

수유기간에 따른 모유의 성분 함량 변화와 수유부의 섭식 태도 및 영아의 성장 발육에 관한 생태학적 연구*

II. 모유의 지질 함량에 관한 연구

최문희 · 문수재* · 안홍석

성신여자대학교 가정대학 식품영향학과

*연세대학교 생활과학대학 식품영양학과

An Ecological Study of Changes in the Components of Human Milk during the Breast Feeding and the Relationships between the Dietary Behavior of Lactating Women and the Growth of Breast-fed Infants
- II. A Study on the Lipids Content in Human Milk -

Choi, Moon-Hee · Moon, Soo-Jae* · Ahn, Hong-Seok

Department of Foods and Nutrition, Sungshin Women's University

**Department of Foods and Nutrition, Yonsei University*

ABSTRACT

Changes in total lipid content, total cholesterol content and fatty acid composition of human milk were investigated longitudinally from 2-5 days to 12 weeks postpartum. Milk samples were collected from 19 Korean lactating women at 2-5 days and at 1, 2, 4, 6 and 12 weeks postpartum.

The obtained results were as follows :

On average, the daily energy intake, protein intake and fat intake of Korean lactating women was 1812 kcal, 72.5g and 29.8g, respectively. The composition ratio of energy consisting of protein, fat and carbohydrate was 16 : 15 : 69. The total lipid content increased from 1.39g/dl at 2-5 days to 2.86g/dl at 12 weeks ; while the total cholesterol concentration (mg/g) decreased significantly with time following postpartum. The total unsaturated fatty acids content was higher in colostrum than in mature milk, and the total saturated fatty acids were higher in mature milk. The average DHA content was 0.55%, and the P/S ratio of human milk lipids was 0.37.

KEY WORDS : human milk · total lipid · total cholesterol · fatty acids

*본 연구는 1990년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

접수일자 : 1991년 2월 22일

서 론

모유 성분중 지질은 모유가 지닌 총 열량의 40~50%를 차지하고 있어서 모유 영양아의 주된 에너지원이 될 뿐만 아니라 필수 지방산, 지용성 비타민 및 콜레스테롤의 공급원이 된다¹⁻³⁾. 모유의 지질은 유즙내에서 미세한 지방구를 형성하고 있으며 지방구의 내부는 주로 중성지질을 포함하고, 외부 막조직은 인지질과 콜레스테롤을 함유하고 있다⁴⁾.

모유 지질의 구성 지방산은 종류가 매우 다양하며 특히 모유에 존재하는 ω -3계와 ω -6계인 필수 지방산의 일부는 체조직에서 LC-PUFA(long chain polyunsaturated fatty acids)로 전환되어, 세포막 지질의 유동성과 투과성에 영향을 주며⁵⁻⁷⁾ prostaglandin 생합성의 전구체로써 중요한 생리적 기능을 담당하고 있다. 또한 이들은 성장초기에 뇌 및 신경조직의 myelination에 참여하여 두뇌 발달을 도모해 주고 있다⁸⁾. 최근에 와서, 우유나 조제분유에서와는 달리, 모유에는 ω -3계 LC-PUFA인 DHA(docosahexaenoic acid, C22:6)가 함유되어 있음이 보고되어져, 영유아의 두뇌 및 행동발달에 미치는 DHA의 영양 생리적 중요성에 많은 관심이 모아지고 있다⁹⁻¹¹⁾. 또한 성장 초기에 모유를 통해 공급받는 콜레스테롤도 신경계의 빠른 성장을 돕고, 혈중 콜레스테롤 수준을 결정하는 효소의 활성을 촉진시켜 줌으로써, 성인기에 체내 콜레스테롤 대사의 조절능력을 향상 시킨다는 보고가 제시되어¹²⁾, 그 중요성이 강조되고 있다.

일반적으로 모유의 지질함량과 조성은 수유단계, 수유부의 영양상태와 식사내용 그리고 출산 횟수 및 계절등에 따라 영향을 받는 것으로 알려져 있다¹³⁾¹⁴⁾. 더우기 모유의 채취 방법이나 시료의 저장조건 및 지질의 추출방법에 따라 유즙의 지질농도와 조성에 차이를 나타내고 있어서¹⁴⁾, 이러한 변화 요인들이 잘 조절된 체계적이고도 종합적인 모유 연구가 요구되고 있다.

