

한국인 수유부에 어유의 보충 급여 효과에 관한 연구*

- II. 모유의 지질 농도 및 지방산 조성에 미친 영향 -

임 현 숙·이 정 아

전남대학교 가정대학 식품영양학과

Effects of Fish Oil Supplementation to Korean Lactating Women

- II. The Effects on Lipid Content and Fatty Acid Composition of Breast Milk -

Lim, Hyeon Sook · Lee, Jeong A

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

ABSTRACT

This study was undertaken to determine the effects of fish oil supplementation with low dose on the lipid content and fatty acid composition of breast milk. Among 18 lactating women who were exclusively breast-fed their babies, 6 were in control group and 12 were in fish oil groups. The subjects in fish oil groups were supplemented with 1.96g/d or 3.92g/d of fish oil for 2 weeks from 10 to 12 weeks of postpartum. All subjects consumed their usual diet at home. Breast milk samples were collected at the final day of experiment. By fish oil supplementation, the concentrations of triglyceride, cholesterol, free fatty acid and phospholipid as well as total lipid in breast milk tended to increase, but not significant. There was no dose-dependent response. The fatty acid composition of breast milk was not changed by fish oil supplementation. These results suggest that low dose of fish oil supplementation may increase of lipid content, but does not affect on the fatty acid composition of breast milk. (*Korean J Nutrition* 29(2) : 188~191, 1996)

KEY WORDS : fish oil · lactating women · fatty acid · lipid · breast milk.

서 론

성장기 중 두뇌 인지질의 DHA(docosahexaenoic acid : C22 : 6n-3) 축적량 결여는 시각기능^{1,2)}, 맘막전위³⁾ 및 학습행동⁵⁾에 이상을 초래한다는 점이 동물 실험을 통해 밝혀져 있으며, 나아가 두뇌의 특정 성장기 이후에는 DHA 함량을 증가시켜도 손상된 기능이 회복되지 않는다는 보고^{4,6)}도 있다. 인체의 경우 임신 삼삼분기와 출

생후 1년 6개월까지가 두뇌의 급격한 성장기라는 점을 생각할 때 모유 섭취에 의존적인 영아 초기의 DHA 섭취량은 모유의 DHA 함량에 의존적이라 하겠다.

모유의 DHA 함량은 총 지방산의 1% 미만인 것으로 알려져 있으며, 한국인 모유의 DHA 함량은 윤태현 등⁶⁾, 윤태현과 임경자⁷⁾ 및 최문희 등⁸⁾에 의하면 총 지방산 함량의 0.41~1.32%로 보고되어 있다. 본 연구실에서의 분석 결과는 수유 1, 2 및 3개월에 각각 3.97, 2.42 및 2.68%로 상당히 높은 수준이었다⁹⁾. 이는 수유부의 식사 섭취 실태 조사 결과 어폐류 섭취량이 많았던 점과 관련되는 것으로 생각되었다. Harris 등¹⁰⁾은 미국인 모유의 DHA 기본 함량을 0.1%로 보았고, 수유부에게 하루에

채택일 : 1995년 12월 6일

*이 논문은 1993년도 학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

5, 10 또는 47g의 상당량의 어유를 보충 급여한 결과 DHA 함량이 각각 0.5%, 0.8% 및 4.8%까지 보충 급여량에 따라 증가된다는 사실을 발표한 바 있다.

한국의 경우 모유의 지방산 조성이 앞서 언급한 몇몇 연구자^{6,9)}에 의해 분석된 정도이며 어유의 보충 급여가 모유의 지방산 조성에 미치는 영향에 관한 연구는 전무한 실정이다. 모유의 조성이 인종에 따라 다르며 지방산 조성은 식이 섭취 상태에 의해 큰 영향을 받는다¹¹⁾는 점을 생각할 때 한국인에 대한 실험 성격이 얻어져야 할 것이다. 최근 모유 수유의 중요성과 DHA의 생리적 기능이 강조되고 있으므로 이 분야의 연구는 더욱 의미가 크다고 생각된다. 따라서 본 연구에서는 한국인 모유의 경우 DHA 함량이 비교적 높으므로 어폐류의 섭취를 증가시켰을 때 식사를 통해 섭취 가능한 수준인 적은 양의 어유를 수유부에 보충 급여하여 모유의 DHA 함량이 증가되는지 또한 DHA이외의 지방산 조성과 모유의 지질 농도에 어떠한 변화가 초래되는지 규명하고자 하였다.

연구 방법

1. 실험 대상자 선정

정상아를 정상 분만하고 분만 후 12주 동안 모유영양만을 실시하고자 하는 18명의 수유부 중 본 연구의 취지에 동의한 자를 실험 대상자로 선정하였다. 구체적인 선정 과정과 수유부의 일반 특성은 전보¹²⁾와 같다.

