3 weeks**  
(area %)

Group Fatty acid	1	2	3	4	5
C <sub>12</sub> :0	1.0	2.1	1.8	2.8	2.7
C <sub>14</sub> :0	4.9	3.5	3.8	1.7	4.2
C <sub>16</sub> :0	12.3	12.0	16.4	16.7	11.7
C <sub>16</sub> :1	1.1	3.7	1.2	2.9	2.0
C <sub>18</sub> :0	15.2	14.6	13.5	14.3	13.6
C <sub>18</sub> :1	18.5	12.6	15.6	13.7	14.2
C <sub>18</sub> :2 ( $\omega$ -6)	12.6	16.5	16.3	18.0	23.3
C <sub>18</sub> :3 ( $\omega$ -3)	15.6	14.6	11.1	8.7	8.1
C <sub>20</sub> :4 ( $\omega$ -6)	7.4	8.5	9.8	11.5	13.3
C <sub>20</sub> :4 ( $\omega$ -3)	6.0	7.8	5.8	4.1	2.9
C <sub>20</sub> :5 ( $\omega$ -3)	5.4	3.5	4.4	5.3	3.8
SFA <sup>1</sup>	33.4	32.3	35.5	35.5	32.3
MUFA <sup>2</sup>	19.6	16.3	16.8	16.6	16.2
PUFA <sup>3</sup>	47.0	50.9	47.4	47.6	51.4
$\omega$ -3PUFA	27.0	25.9	21.3	18.1	14.8
$\omega$ -6PUFA	20.0	25.0	26.1	29.5	36.6
$\omega$ -3PUFA/ $\omega$ -6PUFA	1.35	1.04	0.82	0.61	0.40
AA <sup>4</sup> / PUFA	0.16	0.17	0.21	0.24	0.26
EPA <sup>5</sup> /AA	0.73	0.41	0.45	0.46	0.29

<sup>1</sup>Saturated fatty acid<sup>2</sup>Monounsaturated fatty acid<sup>3</sup>Polyunsaturated fatty acid<sup>4</sup>Arachidonic acid<sup>5</sup>Eicosapentaenoic acid

FA)은 14.4%~16.7% 범위이고, PUFA는 48.1%~52.8% 범위로서 총지방산의 약 50.0%를 차지하였다.  $\omega$ -3계 PUFA는 들깨유 10% 급이군(1군)이 21.2%로 가장 많고, 들깨유의 혼합 비율이 낮아지고 고추종자유의 혼합 비율이 높아질수록 점차 감소되어 고추종자유 10% 급이군(5군)은 0.5%에 불과하였다. 한편  $\omega$ -6계 PUFA는 들깨유 10% 급이군이 29.8%이며 고추종자유의 혼합 비율이 높아질수록 증가하여 5군에서는 50.5%를 나타내었다. Takita 등<sup>24,25)</sup>은 어유와 우수수유의 혼합 비율이 다른 혼합 유지를 흰쥐에게 급여한 바 혈장 지방산 조성은 시험유지의 지방산 조성에 영향을 받는다고 하였다. 본 실험결과도 혈청 지방산 조성은 시험유지의 지방산 조성에 영향을 받는 것으로 보여진다.

#### 혈청 지질중 인지질의 지방산 조성

혈청 지질을 박층 크로마토그래피로 분리하여 얻은 인지질의 지방산 조성은 Table 6과 같다. SFA는 32.3%~35.5% 범위이고, MUFA는 16.2%~19.6% 범위로서 각 군간에 큰 차이는 없었으며, PUFA는 47.0%~51.4%로서 총지방산의 약 50.5%를 차지하였다.  $\omega$ -3계

**Table 7. Fatty acid composition in triglyceride fractionated by TLC from serum lipids of rats fed on the experimental diets for 3 weeks**  
(area %)

