

한국인 수유부에 어유의 보충 급여 효과에 관한 연구*

- III. 영아의 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
- III. The Effects on Fatty Acid Composition, Plasma Lipid Concentration and
Fatty Acid Composition of Plasma Phospholipids and Erythrocyte of Infants -

Lim, Hyeon Sook · Lee, Jeong A

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

ABSTRACT

This experiment was conducted to examine the effects of fish oil supplementation with low dose on the lipid concentration and fatty acid composition of plasma and the fatty acid composition of plasma phospholipid and erythrocyte of infants. Among 18 breast-fed infants, 6 were in control group and 12 were in fish oil groups. The subjects in fish oil groups were nursed by their mothers who supplemented with fish oil 1.96g/d or 3.92g/d, respectively for 2 weeks from 10 to 12 weeks postpartum. The nursing mothers consumed their usual diets at home. Blood samples were collected at the final day of experiment. There were no significant changes in daily intakes of total lipid, triglyceride, free fatty acid, phospholipid and cholesterol of infants by fish oil supplementation. However, the content of EPA (eicosapentaenoic acid) increased and that of ARA (arachidonic acid) decreased significantly in plasma PC (phosphatidylcholine). And also, there were tendencies to increase triglyceride concentration and to decrease cholesterol and phospholipid concentrations of plasma. As the above results, atherogenic index (AI) showed a tendency to decrease, but not significant. DHA (docosahexaenoic acid) and EPA contents in plasma PC and PE (phosphatidylethanolamine) as well as those of erythrocyte tended to increase. In these results, we conclude that fish oil supplementation with low dose to lactating women does not obviously affect on the plasma lipid concentrations and fatty acid composition of plasma PC and PE as well as erythrocyte. However the increase of EPA content of plasma PC and the tendency to increase DHA and EPA contents of plasma as well as erythrocyte membrane indicate that there may be some beneficial effects on infant lipid metabolism if fish oil intakes of nursing mother were increased. (*Korean J Nutrition* 29(2) : 192~198, 1996)

KEY WORDS : fish oil · infant · fatty acid · phospholipid · erythrocyte.

채택일 : 1995년 12월 6일

*이 논문은 1993년도 학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

서 론

출생 후 1년 6개월의 영·유아기는 두뇌 성장이 활발한 시기이며 따라서 두뇌 인지질에 DHA가 집중적으로 축적되는 때라 할 수 있다. 영·유아의 경우 linolenic acid(LNA)로부터 docosahexaenoic acid(DHA)를 합성하는 마지막 단계의 효소인 Δ^4 -desaturase 활성이 제한되어 있어 식사를 통한 DHA의 공급이 두뇌 인지질의 DHA 축적에 효과적이라 알려져 있다¹⁻³⁾. 영아기 초기에 모유 영양아의 DHA 섭취량은 모유의 DHA 함량에 의존적이므로 모유의 DHA 함량은 중요한 의미를 갖는다. 모유의 DHA 함량은 총 지방산의 1% 미만이라고 하나, Harris 등⁴⁾은 미국인 모유의 평균 DHA 함량을 0.1%라고 하였고 수유부에게 47g/d의 어유를 보충 급여한 결과 4.8%까지 증가되었다는 사실을 보고하였다. 이는 모유의 DHA 함량이 수유부의 DHA 섭취량에 크게 영향을 받는다는 점을 나타내 준다. 저자 등⁴⁾이 조사한 바로는 일부 지역 한국인 모유의 DHA 함량은 2.4~4.0%로서 비교적 높은 수준을 보였다. 이는 수유부의 식사 섭취 실태 조사 결과 어패류 섭취량이 많았던 점과 관련되는 것으로 보인다.

한국의 경우 영아의 지방산 섭취 상태에 관한 조사도 실시된 바도 없고, 수유부에게 어유를 보충 급여한 결과가 영아의 지방산 섭취 상태, 영아의 혈장 지질 농도 및 혈장과 적혈구 인지질의 지방산 조성에 끼치는 영향에 대하여도 알려진 바도 없다.

따라서 본 연구에서는 한국인 모유의 경우 DHA 함량이 비교적 높으므로 어패류를 통해 식사로서 섭취 가능한 수준인 적은 양의 어유를 수유부에 보충 급여하여 그 영향을 고찰해 보고자 하였다.

