

수유 기간에 따른 모유의 총지질, 총콜레스테롤 및 비타민E 함량과 총지방산 조성의 변화에 관한 연구*

문수재 · 안홍석** · 이민준 · 김정현 · 김철재*** · 김상용****

연세대학교 생활과학대학 식품영양학과

성신여대 가정대학 식품영양학과**

숙명여대 가정대학 식품영양학과***

동양제과 연구실****

A Longitudinal Study of the Total Lipid, Total Cholesterol, and Vitamin E Contents and Fatty Acids Composition of Human Milk

Moon, Soo-Jae · Ahn, Hong-Seok** · Lee, Min-June

Kim, Jung-Hyun · Kim, Chul-Jai*** · Kim, Sang-Yong****

Department of Food and Nutrition, Yonsei University, Seoul, Korea

*Department of Food and Nutrition,** Sungshin Women's University, Seoul Korea*

*Department of Food and Nutrition,*** Sookmyung Women's University, Seoul Korea*

*Department of R & D,**** Dongyang Confectionary Company, Seoul, Korea*

ABSTRACT

This study was conducted longitudinally following the total lipid and cholesterol content, fatty acids composition and Vitamin E content in human milk from 2-5 days to 12 weeks postpartum of 45 lactating Korean mothers. All samples were from well-defined subjects and uniform collection procedures were used. Total lipid concentration increased from 1.98 g/dl at 2-5 days to 3.09 g/dl at 12 weeks postpartum. However, there was a large variation in the concentration of total lipids. Total cholesterol concentration tended to decrease from 20.68 mg/dl at 2-5 days to 17.19 mg/dl at 12 weeks. In comparison with transitional and mature milk, human colostrum was characterized by a lower percentage of saturated fatty acids including medium chain length fatty acids and a higher percentage of monounsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids. Therefore, the P/S and M/S ratios of human milk lipids decreased significantly during lactation. P/M/S ratio of colostrum changed from 0.38 : 0.84 : 1.00 at 2-5 days to 0.29 : 0.61 : 1.00 at 12 weeks of mature milk. Total tocopherol concentration decreased significantly from 833 µg/dl at 2-5 days to 300 µg/dl at 12 weeks.

KEY WORDS : human milk · total lipid · total cholesterol · fatty acids · vitamin E.

채택일 : 1993년 8월 2일

* 본 연구는 1990년도 한국과학재단 목적기초 연구비에 의해 수행되었음.

서 론

모유 성분중 지질은 모유 영양아의 주된 에너지원이 될 뿐만 아니라 필수지방산, 지용성 비타민 및 콜레스테롤의 공급원이 된다.

모유의 지질 함량은 모유의 성분 중 가장 변화성이 많은 것으로 알려져 있으며, 인종, 연령, 영양 상태, 계절, 그리고 수유 전후와 수유 기간, 출산 횟수 등 여러 조건에 따라 차이가 있으며 임신하기 전 피임약의 사용 여부에 따라서도 상이한 수치를 나타낸다고 한다¹⁻³). 또한 모유의 채취 방법이나 시료의 저장 조건 및 지방의 추출 방법에 따라 유즙의 지질 농도와 조성에 차이를 나타내고 있어 여러 연구에서 제시하고 있는 모유의 지질 농도를 비교하는데 어려움이 있다. 일반적으로 모유의 지질 함량은 평균 3~5g/dl로 보고되었으나, 어떤 경우에는 1g/dl로 까지 상당히 감소했음을 보고하였다. 지질 함량의 이러한 감소는 결국 영아의 에너지 섭취량의 감소를 초래하게 되며, 이는 임신과 수유 중의 불충분한 영양 상태와도 관련된다고 하였다^{4,6}).

영아가 모유를 통해 섭취한 콜레스테롤은 체내에서 담즙산과 성호르몬의 전구체가 되며 세포막의 구성 성분이 되고, 뇌, 신경계의 발달 과정에서 세포의 myelination에 참여하므로 성장 초기의 두뇌 발달과 밀접한 관계가 있다. 또한 영아기에 섭취한 콜레스테롤은 이것의 대사에 필요한 효소계를 활성화시켜 성장 후 혈중 콜레스테롤 수준의 조절 능력을 향상시킨다는 보고도 있다⁴⁾⁵⁾⁷⁾⁸). Potter 등⁹)은 호주 수유부의 성숙유에서 콜레스테롤 농도는 18.1~23.3mg/dl이라 하였고, 김상기 등¹⁰)은 초유에 13.5mg/dl이었던 것이 점차 감소하여 성숙유에서는 평균 10.16mg/dl이라 보고하였다. 또한 최문희 등¹¹)은 모유의 총콜레스테롤 농도를 유지방 1g 중의 함량으로 제시하였고, 그 결과 초유에서는 9.7mg/g이던 것이 이행유에서는 6.6mg/g으로 감소되었으며, 2주에서 12주사이에는 4.75~6.25mg/g 사이로, 수유 전 기간에 따라 유의적인 감소 경향을 보였다고 하였다.

모유의 총지방산은 총지질의 80~85%를 차지하며, 모유 지방산 조성은 식사의 지방산 조성에 의해 가장 큰 영향을 받는다고 한다⁵⁾⁷⁾¹²⁾¹³). 모유 지방산의 주된 근원은 수유부의 식사, 유선 조직에서의 생합성 및 모체의 지방 조직에서 이동된 것 등이며, 특히 모유의 지방산 조성은 수유부의 식사 형태나 에너지 섭취와 같은 외적인 요인과 체내에서 지방산 합성 정도 등에 따라 영향을 받고 있음이 보고된 바 있다⁵⁾⁷). 모유 지질의 구성 지방산은 종류가 매우 다양하며, 특히 모유에 존재하는 ω -3계와 ω -6계인 필수지방산의 일부는 체조직에서 long chain polyunsaturated fatty acids(LC-PUFA)로 전환되어, 세포막 지질의 유동성과 투과성에 영향을 주며, prostaglandins 생합성의 전구체가 되고, 성장 초기에 뇌 및 신경 조직의 myelination에 참여하여 두뇌 발달을 도모해 주고 있다⁸⁾¹⁴⁾¹⁵). 모유에는 고도의 불포화지방산에 속하는 ω -3, ω -6계 지방산이 상당량 함유되어 있으며, 다른 동물의 유즙에서 검출되지 않은 ω -3계인 eicosapentaenoic acid(EPA)와 docosahexaenoic acid(DHA)도 상당량 발견되고 있다.

일반적으로 모유의 지질 성분은 수유 단계, 수유부의 영양 상태와 식사 내용, 모유의 채취 방법 및 추출 방법 등에 따라 차이를 나타내고 있어서, 이러한 변화 요인들이 잘 조절된 체계적인 연구가 요구되고 있다. 우리나라에서 행해진 모유 지질 성분에 관한 연구는 단편적으로 초유와 성숙유를 비교한 것이 많으며, 특히 지용성 비타민에 관한 연구는 별로 이루어지지 않았다. 또한 대부분의 연구들이 동일한 수유부를 대상으로 하지 않았거나, 그 수가 너무 적거나, 수유 기간에 따른 모유의 지질 성분의 변화 양상을 정확히 제시하지 않고, 수유 기간별로만 차이를 비교하였다.

따라서 본 연구는 서울 시내에 거주하는 건강한 45명의 수유부를 대상으로 분만 후부터 수유 12주까지 수유 기간별 모유의 총지질, 총콜레스테롤 및 비타민 E의 농도와 지방산 조성의 변화를 측정하여 수유 기간이 경과함에 따라 이들 지질 성분이 어떠한 양상으로 변화하고 있는지 추정해 보고자 하였다.

연구방법

1. 연구 대상의 선정

본 연구에서는 서울에 위치한 C, R, K 산부인과에서 산전 관리를 받고 있는 임신 제35주 이후의 임신부를 대상으로 본 연구의 취지 설명서를 배부하고 이에 동의한 임신부 중에서 분만후, 다음의 기준에 해당되는 수유부를 연구 대상으로 선정하였다.

