

## 한국인 수유부에 어유의 보충 급여 효과에 관한 연구\*

- I. 수유부의 지방산 섭취, 혈장 지질 농도 및 혈장과

적혈구 인지질의 지방산 조성에 미친 영향 -

임 현 숙 · 이 정 아

전남대학교 가정대학 식품영양학과

## Effects of Fish Oil Supplementation to Korean Lactating Women

- I. The Effects on Fatty Acid Composition, Plasma Lipid Concentration and Fatty Acid Composition of Plasma Phospholipids and Erythrocyte of Lactating Women -

Lim, Hyeon Sook · Lee, Jeong A

Department of Food and Nutrition, College of Home Economics,  
Chonnam National University, Kwangju, Korea

### ABSTRACT

We studied the effects of fish oil supplementation with low dose on the lipid concentration and fatty acid of plasma and the fatty acid composition of plasma phospholipid and erythrocyte of lactating women. The subjects, 18 lactating women, who were exclusively breast-fed their babies were classified into a control group and 2 fish oil groups according to dose; the subjects of fish oil groups were supplemented with 1.96g/d or 3.92g/d of fish oil, respectively for 2 weeks from 10 to 12 weeks postpartum. All subjects consumed their usual diet at home. Blood samples were collected at the final day of experiment. The plasma HDL-cholesterol level increased significantly by fish oil supplementation. The concentrations of DHA (docosahexaenoic acid) and EPA(eicosapentaenoic acid) in the plasma PC(phosphatidylcholine) and PE(phosphatidylethanolamine) of fish oil groups tended to increase, but not significant. However, the concentrations of DHA and EPA of PC and PE in erythrocyte were not affected by fish oil supplementation. These results demonstrate that fish oil supplementation with low dose does not change the concentration of plasma lipid as well as fatty acid composition in plasma PC and PE and red blood cell obviously. However the increase of plasma HDL-cholesterol level, the reduction of atherogenic index(AI) and the tendency of increase of DHA and EPA concentrations in plasma PC and PE indicate that there may be some beneficial effects on maternal lipid metabolism if fish oil intakes were increased. (Korean J Nutrition 29(2) : 177~187, 1996)

KEY WORDS : fish oil · lactating women · fatty acid · phospholipid · erythrocyte.

채택일 : 1995년 12월 6일

\*본 논문은 1993년도 학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

## 서 론

최근 출생 전후의 시기에 인체의 두뇌 발달에 대한 식이 인자의 역할에 대하여 많은 관심이 모아지고 있다. 두뇌의 구조적 성분 중 특히 지질 함량이 높다는 점은 오래 전부터 잘 알려져 왔다. 이는 두뇌의 수초(myelin)가 대부분 지질로 구성되어 있기 때문이며 두뇌 회백질(gray matter) 고형 성분의 약 70%도 지질이기 때문이다. 회백질을 구성하고 있는 지질은 주로 인지질(glycerophospholipids)이며, 인지질의 불포화지방산 조성은 타조직에 비하여 상당한 특성을 보인다. 즉 22:6n-3(docosahexaenoic acid; DHA), 20:4n-6(arachidonic acid; ARA) 및 22:4n-6(docosatetraenoic acid)의 3가지 장쇄 불포화 지방산이 주종을 이루고 있다. 이 중에서도 DHA 함량은 꼭꼭 할 만하다<sup>1-3)</sup>. DHA는 두뇌 이외에 망막과 정자에도 다량 축적되는 것으로 보고되어 있다<sup>4-5)</sup>.

DHA는 주로 간세포에서 필수 지방산인 18:3n-3(linolenic acid; LNA)로 부터 생합성된다. 그러나 유아의 경우 DHA 합성에 마지막 단계를 촉매하는  $\Delta^4$ -desaturation 능력이 제한되어 있다는 보고<sup>6-9)</sup>나, 생합성된 DHA에 비하여 식사로 섭취된 DHA가 보다 신속하게 두뇌 인지질에 혼합된다는 주장<sup>3)10)11)</sup> 등은 LNA의 섭취보다 DHA 섭취가 두뇌 지질의 DHA 함량에 보다 직접적인 영향을 끼칠 수 있음을 시사하여 준다. 성장기 중 DHA 축적량의 결여는 원숭이에서 시각 기능과 망막 전위도에 이상을 초래하였으며<sup>12)13)</sup>, 흰쥐에서는 학습 행동과 역시 망막 전위도에 이상을 야기시켰다<sup>14-17)</sup>는 보고가 있다. 나아가 두뇌의 특정 성장기가 지난 이후에는 DHA 함량을 회복시켜도 이미 손상된 기능을 회복시키지는 못한다<sup>16)17)</sup>는 보고도 있다.

인체의 경우 두뇌의 급격한 성장기가 임신 삼삼분기와 출생 후 1년 6개월까지이므로<sup>7)8)</sup> 임신 후반기와 수유기 임산부의 식사 섭취가 중요하다. Clandinin 등<sup>7)8)</sup>과 Carlson 등<sup>9)</sup>은 태아기와 영아기에 이들 지방산의 공급은 각각 태반을 통한 공급과 유즙을 통한 공급에 의존적이라고 하였다. 그러므로 수유기 영아에 있어 DHA 섭취량은 모유의 DHA 함량에 좌우된다고 하겠다. 시판 조제 분유는 18:2n-6(linoleic acid; LA)와 LNA는 함유하나 DHA 등의 장쇄 불포화 지방산은 거의 함유하지 않고 있는 것으로 보고되어 있다<sup>18)</sup>.

한국의 경우는 수유부의 지방산 섭취 상태에 관한 조사도 실시된 바 없고, 어유의 보충 급여가 수유부의 혈장 지질 농도나 지방산 조성에 미치는 영향에 관하여도 알

려진 바 없다.

따라서 본 연구에서는 한국인 모유의 경우 DHA 함량이 비교적 높으므로 어폐류를 통해 식사로서 섭취 가능한 수준인 적은 양의 어유를 수유부에 보충 급여하여 수유부의 혈장 지질 농도 및 혈장과 적혈구 인지질의 지방산 조성에 끼치는 영향을 알아보고자 하였다.

## 연구 방법

### 1. 실험 대상자 선정

광주시에 소재한 보건소에서 산전 관리를 받고 있는 임신부 중 출산 후 적어도 12주까지 전적으로 모유 영양만을 실시하고자 하는 산모에게 보건의로 하여금 본 연구의 취지를 설명하게 하였고, 연구 참여에 동의한 산모 중 정상아를 정상 분만한 18명의 수유부를 실험 대상자로 하였다. 실험 대상자의 선정은 매달 1~2명 정도되었으며 1993년 9월부터 1994년 12월까지 수행되었다.

### 2. 실험 설계

수유 10주에 들어선 18명의 수유부를 6명씩 3개의 실험군으로 배치하였다. 즉, 어유를 보충 급여하지 않은 대조군(control group; C)에 6명을 배치하였고, 어유보충급여군(supplemental group; S)에 12명을 배치하였으며 S군은 다시 어유의 보충 급여량에 따라 각각 6명씩 S-2와 S-4군으로 구분하였다. 모든 수유부는 각 가정에서 자유롭게 일상 식사를 섭취하도록 하였으며 S-2군과 S-4군에게는 2주간 각각 매일 2캡슐(1.96g)과 4캡슐(3.92g)의 어유를 보충 급여하였다. 어유는 아침과 저녁 식사 후 실험군에 따라서 각각 1캡슐 또는 2캡슐씩 복용하도록 했다. 제공된 어유(98%, 브라이트크루, 태웅 식품, 서울)는 DHA 27.3%와 EPA 20.3%가 함유된 것으로 결과적으로 S-2군과 S-4군에게 매일 각각 535mg 및 1,070mg 씩의 DHA와 398mg 및 796mg 씩의 EPA가 보충 급여되었다. Table 1에는 본 실험에 사용된 어유의 지방산 조성의 분석치를 나타냈다.