이미 보고된 대다수의 수유 및 모유 연구는¹⁵⁻¹⁸⁾

우리 식생활과 문화가 다른 저개발국이나 선진국의 수유부를 대상으로 수행되어 졌기 때문에 모체의 식사 패턴과 가장 밀접한 관계가 있는 유즙의 지질을 단순히 이들 자료와 비교하는데에는 다소의 무리가 있다고 사료된다.

또한 우리나라에서 행해진 모유 지질과 지방산 영양에 관한 연구는¹⁹⁻²¹⁾ 대부분이 제한된 시료에 대하여 단편적으로 초유와 성숙유를 비교하였기 때문에 한국인 모유의 지질농도와 지방산 조성에 대한 정보가 미약한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 정상적인 식생활을 영위하는 건강한 한국인 수유부를 대상으로 모유의 총지질과 총콜레스테롤 함량 및 지방산 조성을 분만 직후부터 수유 12주까지 일정한 간격으로 세분하여 longitudinal하게 비교 검토하였다. 아울러 수유부의 식사내용을 조사하여 우리나라 수유부의 수유 기간별 평균 영양소 섭취량을 조사하였다.

연구대상 및 방법

연구대상의 선정 및 모유 시료의 채유는 선행 보고된 방법²²⁾과 동일하게 하였다. 즉 19명의 수유부를 대상으로 분만후 2~5일에 분비되는 초유부터 분만 1주의 이행유 분만 2주부터 12주까지의 성숙유를 오전 9시 30분~11시 30분사이에 채유하여 분석 직전까지 -20°C 에서 냉동 보관하였다²⁾¹³⁾. 또한, 수유부의 식이 섭취는 분만 후 1주부터 12주까지 모유 채유 전일의 식이 섭취 내용을 24시간 회상법²³⁾에 의해 목적량을 조사하고 이를 중량으로 환산 한 후, 식품 분석표²⁴⁾에 의하여 수유부의 1일 열량, 단백질, 그리고 지방 섭취량을 산출하였다.

본 실험에서 실시한 전체적인 모유의 지질 분석 방법을 Fig. 1에 도시 하였다. 즉 모유 4ml을 취하여 지질을 추출한 후 용매 50ml을 넣어 추출된 지질을 용해시키고, 이 용액의 1/10은 용매를 제거한 후 총콜레스테롤 분석용 시료로 이용하고, 나머지는 지방산 분석용 시료로 사용하였다.

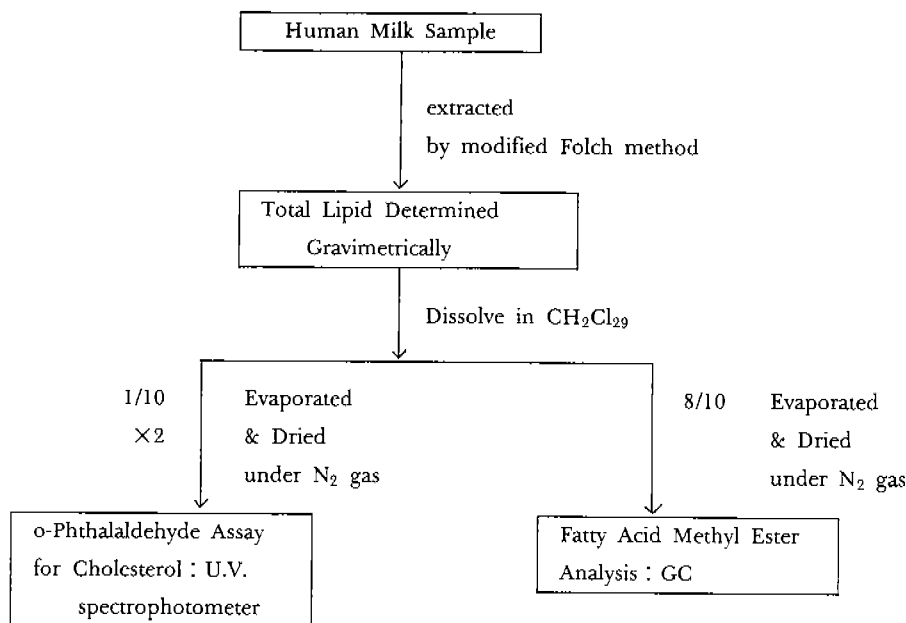


Fig. 1. Scheme for the lipid analysis in human milk.