연구방법

1. 실험 대상자 선정

출산 후 적어도 12주까지 전적으로 모유 영양만을 실시하고자 하는 산모에게서 태어난 18명의 정상아를 실험 대상으로 하였다. 구체적인 선정 과정은 전보⁵⁾와 같았다.

2. 실험 설계

실험군의 내용과 어유의 보충 급여 내용 및 본 실험에 사용한 어유의 지방산 조성은 전보⁵⁾와 같았다. 어유의 보충 급여가 끝나기 전 이틀동안 영아의 모유 섭취량을 측정하였고 이에 기초하여 지질과 지방산 섭취량을 산출

하였으며, 어유의 보충 급여 마지막 날에는 영아의 혈액을 채취하여 혈장 지질 농도 및 혈장과 적혈구막 인지질의 지방산 조성 분석에 사용하였다.

3. 영아의 모유 섭취량 측정

영아의 모유 섭취량은 실험 기간이 끝나기 전 이틀 동안 test-weighing 법⁶⁾으로 측정하였다.

4. 영아의 지방산 섭취량 분석

영아의 1일 지질 섭취량은 모유 섭취량과 전보⁷⁾에서 밝힌 모유의 지질 농도로 부터 산출하였으며, 1일 지방산 섭취량은 역시 전보⁷⁾에서 밝힌 모유의 지방산 함량에 총지질 섭취량을 곱하여 산출하였다.

5. 영아의 혈액 시료의 채취 및 혈장 지질 농도 분석

영아의 혈액은 오전 중 3시간 이상 공복 시에 손등의 정맥에서 채혈하였다. 혈장의 분리, 적혈구의 세척, 혈장의 중성 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 인지질 농도의 정량은 전보⁸⁾와 같은 방법으로 수행하였고 역시 동맥경화지수(atherogenic index : AI)를 산출하였다.

6. 영아의 혈장과 적혈구막의 PC와 PE의 지방산 조성 분석

적혈구막은 Hanahan과 Ekholm 법⁹⁾으로 분리하였으며, 혈장과 적혈구막의 PC 및 PE의 분획은 Bitman 등⁹⁾이 사용한 방법에 따라 thin layer chromatography를 이용하여 얻었다. PC와 PE의 지방산 조성은 gas chromatography를 이용하여 분석하였다. 기타 상세한 분석 방법은 전보⁵⁾와 같았다.

7. 통계처리

모든 분석치들은 각 실험군 별로 평균과 표준편차로서 제시되었다. 실험군에 따른 각 분석치들의 평균의 차이에 대한 유의성 검증은 분산 분석을 한 후 분산 분석 결과가 $p < 0.05$ 인 경우에 Duncan의 다중검증법을 이용하여 통계처리하였다. 또한 어유의 보충 급여 효과를 알아보기 위한 분석 항목 사이의 상관관계는 Pearson의 상관관계수로 검증하였다. 이러한 통계 검증은 SAS(statistical analysis system) package를 이용하였다^{10,11)}.

결과 및 고찰

1. 영아의 일반 특성

실험 대상 영아의 일반 특성은 Table 1과 같았다. 실험 대상 영아중 남이는 12명, 여이는 6명이었다. 남아의

출생 시 체중은 3,495g이었고 여아는 3,220g이었으며, 12주령에는 각각 6,475g과 6,056g으로 성장하였다. 출생 시 신장은 남아와 여아 각각 52.6 및 51.4cm이었고, 12주령에는 각각 63.7과 61.7cm로 성장하였다. 출생 시 체중은 남아와 여아 모두 한국소아신체발육표준치¹²⁾와 근사하였으며 출생 시 신장은 동 표준치를 남아, 여아 모두 상회하였다. 12주령의 성장 정도는 남·여아 모두 동 표준치의 50 백분위수 내외에 속하였다.