어유의 보충 급여가 끝나기 전 이를 동안 수유부의 식사 섭취 실태를 조사하였고 동 식사의 1/10씩을 수거하여 에너지 발생 영양소 및 지방산 섭취량 분석 시료로 사용하였으며, 마지막 날에는 혈액을 채취하여 혈장 지질 농도 및 혈장과 적혈구 인지질의 지방산 조성 분석에 사용하였다.

### 3. 에너지 발생 영양소 및 지방산 섭취량 분석

수유부의 식사 섭취 실태는 평량법으로 조사되었다. 2g 단위로 측정되는 전자식 저울(Nova, 대림이시다, 서

**Table 1.** Fatty acid composition of fish oil supplemented

Fatty acids	wt %
Saturated	9.2
Monounsaturated	
18 : 1	3.2
20 : 1	12.8
22 : 1	15.7
24 : 1	5.8
sub-total	37.5
Polyunsaturated	
18 : 2n - 6	0.6
18 : 3n - 3	1.6
20 : 4n - 6	2.5
22 : 4n - 6	0.9
20 : 5n - 3	20.3
22 : 6n - 3	27.3
sub-total	53.2
P/M/S	5.8/4.1/1
n-6/n-3	0.1/1

P/M/S : polyunsaturated/monounsaturated/saturated fatty acid ratio

을)을 사용하였으며, 본 연구팀의 시범으로 평량 방법을 익히도록 한 후 실험 대상자가 스스로 평량하여 음식명과 재료명 및 섭취량을 조사지에 기록하도록 하였고 매번 면담을 통해 확인하였다. 또한 수거한 식사 시료에 일정량의 중류수를 넣어 혼합·마쇄·균질화한 후 동결 건조시켰다.

에너지 및 에너지 발생 영양소 섭취량은 식사 시료를 phenol-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 법<sup>19)</sup>으로 구한 탄수화물 함량과 micro-Kjeldahl 법<sup>20)</sup>을 이용하여 구한 질소량에 6.25를 곱하여 얻은 단백질 함량에 각각 1일 식품 섭취 총량을 곱하여 각 섭취량으로 하였다. 지질 섭취량은 식사의 총 지질을 Folch 등<sup>21)</sup>의 방법에 따라 추출하여 중량법으로 정량한 후 역시 1일 총 식품 섭취량을 곱하여 구하였다. 에너지 섭취량은 탄수화물, 단백질 및 지질 섭취량에 각각의 연소열가인 4, 4 및 9kcal/g를 곱해서 얻은 값을 합하여 산출하였다.

지방산 조성은 총 지질을 정량한 시료를 benzene으로 용해시킨 다음 14% BF<sub>3</sub>-methanol을 이용하여 지방산을 methyl 유도체화하였다<sup>22)</sup>. 이것을 다시 isoctane으로 재추출하였으며 그 후 질소 가스의 감압 하에서 용매를 모두 휘발시킨 후 일정량의 isoctane에 녹여 지방산 조성을 gas chromatography(GC : Shimazu 6A, Shimazu Inc., Tokyo)로 분석하였다. 사용한 컬럼은 Omegawax fused silica capillary column(30m, 0.25mm ID, Supelco, Inc., Bellefonte, USA)이었으며 이동상으로는 질소ガ스를 40ml/min로 사용하였고 오븐 온도는

150°C에서 5분간 머무른 후 매분당 2°C씩 240°C 까지 상승시켰고 주입기 및 검출기 온도는 각각 250°C와 260°C로 하였다. Methyl 유도체화된 각 지방산의 표준물질(Sigma Co., USA)을 이용하여 얻은 크로마토그램과 비교하여 상대적 머무름 시간을 구함으로써 정성하였고 이렇게 얻은 지방산 함량에 총 지질 섭취량을 곱하여 1일 지방산 섭취량으로 환산하였다.

#### 4. 혈액 시료의 채취 및 혈장 지질 농도 분석

수유부의 혈액은 아침 식사 전 공복 상태에서 전완 경맥으로부터 heparin이 처리된 시험관에 채혈하였고 4°C에서 1,000×g로 20분간 원심분리시켜 혈장을 얻었다. 혈장이 제거된 후 혈구 성분을 등장액의 Tris buffer(310mOsm, pH 7.6)로 3번 세척한 후 바로 적혈구막 분리에 사용하였다.

혈장의 중성 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 인지질 농도는 각각 Triglyzyme, Cholestezyme 및 PLzy-me kit(Eiken Co., Japan)를 이용한 효소법으로 분석하였고 총 콜레스테롤 농도와 HDL-콜레스테롤 농도로부터 동맥경화지수(atherogenic index : AI)를 구하였다.

#### 5. 혈장과 적혈구막의 PC와 PE의 지방산 조성 분석

적혈구막의 분리는 세척된 혈구 성분을 Hanahan과 Ekholm 법<sup>23)</sup>에 따라 저삼투성 완충 용액(tris buffer, 20mOsm, pH 7.6)을 이용하여 4°C에서 20,000×g로 각각 40분 동안 4회의 원심분리를 통해 삼투성 용혈을 야기시켰다. 그후 상등액을 주의깊게 버리면서 원심관의 바닥에 부착되어 있는 적혈구막을 취하였다.

혈장 및 적혈구막의 지질 추출은 식사 시료에서 언급한 바와 같이 Folch 등<sup>21)</sup>의 방법에 의하였다. 혈장 및 적혈구막의 PC와 PE의 분획은 Bitman 등<sup>24)</sup>이 사용한 방법에 따랐다. 즉 추출된 지질을 hexane에 녹인 후 이를 미리 chloroform으로 활성화시킨 silica Sep-Pak cartridge(Waters Co., Milford, USA)에 주입하여 먼저 중성 지질을 hexane : ethyl ether(1 : 1, v/v) 혼합 용액으로 용출시켰고 그후 methanol과 methanol : ch-loroform : H<sub>2</sub>O(5 : 3 : 2, v/v) 혼합 용액으로 각각 용출시켜 얻은 용액을 모아 인지질 분획으로 하였다. 얻어진 인지질 분획을 50°C의 항온 수조를 이용하여 질소 가스 기류 하에서 감압 증발시켰고 이를 benzene에 녹인 후 박층 크로마토그래피(thin layer chromatography : TLC)를 이용하여 PE와 PC 분획을 얻었다. 이때 TLC 판(20×20cm)은 silica gel 60G(Merck Co., Germany)를 0.3mm 두께로 도포하여 실험 직전에 110°C에서 1시간 이상 활성화시켜

사용하였다. 전개 용매의 조성은 chloroform : n-propanol : ethyl acetate : methanol : 0.25% aqueous potassium chloride (23 : 23 : 23 : 15 : 9, v/v)이었다. 전개 후 용매를 휘발시킨 다음 0.05% ethanolic Rhodamine B를 분무하여 UV광 하에서 발색 위치를 확인하여 시료의 이동 및 분리를 동정하였다. 이때 PC와 PE의 표준 물질(Sigma Co., USA)을 각각 점적하여 비교한  $R_f$ 치로 각 성분의 위치를 구분하였다. PC 및 PE의  $R_f$ 치는 각각 0.15와 0.48이었다.

TLC 판에서 긁어 모은 각각의 PC 및 PE 시료에 chloroform : methanol(1 : 1, v/v) 혼합 용액과 benzene을 넣어 지질을 용출시켰다. 이후의 methyl 유도체화 및 GC 분석 조건은 식사 시료의 지방산 분석법과 같았다.