Group Fatty acid	1	2	3	4	5
C <sub>12</sub> :0	1.3	2.1	1.2	2.8	2.6
C <sub>14</sub> :0	6.7	5.3	3.5	6.7	3.1
C <sub>16</sub> :0	13.6	13.1	16.0	10.9	17.5
C <sub>16</sub> :1	0.6	1.1	1.2	0.9	1.3
C <sub>18</sub> :0	10.8	10.0	8.0	9.2	7.2
C <sub>18</sub> :1	23.1	24.2	24.8	24.9	22.7
C <sub>18</sub> :2 ( $\omega$ -6)	15.8	16.8	18.0	19.6	20.9
C <sub>18</sub> :3 ( $\omega$ -3)	16.6	15.5	14.8	13.1	10.2
C <sub>20</sub> :4 ( $\omega$ -6)	3.9	6.8	7.6	8.4	12.3
C <sub>20</sub> :4 ( $\omega$ -3)	6.1	4.6	4.4	3.1	2.1
C <sub>20</sub> :5 ( $\omega$ -3)	1.2	—	—	—	—
SFA <sup>1</sup>	32.4	30.5	28.7	29.6	30.4
MUFA <sup>2</sup>	23.7	25.3	26.0	25.8	24.0
PUFA <sup>3</sup>	43.6	43.7	44.8	44.2	45.5
$\omega$ -3PUFA	23.9	20.1	19.2	16.2	12.3
$\omega$ -6PUFA	19.7	23.6	25.6	28.0	33.2
$\omega$ -3PUFA/ $\omega$ -6PUFA	1.21	0.85	0.75	0.58	0.37
AA <sup>4</sup> / PUFA	0.09	0.16	0.17	0.19	0.27
EPA <sup>5</sup> /AA	0.31	—	—	—	—

<sup>1</sup>Saturated fatty acid<sup>2</sup>Monounsaturated fatty acid<sup>3</sup>Polyunsaturated fatty acid<sup>4</sup>Arachidonic acid<sup>5</sup>Eicosapentaenoic acid

PUFA는 들깨유 10% 급이군이 27.0%로서 많았고 고추종자유의 혼합 비율이 많아질수록 점차 감소되어 고추종자유 10% 급이군에서는 14.8%를 나타내었다. 한편,  $\omega$ -6계 PUFA는 들깨유 10% 급이군은 20.0%였으나 고추종자유의 혼합 비율이 많아질수록 증가되어 5군에서는 36.6%를 나타내었다. 이상의 결과는 혈청 지질의 총지방산 조성의 변화와 유사한 경향이었다.

#### 혈청 지질중 중성지질의 지방산 조성

Table 7에서 보는 바와 같이 혈청 지질중 중성지질의 지방산 조성에 있어서 SFA는 28.7%~32.4% 범위이고, MUFA는 23.7%~26.0%, PUFA는 43.6%~45.5% 범위로서 각 군간에 큰 차이는 없었다.  $\omega$ -3계 PUFA는 들깨유 10% 급이군이 23.9%로서 많으나 고추종자유 10% 급이군은 12.3%를 나타내었으며 반면  $\omega$ -6계 PUFA는 들깨유 10% 급이군이 19.7%였으나 2, 3, 4군으로 고추종자유의 혼합 비율이 높아짐에 따라 증가되어 고추종자유 10% 급이군인 5군은 33.2%를 나타내었다. 이상의 결과는 전술한 인지질의 지방산 조성 변화와 유

사한 경향이었다.

#### 혈청 지질중 콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성

콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성에 있어서 SFA는 24.3%~29.4%의 범위이고 MUFA는 19.1%~21.3%, PUFA는 50.7%~54.5% 범위로서 모두 각 군간에 큰 차이는 없으나 PUFA는 총지방산의 50.0% 이상을 차지하였다(Table 8).  $\omega$ -3계 지방산은 들깨유 10% 급이군이 28.2%였으나 들깨유의 혼합 비율이 감소하고 고추종자유의 혼합 비율이 증가될수록 점차 감소되어 5군은 13.7%로서 약 절반으로 줄어들었다.  $\omega$ -6계 PUFA는 들깨유 10% 급이군이 22.5%였으나 2, 3, 4군으로 갈수록 증가되어 고추종자유 10% 급이군인 5군은 39.4%를 나타내었다.

이상의 결과는 혈청 인지질 및 중성지질의 지방산 조성 변화와 유사하였다. 혈청중 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 주요 다불포화지방산의 조성을 비교하여 보면  $C_{18:2}(\omega-6)$ 는 콜레스테롤 에스테르 성분이 인지질, 중성지질 성분보다 함유비율이 약간 많았고,  $C_{20:4}(\omega-6)$ 는 각 성분간의 함량 차이는 크지 않았으며, 각 성분에 있어  $C_{18:2}(\omega-6)$ 나  $C_{20:4}(\omega-6)$  모두 시험유지의  $\omega$ -3 PUFA /  $\omega$ -6 PUFA 비율이 낮아질수록 증가되는 경향을 나타내었다.  $\omega$ -3계 지방산중  $C_{18:3}$ 은 각 성분 모두  $C_{20:4}$  및  $C_{20:5}$ 보다 비율이 많았으며 각 성분 모두  $\omega$ -3PUFA /  $\omega$ -6PUFA의 비율이 낮아질수록 감소되는 경향을 보이고 있었다. 따라서 혈청중 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 지방산 조성은 시험유지의 지방산 조성에 영향을 받는 것으로 사료된다.