2. 지질 및 지방산 섭취 실태에 미친 영향

모체에 대한 어유의 보충 급여가 영아의 지질 섭취에 미친 영향은 Table 2와 같으며, 지방산 섭취량에 끼친 영향은 Table 3과 같았다. 영아의 1일 평균 지질 섭취량은 총 지질, 중성 지방, 유리 지방산, 인지질 및 콜레스테롤 모두 3개 실험군 간에 유의한 차이를 보이지 않아 어유의 보충 급여에 따른 영향을 나타내지 않았다. 모유의 총 지질, 중성 지방, 유리 지방산 및 인지질 농도가 실험군 간에 유의하게 달랐음에도 불구하고 섭취량에서 유의한 차이를 보이지 않은 것은 모유 섭취량의 개체간 차이가 컸기 때문이라 생각된다. 각 실험군의 총 지질 섭취량은 16.5~23.1g/d이었고, 중성 지방 섭취량은 14.9~19.9g/d이었으며, 유리 지방산 섭취량은 535.1~887.4mg/d이었고 인지질 섭취량은 125.6~305.9mg/d이었으며, 콜레스테롤 섭취량은 188.2~356.6mg/d로 각 성분 모두 대조군이 가장 낮은 경향을 보인 반면에 S-2군이 가장 높은 경향을 보였다. 이러한 지질 섭취량은 본인 등¹³⁾이 보고한 12주 모유 영양아의 성적과 비교할 때 총 지질, 중성지방 및 인지질 섭취량은 S-2군이 다소 높았으나 대조군과 S-4군은 근사하였고, 콜레스테롤 섭취량은 3개 실험군 모두 높았는데 이는 앞서 모유의 지질 함

량에서 언급한 바 본 연구의 모유 시료의 콜레스테롤 함량이 높았기 때문이었다.

영아의 1일 평균 지방산 섭취량은 역시 3개 실험군 간에 유의한 차이를 보이지 않아 어유의 보충 급여에 따른 영향을 나타내지 않았다. 포화 지방산 섭취량은 대조군이 7.5g/d이었으며 S-2군과 S-4군은 각각 10.4와 7.7g/d로 S-2군이 높은 경향을 보였으며, 단일 불포화 지방산 섭취량도 대조군은 5.3g/d이었고 S-2군과 S-4군은 각각 8.7과 5.4g/d로 역시 S-2군이 높은 경향을 보였고, 다 불포화 지방산 역시 대조군은 3.4g/d이었고

Table 3. Fatty acid intakes(g/day) of the infants from breast milk

Exptl. group(n)	Control(6)	S-2(6)	S-4(6)
Saturated			
10 : 0	0.3±0.2 ¹	0.5±0.1	0.3±0.1
12 : 0	1.5±1.0	2.2±0.5	1.4±0.4
14 : 0	1.4±0.9	1.8±0.5	1.3±0.3
16 : 0	3.4±0.9	4.8±0.5	3.8±1.0
18 : 0	0.9±0.2	1.1±0.3	0.8±0.2
20 : 0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
sub-total	7.5±2.9	10.4±1.3	7.7±1.9
Monounsaturated			
16 : 1	0.6±0.1	0.9±0.2	0.6±0.2
18 : 1	4.7±1.8	6.8±1.0	4.7±1.2
20 : 1	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0
sub-total	5.3±2.0	7.8±1.1	5.4±1.4
Polyunsaturated			
18 : 2n-6	2.5±1.6	3.5±0.5	2.6±0.8
18 : 3n-3	0.2±0.2	0.3±0.1	0.2±0.1
20 : 2n-6	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0
20 : 3n-6	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0
20 : 4n-6	0.1±0.1	0.2±0.1	0.1±0.0
20 : 4n-3	0.0±0.0	0.1±0.1	0.1±0.0
20 : 5n-3	0.1±0.1	0.2±0.2	0.2±0.1
22 : 6n-3	0.2±0.2	0.3±0.1	0.2±0.1
sub-total	3.4±1.9	4.7±0.9	3.5±1.0
Others	0.3±0.2	0.2±0.0	0.3±0.3
n-6/n-3	4.86/1	4.61/1	4.69/1
P/M/S	0.45/0.70/1	0.46/0.75/1	0.46/0.70/1

1) Values are mean ± standard deviation
 Values are not 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

Table 1. General characteristics of the infants

	Birth	12 wk age	
Body weight(g)	M(12)	3,495±228 ¹	6,475±917
	F(6)	3,220±323	6,056±453
	Total(18)	3,403±295	6,701±1127
Length(cm)	M(12)	52.6±1.1	63.7±2.2
	F(6)	51.4±0.5	61.7±1.1
	Total(18)	52.2±1.3	64.1±2.8

1) Values are mean ± standard deviation
 M : male, F : female

Table 2. Intakes of triglyceride, free fatty acids, phospholipid and cholesterol of the infants from breast milk