## 6. 통계 처리

모든 분석치들은 각 실험군 별로 평균과 표준편차로서 제시되었다. 실험군에 따른 각 분석치들의 평균의 차이에 대한 유의성 검증은 분산 분석을 한 후 그 결과가  $p < 0.05$ 인 경우에 Duncan의 다중검증법을 이용하여 통계 처리하였다. 또한 어유의 보충 급여 효과를 알아보기 위한 분석항목 사이의 상관관계는 Pearson의 상관계수로 검증하였다. 이와 같은 통계 검증은 SAS (statistical analysis system) package를 이용하였으나<sup>25)26)</sup>

**Table 2.** General characteristics of the 18 lactating women

Age(y)	27.6 ± 2.8 <sup>1</sup>
Height(cm)	160.1 ± 3.3
Prepregnancy weight(kg)	51.5 ± 5.1
Body mass index(kg/m <sup>2</sup> )	20.0 ± 2.0
Weight gain during pregnancy(kg)	14.0 ± 3.5
Parity(No)	1.7 ± 0.6
Gestation length(days)	281 ± 8

1) Values are mean ± standard deviation

## 결과 및 고찰

### 1. 수유부의 일반 특성

실험 대상 수유부의 일반 특성은 Table 2와 같았다. 수유부의 평균 연령은 27.6세이었고 신장은 160.1cm이었으며 임신중 체중 증가량은 14.0kg이었다. 임신 기간은 281일이었으며 분만 횟수는 1.7회이었다.

### 2. 에너지 발생 영양소 섭취 실태

실험군 별로 수유부의 에너지 및 에너지 발생 영양소의 섭취 실태는 Table 3과 같았다. 에너지 섭취량은 실험군 간에 차이를 보이지 않았으나 2,141kcal/d로 가장 낮은 경향을 보인 대조군은 한국인 영양권장량<sup>27)</sup>의 85.6% 수준이었고 2,363kcal/d로 가장 높은 경향을 보인 S-2군은 권장량의 94.5%로 3개 실험군 모두 권장량에 미치지 못하였다. 단백질 섭취량은 78.2 g/d를 섭취한 대조군은 권장량<sup>27)</sup>의 97.8%이었고 S-2군과 S-4군은 각각 83.8과 83.7g/d로 동 권장량의 104.8과 104.6%이었다. 지방 섭취량은 대조군이 48.3g/d이었고 S-2군과 S-4군은 각각 56.5와 60.3g/d로 어유보충군들이 다소 높은 경향을 보였으나 실험군 간에 유의한 차이는 아니었다. 어유의 보충 급여로 인한 지방 공급량이 S-2군과 S-4군 각각 1.96과 3.92g/d이었던 점을 감안하면 어유보충군들이 대조군에 비해 일상 식이를 통한 지방 섭취량이 6~8g/d 정도 많았다고 판단된다. 탄수화물 섭취량은 326.6~401.5 g/d로서 S-2군은 다소 높고 S-4군은 다소 낮은 경향을 보였으나 역시 실험군 간에 유의성은 없었다. 섭취된 에너지는 실험군에 따라 14~15%가 단백질로 부터, 20~25%가 지방으로 부터, 60~68%는 탄수화물로 부터 공급되었고 실험군 간에 유의한 차이는 보이지 않았다. 이러한 성적인 조사 방법과 시기가 달라 직접적인 비교는 곤란하나 이금주 등<sup>28)</sup>이 보고한 에너지 섭취량 1941kcal/d와 단백질, 지방 및 탄수화물 섭취량

**Table 3.** Dietary energy, protein, fat and carbohydrate intakes of the lactating women

Exptl. group(n)	Control(6)	S-2(6)	S-4(6)
Energy(kcal/d)	2,141 ± 225 <sup>1</sup>	2,363 ± 226	2,184 ± 224
% RDA	85.6 ± 9.0	94.5 ± 9.0	87.4 ± 9.0
Protein(g/d)	78.2 ± 22.8	83.8 ± 17.5	83.7 ± 5.2
% RDA	97.8 ± 28.5	104.8 ± 21.9	104.6 ± 6.5
% Energy	14.6 ± 4.3	14.2 ± 3.0	15.3 ± 1.0
Fat(g/d)	48.3 ± 8.2	56.5 ± 8.9	60.3 ± 19.1
% Energy	20.3 ± 3.4	21.5 ± 3.7	24.8 ± 7.9
Carbohydrates(g/d)	348.3 ± 59.6	401.5 ± 58.4	326.6 ± 45.1
% Energy	65.1 ± 11.1	68.0 ± 9.9	59.8 ± 8.3

1) Values are mean ± standard deviation.

Values are not significantly different among experimental groups( $p < 0.05$ ).

**Table 4.** Dietary fatty acid intakes(g/day) of the lactating women

Exptl. group(n)	Control(6)	S - 2(6)	S - 4(6)
<b>Saturated</b>			
10 : 0	0.6 ± 0.1 <sup>1</sup>	0.6 ± 0.5	0.6 ± 0.4
12 : 0	1.1 ± 1.2	0.9 ± 1.1	0.4 ± 0.5
14 : 0	1.6 ± 0.8	1.2 ± 0.9	1.1 ± 0.9
16 : 0	10.3 ± 1.8	11.9 ± 1.5	12.4 ± 2.1
18 : 0	4.0 ± 0.7	4.5 ± 1.2	4.1 ± 2.1
20 : 0	0.1 ± 0.0	0.4 ± 0.4	0.2 ± 0.1
22 : 0	0.1 ± 0.1	0.4 ± 0.3	0.1 ± 0.0
24 : 0	0.2 ± 0.1	0.4 ± 0.5	0.1 ± 0.0
sub-total	18.0 ± 4.3	20.3 ± 3.4	19.3 ± 3.8
<b>Monounsaturated</b>			
16 : 1	1.6 ± 0.5	1.1 ± 0.5	1.2 ± 0.7
18 : 1	15.3 ± 3.8	16.2 ± 1.6	19.6 ± 6.5
20 : 1	0.4 ± 0.2	0.1 ± 0.1	0.3 ± 0.1
22 : 1	0.5 ± 0.6	0.2 ± 0.2	trace
24 : 1	0.3 ± 0.3	0.3 ± 0.5	0.1 ± 0.1
sub-total	18.1 ± 4.7	18.5 ± 2.0	22.7 ± 7.4
<b>Polyunsaturated</b>			
18 : 2n - 6	9.0 ± 1.0	12.5 ± 3.9	13.1 ± 4.4
18 : 3n - 3	0.9 ± 0.1	1.6 ± 1.0	2.2 ± 1.5
20 : 4n - 6	0.4 ± 0.2	0.3 ± 0.1	0.4 ± 0.2
22 : 4n - 6	0.1 ± 0.0	0.4 ± 0.6	0.1 ± 0.0
20 : 5n - 3	0.5 ± 0.0	0.8 ± 0.3	1.0 ± 0.2
22 : 6n - 3	1.1 ± 0.1	1.6 ± 0.7	1.6 ± 0.3
sub-total	12.0 ± 1.3	17.2 ± 6.3	18.3 ± 5.8
<b>Others</b>			
n-6/n-3	3.8/1	3.4/1	3.0/1
P/M/S	0.7/1.0/1	0.8/0.9/1	0.9/1.1/1

1) Values are mean ± standard deviation.

Values are not significantly different among experimental groups( $p < 0.05$ ).

n-6/n-3 :  $\Sigma n-6/\Sigma n-3$  fatty acid ratio

P/M/S : polyunsaturated/monounsaturated/saturated fatty acid ratio

89.5, 29.1 및 327.9g/d에 비해 지방 섭취량이 상당히 높았으며 탄수화물 섭취량도 높아 결과적으로 에너지 섭취량도 높은 수준이었다. 본 실험 결과의 지방 섭취량은 한국 성인의 평균 지방 섭취량인 34.9g/d<sup>29</sup>보다 높은 수준이었으며, 서울 지역 여대생의 지방 섭취량인 51g/d<sup>30</sup>에 근사한 수준이었다.