즉, 조사 대상자의 연령은 20~35세로 임신전의 체중이 바람직한 체중의 90~110%에 해당하고 임신 기간 동안 체중 증가가 7~17kg이며, 임신 38주이후에 2.5kg이상의 쌍둥이가 아닌 아이를 분만하고, 알코올과 약물을 남용하지 않고 흡연을 하지 않으며, 수유에 지장이 있는 약제를 복용하지 않는 수유부들을 연구 대상으로 하였다.

2. 모유 시료의 채취

분만 후 2~5일에 분비되는 초유는 병원에서 채취하였으며, 분만 1주의 이행유, 분만 2주 부터 12주까지의 성숙유(2, 6, 12주)는 가정에서 채취하였다. 모든 모유 시료들은 오전 중에 수유를 하고난 후, 양쪽 유방으로 부터 채취하였다. 채취 직전에 수유부의 손과 유방을 깨끗이 닦은 후 손으로 짜서 폴리에틸렌 병에 넣고 이중마개로 봉하여, 즉시 얼음통에 넣은 상태로 실험실로 옮겨 질소 가스로 처리한 후 수집병을 알미늄 호일로 싸서 분석 직전까지 -20℃에 냉동 보관하였다.

3. 분석 방법

1) 총지질 추출 및 정량

모유의 총지질은 냉동 보관된 모유 시료를 실험 직전에 30℃ 수욕조 상에서 해동시킨 후 일부 변경된 Folch법¹⁶⁾으로 추출, 정량하였으며 모든 모유 시료에 대해 2회 반복 실험하였다.

2) 총콜레스테롤 정량

모유 지질의 총콜레스테롤은 Rudel과 Morris가 제안한 ϕ -phthalaldehyde 발색법¹⁷⁾으로 비색 정

량하였다.

3) 지방산 조성 분석

모유 시료는 chloroform : methanol(2 : 1)로 추출하였다. 즉, 0.5ml의 모유를 동량의 증류수로 희석하고 9ml의 chloroform : methanol 용액을 넣어 잘 섞은 후, 1,000×g에서 10분간 원심분리하였다. 상층액을 제거하고 나머지는 질소가스로 건조시킨 후 분석이 끝날 때까지 15ml vial에 넣어 -20℃에 보관하였다.

지질은 Christopherson & Glass의 방법¹⁸⁾을 수정하여 transesterify 하였다. 즉, 모유 지질을 함유한 각 vial(equivalent to 0.5ml milk)에 2ml petroleum ether와 0.5ml 10% BF₃-methanol 용액을 넣어 즉시 10초간 흔들어진 후 10분간 반응시켰다. 여기에 0.25ml의 증류수를 첨가한 후 잘 섞고 상층액을 drying agent로 sodium sulphate가 들어있는 1ml vial에 넣었다.

모유의 지방산 조성은 Gas Liquid Chromatography(GLC)로 분석하였으며 각 지방산의 규명은 동일한 조건하에서 Standard ester들에 대해 GLC 분석을 시행하여 얻은 retention time(RT)과 비교하여 결정하였다. 각 fraction의 peak 면적은 Hewlett Packard 3396A integrator를 사용하여 총지방산에 대한 면적 백분율(area % of total fatty acid)로 계산하였다. 표준 지방산 methyl ester로는 Sigma chem. Co.(USA)의 지방산을 사용하였다.

4) 비타민 E 정량

모유 0.5ml을 취해 methanol : chloroform(3 : 1) 혼합 용액 1.0ml을 넣고 잘 섞은 후 여기에 항산화제 10% Na-ascorbate용액 0.5ml과 5% NaCl 1.0ml을 넣고 40℃에서 30분간 가열하여 비누화 반응을 시킨 후 여기에 다시 증류수 1.0ml과 n-pentane 5ml을 넣고 잘 섞은 후 이 혼합액을 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하고 분리된 n-pentane층을 취하여 질소를 이용하여 용매를 날려 보내고, HPLC용 methanol 100 μ l를 가하여 충분히 섞은 다음 50 μ l를 취하여 HPLC system에 주입하였다. 표준 시료는 dl- α -tocopherol(Sigma Co.,

USA)를 사용하였다.

4. 통계분석

본 연구의 모든 자료는 SPSS PC⁺¹⁹⁾를 이용하여 통계 처리하였다.

모든 결과의 평균값과 표준편차를 산출하였고, 수유 기간별 차이에 대한 통계적 유의성은 paired t-test로 검정하였으며, 결과의 검정시, p값이 0.05 미만일 때를 통계적으로 유의하다고 보았다. 수유 기간에 따른 차이를 검정하기 위해서 개인간의 차이를 배제한 ANOVA of repeated measures를 이용하였고, 기간에 따라 유의적인 차이가 관찰되었을 경우, 그 변화 양상을 polynomial trend analysis로 분석하고 이를 regression line으로 추정하였다.

결과 및 고찰

1. 연구 대상자의 일반 사항

본 연구에 참여한 수유부는 총 45명으로 이들에 관한 일반적 특징을 Table 1에 제시하였다.

초산부가 31명, 경사부가 14명(1명만 3번째 분만이고, 나머지는 모두 2번째 분만)으로 28명은 남아를, 17명은 여아를 분만하였으며, 자연 분만으로 분만한 산모는 28명이었다. 연구 대상자의 평균 연령은 28세였고, 그들의 평균 신장과 임신 전 평균 체중은 각각 160cm, 52kg이었으며, 임신 전기간 동안의 체중 증가는 평균 13kg이었다.

연구 대상자의 표준 체중에 대한 임신 전 체중의 비율(percent ideal body weight, PIBW)은 96.6

Table 1. General characteristics of subjects Number of subjects=45

Lactating mother	Mean± SD ¹⁾	Range ²⁾
Age(yrs)	28.3± 2.66	23- 36
Parity	1.3± 0.52	1- 3
Height(cm)	159.7± 2.78	154-166
Pre-pregnancy weight(kg)	51.8± 5.86	41- 67
PIBW ³⁾	96.6± 11.27	79-126
BMI ⁴⁾	20.3± 2.32	16- 27
Pregnancy weight gain(kg)	13.1± 4.23	5- 26

New born baby	Boy	Girl	Total	Standard*
Weight(kg)	3.40± 0.37 ¹⁾ (2.7-4.0) ²⁾ 28 ⁵⁾	3.25± 0.35 (2.7-4.0)	3.34± 0.37 (2.7-4.0) 45	3.40 ⁶⁾ 3.24 ⁷⁾
Length(cm)	50.97± 21.6 (48.0-56.0) 27	49.73± 2.15 (44.0-53.0) 15	50.53± 2.21 (44.0-56.0) 42	51.40 50.50
Head circumference(cm)	34.35± 1.91 (31.0-37.0) 15	33.75± 1.25 (33.0-36.0) 6	34.18± 1.74 (31.0-37.0) 21	34.10 33.50
Chest circumference(cm)	32.87± 1.71 (29.5-36.0) 15	32.83± 1.13 (31.0-34.0) 6	32.86± 1.53 (29.5-36.0) 21	33.10 32.70

1) Mean± standard deviation

2) Range(Minimum-Maximum)

3) % Ideal body weight

Ideal body weight(kg)={Height(cm)-100}×0.9

4) Body mass index=kg/m²

5) Number of subjects

*Standard value of Korean infant²⁰⁾

: 6) Standard value for Boy

7) Standard value for Girl

으로 대부분 정상 범위인 90~110%에 있었으며, 비만도를 나타내는 체질량지수(Body mass index, BMI)인 Quetelet index는 평균 20.3으로 이상적인 범위인 20~24.9에 속하였으므로, 대부분의 연구 대상자들은 임신 전 정상 체중을 갖고 있었던 것으로 나타났다. 또한 연구 대상자의 임신 기간 동안의 체중 증가 범위는 5~26kg으로 넓은 분포를 보이나, 상·하위 25%를 제외하면 11~15kg으로 바람직한 증가량을 나타내었다.