Exptl. group(n)	TL(g/d)	TG(g/d)	FFA(mg/d)	PL(mg/d)	CHOL(mg/d)
Control(6)	16.5±6.8 ¹	14.9±5.5	535.1±356.8	125.6± 70.3	188.2±169.8
S-2(6)	23.1±3.0	19.9±4.5	887.4±414.5	305.9±102.3	356.6±131.6
S-4(6)	17.0±4.2	15.4±2.9	767.2±189.8	173.9±87.8	210.8±134.6

1) Values are mean ± standard deviation
 Values are not significantly different among experimental groups(p < 0.05)
 TL : total lipid, TG : triglyceride, FFA : free fatty acid, PL : phospholipid, CHOL : cholesterol

S-2군과 S-4군은 각각 4.7과 3.5g/d로 S-2군이 높은 경향을 보였다. 이는 모유의 지방산 조성은 실험군 별로 크게 다르지 않은 반면 지질 함량은 S-2군이 유의하게 높았기 때문에 나타난 결과라고 판단된다. 그러나 모유 섭취량의 개체간 차이가 컸기 때문에 지방산 섭취량에 있어서 유의한 차이를 보이지는 않았다. 그러나 DHA 섭취량은 S-2군만 대조군에 비해 높은 경향을 보였으며 EPA 섭취량은 어유보충군들이 다소 높은 경향을 보였다. 이러한 결과 섭취 지방산의 P/M/S 비는 대조군의 경우 0.45/0.70/1이었고, n-6/n-3 비는 4.86/1이었으며 S-2군과 S-4군도 양 비율 모두 대조군과 근사하였다. 이들 비율은 각 실험군 별로 각각의 모유 지방산의 동 비율과 동일하였다. 그러나 수유부가 섭취한 지방산과 비교하면 n-6/n-3 비는 높고, P/M/S 비는 낮아, 영아는 수유부에 비해 포화 지방산 섭취 비율이 상대적으로 높으며, 다 불포화 지방산 중에서는 n-6 지방산 섭취 비율이 상대적으로 높음을 나타내 주었다. 한편 DHA 섭취량은 대조군, S-2군 및 S-4군 각각 0.2, 0.3 및 0.2g/d이었고, EPA 섭취량은 3개 실험군 각각 0.1, 0.2 및 0.2g/d이었다. 실험군 간에 유의한 차이는 없었으며 모유의 지방산 조성의 차이에 따른 결과를 그대로 반영하였다.

3. 혈장 지질 농도에 미친 영향

모체에 대한 어유의 보충 급여가 영아의 혈장 지질 농도에 미친 영향은 Table 4와 같았다. 각 실험군의 중성 지방 농도는 79.2~116.9mg/dl의 범위이었으며 어유보충군들이 대조군에 비해 높은 경향을 보였으나 유의적 차이는 없었다. 각 실험군의 콜레스테롤과 인지질 농도는 각각 186.6~203.1mg/dl와 144.8~186.7mg/dl의 범위이었으며 모두 실험군에 따른 유의한 차이는 없었으나 대조군이 어유보충군들보다 다소 높은 경향을 보였다. 각 실험군의 HDL-콜레스테롤 농도는 33.2~37.7mg/dl의 범위이었으며 수유부 혈장에서와는 달리 실험군 간에 유의적 차이를 보이지 않았다. 각 실험군의 중성 지방, 콜레스테롤 및 인지질 농도는 모두 정상 범위에 속하였다. 한편 AI는 대조군에서 5.5를 보여 4.5와 4.8을 보인 어유보충군들이 낮은 경향을 보였으나 수유부에서와는 달리 유의성을 나타내지는 않았다. 본 결과를 본인

등¹³⁾이 보고한 12주령 모유 영양아의 혈장 지질 농도와 비교하면 중성 지방 농도는 어유보충군들의 경우 근사하였고 대조군은 낮은 경향이였으며, 인지질 농도는 3개 실험군 모두 낮은 편이었고, 반대로 콜레스테롤 농도는 3개 실험군 모두 높은 편이었다.