### 3. 지방산 섭취 실태

실험군별로 수유부의 지방산 섭취량은 Table 4와 같았다. 포화 지방산 섭취량은 대조군이 18.0g/d이었고 S-2군과 S-4군은 각각 20.3 및 20.2g/d로 어유보충군들이 높은 경향을 보였으며, 단일 불포화 지방산 섭취량은 대조군이 18.1g/d이었고 S-2군과 S-4군은 18.5 및 21.4g/d로서 S-4군이 높은 경향을 보였으나 실험군 간에 유의한 차이는 아니었다. 다 불포화 지방산 섭취량은 대조군이 12.0g/d이었고 S-2군과 S-4군은 각각 17.2와

18.3g/d로서 대조군에 비해 어유보충군들이 높은 경향이었고 또한 어유 투여량에 따라 증가되었으나, 실험군 간에 유의한 차이는 아니었다. 이러한 결과는 어유로 보충 급여된 지방질의 양이 S-2군의 경우 포화 지방산이 0.2g, 단일 불포화 지방산이 0.7g 및 다 불포화 지방산이 1.0g이었고, S-4군의 경우 각각 0.4, 1.4 및 2.0g이었던 점을 생각하면 어유보충군들이 일상 식이를 통해 대조군보다 높게 섭취한 지방산은 주로 다 불포화 지방산이었음이 드러났다. 수유부가 섭취한 주요 지방산은 oleic acid가 각 실험군 공히 가장 많았고, 다음으로 어유보충군들의 경우는 LA이었으나 대조군은 palmitic acid이었다. 한편 다 불포화 지방산 중 주요한 5종의 섭취량은 Fig. 1과 같았다. 다 불포화 지방산중에서는 LA의 섭취량이 가장 많아 실험군별로 9.0~13.1g/d이었는데 대조군보다 어유보충군들이 그리고 어유 급여량이 많은 군이 다소 높은 경향을 보였으나 유의성은 없었

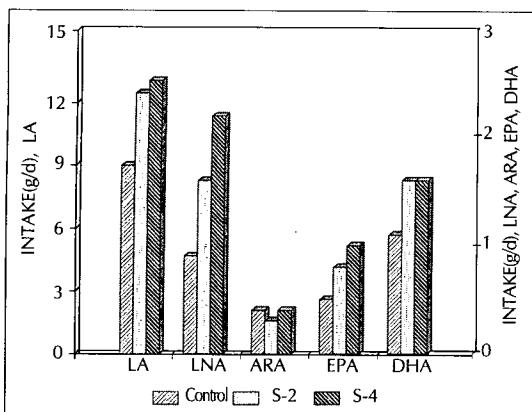


Fig. 1. Dietary intakes of 5 major polyunsaturated fatty acids of the lactating women.

LA : linoleic acid LNA : linolenic acid  
ARA : acid hidonic EPA : eicosapentaenoic acid  
DHA : docosahexaenoic acid

다. LNA 섭취량은 실험군 별로 0.9~2.2g/d이었으며 LA처럼 대조군보다 어유보충군들이 그리고 어유 급여량이 많은 군이 다소 높은 경향을 보였으나 역시 유의한 차이는 아니었다. ARA 섭취량은 0.3~0.4g/d로서 실험군 간에 거의 근사하였다. DHA 및 EPA 섭취량은 대조군이 각각 1.1과 0.5 g/d이었고 S-2군은 1.6과 0.8 g/d이었으며 S-4군은 1.6과 1.0 g/d이었다. 이러한 차이는 어유를 통해 S-2군과 S-4군에 보충 급여된 DHA와 EPA량을 감안하면 대조군은 어유보충군들보다 일상 식이를 통한 DHA와 EPA 섭취량이 많았으며 반면에 어유보충군들은 대조군에 비해 LA의 섭취량이 많았다고 판단된다. 결과적으로 S-2군은 대조군에 비해 EPA 섭취량은 300mg/d가 많았고 DHA 섭취량은 500mg/d가 많았으며, S-4군은 EPA와 DHA 섭취량이 대조군에 비해 각각 500mg/d씩 많았다. 본 실험에서는 어유의 보충 급여량이 어폐류의 섭취를 통해 실제 식사로서 섭취 가능한 낮은 수준이었는데 실험 대상자들로 하여금 각 가정에서 자유로이 일상 식이를 섭취도록 하였기 때문에 지방 및 지방산 섭취량이 완전하게 통제되지 못하여 실험군 간에 DHA와 EPA 섭취량의 차이가 예상했던 바대로 나타나지 않았다. 이는 본 연구의 제한점이라 생각된다. 그러나 n-6/n-3 비는 대조군이 3.8이었고 S-2군

과 S-4군이 각각 3.3 및 2.9로서 유의성은 없었으나 어유보충군들이 대조군보다 낮은 경향이었고 특히 S-4군이 가장 낮았는데 이는 어유의 보충 급여에 따른 영향과 아울러 LNA 섭취량이 대조군에 비해 어유보충군들이 높았기 때문이었다고 생각된다. P/M/S 비도 대조군은 0.7/1.0/1이었으며 S-2군과 S-4군은 0.8/0.9/1과 0.9/1.0/1로서 어유보충군들이 대조군보다 낮은 경향을 보였다.

이혜양 등<sup>31)</sup>은 한국 성인의 연령별 식이 조사 연구를 통해 20~30대 여성의 식이 지방산 섭취 수준을 식품분석표에 의거 산출하여 발표하였는 바 포화 지방산 섭취량이 15.3g/d, 다 불포화 지방산 섭취량이 16.7~19.3g/d을 보였다고 하였다. 이를 본 실험 결과와 직접 비교하기에는 조사 방법과 대상자의 특성이 다르므로 무리가 있으나 본 연구 결과는 이에 비하여 3개 실험군 모두 포화 지방산 섭취량은 다소 높고 다불포화지방산 섭취량은 유사하거나 다소 낮은 수준이었다. 또한 상동 문헌<sup>31)</sup>과 비교해서 본 연구 결과는 LA의 섭취량은 낮은 수준이었고, LNA, ARA, EPA 및 DHA의 섭취량은 유사하거나 다소 높은 수준이었다. 한편 P/M/S 비는 한국인 영양권장량<sup>27)</sup>에서 권장하는 P/S비 1.0/1에 비해 대조군은 낮은 수준이었고 S-2와 S-4군은 어유의 보충 효과 및 LA와 LNA의 섭취량이 많았던 결과로 근사한 수준을 나타내었다. 이혜양 등<sup>31)</sup>이 밝힌 한국인 20~30대 여성의 섭취 지방의 P/S 비는 1.09~1.26이었다. n-6/n-3 비는 상동 문헌<sup>31)</sup>에서는 8.89~7.59이었는데 이에 비해 본 실험 성적은 크게 낮아 n-3 지방산 섭취가 상대적으로 많았음을 시사하여 준다. 또한 한국인 영양권장량<sup>27)</sup>에서 권장하는 수준인 4:1~10:1 범위의 낮은 쪽에 속하였으며 특히 본 실험 대상이 수유부임을 감안하면 바람직한 수준이었다. 그러나 장남수<sup>32)</sup>는 성인의 경우 항 혈전성, 항 염증성 및 혈장 지질 저하 등 임상적 효과를 낼 수 있는 n-6/n-3의 비율을 1:1~2:1로 설정하였는데 어유보충군들의 경우도 이 수준에는 미치지 못하였다.

#### 4. 혈장 지질 농도에 미친 영향

어유의 보충 급여가 수유부 혈장의 지질 성분의 농도

Table 5. Plasma concentrations of triglyceride, cholesterol, HDL-cholesterol and phospholipid and atherogenic index(AI) of the lactating women

Exptl. group(n)	Triglyceride(mg/dl)	Cholesterol(mg/dl)	HDL-cholesterol(mg/dl)	Phospholipid(mg/dl)	AI
Control(6)	59.6±13.0 <sup>a</sup>	203.6±12.9	39.1±9.5 <sup>b</sup>	195.9±16.9	4.5±1.0 <sup>a</sup>
S-2 (6)	86.8±45.9	185.1±31.9	61.0±19.1 <sup>a</sup>	204.2±46.7	2.2±0.9 <sup>b</sup>
S-4 (6)	84.3±38.1	212.3±43.4	50.9±5.5 <sup>ab</sup>	208.5±42.0	3.2±0.9 <sup>b</sup>

1) Values are mean ± standard deviation.

Values bearing different superscripts are significantly different among experimental groups( $p < 0.05$ ).