본 연구의 연구 대상의 선정 기준에 의하면, 산모 연령은 20~35세, 체중 증가는 7~17kg으로 정하였으나, 연구 대상자 중 36세의 산모가 2명 있었고, 체중 증가량이 7kg미만과 17kg이상의 증가를 보인 수가 각각 2명(4.4%)과 6명(13.2%)이었으나, 이들 모두 분만에 무리가 없었고 건강하였으므로 연구에 포함시켰다.

본 연구 대상자들이 출산한 신생아의 출생시 평균 체중, 신장, 머리둘레 및 가슴둘레를 Table 1에 제시하였다.

출생시의 평균 체중과 머리둘레는 남, 여아 모두 소아발육치²⁰⁾에 가까우나, 신장은 모두 기준에 약간 미치지 못하였으며, 가슴둘레는 남아의 경우만 기준에 약간 미치지 못하였다.

따라서 대부분의 연구 대상자들은 임신 기간 동안 체중 증가량이 적절하였고, 출생시 한국 신생아의 평균 체격을 가진, 건강한 신생아를 분만하였으므로 임신 중 좋은 영양 상태였음을 간접

적으로 시사한다고 사료된다.

한편, 본 연구에 참여한 수유부는 연구 시작 당시 총 45명이었으나, 수유 기간이 경과함에 따라 개인적인 사정으로 모유 수유를 중단하였거나 모유 시료의 양이 불충분하여 수유 각 단계별로 분석된 시료의 수에 차이가 있다.

2. 모유의 총지질 농도의 변화

분만 후 2~5일부터 12주까지 수유 기간별 모유의 총지질 농도를 Table 2에 제시하였다.

모유의 평균 총지질 농도는 초유에서 1.98g/dl, 이행유에서는 2.52g/dl이었고, 성숙 2, 6, 12주에서는 각각 2.87, 2.68, 3.09g/dl이었으며, 성숙유의 평균 지질 농도는 약 2.88g/dl이었다. 또한 각 기간의 지질 농도를 살펴보면, 개인간의 차이가 크며, 그러한 차이는 성숙유에서 오히려 큰 것으로 나타났다.

수유 기간별로 차이를 살펴보면, 초유의 지질 농도는 다른 기간의 지질 농도와 모두 유의적인 차이를 보였으며, 이행유와 성숙유 및 성숙유간의 지질 농도에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 개인간의 차이를 배제한 후, 전 조사 기간에 걸쳐 동일 수유부 내에서 기간에 따른 차이를 검정한 결과, 수유 기간이 지나면서 유의적으로 변화하는 것을 보여주었다($p < 0.005$). 이때의 변화 양상은 1차적으로($p < 0.05$) 또한 3차적으로도 설명할 수 있다($p < 0.05$). 그러나 이들 식 중 설명력이 더 높은 3차식도 설명력은 11%밖에 되지 않았다.

Table 2. Total lipid and cholesterol concentrations of human milk at different stages of lactation

Stage of lactation	Total lipid** (g/dl)	Total cholesterol		Number of subjects
		(mg/dl)	(mg/g lipid)	
2-5 days	1.98 ± 0.75 ¹⁾ a	20.68 ± 8.48 ^a	10.23 ± 5.42 ^a	40, 32
1 wk	2.52 ± 0.93 ^b	20.18 ± 6.71 ^a	8.59 ± 3.99 ^{ab}	42, 33
2 wks	2.87 ± 0.85 ^b	18.16 ± 4.60 ^a	7.47 ± 4.03 ^b	38, 28
6 wks	2.68 ± 1.05 ^b	18.11 ± 7.67 ^a	6.84 ± 4.12 ^{ab}	29, 18
12 wks	3.09 ± 1.54 ^b	17.19 ± 3.81 ^a	5.84 ± 1.82 ^{ab}	20, 10

1) Mean ± Standard deviation

2) Number of lipid sample

3) Number of cholesterol sample

1. a-b : Values with the same letter are not significantly different($p < 0.05$).

2. Variables containing ** are significantly different over time within the subject($p < 0.005$).

수유 기간에 따른 모유의 총지질 농도의 변화 양상을 regression line으로 추정하면 Fig. 1과 같다.

초유에 대한 이행유 및 성숙유의 총지질 농도를 비교하면, 초유에 비해 1주의 이행유에서는 32% 정도 증가하였고, 성숙유에서는 2주때 45%, 6주에 35%, 12주에 56% 정도 증가하였다. 각 수유 단계의 지질 농도를 바로 전 단계의 농도와 비교하면, 초유에서 이행유로는 32% 증가, 이행유에서 2주의 성숙유로는 14% 증가하였고, 6주에는 6.6% 감소, 12주에는 다시 15% 정도 증가하는 양상을 보였다.

일반적으로 모유의 지질 함량은 평균 3~5%로 보고되어 있으나⁶⁾, 본 연구 결과는 이보다 낮은 수준이었으며, 1980년대 우리나라 수유부의 모유에서 분석된 지질 농도와 비교하면¹⁰⁾²¹⁾²²⁾, 초유와 이행유는 유사한 수준이었고 성숙유에서의 지질 농도는 다소 낮은 수준이었다. 최원희 등¹¹⁾에 의하면, 초유의 평균 지질 농도는 1.39g/dl, 이행유에서 1.99g/dl, 2주에 3.27g/dl로 초유에서 초기 성숙유까지 급증하였고, 전체 성숙유의 평균 지질 농도는 2.93g/dl이었다. 반면, Ferris 등²³⁾의 미국인 수유부를 대상으로 한 연구에서는 분만 2주에서 16주에 이르기까지 평균 지질 농도는 3.98g/dl에서 5.50g/dl로 수유 기간에 따라 증가하는 것으로 나타나 변화 양상은 본 연구와 유사하나 총지질 농도는 큰 차이를 보여주었다. Ferris 등²³⁾의 연구는

본 연구와 비교적 유사한 모유 채취 방법과 동일한 지질 분석 방법을 채택하였음에도 불구하고 이러한 큰 차이를 보인 것은 근본적으로 한국인과 미국인과의 식생활 양상이 다르기 때문인 것으로 사료된다.

모유의 지질 함량은 모유의 성분 중 가장 변화가 큰 것으로 알려져 있으며, Hall³⁾은 여러 요인중 수유 기간에 따른 차이가 크다고 하였고, 초유에서 성숙유로 이행함에 따라 총지질량이 증가한다는 사실은 신생아의 소화기 계통과 미각의 발달과 관련성이 있다고 하였으며, 태아기의 주된 열량원은 당질인 반면에, 출생 후 영아기에는 주된 열량원이 지질로 전환되는 것과는 관련이 있다고 하였다.

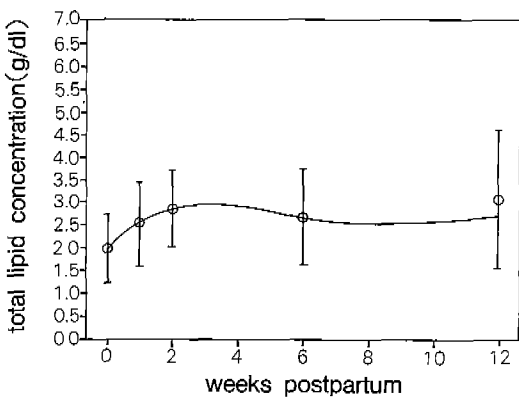
3. 모유의 총콜레스테롤 농도의 변화

모유의 콜레스테롤 농도를 유즙 100ml중의 총콜레스테롤 농도(mg/dl)와 모유 지질 1g중의 콜레스테롤 함량(mg/g)으로 표시하여 Table 2에 제시하였다.

모유의 총콜레스테롤 농도는 초유에서 평균 20.68mg/dl, 이행유에서는 20.18mg/dl이었고 2, 6, 12주의 성숙유에서 각각 18.16, 18.11, 17.19mg/dl로 감소되는 경향이었고, 모유의 총지질 농도와 마찬가지로 개인간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 그러나 모유의 콜레스테롤의 농도는 각 기간별로 유의적인 차이를 보이지 않았고, 수유 기간에 따라 감소되는 경향이나 통계적으로 유의적이지 않았다.