2. 실험 설계

수유 10주에 들어선 18명의 수유부를 6명씩 3개의 실험군으로 배치하였다. 즉, 어유를 보충급여하지 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%, 브라이트큐, 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. 본 실험에 사용된 어유의 지방산 조성의 분석치는 전보¹²⁾와 같다.

어유의 보충 급여 마지막 날에는 모유를 채취하여 분석용 시료로 사용하였다.

3. 모유 시료의 채취, 지질 농도 정량 및 지방산 조성 분석

모유 시료는 아침식사 전, 공복 시에 실험대상자 스스로 한쪽 유방의 유즙 전량을 취하도록 하였으며 즉시 실험실로 옮겨 질소 가스를 충진시켜 -20°C에 보관한 후 분석에 이용하였다.

모유의 총 지질 함량은 전보¹²⁾에서 서술한 바와 같이 Folch 등¹³⁾의 방법에 따라 지질을 추출하여 중량법에 의해 구하였다. 중성 지방, 인지질 및 콜레스테롤의 함량은 총 지질 시료에 triton X-100/chloroform(1 : 1)를 계면활성제로서 첨가하여 각각 Triglyzyme, Plzyme 및 Cholestezyme kit (Eiken Co., Japan)를 이용한 효소법으로 정량하였다. 지방산 조성은 추출된 지질을 methyl 유도체화시켜 GC로 분석하였다. 지방산 분석의 상세한 방법과 조건은 전보¹²⁾와 같다.

4. 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 통계처리 하였다. 또한 어유의 보충 급여 효과를 알아보기 위한 분석항목 사이의 상관관계는 Pearson의 상관계수로 검증하였다. 이러한 통계 검증은 SAS(statistical analysis system) package를 이용하였다^{14,15)}.

결과 및 고찰

1. 모유의 지질 함량에 미친 영향

어유의 보충 급여가 모유의 지질 함량에 미친 영향은 Table 1과 같았다. 총 지질 함량은 대조군이 2.1g/dl이었고 S-2군과 S-4군은 각각 3.6 및 2.4g/dl로, 어유보충군들이 대조군에 비해 높은 경향이었고 S-2군은 대조군과 유의적 차이를 보였다. 이러한 경향은 중성 지방, 유리 지방산 및 인지질 함량에도 그대로 나타나 어유보충군들이 대조군에 비해 높은 경향이었고 S-2군과 대조군의 차이는 유의하였다. 콜레스테롤 함량도 어유보충군들이 대조군에 비해 높은 경향을 보였으나 실험군 간에 유의성을 보이지는 않았다. 총 지질 함량을 비롯하여 각 지질 성분의 함량이 대조군에 비해 어유보충군에서 모두 높은 경향을 나타낸 것은 수유부의 지방 섭취량의 차이가 모유의 지질 함량에 영향을 끼친 것으로 생각된다. 전보¹²⁾에서 밝힌 바와 같이 어유보충군들은 대조군에 비해 지방 섭취량도 많은 경향을 보였고 따라서 에너지 섭취량도 높은 경향을 보였다. 유의한 차이는 아니었으나 S-

Table 1. Contents of total lipid, triglyceride, free fatty acid, phospholipid and cholesterol of the breast milk

Exptl. group(n)	TL(g/dl)	TG(g/dl)	FFA(mg/dl)	PL(mg/dl)	CHOL(mg/dl)
Control(6)	2.1±0.8 ^{1b}	1.9±0.4 ^b	67.7±42.2 ^b	16.1±7.8 ^b	24.6±23.4
S-2(6)	3.6±0.7 ^a	2.9±0.4 ^a	131.0±43.7 ^a	48.1±18.8 ^a	40.6±18.9
S-4(6)	2.4±0.5 ^{ab}	2.2±0.6 ^{ab}	111.2±19.3 ^{ab}	35.6±15.5 ^{ab}	26.9±13.5

1) Values are mean±standard deviation

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

TL : total lipid, TG : triglyceride, FFA : free fatty acid, PL : phospholipid, CHOL : cholesterol