1. 모유의 총지질 추출 및 정량

모유의 총지질 함량은 냉동 보관된 모유 시료를 실험 직전에 34°C 수욕조상에서 해동시킨 후 일부 수정된 Folch법¹⁶⁾으로 추출 정량하였으며 모든 모유 시료에 대해 2회 반복 실험하였다.

2. 모유 지질의 총콜레스테롤 분석

모유 지질의 총콜레스테롤은 Bachman 등이 사용한 o-phthalaldehyde 발색법²⁵⁾으로 비색 정량하였다.

콜레스테롤 표준 용액(0.1mg/ml 95% ethanol)을 조제하여 50% KOH 용액으로 비누화를 시켜, n-hexane으로 총콜레스테롤을 추출한 후 o-phthalaldehyde 발색 시약(0.5mg/ml acetic acid)과 진한 황산 2ml을 첨가하여 콜레스테롤의 흡광도를 550 nm에서 측정하여 표준 곡선을 작성하였다.

모유에서 추출한 지질 시료중 1/10(w/v)을 콜레스테롤 분석용 시료(>10µg cholesterol)로 이용하였으며, 이때 용매를 제거한 후 콜레스테롤 표준용액과 동일한 방법으로 모유 지질의 콜레스테롤을 추출하고, 발색시켜 흡광도를 측정한 후 콜레스테롤 표준 곡선을 이용하여 모유 시료의 총콜레스테롤 함량을 구하였다.

3. 모유의 지방산 조성 분석

추출된 지질과 용매가 혼합된 지방산 분석용 시료에서, 용매를 증발시킨 후 남은 미량의 용매는 질소 가스로 건조시켜 지방산 분석용 지질을 회수하였다. 그리고 지방산 methyl ester는 BF₃-methanol 용액으로 methylation²⁶⁾하여 조제한 후 Hewlett Packard 5890 GC로 분석하였다. 이때의 분석 조건을 보면 검출기는 flame ionization detector였고 column은 SPTM-1000 fused silica capillary column(Supelco Co.USA)을 사용하여 오븐의 초기 온도를 120°C로 5분간 유지 시킨 후 최종 온도 220°C까지는 분당 4°C씩 온도를 상승시켜 주었으며 시료 주입구의 온도는 240°C, 검출기의 온도는 270°C, carrier gas인 He의 유속은 분당 40ml로, 수소와 산소의 유속은 각각 40ml/min, 300ml/min로 하였으며, 이때의 시료 주입량은 0.2µl였다.

모유 시료의 각 지방산 함량은 자동 면적 적분기에서 area % (percent of total fatty acids)로 구해졌으며, 각 지방산의 동정은 표준 지방산 methyl ester와의 retention time(RT)을 비교하여 이루어졌다. 표준 지방산은 FAME standard kit(Hewlett Packard Co. USA)와 Sigma chemical Co.(U.S.A)의

모유의 지질 함량

지방산 표준품을 사용하였다.

4. 분석자료의 통계처리

수유 기간에 따른 각 지질 성분의 함량변화는 분산 분석(ANOVA)²⁷⁾에 의하여 유의성을 검증하였으며, 유의차가 나타났을 경우 각 수유 기간별 지질 농도는 Duncan의 다중 비교 검정²⁷⁾으로 분석하였다.

초유와 6주의 성숙유에서 지방산 함량의 비교는 paired t-test²⁸⁾에 의해 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 조사 대상의 일반 사항

본 연구에 참여한 수유부는 19명으로 이들의 일반 사항은 Table 1과 같다. 즉 초산부가 9명, 경산부(모두 2번째 분만)가 10명으로, 평균 연령은 29세였으며, 임신전 체중은 54kg, 신장은 159cm로 나타났으며, 임신 전기간 동안 체중 증가는 평균 11.4kg이었다.