4. 혈장과 적혈구막의 PC 및 PE의 지방산 조성에 미친 영향

모체에 대한 어유의 보충 급여 효과가 영아의 혈장 인지질의 PC 및 PE의 지방산 조성에 미친 영향은 Table 5와 같았다. PC의 단일 및 다 불포화 지방산 함량은 대조군에 비해 어유보충군에서 높은 경향을 보였다. DHA 함량은 유의성은 없었으나 어유보충군에서 증가되는 경향이였으며 EPA 함량은 대조군에 비해 어유보충군에서 유의하게 증가되었고 그 증가 정도는 S-2군에서 더욱 크게 나타났다. 또한 ARA 함량은 대조군에 비해 어유보충군에서 유의하게 감소되었으며 어유 급여량의 증가에 따라 감소 정도가 더욱 컸다. n-6/n-3 비는 대조군에 비해 어유보충군에서 감소되는 경향을 보였다. PE 분획의 다 불포화 지방산 함량은 PC 분획과는 달리 S-2군은 대조군보다 높은 경향이였으나 S-4군은 근사하였다. 그러나 DHA 및 EPA 함량은 대조군에 비해 어유보충군들에서 증가되는 경향을 보였고 ARA 함량은 대조군에 비해 S-4군에서만 감소되는 경향을 보였다. n-6/n-3 비는 대조군에 비해 어유보충군들에서 감소되는 경향이였으며 S-4군이 가장 낮았으나 유의성은 없었다.

모체에 대한 어유의 보충 급여 효과가 영아의 적혈구막 인지질의 PC 및 PE의 지방산 조성에 미친 영향은 Table 6과 같았다. PC 분획에서는 실험군별로 다 불포화 지방산 함량에 차이를 나타내지 않았으며 각 지방산 함량도 유의한 차이를 나타내지 않았는데 DHA 함량은 S-4군이 대조군에 비해 다소 높은 경향이였고, EPA 함량은 S-2군이 대조군에 비해 다소 높은 경향이였으며, ARA 함량은 어유보충군들이 대조군에 비해 낮은 경향이였다. 그러나 감소 정도는 S-2군에서 오히려 컸다. n-6/n-3 비는 대조군의 3.09에 비해 S-2군과 S-4군은 2.21과 2.20으로 유의성은 없으나 어유보충군에서 감소되었다. PE 분획의 다 불포화 지방산 함량은 S-4군이 대

Table 4. Plasma concentrations of triglyceride, cholesterol, HDL-cholesterol and phospholipid and atherogenic index(AI) of the infants

Exptl. group(n)	Triglyceride(mg/dl)	Cholesterol(mg/dl)	HDL-Cholesterol(mg/dl)	Phospholipid(mg/dl)	AI
Control(6)	79.2±26.7 ¹⁾	203.1±28.1	34.7±10.7	186.7±36.1	5.5±2.4
S-2(6)	116.0±39.0	199.2±26.5	37.7±8.9	167.7±49.6	4.5±1.5
S-4(6)	116.9±47.1	186.6±28.6	33.2±7.0	144.8±68.5	4.8±1.2