모유의 콜레스테롤 함량을 1g의 모유 지질에 함유된 농도로 표시하면, 초유에 10.23mg/g이던 것이 이행유에서는 8.59mg/g으로 감소되었고, 2주와 12주간의 성숙유에서도 7.47~5.84mg/g으로 감소하였으나, 기간별 차이를 살펴보면, 초유와 2주의 성숙유사이에서만 유의적으로 차이가 있었고 기간에 따른 차이는 관찰되지 않았다.

모유의 총지질 농도는 수유 기간이 경과되면서, 증가되는 양상을 보이나 콜레스테롤 농도는 감소 양상을 보이므로 모유 지질 1g에 함유된 콜레스테롤 함량은 감소 양상을 보이는 것이 당연하다고



Total lipid(g/dl) = 1.98 + 0.69x - 0.14x² + 7.29E - 03x³ (Adjusted R² = 0.11)

Fig. 1. Changes in total lipid concentration during lactation.

본다. 그러나 기간에 따라 유의적으로 감소하는 것은 아닌 것으로 나타났다. 또한 모유의 총지질 농도와 총콜레스테롤 농도간에 의미있는 상관성을 보이지 않았다.

Potter 등⁹⁾은 호주 수유부의 성숙유에서 콜레스테롤 농도는 18.1~23.3mg/dl이라 하여 본 연구와 유사한 결과를 보여주었고, 김상기 등¹⁰⁾은 초유에 13.5mg/dl이었던 것이 점차 감소하여 성숙유에서는 평균 10.16mg/dl이라 보고하여 총콜레스테롤 농도는 본 연구 결과 보다 다소 낮으나, 변화 양상은 유사하였다. 그러나 최문희¹¹⁾의 연구에서는 초유에 11.64mg/dl이었고 수유 기간에 따라 증가되어 12주의 성숙유에서는 15.93mg/dl이라 보고하여, 본 연구 보다 낮은 수준이었고 변화 양상도 다른 것으로 나타났다.

모유의 콜레스테롤 농도는 연구자에 따라 차이가 비교적 큰 것으로 보이며, 이러한 차이는 모유 시료 채취 방법과 모유의 지질 함량의 변화 이외에 콜레스테롤의 분석 방법에 의한 것으로 사료된다. Ferris 등¹⁶⁾은 모유 콜레스테롤의 분석 방법에 따라 동일 시료에서도 농도에 차이가 있음을 보고하였다. 본 연구에서 이용한 ϕ -phthalaldehyde 발색법은 경제적이면서도 종적인 모유 연구에서 간편하게 이용할 수 있고 비교적 정확한 결과를 얻을 수 있는 것으로 보고되어 최근에 많이 이용되는 방법이다²⁴⁾.

윤태현²¹⁾에 의하면 총지질 함량은 성숙유 단계 까지 점차 증가하는 반면 인지질과 콜레스테롤은 감소하는 경향을 보인다고 하였으며, 이에 관해 2가지 해석이 가능하다고 하였다. 즉, 수유 기간이 경과됨에 따라 지방구의 내부에 있는 지방구가 막을 이루고 있는 부분으로 점차 확대되어 전체 지방구의 크기가 커지거나 또는 더 많은 지방소적(droplet)이 분비되어 그 결과 막의 두께가 점차 얇아질지도 모른다는 점이다. 실제로 Blanc 등²⁵⁾이 수유 기간 동안 지방구의 크기를 측정한 바에 의하면, 초유에서는 1.74 μ m, 이행유에서는 1.84 μ m 그리고 성숙유에서는 4.10 μ m로 늘어났으며, 지방구의 표면적은 지방 소적을 둘러싸고 있는 막 물질의 양과 직접 관련되어 있는데 점차 감소한다는

것을 밝혔다. 또한 Patton²⁶⁾은 구형의 지방 소적의 발생에서 Triglyceride는 $4/3\pi r^3$ 에 비례하는 용적 증가로 만들어지고 반면에 인 지방질은 표면확장에 있어서 $4\pi r^2$ 으로 보다 느린 속도에서 합성될 지도 모른다고 제안하였다. 즉, 수유 기간이 경과함에 따라 모유의 지방구가 커지고, 모유 지방구의 크기가 증가되면, 지방구의 표면적이 증가되며, 콜레스테롤은 지방구를 둘러싸는 막에 주로 존재하므로, 지방구가 커지면서 막이 얇아져 콜레스테롤 농도는 총지질 농도와 반대로 감소된다는 것이다.

수유 초기의 유즙내 총지질에 대한 콜레스테롤 함량의 비율이 높은 것은 지방 가수분해 효소들이 보다 효율적으로 작용할 수 있는 넓은 표면적을 제공하는 것이 되며, 이는 곧 영아의 지방 소화를 도와줄 수 있다는 영양적 의미를 부여하게 되는 것이다.

4. 모유의 지방산 조성의 변화

수유 기간별로 모유 지질의 지방산 조성을 분석하여 그 결과를 Table 3에 제시하였고, 이를 지방산 종류별로 정리한 것을 Table 4에 제시하였다.

총지방산에 대한 포화지방산의 비율은 초유에서 43.39%이었고 이행유에서 47.8%, 2주의 성숙유에서 48.8%로 증가하는 양상을 보이다 6주와 12주에서 각각 48.6, 48.3%로 큰 변동을 나타내지 않았다. 기간별로 살펴보면, 초유의 포화지방산 비율은 이행유와 모든 성숙유간에 차이를 보였으나, 성숙유의 각 기간별로는 유의적인 차이가 없었다. 또한 수유 기간에 따라 포화 지방산은 유의적으로 변화하는 것으로 분석되었으며 ($p < 0.005$), 그 변화 양상은 1차($p < 0.05$), 2차($p < 0.001$), 4차($p < 0.05$) 적으로 설명할 수 있으며 설명력이 24%로 가장 큰 4차식으로 그래프를 추정하면 Fig. 2와 같다.

모유의 포화지방산 중 palmitic acid(C16:0)의 비율이 22.8~26.6%로 가장 높았고 laurie acid(C12:0), myristic acid(C14:0), stearic acid(C18:0)가 수유 기간 동안 각각 3.5~8.6, 5.7~8.7, 5.1~

Table 3. Relative composition of total fatty acids of human milk at different stages of lactation

	Stage of lactation				
	2-5 days (n=26) ¹⁾	1wk (n=27)	2wks (n=27)	6wks (n=16)	12wks (n=10)
C 6 : 0	1.09±0.27 ²⁾	1.04±0.35	1.00±0.33	0.88±0.33	0.86±0.18
C 8 : 0	0.08±0.03	0.08±0.04	0.07±0.04	0.07±0.09	0.06±0.06
C10 : 0	0.80±0.10	1.75±0.29	1.78±0.26	1.70±0.22	1.63±0.23
C12 : 0	3.48±0.57	7.70±2.36	7.95±2.13	8.60±0.61	8.53±0.46
C14 : 0	5.66±0.87	8.22±1.86	8.11±1.64	8.37±0.64	8.69±0.25
C16 : 0	26.61±1.37	23.52±1.52	24.22±1.38	23.47±1.05	22.77±2.37
C18 : 0	5.26±0.97	5.10±0.42	5.18±0.35	5.06±0.53	5.37±0.59
C20 : 0	0.41±0.17	0.40±0.13	0.43±0.15	0.46±0.10	0.46±0.09
C16 : 1	3.14±0.49	3.15±0.37	3.04±0.14	2.90±0.17	2.85±0.24
C18 : 1	32.10±3.66	28.97±4.34	26.27±4.86	24.62±4.10	25.87±4.36
C20 : 1	0.75±0.09	0.44±0.09	0.29±0.27	0.20±0.12	0.16±0.04
C22 : 1	0.05±0.02	0.04±0.02	0.03±0.02	0.03±0.04	0.04±0.03
C18 : 2	10.38±0.90	9.84±0.85	10.54±0.80	10.56±0.94	11.78±3.18
C20 : 2	0.76±0.18	0.64±0.19	0.40±0.20	0.33±0.22	0.19±0.06
C18 : 3	0.32±0.09	0.15±0.08	0.12±0.13	0.09±0.06	0.10±0.10
C20 : 3	0.76±0.17	0.67±0.32	0.43±0.19	0.32±0.19	0.15±0.04
C20 : 4	1.01±0.35	1.01±0.34	0.60±0.19	0.44±0.15	0.38±0.15
C22 : 4	1.27±0.16	0.72±0.13	0.53±0.19	0.46±0.15	0.32±0.16
C20 : 5	0.46±0.12	0.40±0.12	0.22±0.15	0.20±0.20	0.12±0.07
C22 : 5	0.56±0.12	0.55±0.13	0.25±0.23	0.21±0.17	0.16±0.04
C22 : 6	1.11±0.16	0.47±0.17	0.39±0.16	0.36±0.15	0.32±0.13