수유부의 1일 평균 열량 섭취량과 한국인 수유부 권장량에 대한 백분율 그리고 단백질, 지질, 탄수화물의 열량 구성비는 Table 2와 같다. 분만 후

1주의 열량 섭취량은 1650kcal, 2주에서 6주까지는 1730~1960kcal로 점차 증가하였으나 12주에서는 1770kcal로 약간 감소하였다. 수유부 19명에 대한 12주 까지 전기간 동안 1일 평균 열량 섭취량은 1812kcal로, 한국인 수유부에 대한 권장량의 67% 수준이었다. 수유 전기간 동안 단백질 섭취량은 권장량의 75~90% 수준이었으며 섭취 열량 구성비는 단백질 16%, 지방 15%, 당질 69%로, 권장되고 있는 열량 구성비 15:20:65와 비교해 보면 지방이 다소 낮은 경향이었다. 특히 미국 수유부의 열량에 대한 지방 섭취 비율은 30~40% 수준²⁹⁾인데 비해, 본 수유부의 지질 섭취는 현저한 차이를 나타내었다.

2. 모유의 총지질 함량

분만 후 2~5일 부터 12주 까지 수유기간에 따른 모유의 총지질 함량은 Table 3에 제시하였다.

평균 모유의 총지질 함량은 초유에서는 1.39g/dl, 이행유에서는 1.99g/dl, 성숙유에서는 2주때 3.27g/dl, 4주에서 3.07g/dl, 6주에서 2.52g/dl 그리고 12주의 유즙은 2.86g/dl로 나타나, 전체 성숙유의 평균 지질 함량은 2.93g/dl 이었다. 모유의 총지질 함량은 수유 기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$).

수유기간 별로 Duncan의 다중 비교 검정을 한 결과, 초유와 전기간의 성숙유(2주, 4주, 6주, 12주)의 총지질량은 유의적인 차이가 있었으며($p < 0.05$) 이행유에 해당되는 1주 유즙과는 6주를 제외한 모든 성숙유에서 총지질 함량에 유의적인 차이를 보였다. 반면에 성숙유의 총지질량 사이

Table 1. General characteristics of subjects

Characteristics	Mean±SD.
Age(yrs)	28.9±3.1
Pre-pregnancy weight(kg)	53.8±5.0
Height(cm)	159.1±2.8
Gestational length(wks)	40.5±1.1
Pregnancy wt gain(kg)	11.4±3.3

Table 2. Daily energy intake and diet composition with time postpartum

Nutrient	Stage of lactation(weeks postpartum)				
	1 (n=11) ¹⁾	2 (n=16)	4 (n=14)	6 (n=14)	12 (n=9)
Energy(kcal)	1650.0±596.8 ²⁾ (61.1±22.1) ³⁾	1732.9±525.6 (64.8±19.5)	1889.4±589.1 (70.0±21.8)	1960.3±712.9 (72.6±26.4)	1774.3±472.4 (65.7±17.5)
% Protein	17	16	16	16	15
% Fat	10	12	14	20	17
% Carbohydrate	73	72	70	64	68

1) Number of subjects

2) Values are mean±SD.

3) Mean percentage of recommended dietary allowances for Korean lactating women

Table 3. Total lipids content of human milk with time postpartum

Stage of lactation (time postpartum)	Total lipid (g/dl)	Total cholesterol (mg/g lipid)
2-5 days(n=15) ¹⁾	1.39±0.56 ⁽²⁾	9.70±1.21 ^a
1 wks(n=12)	1.99±1.03 ^(b3)	6.60±0.79 ^b
2 wks(n=17)	3.27±0.77 ^a	4.75±0.43 ^b
4 wks(n=16)	3.07±0.97 ^a	6.20±0.63 ^b
6 wks(n=18)	2.52±1.23 ^(ab)	5.70±0.28 ^b
12 wks(n=14)	2.86±0.86 ^a	6.25±0.70 ^b

- 1) Number of subjects
- 2) Values are mean±SD.
- 3) Means with same letter are not significantly different bv Duncan's multiple range test.(p<0.05)

에는 유의적인 차이가 나타나지 않아 모유의 총지질량은 초유, 이행유, 성숙유 초기단계(2주)까지는 큰폭으로 증가하고 그 이후 성숙유 단계에서는 지질 함량이 거의 일정하게 유지되었다.