2군은 S-4군 또는 대조군에 비해 에너지 섭취량이 높은 경향이었다. Gopalan¹⁶⁾과 Jelliffe와 Jelliffe¹⁷⁾는 일찌기 수유부의 식사와 영양 상태가 모유의 질과 양에 영향을 끼친다고 하였으며, Hall¹⁸⁾은 영양 불량 상태에 있는 수유부에서 분비되는 모유는 낮은 지질 함량을 보인다고 하였다. 모유의 단백질이나 유당 함량과는 달리 지질 함량의 경우 개체간 또는 개체내 변이가 크다는 점^{19,20)}도 위와 같은 내용을 뒷받침하여 준다고 생각된다. Hall¹⁸⁾은 모유의 지질 함량은 식사 전, 후에도 상당한 차이를 나타낸다고 하였다. 그런데 특히 S-2군의 모유의 지질 함량이 S-4군에 비해 두드러지게 높았던 이유는 본 연구 내용만으로는 뚜렷하게 설명되어지지 않는다. 식사를 통한 지방 섭취량은 S-2군이 오히려 S-4군보다 낮은 경향이었고, 단백질 섭취량은 근사하였다. 다만 S-2군은 S-4군에 비해 탄수화물 섭취량이 높은 경향이었고 따라서 에너지 섭취량이 높은 경향을 보였다. 그러므로 앞으로 수유부의 에너지 또는 지방과 탄수화물 섭취량이 모유 생성량 및 모유의 지질 함량에 어떠한 영향을 끼치는가에 대한 연구가 필요하다고 생각된다. 본 연구의 경우 연구 대상자의 수가 적었던 점도 또 하나의 제한점이라 생각된다.

대조군 모유의 총 지질과 중성 지방, 유리 지방산 및 인지질 함량은 본인 등⁹⁾이 발표한 3개월령 모유의 성적과 비교해 약간 낮은 수준이었으나 콜레스테롤 함량은 오히려 높은 수준이었으며, 어유보충군들의 경우는 유리지방산 함량을 제외하고는 모두 높은 수준이었다.

2. 모유의 지방산 조성에 미친 영향

어유의 보충 급여가 모유 총 지질의 지방산 조성에 끼친 영향은 Table 2와 같았다. 모유 총 지질의 지방산 조성은 어유의 보충 급여의 영향을 거의 나타내지 않았다. 즉, 3개 실험군 모유의 포화 지방산 함량은 44.9~46.1%의 범위이었고, 단일 불포화 지방산 함량은 31.8~33.9%이었으며, 다 불포화 지방산 함량은 19.6~21.2%로 서로 근사하였다. Oleic acid, palmitic acid, linoleic acid 등 주요 지방산 함량도 역시 실험군 간에 차이를 보이지 않았으며, 어유를 통해 보충 급여된 EPA는 어유보충군들이 대조군에 비해 높은 경향을 보

Table 2. Fatty acid composition (wt %) of total lipid of the breast milk

Exptl. group(n)	Control(6)	S-2(6)	S-4(6)
Saturated			
10 : 0	1.8±0.6 ¹	2.3±0.5	1.9±0.5
12 : 0	8.7±3.5	9.4±1.9	8.4±1.0
14 : 0	8.6±3.3	7.6±1.9	7.7±0.6
16 : 0	21.3±2.4	21.0±1.3	22.3±1.3
18 : 0	5.5±1.4	4.6±0.9	4.9±0.6
20 : 0	0.2±0.0	0.1±0.1	0.1±0.1
sub-total	46.1±7.3	44.9±3.5	45.2±3.7
Monounsaturated			
16 : 1	3.5±0.6	4.0±1.3	3.6±1.0
18 : 1	28.5±4.9	29.5±2.2	27.6±1.8
20 : 1	0.5±0.1	0.4±0.1	0.6±0.2
sub-total	32.4±5.0	33.9±3.3	31.8±2.7
Polyunsaturated			
18 : 2n-6	14.2±5.5	15.0±0.8	15.6±4.7
18 : 3n-3	1.3±0.5	1.2±0.3	1.4±0.5
20 : 2n-6	0.8±0.3	0.5±0.1	0.6±0.1
20 : 3n-6	0.5±0.1	0.5±0.1	0.6±0.1
20 : 4n-6	0.6±0.1	0.7±0.2	0.7±0.1
20 : 4n-3	0.3±0.1	0.4±0.3	0.4±0.1
20 : 5n-3	0.7±0.4	0.9±0.6	0.9±0.3
22 : 6n-3	1.3±1.0	1.1±0.2	1.1±0.6
sub-total	19.6±5.5	20.3±1.8	21.2±5.2
Others	1.9±1.1	0.9±0.3	1.8±1.4
n-6/n-3	4.64/1	4.71/1	4.60/1
P/M/S	0.43/0.70/1	0.45/0.75/1	0.47/0.70/1

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

였으나 유의성은 없었으며, DHA의 경우는 오히려 어유보충군들이 대조군에 비해 낮은 경향을 보여 이를 지방산의 보충 급여에 따른 일관된 영향을 찾을 수 없었다. 따라서 P/M/S 비와 n-6/n-3 비도 실험군 사이에 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 전보¹²⁾에서 밝힌 바와 같이 어유의 보충 급여가 모체 혈장 인지질의 지방산을 유의하게 변화시키지 못하였기 때문에 예견된 내용이었다. 대조군 모유의 지방산 조성은 본인 등⁹⁾이 보고한 한국인 모유와 비교해 포화 지방산, 단일 불포화 지방산 및

다 불포화 지방산 함량 모두 균사하였다. 따라서 P/S 비도 거의 균사한 값을 보였다. 다만 본 연구의 경우 다소 linoleic acid 함량은 높고 DHA 함량은 낮은 경향을 보여 n-6/n-3 비가 낮았다.