$C_{18:3}(\omega-3)$ 과  $C_{18:2}(\omega-6)$ 가 탈포화, 사슬연장, 세포막 인지질로 결합되는 정도, eicosanoids로 전환되는 정도, 조직의 중성지질에 저장되는 정도 및 순환 지단백으로 incorporation되는 정도 등은 서로 다른 사슬 길이와 서로 상이한 불포화지방산 계열 사이에서 경쟁에 의하여 달라지게 된다<sup>26)</sup>. 식이  $C_{18:2}(\omega-6)$ 는 혈장 인지질중의  $C_{18:2}(\omega-6)$ 와는 상관관계가 있으나  $C_{20:4}(\omega-6)$ 와는 상관관계가 없다고 하여 98명의 농부에게 포화지방산과  $C_{18:2}(\omega-6)$ 를 함유하는 유지를 1~3년간 섭취시킨 결과 혈장 인지질의  $C_{18:2}(\omega-6)$  함유비율은 증가하였으나  $C_{20:4}(\omega-6)$  함량은 감소되었다고 하였다<sup>27)</sup>. Jaccotot<sup>28)</sup>는 해바라기유와 옥수수유를 급여한 후 혈장 인지질의  $C_{20:4}(\omega-6)$  함유비율이 저하하였다고 보고한

Table 8. Fatty acid composition in cholesteryl ester fractionated by TLC from serum lipids of rats fed on the experimental diets for 3 weeks (area %)

Fatty acid	Group	1	2	3	4	5
$C_{12:0}$		1.6	1.2	1.2	1.1	2.6
$C_{14:0}$		3.6	2.9	2.9	2.9	1.7
$C_{16:0}$		11.1	9.5	13.7	9.7	15.2
$C_{16:1}$		—	—	—	—	—
$C_{18:0}$		13.1	11.0	9.7	10.6	8.2
$C_{18:1}$		19.2	20.8	20.1	21.3	19.1
$C_{18:2}(\omega-6)$		15.8	19.4	20.8	22.2	26.9
$C_{18:3}(\omega-3)$		21.0	15.2	12.8	11.2	7.7
$C_{20:4}(\omega-6)$		6.7	10.9	11.5	12.9	12.5
$C_{20:4}(\omega-3)$		0.9	2.1	2.0	3.8	2.2
$C_{20:5}(\omega-3)$		6.3	6.9	4.8	4.1	3.8
SFA <sup>1</sup>		29.4	24.6	27.5	24.3	27.7
MUFA <sup>2</sup>		19.6	20.8	20.1	21.3	19.1
PUFA <sup>3</sup>		50.7	54.5	51.9	54.2	53.1
$\omega$ -3PUFA		28.2	24.2	19.6	19.1	13.7
$\omega$ -6PUFA		22.5	30.3	32.3	35.1	39.4
$\omega$ -3PUFA/ $\omega$ -6PUFA		1.25	0.80	0.61	0.54	0.35
AA <sup>4</sup> /PUFA		0.13	0.20	0.22	0.24	0.24
EPA <sup>5</sup> /AA		0.94	0.63	0.42	0.32	0.30

<sup>1</sup>Saturated fatty acid

<sup>2</sup>Monounsaturated fatty acid

<sup>3</sup>Polyunsaturated fatty acid

<sup>4</sup>Arachidonic acid

<sup>5</sup>Eicosapentaenoic acid

바 있다. 혈장 인지질의 지방산 조성은 상대적으로 단기 식이 지방산 섭취를 반영하는 것으로 본 실험결과는 강한 식이 의존성을 나타내고 있었다. Takita 등<sup>24,25)</sup>은 어유와 옥수수유의 배합비율이 다른 혼합유지를 훈취에 급여한 혈장 지질의 지방산 조성을 분석한 결과 시험유지의 지방산 조성에 영향을 받는다고 보고하였는데 본 실험결과에 있어서 혈청지질, 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르 성분의 지방산 조성 모두 시험유지의 영향을 받는 것으로 생각된다.