모유의 지질 함량은 모유의 성분중 가장 변화가 큰 것으로 알려져 있으며, 수유단계, 수유부의 영양상태와 식사내용, 출산횟수, 하루중의 시간대, 계절등에 의해 영향을 받는것으로 보고되어 있다¹³⁾¹⁴⁾.

또한 모유의 채유방법이나 시료의 저장조건, 지질의 추출방법에 의해서도 모유의 총지질 함량은 차이를 나타내므로¹⁴⁾ 여러 연구에서 제시하고 있는 모유 지질 농도의 상호 비교를 어렵게 하고 있다.

일반적으로 모유의 지질 함량은 평균 3~5%로 보고되어져 있으나³⁰⁾ 본 실험에서 얻어진 한국인 모유의 지질 함량을 1980년대 우리나라 수유부의 유즙에서 분석 보고된 농도¹⁹⁾²⁰⁾³¹⁾와 비교하였을 때, 초유와 이행유의 지질 함량은 다소 낮은 수준이었고, 성숙유에서는 이들과 유사한 경향이였다. 그러나 미국과 캐나다 수유부의 유즙내 지질 함량¹⁶⁾¹⁸⁾ 보다는 일반적으로 낮은 경향이였다.

성숙유의 지질 함량을 보다 세분하여 수유 기간 별로 조사한 결과, 이들간의 지질 함량에는 큰 차이가 없는 것으로 나타나, 성숙유 단계에서는 모유의 총지질량이 일정한 수준을 유지하였다는 Jensen²⁾과 Anderson¹⁸⁾ 등의 보고와 일치하고 있

다. 그러나 Clark등¹⁶⁾은 2주에서 16주까지 성숙유의 지질 함량을 3.9g%에서 5.2g%로 유의적인 증가 현상을 나타낸다고 보고하였다. 이러한 차이는 수유부의 지질 및 열량 섭취등 식생활 양상의 차이에서 기인된다고 보여지며, 식문화적 배경이 우리와 다른 집단을 대상으로 연구된 외국 자료와 비교하는 데에는 다소의 조심성이 요구된다.

수유 기간에 따른 지질 함량의 증가는 영아의 소화 기관 발달과 관련이 있다고 사료되는데, 태아기의 주된 열량원은 당질인 반면에, 출생후 영아기에는 주된 열량원이 지질로 전환되는 것과 관련이 있다고 하겠으나 영아의 성장 발달 측면에서 어떤 생리적 의미를 부여하는지에 대한 보다 더 깊이 있는 연구가 이루어져야 하겠다.

3. 모유지질의 총콜레스테롤 함량

모유의 총콜레스테롤 농도는 유지방 1g중의 함량으로 표시하여 제시하였다(Table 3).

초유에서는 9.7mg/g이던 것이 분만 1주에 분비되는 이행유에서는 6.6mg/g으로 감소되었으며 2주에서 12주 사이에는 4.75mg/g에서 6.25mg/g사이로, 수유 전기간에 따라 유의적인 감소경향을 나타내었다. 그러나 초유의 농도와 그 이후의 유즙농도와는 유의적인 차이를 나타내었으나 이행유와 성숙유 간의 농도차는 구별되지 않았다.

본 실험에서 분석된 콜레스테롤 농도는 초유의 경우 이미 보고된 농도³²⁾보다 다소 높은 수준임을 보여 주고 있으며, 수유기간에 따른 콜레스테롤 변화 패턴¹⁷⁾²⁰⁾³³⁾은 비슷한 경향이였다.

모유의 콜레스테롤 함량의 이러한 차이는 부적당한 시료채유법과 모유의 지질 함량의 변화³⁴⁾ 이외에도 콜레스테롤의 정량법에 기인 된 것으로 사료된다.

본 실험에 사용된 o-phthalaldehyde 발색법은 경제적이면서도 longitudinal한 모유 연구에서 간편하게 이용할 수 있고 비교적 정확한 결과를 얻을 수 있다는 장점이 알려져³⁵⁾ 최근에 이를 많이 이용하고 있다.