1) Number of subjects 2) Mean±Standard deviation

Table 4. Various ratios of fatty acids contained in human milk

	Stage of lactation				
	2-5days (n=26) ¹⁾	1wk (n=27)	2wks (n=27)	6wks (n=16)	12wks (n=10)
Saturated** fatty acids	43.39±2.09 ^{2)a}	47.82±4.68 ^b	48.75±4.56 ^c	48.61±1.67 ^{bc}	48.26±2.46 ^{bc}
Monounsatura- ted fatty acids**	36.05±3.83 ^a	32.60±4.45 ^b	29.63±5.14 ^c	27.76±4.08 ^c	28.92±4.29 ^c
Polyunsatura- ted fatty acids*	16.62±1.08 ^a	14.44±1.43 ^b	13.49±1.34 ^c	13.01±1.67 ^c	13.92±3.53 ^{abc}
P/S ratio ^{3)a}	0.38±0.02 ^a	0.31±0.07 ^b	0.28±0.06 ^c	0.27±0.04 ^c	0.29±0.08 ^{bc}
M/S ratio**	0.84±0.14 ^a	0.70±0.20 ^b	0.62±0.19 ^c	0.57±0.10 ^c	0.61±0.13 ^c
P/M/S ratio	0.38 : 0.84 : 1.00	0.31 : 0.70 : 1.00	0.28 : 0.62 : 1.00	0.27 : 0.57 : 1.00	0.29 : 0.61 : 1.00
Total ω ⁹ ^{4)a}	32.91±3.67 ^a	29.45±4.35 ^b	26.59±5.11 ^c	24.86±4.17 ^c	26.06±4.38 ^c
Total ω ⁶	14.17±1.14 ^a	12.88±1.13 ^b	12.50±0.93 ^{bd}	12.15±1.29 ^{cd}	13.04±3.31 ^{abc}
Total ω ³ *	2.45±0.29 ^a	1.56±0.38 ^c	0.99±0.61 ^b	0.86±0.54 ^d	0.70±0.14 ^{bd}
ω ³ /ω ⁶ ratio**	0.17±0.03 ^a	0.12±0.02 ^b	0.88±0.04 ^c	0.07±0.04 ^c	0.05±0.01 ^c

1) Number of subjects 2) Mean±Standard deviation

3) P/S : Polyunsaturated fatty acids/Saturated fatty acids

M/S : Monounsaturated fatty acids/Saturated fatty acids

P/M/S : Polyunsaturated fatty acids/Monounsaturated fatty acids/Saturated fatty acids

4) Total ω⁹=c18 : 1+C20 : 2+C20 : 3+C20 : 4+C22 : 1

Total ω⁶=c18 : 2+C20 : 2+C20 : 3+C20 : 4+C22 : 4

Total ω³=c18 : 3+C20 : 5+C22 : 5+C22 : 6

1. a-d : Values with the same letter are not significantly different(p<0.05).

2. Variables containing ** are significantly different over time within the subject.

* : p<0.05 ** : p<0.005

5.4% 함유되었다. 본 연구에서 초유의 포화지방산 중 capric acid, lauric acid, myristic acid 등이 이행유와 성숙유에서의 농도에 비해 현저하게 낮았으며 이것은 다른 연구 결과와도 일치된다²¹⁾. 이는 유선의 alveolar cell에서 이들 지방산 합성 능력이 아직 완전히 갖추어지지 않았기 때문이며, 수유 기간이 경과함에 따라 유선의 생합성 능력이 증진하는 것으로 사료된다. 또한 이들 세 지방산이 성숙유 단계에서는 큰 변화를 보이지 않았으므로, 유선의 생합성 능력은 이행유 단계 부근에서 거의 갖추어지는 것으로 사료된다.

모유의 총지방산 중 불포화지방산이 차지하는 비율은 단일불포화지방산의 경우, 초유에서 36.1%, 이행유에서 32.6%이었고, 2, 6, 12주의 성숙유에서 각각 29.6, 27.8, 28.9%로 나타났다. 각 기간별 차이를 살펴보면, 초유 및 이행유의 단일불포화지방산의 비율은 다른 기간과 모두 유의적인 차이를 보였고, 성숙유간에는 유의적인 차이가 없었으며, 수유 기간에 따라 유의적으로 변화하였다($p < 0.005$). 또한 이때의 변화 양상은 1차와 2차($p < 0.001$), 3차적($p < 0.005$)인 것으로 나타났

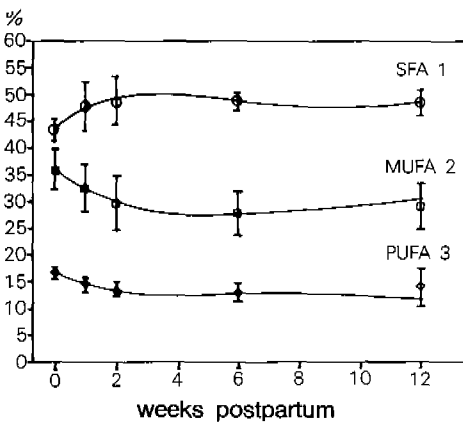
다(Fig. 2).

단일불포화지방산 중 oleic acid(C18:1)의 비율이 가장 높았고, 이것은 모유에 가장 많이 존재하는 지방산인 것으로 나타났다.

다불포화지방산은 초유에 16.6%, 이행유에 14.4%이었고, 2, 6, 12주의 성숙유에서 각각 13.5%, 13.0, 13.9%로 나타났다. 각 수유 기간별로 다불포화 지방산의 비율의 차이를 살펴보면, 초유와 이행유의 다불포화지방산은 12주의 성숙유를 제외한 모든 기간의 값과 유의적인 차이를 보였고, 성숙유의 비율간에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 또한 수유 전 기간에 따라 유의적으로 변화하였으며($p < 0.05$), 2차와 3차적인 경향으로 변화하였다($p < 0.05$). 이를 3차식의 regression line으로 표현하면 Fig. 2와 같다.

다불포화지방산 중에서 linoleic acid(C18:2)의 함량이 9.8~11.8%로 가장 높았고, 다른 동물의 유즙에 존재하지 않는 ω -3계 지방산인 EPA(C20:5)와 DHA(C22:6)는 초유에서 각각 0.46%와 1.11%이었고 12주의 성숙유에서는 각각 0.12%와 0.32%이었다. 따라서 초유의 EPA와 DHA의 함량은 12주의 성숙유에서의 함량에 비하여 약 3~4배 높은 것으로 나타났다.