1) Values are mean±standard deviation

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

HDL : high density lipoprotein

Table 5. Fatty acid composition(wt%) of the infant 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)
Saturated						
14 : 0	1.1±0.3 ¹	1.4±0.1	1.0±0.2	0.9±0.1	0.9±0.0	1.5±1.0
16 : 0	17.1±3.6	16.3±0.6	17.6±1.1	24.2±4.2	20.7±1.0	21.6±3.2
18 : 0	57.9±5.6	52.6±2.7	54.9±2.6	39.9±0.4	40.1±1.7	44.4±3.9
20 : 0	0.7±0.2	0.8±0.0	0.7±0.2	0.4±0.1	0.4±0.0	0.5±0.1
22 : 0	0.7±0.2	1.0±0.3	0.9±0.4	0.5±0.2	0.5±0.1	0.5±0.3
24 : 0	0.9±0.3	1.0±0.4	0.7±0.2	1.0±0.6	0.9±0.3	0.9±0.3
sub-total	78.3±8.1	73.1±2.5	75.8±4.1	66.9±3.0	63.5±1.9	69.4±2.2
Monounsaturated						
16 : 1	0.7±0.6	0.2±0.2	1.9±1.2	0.2±0.1	0.4±0.2	0.1±0.1
18 : 1	0.9±0.5	0.8±0.4	0.7±0.3	4.3±1.3	4.2±1.2	3.8±1.3
20 : 1	2.6±0.9	3.1±0.5	2.3±0.7	1.2±0.6	1.9±0.2	1.8±0.6
22 : 1	2.1±0.4	2.1±0.3	1.7±1.4	1.0±0.4	0.8±0.4	1.3±0.4
24 : 1	1.2±1.4	1.8±1.4	0.8±0.7	0.8±0.5	1.0±1.0	1.3±0.4
sub-total	7.3±2.0	8.0±1.4	7.3±2.9	7.5±0.1	8.2±1.0	8.2±0.4
Polyunsaturated						
18 : 2n-6	1.5±0.7	2.0±0.2	1.5±0.5	8.7±1.8	8.1±0.9	6.5±2.4
18 : 3n-3	trace	0.1±0.1	trace	trace	0.1±0.1	trace
20 : 4n-6	0.8±0.2 ^a	0.5±0.1 ^b	0.1±0.1 ^c	3.2±0.9	3.0±0.3	2.5±1.3
22 : 4n-6	trace	trace	trace	trace	0.2±0.3	trace
20 : 5n-3	0.4±0.1 ^b	0.9±0.2 ^a	0.7±0.4 ^{ab}	0.8±0.4	1.0±0.1	1.2±0.2
22 : 6n-3	1.5±0.6	2.3±1.0	1.9±1.4	2.3±0.2	3.0±0.5	2.9±0.2
sub-total	4.3±1.6	5.8±1.1	4.2±0.5	15.0±2.9	15.4±1.0	13.1±4.0
Others						
n-6/n-3	10.2±4.5	13.1±2.2	12.7±5.5	10.6±6.1	12.7±2.1	10.1±2.4
n-6/n-3	1.23/1	0.86/1	0.93/1	3.73/1	2.72/1	2.23/1
P/M/S	0.05/0.09/1	0.08/0.11/1	0.06/0.10/1	0.23/0.11/1	0.24/0.13/1	0.19/0.12/1

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

조금과 근사하였으나 S-2군에서는 유의성은 없으나 감소되었다. 이는 ARA와 22 : 4n-6 지방산의 감소에 기인되었다. 각 지방산 함량 모두 유의한 차이를 보이지 않았으나 DHA 함량은 대조군에 비해 S-4군에서만 증가되는 경향을 보였다. EPA 함량은 S-2군만 대조군에 비해 다소 높은 경향이었다. 한편 ARA 함량은 앞서 언급한 바 대조군에 비해 S-2군에서 크게 감소되었다. n-6/n-3 비는 대조군에 비해 어유보충군에서 유의성은 없었으나 감소되었으며 ARA 및 22 : 4n-6 지방산 함량이 감소된 S-2군에서 n-6/n-3 비 또한 크게 감소되었다. Innis 등¹⁵⁾은 3개월령인 건강한 모유영양아의 적혈구막 PC의 DHA, EPA 및 ARA 함량은 각각 1.5%, 0.2% 및 5.0%라고 하였으며 PE 분획에서는 각각 7.6%, 0.7% 및 2.3%라고 보고하였는데 이를 본 실험의 대조군 성적과 비교할 때 PC 분획에서는 DHA와 EPA 함량이 높은 편이었고 ARA 함량은 낮은 편이었으며 PE 분획의 경우는 DHA 함량이 낮은 편이었다.

영양을 대상으로 한 어유 보충 급여의 효과는 미숙아

를 대상으로 주로 연구되어 왔으며 어유의 직접 투여와 n-3 장쇄 불포화 지방산 섭취량에 차이를 보이는 모유 영양아와 인공 영양아를 대상으로 비교 연구되었다¹⁵⁾¹⁶⁾. Carlson 등¹⁵⁾은 미숙아를 대상으로 n-3 장쇄 불포화 지방산이 함유된 모유와 전혀 들어 있지 않은 조제분유를 먹여 그 효과를 살펴본 결과 모유 영양아의 적혈구막 PC 및 PE의 DHA 함량이 각각 1.3 및 6.2%, EPA 함량은 0.2 및 0.4%로서 모두 인공 영양아에 비해 모유 영양아에서 증가되었으며 특히 DHA 함량은 모유 영양아가 인공 영양아에 비하여 2배 정도 높은 수준으로 그 차이가 유의적이었음을 보고하였다. 또한 동 연구자들¹⁶⁾은 미숙아에게 어유를 보충 급여한 실험에서 적혈구막 PC 및 PE의 DHA 함량이 각각 1.3 및 5.9%로서 보충 급여하지 않은 군에 비해 유의하게 증가되었고 EPA 함량 역시 유의하게 증가되었음을 보고하였다. 이러한 결과들은 n-3 장쇄 불포화 지방산 pool의 감소 및 결핍이 우려되는 미숙아를 대상으로 하였으므로 그 효과가 본 실험에 비해 더욱 뚜렷하지 않았나 생각된다. 본 연구 결과 어유