Patton³⁶⁾ 등은 수유기간의 경과에 따라 총지질 함량이 증가하면서 콜레스테롤 함량이 감소하는

모유의 지질 함량

이유는 모유의 지방구가 커지기 때문이라고 제안하였다. 모유 지방구의 크기가 증가되면 지방구의 표면적이 증가되며, 콜레스테롤은 지방구를 둘러싸는 막에 주로 존재하므로, 지방구가 커지면서, 막이 얇아지게 되어 콜레스테롤 수준은 총지질에 비하여 감소된다³⁷⁾고 설명하고 있다.

모유내 콜레스테롤의 약 15%는 ester 결합을 하고 있으며 비극성이기 때문에 지방구의 소수성 부분인 중심부에서 발견되나, 유리 콜레스테롤은 -OH기가 있어서 비교적 친수성이므로 지방구를 둘러싸는 막에 존재하여 유화제로써 작용을 발휘하게 되며³⁵⁾ 지방 입자들이 유즙의 수용액에 잘 분산 될 수 있도록 도와 주고있다. 특히 본 실험에서 측정된 수유 초기의 유즙 내 총지질에 대한 콜레스테롤 함량의 비율이 높은 것은 지방 가수분해 효소들이 보다 효율적으로 작용할 수 있게끔 넓은 표면적을 제공하는 것이 되며, 이는 곧 영아의 지방 소화를 도와 줄 수 있다는 모유의 영양적 의미를 부여하게 된다.

모유 콜레스테롤의 공급원은 수유부의 식사로 공급된 것과 유선 조직에서 de novo로 합성되어진 것, 그리고 간장 조직에서 콜레스테롤 생합성³⁸⁾에서 비롯된다고 알려져 있으나, 모유 콜레스테롤의 함량에 대한 이 3가지 공급원의 구성 비율은 아직 명확하지 않다.

일반적으로 수유부의 식이 콜레스테롤 섭취는 모유내 콜레스테롤 수준에 큰 영향을 주지 않는다고 제시³⁹⁾되고 있기 때문에 유즙으로 분비되는 콜레스테롤 양은 어떤 항상성 기전으로 조절된다는 추측이 있기도 하다.

영아가 모유를 통해 얻은 콜레스테롤은 체내에서 담즙산과 성호르몬의 전구체가 되고 세포막의 구성 성분이 되므로³⁵⁾ 영아에게 필수 영양소로서의 기능을 담당하게 된다. 콜레스테롤은 또한 영아의 뇌, 신경계의 발달 과정에서 세포의 myelination³⁵⁾에 참여하므로 성장 초기의 두뇌 발육과 밀접한 관계가 있다. 또한 Reiser¹²⁾ 등은 영아기에 섭취한 콜레스테롤은 콜레스테롤 대사에 필요한 효소계를 활성화시켜 성장후 혈중 콜레스테롤 수준의 조절 능력을 향상시킨다는 가설을 제시한 바

있어 이에 대한 장기적인 연구가 요구된다.

4. 모유의 지방산 조성

16명의 수유부를 대상으로 분만 2~5일의 초유와 분만 6주에 분비된 성숙유에 대하여 GC를 이용하여 모유 지질의 지방산 조성을 분석하였으며 모유의 총지방산 조성은 Table 4에 정리하였다.

초유와 성숙유에서 총지방산에 대한 포화 지방산의 비율은 각각 44%와 49%였다(Table 4). Palmitic acid(C16:0)가 포화 지방산 중 초유에서 61%, 성숙유에서 48%를 차지하고 있었다. 초유의 palmitic acid 함량은 성숙유에서 보다 높았으나

Table 4. Fatty acid composition of human milk lipids(% of total fatty acids)

Fatty acids	Colostrum	Mature
Saturates		
10:0	0.61±0.18 ¹⁾	1.64±0.14*
12:0	3.82±0.83	8.48±0.59*
14:0	6.39±0.68	8.75±0.64*
16:0	26.71±0.73	23.55±0.57*
18:0	5.80±0.50	6.68±0.51
20:0	0.47±0.08	0.32±0.04
Total	43.81	49.41*
Monounsaturates		
16:1	2.97±0.17	2.71±0.18
18:1	30.52±0.85	25.82±0.87*
22:1	0.07±0.04	0.05±0.05
Total	33.55	28.59*
Polyunsaturates		
ω6 series		
18:2	14.83±0.82	15.28±0.99
20:4	0.67±0.07	0.38±0.04*
Total	15.50	15.66
ω3 series		
18:3	0.72±0.07	0.98±0.19
20:5	0.04±0.02	0.13±0.04*
22:6	0.57±0.12	0.52±0.06
Total	1.33	1.63
Total Unsaturates	50.38	45.88*
P/S ratio	0.38	0.35