모유에서 가장 많은 필수지방산인 linoleic acid는 수유 기간의 경과에 따라 이행유 단계에서 다소 낮았으나 점차 증가하는 경향을 보여, 윤태현²¹⁾과 Gibson²⁷⁾의 결과가 일치하였다. Long²⁸⁾에 의하면, 쥐의 경우, 분만 후 14일 동안 계속 식이 섭취가 증가할 뿐만 아니라 위산의 분비량도 많다는 사실로 미루어, linoleic acid의 변화 양상은 분만 직후에 식이 섭취가 원만하지 못한 영향이 이행유 단계에서 linoleic acid의 수준 저하로 나타나다가 점차 모체가 분만에 따른 영향을 회복하면서 식이 섭취량의 증가에 따라 linoleic acid 섭취량이 많아지게 되고 이로 인하여 유즙의 linoleic acid 함량이 상승할 수 있음을 지적하였다. 본 연구에서 수유부의 분만 직후의 영양섭취 상태는 제시하지 않았으나, 조사한 일부 대상자들의 영양 섭취 상태는 에너지의 경우 평균 1,500kcal이하로 낮게 나타났으므로, 이러한 가정을 뒷받침할 수 있다고



1. Saturated fatty acids (%) = $43.71 + 3.95x - 0.60x^2 + 2.10E-03x^4$ (Adjusted $R^2 = 0.24$)
2. Monounsaturated fatty acids (%) = $36.14 - 4.44x + 0.69x^2 - 0.03x^3$ (Adjusted $R^2 = 0.30$)
3. Polyunsaturated fatty acids (%) = $16.55 - 2.32x + 0.40x^2 - 0.02x^3$ (Adjusted $R^2 = 0.35$)

Fig. 2. Changes in fatty acids composition during lactation.

본다. 모유에서 수유부의 식사 내용에 따라 가장 민감하게 영향을 받고 있는 지방산은 혈청에서와 마찬가지로 linoleic acid이다. 그러므로 모유 지방산 중 linoleic acid수준은 수유부의 식사 상태를 가장 잘 반영하여 준다고 볼 수 있다²⁹⁾. Guthrie 등³⁰⁾은 20여년전 보다 현재 미국인 수유부들의 성숙유의 linoleic acid 함량이 약 2배 높아졌다고 보고하였으며, 이러한 증가는 미국인 식사에서 식물성 기름의 사용 증가 및 P/S(Polyunsaturated fatty acids/Saturated fatty acids) 비율의 증가와 관련되어 있다고 지적하였다. 황혜진³¹⁾의 동물실험 결과에서도 모유는 어미 식이 성분을 반영하여 18 : 3 ω-3가 풍부한 들깨기름군의 경우 약 30%의 18 : 3 ω-3가 모유성분으로 나타나고, 생선기름군 모유 역시 어미 식이 성분을 반영하여 EPA와 DHA의 조성이 높게 나타났다. 본 연구에서 모유 지방산 중 EPA의 비율은 초유에서 약 0.5%이던 것이 성숙유에서는 50% 정도 감소하여 평균 0.2% 수준이었고, DHA는 초유의 1.1%에서 50% 정도 감소하여 성숙유에서는 평균 0.4% 수준이었다. DHA함량은 본 연구에서 절대량을 측정한 것은 아니지만, 미국 및 서독에서 보고된 0.1~0.2% 보다는 높은 수준이었다³²⁾³³⁾. 이는 우리나라 사람들이 DHA함량이 높은 등푸른 생선을 서구 사람들에 비해 비교적 많이 섭취하는 것과도 관련 있다고 사료되며, 본 연구에서 이에 관한 상관성을 밝히지는 못하였지만, 수유 기간 동안 많은 수유부들이 참치, 고등어, 꽂치 등의 등푸른 생선을 비교적 자주 섭취한 것에서도 수유부의 식사 내용과 모유의 지방산 조성간의 관련성을 짐작할 수 있다. 또한 서구인들은 linoleic acid의 섭취가 많아 체내에서 오히려 α-linolenic acid로부터 DHA의 생성을 억제할 수 있다는 연구 결과로 미루어 볼 때, 이러한 요인들이 모유의 DHA 조성에 차이를 유발하는 요인이 될 수 있다고 사료된다⁸⁾.

한편, DHA는 초기 성장기의 두뇌 발달을 돕고 있어서, 모유 영양아와 인공 영양아의 성장 발달 비교 연구의 대상이 되고 있으며, α-linolenic acid는 ω-3계 지방산이지만 두뇌 발달 등에 필수적인 DHA로의 전환이 불충분하므로 분유의 조제에

있어서 ω-3계 longer chain 지방산인 DHA와 EPA의 보충을 권장하기도 한다⁸⁾. 즉, 간장 조직에서 linolenic acid로 부터 DHA의 합성 속도는 느리며, 식이로부터 직접 섭취한 DHA가 훨씬 빠르게 뇌의 인지질에 영입된다는 보고도 있다³⁴⁾. 특히 미숙아는 출생시 뇌조직의 DHA 축적이 미약하고 linolenic acid를 DHA로 전환하는 능력이 떨어지므로, 외국에서는 미숙아용 조제유에 어유의 DHA 첨가가 시도되고 있다고 보고되었다⁸⁾ ³⁵⁾.

모유 지방산의 P/S 비율은 초유에서 0.38이었고, 이행유에서 0.31로 감소하였으며, 성숙유에서도 0.27~0.29로 다소 감소하는 양상을 보인다. 기간별 차이는 초유와 이행유 및 모든 성숙유간에는 유의적인 차이가 있었고, 이행유와 2, 6주의 성숙유간에 유의적인 차이가 있었으며, 수유가 진행됨에 따라 유의적으로 변화하는 것으로 나타났다(p<0.05).

모유 지방산의 M/S 비율은 초유에서 0.84, 이행유에서 0.70이었고 성숙유에서는 0.57~0.62이었다. 기간별 차이를 살펴보면, 성숙유간의 M/S 비율에만 유의적으로 차이가 없었고 초유와 이행유는 다른 기간의 값과 차이를 보였다. 또한 초유의 P/M/S 비율은 0.38 : 0.84 : 1.00이었고 12주의 성숙유에서는 0.29 : 0.61 : 1.00인 것으로 나타났다.

다불포화지방산 중 ω-3 계열의 지방산은 초유에 2.45%이던 것이 차츰 감소하여 12주의 성숙유에서는 0.70%이었고, 기간별로는 2주와 12주, 6주와 12주사이의 성숙유에서만 유의적인 차이가 발견되지 않았으며, 기간에 따라 유의적으로 변화하는 것으로 나타났다(p<0.05).

ω-6 계열의 지방산은 초유에는 14.17%, 12주의 성숙유에는 13.04%이었고 기간별로는 초유와 이행유, 2, 6주의 성숙유 및 이행유와 6주의 성숙유사이에만 유의적인 차이를 보였고 수유 전 기간에 따른 유의적인 변화 양상은 나타나지 않았다.

모유의 ω3/ω6 비율은 1/4-1/10(0.25-0.1)로 보고된 바 있으나⁸⁾ 본 연구에서는 이보다 더 낮게 나타나 초유에서 0.17, 이행유에서 0.12이었고, 2, 6, 12주의 성숙유에서는 각각 0.08, 0.07, 0.05이

었으며, 기간별로는 성숙유에만 유의적인 차이가 없었으나 각 개인내에서 전 기간을 통해 유의적으로 변화하는 것으로 나타났다($p < 0.005$).

5. 모유의 비타민 E 농도의 변화

모유의 지용성 비타민 중 비타민 E의 농도를 수유 기간별로 모유 10ml당 μg 으로 제시하였다 (Table 5).

비타민 E 농도는 초유에서 모유 10ml당 $83.8 \mu\text{g}$ 으로 가장 높았고, 점차 감소하여 이행유에는 $64.8 \mu\text{g}$, 2, 6, 12주의 성숙유에는 각각 42.05 , 36.02 , $30.03 \mu\text{g}$ 으로 나타났다. 수유 기간별로 농도의 차이를 분석한 결과, 2주와 6주, 6주와 12주의 성숙유에서만 유의적인 차이가 없었고 이를 제외한 전 기간별로 유의적인 차이가 있었으며, 수유 전 기간에 걸쳐 유의적으로 변화하는 것으로 나타났다 ($p < 0.001$). 이때의 변화 양상은 1차($p < 0.001$)와 2차($p < 0.005$)적으로 설명할 수 있다(Fig. 3).