에 미친 영향은 Table 5와 같았다. 중성 지방 농도는 대조군이 59.6 mg/dl이었고 S-2군과 S-4군은 각각 86.8 및 84.3mg/dl로 어유보충군들이 대조군에 비해 높은 경향을 보였으나 유의차는 없었다. 앞서 설명한 바 어유보충군들이 대조군에 비해 섭취 지방의 P/M/S 비율은 높았고 n-6/n-3 비율은 낮았는데 중성 지방의 저하 효과가 나타나지 않은 것으로 보아, 본 실험에서 보인 이들 비율의 차이가 미미한 때문이 아니었나 추측된다. 앞서 언급한 바 장남수<sup>32)</sup>와 De Lany 등<sup>33)</sup>은 식이의 n-6/n-3 비가 2.0 정도일 때에야 비로소 혈청 지질에 감소 효과를 나타낸다고 하였다. 한편 어유보충군들의 총 지방 섭취량이 대조군에 비해 높았던 점 및 탄수화물 섭취량이 높았던 점 등이 중성 지방 농도를 높인 원인으로 작용하였을 것으로 추측된다. 혈장 중성 지방 농도가 탄수화물 섭취량에 영향을 받는다는 점은 잘 알려져 있다<sup>34)</sup>. 콜레스테롤과 인지질 농도는 수유 기간별로 각각 185.1~212.3mg/dl와 195.9~208.5mg/dl의 범위이 있으며 역시 실험군 간에 유의적 차이를 보이지 않았다. 각 실험군

의 중성 지방, 콜레스테롤 및 인지질 농도는 모두 정상 범위<sup>35)</sup>에 속하였다. 그런데 HDL-콜레스테롤 농도는 대조군이 39.1mg/dl를 보인 반면 S-2와 S-4군은 각각 50.9와 61.0mg/dl로 나타나 어유보충군들의 HDL-콜레스테롤 농도가 대조군에 비해 유의하게 높았다. S-2군과 S-4군 사이에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 본 연구 결과는 어유의 보충 급여 결과 혈중 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도가 낮아졌다거나 HDL-콜레스테롤 농도가 높아졌다고 하는 Abbey 등<sup>36)</sup> 및 Sanders 등<sup>37)</sup>의 보고, 또는 장현숙 등<sup>38)</sup>의 젊은 한국인 여성에게 9~15g/d의 어유를 1주간 보충 급여하였더니 혈중 총 콜레스테롤 농도와 중성 지방 농도가 유의하게 감소되었고 이때 HDL-콜레스테롤 농도는 유의하게 증가되었다는 연구 결과와 완전히 일치되지는 않으나 본 실험 결과 대조군에 비해 어유보충군에서 HDL-콜레스테롤 농도가 유의적으로 높아졌다는 점에서 부분적으로 일치된다. 따라서 총 콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤 농도로 부터 계산한 동맥경화지수(atherogenic index :

Table 6. Fatty acid composition(wt%) of the maternal plasma phosphatidylcholine(PC) and phosphatidylethanolamine(PE)

Exptl. group(n)	PC			PE		
	Control(6)	S - 2(6)	S - 4(6)	Control(6)	S - 2(6)	S - 4(6)
<b>Saturated</b>						
14 : 0	1.7±0.4 <sup>a</sup>	1.5± 0.7	1.4±0.6	0.7±0.1	0.8±0.1	0.7±0.2
16 : 0	20.1±3.9	29.0± 7.9	24.4±6.8	23.7±2.9	28.5±1.3	27.7±2.1
18 : 0	53.7±3.1	44.2± 7.8	47.5±3.6	31.6±2.1	28.8±2.9	27.9±3.4
20 : 0	0.7±0.1	0.8± 0.2	0.9±0.2	0.4±0.1	0.3±0.1	0.4±0.2
22 : 0	0.7±0.2	0.5± 0.2	0.6±0.4	0.4±0.2	0.2±0.1	0.4±0.4
24 : 0	0.8±0.4	0.2± 0.3	0.8±0.2	1.4±0.5	1.0±0.3	1.4±0.3
sub-total	77.7±2.6	76.2±15.5	75.5±9.3	58.2±1.7	59.7±1.9	58.6±3.5
<b>Monounsaturated</b>						
16 : 1	0.2±0.2	0.6± 0.4	0.7±1.0	0.4±0.2	0.4±0.1	0.4±0.2
18 : 1	1.6±0.8	1.7± 6.6	1.8±0.6	6.1±1.4	6.7±1.6	6.5±0.7
20 : 1	1.7±0.9	0.0± 0.0	0.8±1.5	0.9±0.5	0.2±0.3	0.2±0.5
22 : 1	0.7±0.4	0.3± 0.3	0.6±0.5	0.3±0.1	0.2±0.2	0.1±0.2
24 : 1	0.6±0.6	1.4± 1.7	0.8±0.3	0.9±0.4	0.7±0.5	0.3±0.1
sub-total	4.8±1.0	4.0± 6.9	4.6±2.4	8.7±1.3	8.2±1.4	7.5±0.8
<b>Polyunsaturated</b>						
18 : 2n - 6	1.8±0.4	3.0± 2.7	1.7±0.5	11.3±1.0	13.2±0.9	13.6±0.8
18 : 3n - 3	0.1±0.1	0.3± 0.3	0.2±0.2	0.1±0.1	0.3±0.2	1.2±1.2
20 : 4n - 6	1.6±0.5	1.9± 1.1	2.0±1.3	4.5±0.6	4.8±0.8	4.8±0.8
22 : 4n - 6	0.0±0.0	0.2± 0.4	0.2±0.2	0.4±0.2	0.8±0.9	0.4±0.2
20 : 5n - 3	0.4±0.2	0.7± 0.6	0.8±0.1	1.0±0.5	1.3±0.6	1.3±0.2
22 : 6n - 3	1.5±0.7	1.5± 0.2	2.2±0.3	3.2±0.5	3.9±0.9	3.7±0.8
sub-total	5.5±1.8	7.6± 4.7	7.2±2.0	20.4±0.7 <sup>b</sup>	24.3±2.5 <sup>ab</sup>	25.1±1.4 <sup>a</sup>
Others	12.1±1.5	12.2± 4.1	12.7±7.0	12.7±2.2	7.9±1.9	8.9±2.8
n-6/n-3	1.93/1	2.01/1	1.17/1	3.94/1	3.68/1	3.19/1
P/M/S	0.07/0.06/1	0.13/0.14/1	0.10/0.07/1	0.35/0.14/1	0.41/0.14/1	0.43/0.13/1

1) Values are mean ± standard deviation.

Values with different superscripts are significantly different among experimental groups( $p < 0.05$ ).

n-6/n-3 : Σ n-6/Σ n-3 fatty acid ratio, P/M/S : polyunsaturated/monounsaturated/saturated fatty acid ratio.

AI)는 4.5를 보인 대조군에 비해 2.2와 3.2를 보인 어유 보충군들이 유의하게 낮았다. S-2군과 S-4군 사이에는 유의한 차이는 보이지 않았으나 이러한 결과는 어유의 항동맥경화성 효과를 나타내 준 것으로 생각된다. AI의 바람직한 수를 3.0 이하<sup>39)</sup>로 보았을 때 대조군은 동맥경화의 위험 경향이 높은 상태로 판단되며, 어유보충군들은 낮은 상태로 판단된다.

몇몇 연구자들<sup>40-42)</sup>은 어유의 보충 급여가 주로 혈장의 중성 지방과 총 콜레스테롤 농도를 낮추고 혈소판의 DHA와 EPA 농도를 증가시키는 것과 관련이 있음을 보고하였다. 그러나 본 실험에서 어유의 보충 급여는 혈장 중성 지방 농도에는 영향을 끼치지 않은 반면 HDL-콜레스테롤의 농도는 대조군에 비해 어유보충군에서 높아지는 결과로서 일부 상승시키는 효과를 나타내었다. 이러한 결과는 급여된 어유의 양 또는 실험 대상자의 혈장 지질 상태에 따라 효과에 차이가 있을 수 있음을 시사하여 준다.