1) Mean of milk from 16 donors± standard error.
*Significantly different as determined by paired t-test at p<0.05

($p < 0.05$), capric acid(C10 : 0), lauric acid(C12 : 0), myristic acid(C14 : 0) 함량은 성숙유에서 더 높게 나타났다($p < 0.05$).

총지방산에 대한 불포화 지방산이 차지하는 비율은 초유에서 약 50%, 성숙유에서 46%를 나타내었다.

불포화 지방산 중 monounsaturates가 초유와 성숙유에서 각각 67%, 62%를 차지하였으며, 이중 oleic acid(C18 : 1)가 monounsaturates의 주된 구성 지방산으로 분석되었다. 그리고 성숙유에서 보다 초유에서 훨씬 높게 측정되었다($p < 0.05$).

본 실험에서 분석한 고도의 불포화 지방산(polyunsaturated fatty acids : PUFA)은 ω -6계 지방산인 linoleic acid(C18 : 2), arachidonic acid(C20 : 4)와 ω -3계 지방산인 α -linolenic acid(C18 : 3), eicosapentaenoic acid(EPA C20 : 5) 그리고 docosahexaenoic acid(DHA C22 : 6) 이었다. PUFA 중에서, linoleic acid가 가장 많은 함량을 보여 주고 있으며, 초유의 arachidonic acid는 성숙유에서 보다 유의적으로 높은 수준이었다($p < 0.05$).

또한 모유에서는, 다른 동물 유즙에서 검출되지 않는 ω -3계인 EPA와 DHA도 상당량 발견되고 있음을 지적할 수 있다. 전체적으로 모유의 불포화 지방산 함량은 성숙유 보다 초유에서 높게 나타났으며, 모유 지방산의 P/S ratio도 초유에서 0.38, 성숙유에서 0.35로, 초유에서 다소 높았다.

일반적으로 모유의 총지방산은 총지질의 80~85%를 차지하며, 모유 지방산 조성은 식사의 지방산 조성에 의해 가장 큰 영향을 받는다고 알려져 있다⁴⁰⁾. 모유 지방산의 주된 근원은 수유부의 식사를 들 수 있으며, 그 외에 유선 조직에서의 생합성 및 모체의 지방 조직에서 이동된 것을 첨가할 수 있다⁴⁰⁾. 특히 모체 지방 조직의 지방산 조성은 수유부의 식사 형태나 에너지 섭취와 같은 외적인 요인과 체내에서 지방산 합성 정도 등에 따라 영향을 받고 있음이 밝혀 지고 있다.

수유부가 섭취하는 지방질의 종류가 유즙 지방산 조성에 빠르게 반영⁴¹⁾되는 이유로는 유선 조직에 존재하는 lipoprotein lipase의 활성이 대단히 크며, 이 효소는 chylomicron과 VLDL(very low de-

nsity lipoprotein)의 중성 지질로부터 지방산을 쉽게 유리시킬 수 있다는 것⁴²⁾을 들 수 있다.

모유 지방산 중 linoleic acid 함량은 수유부의 식이 지질의 종류나 섭취정도에 민감하게 영향을 받는다고 알려져 있어서⁴³⁾ 연대별로 우리나라 수유부를 대상으로 수행된 모유의 linoleic acid 함량을 비교하여 보았다. 1969년의 모유 시료²¹⁾에서는 9.6%, 1979년에 분석된 것⁴⁴⁾은 12.77%, 1984년⁴⁵⁾에는 11.18% 그리고 본 연구 시료에서 측정된 것은 15.28%로 모유의 linoleic acid 함량은 1969년부터 1989년 사이에 매 10년마다 20~30%의 증가 경향을 나타내었다. 특히 우리나라 국민의 1일 식물성 지방 섭취량⁴⁶⁾ 1970년 10.6g에서 1980년 15.5g, 1987년 18g으로 증가하고 있어서 연대별 모유의 linoleic acid 함량 변화와 일치함을 볼 수 있다.