#### 혈소판의 지방산 조성

혈소판의 지방산 조성에서 SFA는 들깨유와 고추종자유 10% 급이군인 1군과 5군에서 각각 42.8%, 47.1%로서 가장 높은 비율을 차지하였고 (Table 9), 들깨유 5%와 고추종자유 5% 혼합유지 급이군인 3군에서 가장 낮아서 26.1%를 나타내었다. 한편, MUFA는 SFA와는 달리 들깨유 및 고추종자유 10% 단독급이군인 1, 5군에서 가장 낮아서 31.5%, 27.6%로 나타난 반면, 혼합유지 급이군인 3군에서 가장 높아서 59.1%를 차지하였다. 또한 PUFA는 혼합유지 급이군인 3군이 가장

**Table 9. Fatty acid composition in total lipid extracted from platelet of rats fed on the experimental diets for 3 weeks (area %)**

Group Fatty acid	1	2	3	4	5
C <sub>12</sub> :0	0.5	0.5	1.1	1.6	0.5
C <sub>13</sub> :0	0.4	1.4	1.5	1.4	0.4
C <sub>14</sub> :0	2.4	2.2	2.7	2.8	2.0
C <sub>15</sub> :0	0.7	0.5	0.7	0.9	0.8
C <sub>16</sub> :0	26.6	15.8	13.4	21.5	29.1
C <sub>16</sub> :1	5.0	5.2	5.2	4.7	3.4
C <sub>16</sub> :2	0.7	0.6	0.5	0.8	0.5
C <sub>17</sub> :0	0.4	0.8	0.8	0.8	0.3
C <sub>18</sub> :0	11.8	7.2	5.9	9.1	14.0
C <sub>18</sub> :1	26.5	48.3	53.9	37.5	24.2
C <sub>18</sub> :2 ( $\omega$ -6)	9.1	6.5	5.5	6.5	6.7
C <sub>18</sub> :3 ( $\omega$ -3)	0.9	0.9	0.7	1.0	0.3
C <sub>18</sub> :4 ( $\omega$ -3)	0.3	0.9	0.3	0.5	0.4
C <sub>20</sub> :4 ( $\omega$ -6)	7.9	3.4	3.2	6.5	13.3
C <sub>20</sub> :5 ( $\omega$ -3)	2.7	1.7	0.7	0.7	0.4
C <sub>22</sub> :5 ( $\omega$ -3)	0.5	—	—	—	—
C <sub>22</sub> :6 ( $\omega$ -3)	0.7	—	—	—	—
SFA <sup>1</sup>	42.8	28.4	26.1	38.1	47.1
MUFA <sup>2</sup>	31.5	53.5	59.1	42.2	27.6
PUFA <sup>3</sup>	22.8	14.0	10.9	16.0	21.6
$\omega$ -3PUFA	5.1	3.5	1.7	2.2	1.1
$\omega$ -6PUFA	17.7	10.5	9.2	13.8	20.5
$\omega$ -3PUFA/ $\omega$ -6PUFA	0.29	0.33	0.18	0.16	0.05
AA <sup>4</sup> /PUFA	0.35	0.24	0.29	0.40	0.62
EPA <sup>5</sup> /AA	0.34	0.50	0.22	0.11	0.03

<sup>1</sup>Saturated fatty acid<sup>2</sup>Monounsaturated fatty acid<sup>3</sup>Polyunsaturated fatty acid<sup>4</sup>Arachidonic acid<sup>5</sup>Eicosapentaenoic acid

낮으며, 10% 단독급이군인 1, 5군이 가장 높아서 22.8%, 21.6%로 나타났다. 그리고  $\omega$ -3계 PUFA는 들깨유 10% 급이군인 1군이 가장 높았으며 고추종자유의 함유비율이 높아질수록 점차 감소하였고,  $\omega$ -6계 PUFA는 혼합유지 급이군인 3군이 가장 낮았고 고추종자유 10% 급이군인 5군이 가장 높았다. EPA / AA비는 들깨유 7.5%와 고추종자유 2.5% 급이군인 2군이 가장 높았으며 고추종자유 10% 단독급이군인 5군에서 가장 낮았다. EPA / AA비는 높으면 혈소판 응집억제효과가 있는 것으로 고추종자유 단독급이군보다는 적정비율 (7.5% 들깨유 + 2.5% 고추종자유)로 혼합 섭취하였을 때 혈전 방지에 더욱 유효할 것으로 예상되어 진다.