요약 및 결론

본 연구는 한국인 수유부에 낮은 수준의 어유를 보충 급여하여 모유의 지질 농도 및 지방산 조성에 끼치는 영향을 알아보기 위해 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 기간중 실험대상자는 자유로이 일상식사를 섭취하도록 하였다.

모유의 중성 지방, 콜레스테롤, 유리지방산 및 인지질 농도는 어유의 보충 급여로 증가되는 경향을 나타내었다. 따라서 총 지질 함량도 상승되는 경향을 보였다. 그러나 어유의 보충 급여 수준에 따른 일관성을 나타내지 않았다. 즉 1.96g/d의 어유를 보충 급여받은 군은 대조군에 비해 총 지질, 중성 지방, 유리 지방산 및 인지질 농도가 유의하게 높았던 반면, 3.92g/d의 어유를 보충 급여받은 군은 유의한 차이를 보이지 않았다. 한편 모유의 지방산 조성은 어유의 보충 급여에 따른 영향을 거의 나타내지 않았다.

한국인 수유부에게 낮은 수준의 어유를 보충 급여하여 얻은 본 실험 결과는 식사를 통해 섭취할 수 있는 정도의 어유로는 모유의 지방산 조성을 변화시키지 못함을 보여 주었다. 그러나 모유의 지질 농도를 증가시킬 수 있음을 시사하여 주었다.

Literature Cited

- 1) 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
- 2) Benolken RN, Anderson RE, Wheeler TG. Membrane fatty acids associated with the electrical response in visual excitation. *Science* 182 : 1253-1254, 1973
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 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
- 6) 윤태현 · 임경자 · 김을상 · 정우갑. 인유 및 우유의 지방산 조성에 관하여. *한국영양학회지* 11 : 15-20, 1982
- 7) 윤태현 · 임경자. 수유기간의 경과에 따른 인유 트리글리세리드의 지방산 조성, 아실 탄소수 및 종의 변화. *한국영양학회지* 14(1) : 39-46, 1985
- 8) 최문희 · 문수재 · 안홍석. 수유기간에 따른 모유의 성분 함량 변화와 수유부의 섭식태도 및 영아의 성장 발육에 관한 생태학적 연구. II. 모유의 지질 함량에 관한 연구. *한국영양학회지* 24 : 77-86, 1981
- 9) 임현숙 · 허영란. 모유와 유아용 조제분유의 지질 및 지방산 조성. *한국영양학회지* 27 : 563-573, 1994
- 10) 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
- 11) Read WWC, Lutz PG, Tashjian A. Human milk lipids. II. The influence of dietary carbohydrates and fat on the fatty acids of mature milk. A study in four ethnic groups. *Am J Clin Nutr* 17 : 184-189, 1965
- 12) 임현숙 · 이정아. 한국인 수유부에 어유의 보충급여 효과에 관한 연구-I. 수유부의 지방산 섭취, 혈장 지질 농도 및 혈장과 적혈구 인지질의 지방산 조성에 미친 영향 - *한국영양학회지* 25(2) : 177 - 187, 1966
- 13) 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
- 14) 송문섭, 이영조, 조신섭, 김병천. SAS를 이용한 통계자료 분석. 자유아카데미, 서울, 1993
- 15) 허명희. SAS 회귀분석. 자유아카데미, 서울, 1993
- 16) Gopalan C. Studies on lactation in poor Indian communities. *J Trop Pediatr* 4 : 87-92, 1958
- 17) Jelliffe DB and Jelliffe EFP. The volume and composition of human milk in poorly nourished communities : a review. *Am J Clin Nutr* 31 : 492-499, 1978
- 18) Hall B. Uniformity of human milk. *Am J Clin Nutr* 32 : 304-312, 1979
- 19) Michaelsen KF, Skafte L, Badsberg JH, Jorgensen M. Variations in macronutrients in human bank milk : Influencing factors and implications for human milk banking. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 11 : 229-239, 1990
- 20) Underwood BA, Heoner R, Abdullah H. Protein, lipid and fatty acids of human milk from Pakistani women during prolonged periods of lactation. *Am J Clin Nutr* 23 : 400-407, 1970