**5. 혈장의 PC 및 PE의 지방산 조성에 미친 영향**  
 어유의 보충 급여가 수유부 혈장 인지질중 PC 및 PE 분획의 시방산 조성에 끼친 영향은 Table 6과 같았다. PC 분획의 다 불포화 지방산 농도는 5.46%를 보인 대조군에 비해 S-2과 S-4군에서는 각각 7.59%와 7.21%로서 유의성은 없으나 어유보충군들이 대조군에 비해 높은 경향이었다. 각각의 지방산 함량의 차이도 전혀 유의성을 보이지 않았다. 즉 DHA와 EPA 함량은 대조군에 비해 어유보충군들에서 증가되는 경향을 보였으나 유의성은 없었고 n-3 지방산인 LNA 함량도 어유보충군이 대조군에 비해 증가된 경향을 보였다. 그러나 n-6 지방산인 LA 및 ARA 함량도 같이 증가된 경향을 보였다. 따라서 어유보충군에서 다 불포화 지방산 함량이 증가된 것은 n-3 계열 지방산 뿐만 아니라 n-6 계열 지방산 함량의 증가도 상당히 기여하였음을 나타내주며, 특히 S-2군에서 뚜렷하였다. 이러한 결과는 혈장 PC의 n-6/n-3 비에 반영되어 S-4군의 n-6/n-3 비는 대조군에 비해 유의성은 없으나 감소되었고 S-2군은 유사하였다. 한편 PE 분획의 다 불포화 지방산 함량은 대조군의 20.4%에 비해 어유보충군들은 24.3%와 25.1%를 보여 PC 분획에서와 마찬가지로 증가되는 경향을 보였으며 S-4군은 대조군과 유의한 차이를 보였다. 그러나 역시 각각의 지방산 함량의 변화는 유의성을 보이지 않았다. 그러나 DHA 및 EPA 함량은 어유보충군들이 대조군에 비해 증가되는 경향을 보였고 LA 및 LNA 함량도 대조군에 비해 어유보충군에서 크게 증가되는 경향을 보였다. ARA 함량은 실험군별로 균사하였다. 따라서 n-6/n-3 비는 대조군의 3.

94에 비해 S-2군은 3.68로 균사하였으나 S-4군은 3.19로서 저하되는 경향을 보였다. 이러한 결과는 앞서 실험군별 섭취 지방산에서 언급한 바, 어유보충군들이 대조군에 비해 다불포화지방산 섭취량이 많았으며 DHA, EPA, LA 및 LNA 섭취량도 높았고 ARA 섭취량은 균사하였으며 P/M/S 비는 높았고 n-6/n-3 비는 낮았던 상태가 그대로 혈장 인지질의 지방산 조성에 반영된 것으로 생각된다. 이러한 결과는 혈장 인지질의 지방산은 신속하게 식사 지방산 조성에 영향을 받는다는 일반적인 내용을 뒷받침한다.

그러나 Subbaiah 등<sup>43)</sup>은 성인 남자에게 n-3 지방산을 보충 급여한 후 일주일 이내에 혈장 PC의 지방산에서 EPA 및 DHA 함량의 증가와 함께 LA 함량의 감소가 유의하게 나타났으며 급여 전 n-6/n-3 비가 8.7이었던 것이 급여 후 2주일에 1.9로 현저하게 감소되었음을 보고한 바 있으며, Harris 등<sup>3)</sup>은 수유부에서 혈장의 DHA 함량은 어유의 보충급여량에 의존적으로 증가되었다고 하였고, Arbuckle 등<sup>44)</sup>은 새끼 돼지에서 역시 사료의 어유 첨가량에 의존적으로 혈장 인지질의 EPA 함량이 증가되었다고 하였는데 본 실험에서 DHA와 EPA 함량의 증가나 ARA의 감소도 유의한 차이를 보이지 않은 점은 어유의 보충급여량이 적었기 때문이 아닌가 생각되며, LA 및 LNA 함량도 증가 경향을 보인 것은 이들 지방산 섭취량이 실험군별로 통제되지 않아 어유보충군이 대조군에 비해 일상 식사를 통해 이들 지방산을 높게 섭취하였기 때문이라 추측된다. 상동 문헌들의 경우 인체에는 5, 6, 10 또는 47g/d의 어유가 보충 급여되었고, 새끼 돼지에게는 6g/L의 사료 등으로 상당히 많은 양이었던 점을 생각할 때 급여량의 차이로 이해된다. 이러한 결과는 본 실험에서의 보충 급여 수준 즉, 식품 선택을 조절하여 섭취할 수 있는 2~4g/d의 어유량으로는 유의한 변화를 얻기 힘들다는 점을 시사해 주었다.

## 6. 적혈구막의 PC 및 PE의 지방산 조성에 미친 영향

어유의 보충 급여가 수유부의 적혈구막 인지질중 PC 및 PE 분획의 지방산 조성에 끼친 영향은 Table 7과 같았다. PC 분획의 다 불포화 지방산 함량은 대조군이 14.0%였고 S-2군과 S-4군은 각각 11.7%와 13.9%로 혈장의 PC 분획과는 달리 유의성은 없었으나 어유보충군이 대조군보다 오히려 낮은 경향을 보였다. 각각의 지방산 함량의 변화도 전혀 유의성을 나타내지 않았다. 그러나 EPA 및 DHA 함량은 대조군에 비해 S-4군에서 약간 증가되는 경향을 보였고 S-2군에서는 변화되지 않았다. LNA 함량은 대조군에 비해 어유보충군

**Table 7.** Fatty acid composition(wt%) of the maternal erythrocyte membrane phosphatidylcholine(PC) and phosphatidylethanolamine(PE)

Exptl. group(n)	PC			PE		
	Control(6)	S-2(6)	S-4(6)	Control(6)	S-2(6)	S-4(6)
<b>Saturated</b>						
14 : 0	1.2±0.3 <sup>1</sup>	1.4±0.8	1.1±0.4	1.8±0.3	1.6±0.2	1.5± 0.4
16 : 0	34.2±2.4	33.2±1.7	32.9±1.6	21.9±3.4	22.3±1.4	21.5± 2.1
18 : 0	27.0±1.4	29.1±4.8	29.9±4.1	38.0±4.5	40.4±4.5	37.9±11.4
20 : 0	0.4±0.0	0.5±0.1	0.5±0.2	0.6±0.1	0.7±0.1	0.7± 0.3
22 : 0	0.3±0.2	0.2±0.2	0.1±0.1	0.3±0.1	trace	0.1± 0.1
24 : 0	0.5±0.4	0.8±0.3	0.4±0.3	3.6±0.4	0.6±0.5	1.6± 1.6
sub-total	63.6±3.3	65.2±4.9	64.9±3.1	66.1±7.3	65.6±5.4	63.2±12.2
<b>Monounsaturated</b>						
16 : 1	0.5±0.1	0.3±0.1	0.4±0.1	0.8±0.5	0.8±0.7	0.5± 0.5
18 : 1	13.5±1.4	12.9±1.5	12.7±1.9	7.1±0.8	9.2±2.2	10.8± 2.3
20 : 1	0.2±0.1	0.3±0.2	0.3±0.1	0.2±0.1	0.6±0.6	0.3± 0.2
22 : 1	0.4±0.5	trace	0.0±0.0	0.1±0.1	trace	0.1± 0.1
24 : 1	0.1±0.1	trace	trace	trace	trace	trace
sub-total	14.0±1.7	13.5±1.6	13.5±1.9	11.1±0.6	10.5±2.6	11.6± 2.9
<b>Polyunsaturated</b>						
18 : 2n - 6	8.9±1.6	7.9±1.2	8.4±1.9	1.6±0.3	1.9±0.6	2.3± 0.9
18 : 3n - 3	1.1±0.1	0.3±0.2	0.5±0.3	0.1±0.1	0.9±0.7	0.8± 0.7
20 : 4n - 6	1.9±0.9	1.3±0.2	2.3±1.5	5.8±2.1	3.8±1.6	6.6± 2.6
22 : 4n - 6	0.3±0.2	0.2±0.1	0.2±0.1	2.7±1.6	2.0±0.3	1.7± 1.1
20 : 5n - 3	0.5±0.2	0.5±0.2	0.7±0.1	0.9±0.4	1.4±0.7	1.3± 0.2
22 : 6n - 3	1.3±0.3	1.5±0.3	1.9±0.9	4.6±1.6	4.2±0.3	5.0± 3.4
sub-total	14.0±2.6	11.7±1.1	13.9±4.4	15.7±6.8	14.3±2.1	17.7± 9.5
Others	7.8±2.4	9.7±3.4	7.7±3.2	7.1±3.3	9.6±1.7	7.6± 3.3
n-6/n-3	3.93/1	4.12/1	3.76/1	2.35/1 <sup>a</sup>	1.20/1 <sup>b</sup>	1.50/1 <sup>ab</sup>
P/M/S	0.22/0.23/1	0.18/0.21/1	0.22/0.22/1	0.24/0.17/1	0.22/0.16/1	0.30/0.18/1

1) Values are mean ± standard deviation.