수유 단계별로 비타민 E함량의 변화를 동일 수유부들을 계속 추적하여 조사한 연구는 많지 않다. 본 연구에서 모유의 총 비타민 E 농도는 모유 100 ml당 초유에 $838 \mu\text{g}$, 이행유에 $648 \mu\text{g}$ 이었고, 2~12주의 성숙유에서는 $421 \sim 300 \mu\text{g}$ 으로 감소하는 경향을 보였으며, 이는 윤태현²¹⁾, Jansson 등³⁶⁾과 Kobayashi 등³⁷⁾의 결과와 농도에는 다소 차이가 있으나 변화 양상이 모두 유사하였다. 초유의 비타민 E 농도는 성숙유에 비하여 2.8배나 높았는데, 이는 윤태현²¹⁾의 2.6배, Jansson 등³⁶⁾의 2.8배와

Table 5. Vitamin E concentration of human milk at different stages of lactation

Stage of lactation	Vitamin E* ($\mu\text{g}/10\text{ml}$)
2- 5 days (n=25) ¹⁾	$83.80 \pm 21.79^{\text{a}}$
1 wk (n=26)	$64.80 \pm 22.19^{\text{b}}$
2 wks (n=26)	$42.05 \pm 11.76^{\text{c}}$
6 wks (n=14)	$36.02 \pm 11.17^{\text{cd}}$
12 wks (n=10)	$30.03 \pm 10.19^{\text{de}}$

1) Number of subjects

2) Mean \pm Standard deviation

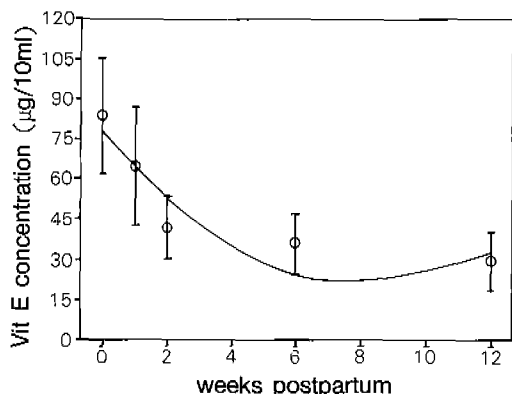
1. a-e : Values with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

2. Variables containing “**” are significantly different over time within the subject ($p < 0.001$).

동일하지만, Kobayashi 등³⁷⁾의 4.3배 보다는 낮은 값이었다.

초유에서의 높은 비타민 E 농도는 임신부의 혈장내에 있는 β -lipoprotein에 의해 운반된 비타민 E의 높은 농도와 관련되어 있는 것으로 보고되었다. 즉, 임신 말기에 가장 높은 수준을 유지하다 분만시까지 감소하는데, 이러한 감소는 임신 말기의 혈장 비타민 E가 유즙으로의 분비에 이용되어 초유에 가장 높은 농도를 유지하게 됨을 시사하는 것이다³⁷⁾. 또한 신생아의 혈장 비타민 E 농도는 0.4 mg/dl 정도이고 출생 후 6일 이내에 $1.0 \sim 1.5 \text{ mg/dl}$ 의 수준에 도달하는데, 이는 신생아가 섭취한 초유의 높은 비타민 E 함량과 관련되어 있는 것 같다고 보고된 바 있다³⁸⁾. 그러므로 초유는 비타민 E 공급원으로서 신생아에게 매우 중요하다고 사료된다.

한편, 각 기간별 모유의 비타민 E 농도와 모유내 총지질, linoleic acid, P/S 비율, 포화지방산 비율, 단일불포화지방산 비율 및 다불포화지방산 비율과의 상관 관계를 분석한 결과, 이행유의 총 지질과 비타민 E 농도사이에서만 유의적인 양의 상관관계를 보여주었다 ($r = 0.4107$, $p < 0.05$). Jansson 등³⁶⁾은 초유에서 총 비타민 E 함량과 총지질 함량사이에는 상관관계가 없고 성숙유에서 상관관계가 있음을 보고하였으며, 윤태현²¹⁾은 이들간에 상관



Vitamin E ($\mu\text{g}/10\text{ml}$) = $77.60 - 13.93x + 0.85x^2$ (Adjusted $R^2 = 0.47$)

Fig. 3. Changes in Vitamin E concentration during lactation.

관계가 없으며 총 비타민 E/총 지질의 비를 비교하며 보면 초기의 수유 단계에서는 높은 반면 그 이후는 점차 낮아지고 있어서 비타민E 함량은 총 지질의 분비 증가에 따라 증가하지 않으므로 지질 분비에 부차적인 것이 아니라고 보고하였다.

요약 및 결론

본 연구는 서울 시내에 거주하는 건강한 45명의 수유부를 대상으로 분만 후부터 수유 12주까지 수유 기간별 모유의 총지질, 총콜레스테롤 및 비타민 E의 농도와 지방산 조성의 변화를 측정하여 수유 기간이 경과함에 따라 이들 지질 성분이 어떠한 양상으로 변화하고 있는지 분석하였다.

1) 수유 기간별 모유의 총지질 농도는 초유에서 1.98g/dl, 이행유에서 2.52g/dl이었고, 12주의 성숙유에서는 3.09g/dl이었으며, 개인간의 차이가 4~6 배나 되어 다른 영양소에 비해 개인간의 차이가 큰 것으로 나타났고 그 차이는 성숙유에서 오히려 큰 것으로 나타났다.

2) 모유의 총콜레스테롤 농도는 초유에서 평균 20.68mg/dl, 이행유에서는 20.18mg/dl이었고, 성숙유에서는 18.16~17.19mg/dl이었다. 1g의 모유 지질에 함유된 농도로 표시하면, 초유에는 10.23 mg/dl이었으나 12주의 성숙유에는 5.84mg/dl로 나타나 수유 기간이 경과하면서 총콜레스테롤 농도와 모유 지질 1g에 함유된 콜레스테롤 함량은 감소되는 경향을 보였으나 통계적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았고 개인간의 차이가 큰 것으로 나타났다.

3) 초유의 포화지방산 중 capric acid, lauric acid, myristic acid의 비율은 이행유와 성숙유에서의 비율에 비해 현저하게 낮았다. 이는 유선의 alveolar cell에서 이들 지방산 합성 능력이 아직 갖추어지지 않았기 때문이다. 또한 성숙유 단계에서는 큰 변화를 보이지 않았으므로 유선의 지방산 생합성 능력은 이행유 단계 부근에서 거의 갖추어지는 것으로 사료된다. 모유에 가장 많이 존재하는 필수지방산은 linoleic acid이었으며, 수유 기간의 경과에 따라 이행유 단계에서 다소 낮았으나 점차

증가하는 경향을 보였다. 다른 동물의 유즙에서 검출되지 않는 ω -3계 지방산인 EPA의 비율은 초유에서 약 0.5%이던 것이 성숙유에서는 평균 0.2% 수준이었고, DHA는 초유에서 1.1%이었으나, 50%정도 감소하여 성숙유에서는 평균 0.4%수준이었다. 모유의 총지방산에 대한 포화지방산의 비율은 초유에서 43.39%, 이행유에서 47.8%, 2주의 성숙유에서 48.8%로 증가하였고, 성숙유 단계에서는 변화를 보이지 않았으며, 수유 기간에 따라 유의적으로 변화하였다. 단일불포화지방산의 비율은 초유에서 36.1%, 이행유에서 32.6%이었고, 성숙유에서는 27.8~29.6%로, 수유 기간에 따라 유의적으로 변화하였다. 다불포화지방산은 초유에 16.6%, 이행유에 14.4%이었고 성숙유에는 13.0~13.9%로 역시 수유 기간에 따라 유의적으로 변화하였다. 다불포화지방산중 ω -3계열은 수유 기간에 따라 유의적으로 감소하였고, ω -6계열은 유의적으로 변화하지 않았다. 모유 지방산의 P/S 비율과 M/S 비율은 수유 기간에 따라 감소하는 양상을 보였으며, 초유의 P/M/S 비율은 0.38 : 0.84 : 1.00이었고 12주의 성숙유에서는 0.29 : 0.61 : 1.00인 것으로 나타났다.

4) 모유 중 총 비타민E 농도는 모유 100ml당 초유에 833 μ g, 이행유에 648 μ g이었고, 2~12주의 성숙유에는 421~300 μ g으로 수유 기간에 따라 유의적으로 감소하였다.