Table 6. Fatty acid composition(wt%) of phosphatidylcholine(PC) and phosphatidylethanolamine(PE) of the erythrocyte membrane of the infants

Exptl. group	PC			PE		
	Control(6)	S-2(6)	S-4(6)	Control(6)	S-2(6)	S-4(6)
Saturated						
14 : 0	0.9±0.1 ¹	0.9±0.1	1.0±0.1	1.0±0.2	1.1±0.1	1.1±0.1
16 : 0	26.9±1.8	25.9±2.7	24.3±2.3	17.1±0.8	17.6±1.8	18.3±0.5
18 : 0	45.9±2.3	44.6±5.6	48.1±4.9	52.3±3.9	54.7±1.6	55.6±3.5
20 : 0	0.5±0.0	0.4±0.0	0.5±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1	0.6±0.0
22 : 0	0.5±0.2	0.5±0.2	0.6±0.1	0.8±0.5	0.7±0.2	0.6±0.2
24 : 0	0.8±0.2	0.6±0.2	0.9±0.2	1.0±0.2	0.9±0.3	0.7±0.1
sub-total	75.4±0.8	73.1±3.1	75.4±3.7	72.6±4.7	75.7±1.5	76.9±3.3
Monounsaturated						
16 : 1	1.2±0.1	1.2±0.3	0.9±0.7	1.7±0.3	1.9±0.3	1.5±0.4
18 : 1	5.2±0.4	6.3±2.1	4.5±1.7	3.3±1.5	2.5±1.4	2.3±1.6
20 : 1	1.4±0.3	1.4±0.3	1.6±0.4	1.7±0.2	2.2±0.4	1.9±0.3
22 : 1	1.2±0.2	0.7±0.3	0.7±0.3	1.9±0.4	1.7±0.7	1.3±0.4
24 : 1	0.2±0.2	0.7±1.0	0.4±0.6	0.3±0.2	trace	0.4±0.5
sub-total	9.0±0.3	10.2±2.5	8.1±2.3	8.9±1.1	8.3±0.4	7.3±1.0
Polyunsaturated						
18 : 2n-6	5.0±1.0	4.9±0.8	4.4±1.3	2.3±0.6	2.4±0.1	2.2±0.2
18 : 3n-3	trace	0.1±0.1	0.1±0.1	trace	0.1±0.1	0.1±0.1
20 : 4n-6	1.5±0.3	0.7±0.2	1.3±0.6	2.9±1.9	0.6±0.1	2.2±2.0
22 : 4n-6	trace	trace	trace	0.6±0.4	0.1±0.1	0.4±0.6
20 : 5n-3	0.4±0.3	0.7±0.1	0.4±0.3	0.7±0.2	0.7±0.2	0.6±0.1
22 : 6n-3	1.7±0.5	1.7±0.2	2.1±0.2	2.5±0.4	2.5±0.4	3.2±1.1
sub-total	8.5±1.1	8.1±0.5	8.3±1.9	8.9±3.0	6.3±0.2	8.7±2.4
Others						
n-6/n-3	7.2±0.9	8.6±1.8	8.2±1.6	9.6±0.4	9.7±1.3	7.2±0.5
n-6/n-3	3.09/1	2.21/1	2.20/1	1.86/1	0.95/1	1.41/1
P/M/S	0.11/0.12/1	0.11/0.14/1	0.11/0.11/1	0.12/0.12/1	0.08/0.11/1	0.11/0.10/1

1) Values are mean ± standard deviation

Values are not 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

의 보충 급여는 모유의 지방산 조성에 유의적인 영향을 끼치지 않았기 때문에 영아의 혈장과 적혈구막의 PC와 PE의 지방산 조성에도 역시 유의한 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다.

요약 및 결론

본 연구는 한국인 수유부에 낮은 수준의 어유를 보충 급여하여 모유를 수유 받은 영아의 혈장 지질 농도 및 혈장과 적혈구막 인지질의 지방산 조성에 끼치는 영향을 알아보고자 수행되었다. 일상 식사만을 섭취하는 수유부로부터 모유를 공급받은 12주령 영아 6명을 대조군으로, 10주령부터 12주령까지 일상 식사에 1.96g/d와 3.92g/d의 어유를 보충 급여받은 수유부로부터 모유를 공급 받은 영아 각각 6명을 어유보충군으로 구분하였다.