Values with different superscripts are significantly different among experimental groups( $p < 0.05$ ).

n-6/n-3 : Σ n-6/Σ n-3 fatty acid ratio, P/M/S : polyunsaturated/monounsaturated/saturated fatty acid ratio.

에서 감소되는 경향을 보였고 LA 및 ARA 함량도 역시 대조군에 비해 어유보충군에서 감소되는 경향을 보였으며 감소의 정도는 S-2군에서 보다 크게 나타났다. 결과적으로 n-6/n-3 비는 3.93을 보인 대조군에 비해 S-2군은 4.12로서 변화되지 않았고 S-4군만이 감소 경향을 보였으나 유의성은 없었다. PE 분획의 다 불포화 지방산 함량은 대조군은 15.7%였고 S-2군이 14.3%, S-4군이 17.6%로서 S-4군에서만 증가 경향을 보였다. 그러나 DHA 함량은 대조군에 비해 S-4군에서 증가되는 경향을 보였고 EPA 함량은 대조군에 비해 S-2군과 S-4군 모두 증가되는 경향을 보였다. 한편 LNA 및 LA 함량은 대조군에 비해 어유보충군들에서 증가되는 경향이었으며 ARA 함량은 대조군에 비해 S-2군에서 감소되는 경향을 보였다. 따라서 n-6/n-3 비는 대조군의 2.52에 비하여 S-2군과 S-4군은 각각 1.20과 1.50으로 감소되었으며 S-2군에서의 감소는 대조군과 유

의적이었다. 이는 S-4군의 경우 n-6 계열 지방산인 ARA의 감소가 커진 때문이었다. 이러한 결과는 적혈구 막 인지질의 지방산 조성은 구조적 지질로 혈장 인지질의 지방산 조성과는 달리 식이 지방산의 영향을 적게 받으며 적혈구 인지질 지방산 조성이 좁은 범위에서 조절 받는 것이 아닌가 하는 점을 시사하여 준다. 그러나 몇몇 동물 실험들은 간장<sup>45)</sup>, 두뇌<sup>45~47)</sup>, 망막<sup>46)</sup> 또는 심장 등<sup>47)</sup> 구조적 지질도 어유의 보충 급여로 지방산 조성이 변화된다는 점을 밝히고 있으나 Hrboticky 등<sup>48)</sup>은 새끼 돼지를 이용한 실험에서 두뇌 또는 간장 등 조직의 지방산 변화 내용이 적혈구 인지질에 완전히 반영되지 않음을 보고한 바 있다. 본 연구에서는 혈장 인지질의 치방산 조성도 유의하게 변화되지 않았으므로 적혈구 막 인지질의 지방산 조성 역시 변화되지 않았다고 판단된다. 따라서 보충 급여의 수준이 그 영향을 나타내는 결정적 인자 중의 하나가 아닌가 생각된다.

## 요약 및 결론

본 연구는 한국인 수유부에 낫은 수준의 어유를 보충 급여하여 수유부의 혈장 지질 농도 및 혈장과 적혈구 인지질의 지방산 조성에 끼치는 영향을 알아보고자 수행되었다. 모유 영양만을 실시하는 18명의 수유부를 대조군과 두 수준의 어유 보충군으로 구분하였으며 수유 10주부터 12주까지 2주에 걸쳐 각각 1.96g/d와 3.92g/d의 어유를 보충 급여하였다. 실험 기간 중 모든 실험 대상자는 자유로이 일상 식사를 섭취하도록 하였다.

에너지와 단백질 섭취량은 한국인 영양권장량에 비하여 대조군은 각각 86%와 98%이었고 어유보충군들은 88~95% 및 105%이었다. 지방 섭취량은 대조군의 경우 총 에너지의 20%이었고 어유보충군들은 22~25%이었다. 섭취 지방산의 P/M/S 비율은 대조군은 0.7/1.0/1이었고 어유보충군들은 0.8~0.9/1.0/1이었으며, n-6/n-3 비율은 대조군의 경우 3.8이었고 어유보충군들은 2.9~3.3이었다. 섭취량이 가장 많은 지방산들은 대조군은 oleic acid > palmitic acid > LA 순이었고 어유보충군들은 oleic acid > LA > palmitic acid 순이었다. DHA와 EPA 섭취량은 대조군의 경우 각각 1.1과 0.5g/d이었고 어유보충군들은 1.6과 0.8~1.0g/d이었다. 어유의 보충 급여는 대조군에 비해 혈장 HDL-콜레스테롤 농도를 유의하게 높였다. 혈장 PC 및 PE의 DHA와 EPA 함량은 어유의 보충 급여로 높아지는 경향을 나타내었으나 유의성은 없었다. 한편 적혈구막의 PC 및 PE의 지방산 조성은 어유의 보충 급여에 따른 영향을 거의 나타내지 않았다.

한국인 수유부에게 낫은 수준의 어유를 보충 급여하여 얻은 본 실험 결과는 식사를 통해 섭취할 수 있는 정도의 어유로는 혈장 지질 농도의 저하 효과나 혈장 또는 적혈구의 PC 및 PE의 지방산 조성의 변화 등을 기대할 수 없음을 나타내 주었다. 그러나 혈장 HDL-콜레스테롤 농도가 상승된 점, 동맥경화지수가 낮아진 점 및 혈장 PC와 PE의 DHA와 EPA 함량이 증가되는 경향을 보인 점 등을 식사를 통해 어유 섭취를 증가시킬 필요성이 있음도 시사하여 주었다.