모유 중의 지질 성분은 개인간의 차이를 배제하였을 때, 동일 수유부내에서 수유기간에 따라 대부분 유의적으로 변화하여 '수유 기간'이 모유의 지질 성분 함량에 영향을 주는 중요한 요인이 되는 것으로 나타났다. 그러나 개인간에 따른 차이도 매우 큰 것으로 나타나 '수유 기간' 외에 다른 요인들도 모유의 지질 성분에 영향을 주는 것으로 보이며, 특히 총지질 농도의 경우 수유 기간에 따라 유의적으로 변화하는 것으로 나타났으나 설명력은 11%에 불과하였으므로 앞으로의 연구에서는 영아에게 주된 에너지원이 될 뿐 아니라 여러 생리적 의미를 가지는 모유의 지질 성분에 영향을 줄 수 있는 요인들을 규명해야 할 것이다.

α -linolenic acid는 ω -3계 지방산이지만 두뇌발

달에 필수적인 DHA로의 전환이 불충분하여 조제유에 ω -3계 longer chain 지방산인 DHA의 보충을 권장하기도 하므로 우리나라에서도 조제유 특히, 미숙아용 조제유에 DHA 첨가가 고려되어야 할 것이고 첨가수준은 한국인 모유의 지방산 조성 범위에 기초를 두어야 할 것으로 사료된다. 또한 모유 영양아의 ω -3계 지방산의 섭취량을 정확히 측정하기 위해 전체 지방산 중의 비율이 아닌, 중량법으로 지방산 분석이 이루어져 모유 영양아의 지질 영양을 평가해야 할 것이다.

Literature cited

- 1) Lammi-keefe CJ, Jensen RG. Lipids in human milk : A review, 2. Composition and fat soluble vitamins. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 3 : 172-198, 1984
- 2) Bitman J, Wood DL, Hamosh P, Mehtaa NR. Comparison of the lipids composition of breast milk from mothers of term and preterm infant. *Am J Clin Nutr* 38 : 300, 1983
- 3) Hall B. Changing composition of human milk and early development of an appetite control. *Lancet* 1 : 781, 1975
- 4) Jelliffe DB, Jelliffe EFP. The volume and composition of human milk in poorly nourished communities. *Am J Clin Nutr* 31 : 492-515, 1978
- 5) Lonnerdal B. Effects of maternal dietary intake on human milk composition. *J Nutr* 116 : 499-513, 1986
- 6) Gaull GE, Jensen RG, Rassin DK, Malloy NH. Human milk as food. *Adv Perinatal Med* 2 : 47-120, 1982
- 7) 안홍석. 모체영양 상태가 모유 형성에 미치는 영향. *한국영양학회지* 24(3) : 260-275, 1991
- 8) 이양자. 유지영양의 문제점과 개선방향. *식품과학과 산업* 23 : 13-30, 1990
- 9) Potter, JM, Nestel PJ. The effect of dietary fatty acids and cholesterol on the milk lipids of lactating women and the plasma cholesterol of breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 29 : 54-60, 1976
- 10) 김상기 · 나창수. 한국 산모의 모유 지방에 대한 연구. *소아과* 29 : 67-73, 1986
- 11) 최문희 · 문수재 · 안홍석. 수유 기간에 따른 모유의 성분 함량 변화와 수유부의 섭식 태도 및 영아의 성장 발육에 관한 생태학적 연구 : II. 모유의 지질 함량에 관한 연구. *한국영양학회지* 24 : 77-86, 1991
- 12) Whitehead RG, Lawrence M, Prentice AM. Maternal nutrition and breast feeding. *Human nutrition : Applied nutrition* 40A, Suppl. 1 : 1-10, 1986
- 13) 이기열. 특수영양학. 신광출판사, 1992
- 14) Artemis P, Simopoulos MD. ω -3 fatty acids in growth and development and in health and disease. *Nutr Today* May/June : 12-18, 1988
- 15) Jackson KA, Gibson RA. Weaning foods cannot replace breast milk as sources of long-chain polyunsaturated fatty acids. *Am J Clin Nutr* 50 : 980-982, 1982
- 16) Clark RM, Ferris AM, Key M, Brown PB, Hundrieser KE, Jansen RG. Changes in the lipids of human milk from 2 to 16 weeks postpartum. *Pediatr Gastroenterol Nutr* 1 : 311-315, 1982
- 17) Rudel LL, Morris MD. Determination of cholesterol using ϕ -phthalaldehyde. *J Lipid Res* 14 : 364, 1976
- 18) Christopherson SW, Glass RL. Preparation of milk fat methyl ester by alcoholysis in an essentially non-alcoholic solution. *J Dairy Sci* 52 : 1289, 1969
- 19) Norusis MJ, SPSS/PC⁺, SPSS Inc., 1987
- 20) 한국소아과학회. 한국 소아발육 표준치, 1989
- 21) 윤태현. 수유 기간의 경과에 따른 인유 총지방질 및 총지방산 조성의 변화. *인간과학* 8 : 537-554, 1984
- 22) 이상길 · 정태호. 한국인 모유의 수유 기간별 각종 지질 분석과 지방산 조성. *소아과* 28 : 25-35, 1985
- 23) Ferris AM, Dotts MA, Clark RM, Ezrin M, Jensen RG. Macronutrients in human milk at 2, 12, and 16 weeks postpartum. *J Am Diet Assoc* 88 : 694-697, 1988
- 24) Jensen RG, Hagerty MM, McMahon KE. Lipids of human milk and infant formulas : A review. *Am J Clin Nutr* 31 : 990-1013, 1978
- 25) Ruegg M, Blank B. The fat globule size distribution in human milk. *Biochem Biophys Acta* 666 : 7, 1981

- 26) Long CA, Pattons. Formation of intracellular fat droplets : Interrelation of newly synthesized phosphatidylcholine and triglyceride in milk. *J Dairy Sci* 61 : 1392, 1978
- 27) Gibson RA, Kneebone GM. Fatty acid composition of human colostrum and mature breast milk. *Am J Clin Nutr* 34 : 252, 1981
- 28) Long JF. Relationship of gastric secretion to food intake in lactating rats. *Am J Physio* 217 : 228, 1969
- 29) Mellies MJ, Ishikawa TT, Gartside PS, Burton K, MacGee J, Allen K, Steiner PM, Brady D, Glueck CJ. Effects of varying maternal dietary fatty acids in lactating women and their infants. *Am J Clin Nutr* 32 : 299, 1979
- 30) Williams ML, Shott RJ, O'Neal PL, Oski FA. Role of dietary iron and fat on vitamin E deficiency of infancy. *N Engl J Med* 292 : 887, 1975
- 31) 황혜진. ω -3계 및 ω -6계 지방산 식이가 흰쥐의 모유와 혈청의 지방산 성분 및 비타민E 수준에 미치는 영향 연구. 연세대학교 석사학위논문, 1991
- 32) Gibson RA, Kneebone GM. A lack of correlation between linoleate and arachidonate in human milk. *Lipids* 19 : 469(1865-82), 1984
- 33) Hazer G, Haung M, Dieterich I, Gentner PR. Changing patterns of human milk lipids in the course of the lactation and during the day. *Am J Clin Nutr* 37 : 612-621, 1983
- 34) Harris WS, Connor WE, Lindsey S. Will dietary ω -3 fatty acids change the composition of human milk? *Am J Clin Nutr* 40 : 780-785, 1984
- 35) Artemis P, Simopoulous MO. ω -3 fatty acids in growth and development and in health and disease. *Nutrition Today May/June* : 12-18, 1988
- 36) Jansson L, Akesson B, Holmberg L. Vitamin E and fatty acid composition of human milk. *Am J Clin Nutr* 34 : 8, 1981
- 37) Kobayashi H, Kanno C, Yamauchi K, Tsugo T. Identification of α -, β -, γ - and δ - tocopherols and their contents in human milk. *Biochemi Biophys Acta* 380 : 282, 1975
- 38) Wright SW, Filer LJ, Mason KE. Vitamin E blood levels in premature and full term infants. *Pediatrics* 7 : 386, 1951