혈소판 응집은 혈소판 유래의 arachidonic acid에서 생성되는 thromboxane A<sub>2</sub>로서 조절되고 과잉 thromboxane A<sub>2</sub>는 혈관을 수축시키고 혈소판을 응고하여 혈전을 유발시킨다. 본 실험결과, DPA (C<sub>22</sub>:5,  $\omega$ -3)와

DHA (C<sub>22</sub>:6,  $\omega$ -3)는 들깨유 10% 단독급이군에서 각각 0.5%, 0.7%였고 여타군에서는 나타나지 않았는데 혈소판의 지방산 패턴은 상대적으로 장기간의 식이섭취와 간장에서의 식이 지방산의 대사를 반영하는 것으로서 혈소판은 linoleic acid와  $\alpha$ -linolenic acid를 탈포화시키는데 필요한 효소를 지니지 않기 때문이라고 여겨진다.<sup>29)</sup>

## 요 약

$\alpha$ -linolenic acid를 약 60%함유하는 들깨유와 linoleic acid를 약 64% 함유하는 고추종자유를 비율별로 흰쥐에게 혼합급이하였을 때 혈청 및 혈소판에 미치는 지방산 조성에 관하여 분석 검토한 바, 혈청 지질의 총 지방산 조성은 SFA가 30.6%~34.9% 범위로 각 실험군간에 큰 차이가 없었으며, MUFA는 14.4%~17.0% 범위이며, PUFA는 48.0%~53.0% 범위로 총지방산의 약 50%를 차지하였다. 혈청중 인지질, 중성지질 및 콜레스테롤 에스테르의 다불포화지방산 조성중 C<sub>18</sub>:2 ( $\omega$ -6)는 콜레스테롤 에스테르 성분에서 인지질, 중성지질 성분보다 함유비율이 약간 많았고, C<sub>20</sub>:4 ( $\omega$ -6)는 각 성분간의 함량 차이는 크지 않았고, 각 성분에 있어 C<sub>18</sub>:2 ( $\omega$ -6)나 C<sub>20</sub>:4 ( $\omega$ -6) 모두 시험유지의  $\omega$ -3PUFA/ $\omega$ -6PUFA 비율이 낮아질수록 증가되는 경향을 나타내었다. C<sub>18</sub>:3 ( $\omega$ -3)은 각 지질성분 모두 C<sub>20</sub>:4 ( $\omega$ -3) 및 C<sub>20</sub>:5 ( $\omega$ -3)보다 함유 비율이 높았다. 혈소판의 지방산 조성은 SFA는 2군(7.5% 들깨유 + 12.5% 고추종자유), 3군(5.0% 들깨유 + 5.0% 고추종자유)에서 낮았고, 5군(10.0% 고추종자유)에서 가장 높았으며 MUFA는 3군이 가장 높고 5군이 가장 낮았다. 한편, PUFA는 2군에서 가장 낮았고 EPA / AA 비는 2군이 가장 높았으며 5군에서 가장 낮았다.

## 문 혔

- Becker, N., Illingworth, D. R., Alaupovice, P., Conner, W. E. and Sunberg, E. S. : Effects of saturated monounsaturated and  $\omega$ -6 polyunsaturated fatty acids plasma lipids, lipoprotein and apoproteins in human. *Am. J. Clin. Nutr.*, 37, 335(1983)
- Innis, S. M. and Clandinin, M. T. : Dynamic modulation of mitochondrial inner-membrane lipids in rat heart by dietary fat. *Biochem. J.*, 193, 155(1981)
- Shore, V. G., Kraus, R. M., Butterfield, G., Deshales,