수유부에 어유의 보충 급여는 영아의 총 지질, 중성 지방, 유리 지방산, 인지질 및 콜레스테롤 섭취량이나 지방

산 섭취량, 혈장 지질 농도에 아무런 유의한 영향을 끼치지 않았다. 다만 혈장 PC의 EPA 함량을 유의하게 증가시켰고 ARA 함량을 유의하게 감소시켰다. 그러나 유의하지는 않았으나 혈장 중성 지방 농도가 높아지는 경향을 보였고 콜레스테롤과 인지질 농도는 낮아지는 경향을 보여 결과적으로 동맥경화지수를 낮추는 경향을 나타내었고 혈장 또는 적혈구막 PC와 PE의 DHA 또는 EPA 함량이 증가되는 경향을 보였으며 n-6/n-3 비가 감소되는 경향을 보였다.

한국인 수유부에게 낮은 수준의 어유를 보충 급여하여 얻은 본 실험 결과는 식사를 통해 섭취할 수 있는 정도의 적은 양의 어유로는 영아의 지질 섭취량이나 지방산 섭취량에 유의한 영향을 끼치지 못하며 따라서 영아의 혈장 지질 농도나 혈장과 적혈구막의 PC나 PE의 지방산 조성도 크게 변화시키지 못함을 보여 주었다. 그러나 혈장 PC의 EPA 함량이 증가된 점과 혈장 및 적혈구막 PC와 PE의 DHA나 EPA 함량이 증가되는 경향을 보

인 점, 따라서 n-6/n-3 비가 감소되는 경향을 보인 점 등은 식사를 통해 어유 섭취를 증가시킬 필요성이 있음도 시사하여 주었다.

Literature Cited

- 1) 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
- 2) Walker BL. Maternal diet and brain fatty acids in young rats. *Lipids* 2 : 497-500, 1967
- 3) Sinclair AJ. Incorporation of radioactive polyunsaturated fatty acids into liver and brain of the developing rat. *Lipids* 10 : 175-184, 1975
- 4) 임현숙 · 허영란. 모유와 유아용 조제분유의 지질 및 지방산 조성. *한국영양학회지* 27 : 563-573, 1994
- 5) 임현숙 · 이정아. 한국인 수유부에 어유의 보충급여 효과에 관한 연구-I. 수유부의 지방산 섭취, 혈장 지질 농도 및 혈장과 적혈구막 인지질의 지방산 조성에 미친 영향-*한국영양학회지* 25(2) : 177-187, 1996
- 6) Nommsen La, Lovelady CA, Heinig MJ, Lonnerdal B and Dewey KG. Determinants of energy, protein, lipid and lactose concentrations in human milk during the first 12 mo of lactation : the DARLING Study. *Am J Clin Nutr* 53 : 457-465, 1991
- 7) 임현숙 · 이정아. 한국인 수유부에 어유의 보충급여 효과에 관한 연구-II. 모유의 지질 농도 및 지방산 조성에 미친 영향-*한국영양학회지* 25(2) : 188-191, 1996
- 8) 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
- 9) 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
- 10) 송문섭 · 이영조 · 조신섭 · 김병천. SAS를 이용한 통계자료분석. 자유아카데미, 서울, 1993
- 11) 허명희. SAS 회귀분석. 자유아카데미, 서울, 1993
- 12) 대한소아과학회. 한국소아산체발육표준치, 소아과 1985
- 13) 임현숙 · 허영란. 모유영양아와 인공영양아의 지질대사. *한국영양학회지* 27 : 429-441, 1994
- 14) Innis SM, Nelson CM, Rioux MF, King DJ. Development of visual acuity in relation to plasma and erythrocyte ω -6 and ω -3 fatty acids in healthy term gestation infants. *Am J Clin Nutr* 60 : 347-352, 1994
- 15) 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
- 16) Carlson SE, Rhodes PG, Rao VS and Goldgar DE. Effect of fish oil supplementation on the n-3 fatty acid content of red blood cell membranes in preterm infants. *Pediatr Res* 21 : 507-510, 1987