## Literature cited

- Sinclair AJ. Long-chain polyunsaturated fatty acids in the mammalian brain. *Proc Nutr Soc* 34 : 287-291, 1975
- O'Brien JS, Fillerup DL, Mean JF. Quantification of fatty acid and fatty aldehyde composition of ethanolamine, choline and serine glycerophosphatides in human cerebral gray and white matter. *J Lipid Res* 5 : 329-338, 1964
- Harris WS, Connor WE, Lindsey S. Will dietary w-3 fatty acids change the composition of human milk? *Am J Clin Nutr* 40 : 780-785, 1984
- Anderson RE. Lipids of ocular tissues IV. A comparison of the phospholipids from retinas of six mammalian species. *Exp Eye Res* 10 : 339-344, 1970
- Poulos A, Darin-Bennet A, White IG. The phospholipid-found fatty acids and aldehydes of mammalian spermatozoa. *Comp Biochem Physiol* 46B : 541-549, 1973
- Crawford MA. Lipids and development of the human brain. *Biochem Soc Trans* 4 : 231-233, 1976
- Clandinin MT, Chappell JE, Leong S, Heim T, Swyer PR, Chance GW. Intrauterine fatty acid accretion rates in human brain : Implications for fatty acid requirements. *Early Hum Dev* 4 : 121-129, 1980
- Clandinin MT, Chappell JE, Leong S, Heim T, Swyer PR, Chance GW. Extruterine fatty acid accretion in infant brain : Implications for fatty acid requirements. *Early Hum Dev* 4 : 131-138, 1980
- Carlson SE, Rhodes PG, Ferguson MG. Docosahexaenoic acid status of preterm infants at birth and following feeding with human milk or formula. *Am J Clin Nutr* 44 : 798-804, 1986
- Walker BL. Maternal diet and brain fatty acids in young rats. *Lipids* 2 : 497-500, 1967
- Sinclair AJ. Incorporation of radioactive polyunsaturated fatty acids into liver and brain of the developing rat. *Lipids* 10 : 175-184, 1975
- Neuringer M, Connor WE, Petten CV, Barstad L. Dietary omega-3 fatty acid deficiency and visual loss in infant rhesus monkeys. *J Clin Invest* 73 : 272-276, 1984
- Neuringer M, Connor WE, Luck SL. Omega-3 deficiency in rhesus monkeys : Depletion of retinal docosahexaenoic acid and abnormal electroretinograms. *Am J Clin Nutr* 43 : 706(abstr), 1986
- Benolken RN, Anderson RE, Wheeler TG. Membrane fatty acids associated with the electrical response in visual excitation. *Science* 182 : 1253-1254, 1973
- Wheeler TG, Benolken RM, Anderson RE, Wheeler TG. Visual membrane : Specificity of fatty acids precursors for the electrical response to illumination. *Science* 188 : 1313-1314, 1975
- Lamptey MS, Walker BL. A possible essential role for dietary linolenic acid in the development of the young rat. *J Nutr* 106 : 86-93, 1976
- Yamamoto N, Satoh M, Morinchi A, Nomura M, Okuyama H. Effect of dietary alpha-linolenate/linoleate balance on brain lipid compositions and learning ability of

- rats. *J Lipid Res* 28 : 144-151, 1987
- 18) Arbuckle LD, Rioux FM, Mackinnon MJ, Hrboticky N and Innis SM. Response of (n-3) and (n-6) fatty acids in piglet brain, liver and plasma to increasing, but low, fish oil supplementation of formula. *J Nutr* 121 : 1536-1547, 1991
- 19) 주현규 · 조황연 · 박충균 · 조규성 · 채수규 · 마상조. 식품 분석법. p.105-106, 유림문화사, 서울, 1991
- 20) AOAC : Official methods of analysis. 13th ed. pp.125, Association of official analytical chemists, Washington DC, 1980
- 21) Folch J, Lees M and Sloane-stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226 : 497-509, 1957
- 22) Morrison WR and Smith LM. Preparation of fatty acid methyl ester and dimethylacetals from lipids with boron trifluoride-methanol. *J Lipid Res* 5 : 600-608, 1964
- 23) Hanahan DJ and Ekholm JE. The preparation of red cell ghosts(membrane). In : Fleisher S, Packer L eds. Method in Enzymology. Academic Press, NY 31 : 168-172, 1974
- 24) Bitman J, Wood DL, Mehta NR, Hamosh P and Hamosh M. Comparison of the phospholipid composition of breast milk from mothers of term and preterm infants during lactation. *Am J Clin Nutr* 40 : 1103-1119, 1984
- 25) 송문섭 · 이영조 · 조신섭 · 김병천. SAS를 이용한 통계자료 분석. 자유아카데미, 서울, 1993
- 26) 허명희. SAS 회귀분석. 자유아카데미, 서울, 1993
- 27) 한국영양학회, 한국인 영양권장량. 중앙문화사, 서울, 1995
- 28) 이금주 · 문수재 · 이민준 · 안홍석. 수유부와 비수유부의 섭식과 체지방 및 인체계측의 비교 연구. 국영양학회지 26 : 76-88, 1993
- 29) 보건사회부, 국민영양조사보고서, 1990
- 30) 오경원 · 박계숙 · 김백제 · 이양자. 일부 대학생의 지방산 섭취량과 섭취 지방산의 w3, w6계 지방산 및 P/M/S 비율에 관한 연구. 한국영양학회지 24 : 399-407, 1991
- 31) 이혜양 · 김숙희. 연령증가에 따른 한국성인의 영양섭취상태가 지방대사에 미치는 영향. 한국영양학회지 27 : 23-45, 1994
- 32) 장남수. 바람직한 지방산 섭취 형태. 한국영양학회지 26 : 486-503, 1993
- 33) De Lany JP, Vivian VM, Snook JT and Anderson PA. Effects of fish oil on serum lipids in men during a controlled feeding trial. *Am J Clin Nutr* 52 : 477-485, 1990
- 34) Truswell AS. Food carbohydrates and plasma lipids-an update. *Am J Clin Nutr* 59(suppl) : 710S-718S, 1994
- 35) Mitruka BM and Rawnsley HM. Clinical Biological and Hematological Reference Values in Normal Experimental Animals and Normal Humans. 2nd ed. p.127, p.253, Mason Publishing Inc. New York, 1981
- 36) Abbey M, Clifton P, Kestin M, Bellinger B and Nestel P. Effect of fish oil on lipoproteins, lecithin-cholesterol acyltransferase and lipid transfer protein activity in humans. *Arteriosclerosis* 10 : 85-94, 1990
- 37) Sanders TAB, Hinds A and Pereira CC. Influence of n-3 fatty acids on blood lipids in normal subjects. *J Intern Med Suppl* 225 : 99-104, 1989
- 38) 장현숙, 김성미. 어유의 섭취가 젊은 여성의 혈청 지질에 미치는 영향. 한국영양학회지 23 : 1-10, 1990
- 39) 최성향 · 전혜원 · 유기환 · 손창성 · 독고영창. 국민학교 아동의 고지질혈증에 관한 연구. 고대논문집 29 : 433-440, 1992
- 40) Herold PM and Kinsella JE. Fish oil consumption and decreased risk of cardiovascular disease : a comparison of findings from animal and human feeding trials. *Am J Clin Nutr* 43 : 566-598, 1986
- 41) Rogers S, James KS, Butland BK, Etherington MD, O'Brien JR, Jones JG. Effects of a fish oil supplement on serum lipids, blood pressure, bleeding time, haemostatic and rheological variables. *Atherosclerosis* 63 : 137-143, 1987
- 42) 백인경 · 윤지영 · 정윤석 · 장현정 · 이종호 · 이은직 · 이현철 · 허갑범. 인슐린비의존형 당뇨병 환자에서 어유 투여량이 혈청 지질에 미치는 영향. 한국영양학회지 26 : 672-679, 1993
- 43) Subbaiah PV, Kaufman D, Bagdade JD. Incorporation of dietary n-3 fatty acids into molecular species of phosphatidylcholine and cholesterol ester in normal human plasma. *Am J Clin Nutr* 58 : 360-368, 1993
- 44) Arbuckle LD, Rioux FM, Mackinnon MJ, Hrboticky N, Innis SM. Response of (n-3) and (n-6) fatty acids in piglet brain liver and plasma to increasing, but low, fish oil supplementation of formula. *J Nutr* 121 : 1536-1547, 1991
- 45) Bourre JM, Bonnell M, Dumont O, Piciotti M, Nalbone G and Lanfont H. High dietary fish oil alters the brain polyunsaturated fatty acid composition. *Biochim Biophys Acta* 969 : 458-461, 1988
- 46) Philbrick DJ, Mahadevappa VG, Ackman RG, Holub BJ. Ingestion of fish oil or a derived n-3 fatty acid concentrate containing eicosapentaenoic acid (EPA) affects fatty acid compositions of individual phospholipids of rat brain, sciatic nerve and retina. *J Nutr* 117 : 1663-1670, 1987
- 47) Swanson JE, Black JM, Kinsella JE. Dietary menhaden oil : effects on the rate and magnitude of modification of phospholipid fatty acid composition of mouse heart and brain. *J Nutr* 59 : 535-545, 1989
- 48) Hrboticky N, Mackinnon MJ, Innis SM. Effect of a vegetable oil formula rich in linoleic acid on tissue fatty acid accretion in the brain, liver, plasma, and erythrocytes of infant piglets. *Am J Clin Nutr* 51 : 173-182, 1990