- Y. and Lindgren, E. T. : Effects of dietary polyunsaturated : saturated fat ratio of human serum lipoproteins. *Atherosclerosis*, **1**, 386(1981)
4. Steinberg, L. Y., Mauldin, R. E. and Mathaias, M. M. : The effect of dietary lipids on clotting times and rat serum and urine prostaglandin concentrations ; Essential fatty acids and prostaglandins. Holman, R. T. Pergamon Press, New York, p.485(1982)
  5. McGrandy, R. B., Hegsted, D. M. and Stare, F. J. : Dietary fats, carbohydrates and atherosclerotic vascular disease. *New Engl. J. Med.*, **277**, 186(1967)
  6. Widdowson, E. W. and Dauncey, M. J. : Obesity. In "Nutrition reviews. Present knowledge in nutritional foundation publication", Hegste, D. M. (ed.), New York, p.17(1976)
  7. Wood, J. D. and Reid, J. T. : The influence of dietary fat on fat metabolism and body fat deposition in mealfeeding rats. *Br. J. Nutr.*, **34**, 15(1975)
  8. Hemz, G. : The contribution of diet and childbearing to breast cancer rats. *Br. J. Cancer*, **37**, 974(1972)
  9. Simopoulos, A. T. :  $\omega$ -3 fatty acids in growth and development and in health and disease : The role of  $\omega$ -3 fatty acids in growth and development. *Nutrition Today*, **10**(1988)
  10. Stamler, J. : Introduction to risk factors in coronary artery disease ; McIntosh H. D. (eds.), Bayor college of medicine cardiology series. Medical Communication, Northfield, p.1, 3(1981)
  11. 경제기획원조사통계국 : 1985년도 한국인 사망원인 통계. 국민영양 84, p.41(1986)
  12. Bang, H. O. and Dyerberg, J. : Plasma lipids and lipoproteins in greenlandic west coast Eskimos. *Acta. Med. Scand.*, **192**, 85(1972)
  13. Bang, H. O. and Dyerberg, J. : Lipid metabolism and ischemic heart disease in Greenland Eskimos. *Adv. Nutr. Res.*, **3**, 1(1980)
  14. Dyerberg, J., Bang, H. O. and Hjorne, N. : Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos. *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**, 958(1975)
  15. Kinsella, J. E. : Dietary fish oils. Possible effects of n-3 polyunsaturated fatty acids in reduction of thrombosis and heart disease. *Nutr. Today*, Nov/Dec, 7 (1986)
  16. Williams, P., Robinson, D. and Bailey, A. : High-density lipoprotein and coronary risk factors in normal men. *Lancet*, **1**, 72(1979)
  17. Lorenz, J. P., Doornen, V. and Orlebeke, K. F. : Stress, personality and serum cholesterol level. *J. Human Stress*, **8**, 24(1982)
  18. Phillips, N. R., Harvel, R. J. and Kane, J. P. : Levels and interrelationships of serum and lipoprotein cholesterol and triglycerides. Association with adiposity and the consumption of ethanol, tobacco and beverages containing caffeine. *Arteri.*, **1**, 13(1981)
  19. 加藤敏光, 竹本和夫, 片山博雄, 柔原洋子. : ラットの食餌性高コレステロール血症に及ぼすスピリメ (*Spirulina platensis*) の影響. 日本營養食糧學會誌, **37** (4), 323(1984)
  20. Anderson, J. T., Grande, R. and Keys, A. : Independence of the effects of cholesterol and degree of saturation of the fat in the diet on serum cholesterol in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**, 1184(1976)
  21. Spritz, N. and Mishkel, M. A. : Effects of dietary fats on plasma lipid and lipoprotein : An hypothesis for the lipid lowering effect of unsaturated fatty acid. *J. Clin. Invest.*, **48**, 78(1969)
  22. Nestel, P. J., Havenstein, N. and Whyte, H. M. : Lowering of plasma cholesterol and enhanced sterol excretion with the consumption of polyunsaturated ruminant fats. *N. Engl. J. Med.*, **288**, 379(1973)
  23. 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)
  24. Takita, T., Hayakawa, T., Nakamura, K., Fukutomi, A. and Inami, S. : Effects of different combinations of fish oil and corn oil in the diets on lipid metabolism in rats. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, **42**, 227(1989)
  25. Takita, T., Hayakawa, T., Nakamura, K., Fukutomi, A. and Inami, S. : Effects of dietary fats with different n-3 polyunsaturated fatty acid and n-6 polyunsaturated fatty acid on lipid metabolism in rats. *Jpn. J. Nutr.*, **47** (3), 141(1989)
  26. Lammers, J. M., Hartog, J. M., Verdouw, P. D. and Hulsmann, W. C. : Dietary fatty acids and myocardial function. *Basic Res. Cardiol.*, **82**(suppl.1), 209 (1987)
  27. Renaud, S., Godsey, F. and Dumont, E. : Influence of long term diet modification on platelet function and composition in Mossie farmers. *Am. J. Clin. Nutr.*, **43**, 136(1986)
  28. Jacotot, B., Lasserre, M. and Mendy, F. : Effect of different diets rich in polyunsaturated fatty acids on plasma phospholipids in the human. *Prog. Lipid Res.*, **25**, 185(1986)
  29. Nordoy, A. and Rodset, J. M. : The influence of dietary fats on platelets in man. *Acta. Med. Scand.*, **190**, 27(1971)

(1992년 4월 8일 접수)