이런 자료가 수유부의 식이 섭취를 중심으로 조사한 결과는 아니더라도, 수유부의 식사에 포함된 지질의 형태나 섭취량이 유즙의 지방산 조성 변화를 초래할 수 있다는 가능성을 시사하는 것으로 사료된다.

한편 본 연구 대상의 모유 내 P/S ratio는 평균 0.37로써 Vouri⁴⁷⁾ 등이 미국 수유부의 유즙에서 측정된 P/S ratio인 0.25보다 높았으며, Harzer⁴⁸⁾ 등이 저지방 고당질 식사를 하는 수유부의 유즙에서 얻은 P/S ratio인 0.36과는 비슷한 것으로 나타나 앞으로 수유부의 전체적인 식사 패턴과 모유의 지방산 조성의 관계가 규명되어야 할 연구 분야로 생각되어 진다.

본 실험에서 모유의 LC-PUFA중 대표적 지방산인 DHA 함량은 평균 0.55%로, 이미 미국 및 서독에서 보고⁴⁹⁾⁵⁰⁾된 함량인 0.1~0.2% 보다 높은 수준이었다. 이러한 DHA 함량의 차이를 수유부의 식생활과 관련지어 보면, 서방국가에서는 주로 DHA 함량이 낮은 흰살 생선을 섭취하는 반면, 우리나라 사람들은 흰살 생선을 비롯하여 DHA 함량이 비교적 높은 등푸른 생선을 많이 섭취하는 것과 유관하다고 사료된다. 뿐만 아니라 서구인들은 양적으로 linoleic acid 섭취가 많아 체내에서 ω -6계 지방산인 linoleic acid가 오히려 ω -3계에

속하는 α -linolenic acid로 부터 DHA의 생성을 억제한다는 연구 결과¹⁰⁾¹¹⁾도 지역간 모유의 DHA 조성에 차이를 유발하는 요인 중 하나로 사료된다.

최근에 와서 동물 유즙이나 영아용 조제 분유에서는 발견되지 않고 모유에만 상당량 함유되어 있는 DHA와, 초기 성장기 두뇌 발달과의 관계 및 모유 영양아와 인공 영양아의 성장 발달 비교 연구¹¹⁾에 많은 관심이 모아지고 있다. DHA는 임신 후반기에 태아의 뇌, 신경 조직에 축적되기 시작하여 출생 후 많은 양이 영아의 neuron에 축적되며, 출생 후 뇌조직에 함유된 ω -6계 지방산 일부는 ω -3계인 DHA로 대체된다고 알려져 있다¹⁰⁾¹¹⁾.

우유에 DHA나 linolenic acid를 첨가하면 영아의 뇌신경 조직에 DHA 축적을 조장할 수 있다는 보고¹⁰⁾도 있으나, 간장 조직에서 linolenic acid로 부터 DHA의 합성 속도는 느리며, 식이로부터 직접 섭취한 DHA가 훨씬 빠르게 뇌의 인지질에 영입된다는 보고¹⁰⁾도 있다.

또한 미숙아는 출생시 뇌조직의 DHA 축적이 미약하고 linolenic acid를 DHA로 전환하는 능력이 저조하기 때문에¹¹⁾ 외국에서는 미숙아를 위한 조제분유에 어유의 DHA 첨가가 시도⁵¹⁾되고 있다.

우리나라에서도 조제 분유 특히 미숙아용 처방유에 DHA 첨가가 고려되어야 하겠으며, 첨가 수준은 한국인 모유의 지방산 조성 범위에 기초를 두는 것이 무엇보다 중요하다고 하겠다.

유의적으로 증가하였으며, 그 양상은 초유에서 이행유, 성숙유 초기 단계까지는 급증하였으며, 성숙유 단계에서는 거의 일정하게 유지되었다. 이때 초유의 평균 지질 함량은 1.39g%였고, 모든 성숙유 단계의 평균 지질 함량은 2.86g%로 나타났다.

모유 지방 1g 당의 총콜레스테롤 농도는 초유에서는 높고, 그 이후 수유 전기간에 걸쳐 유의적인 감소 경향을 나타내었다.

모유의 지방산 조성은, 총불포화 지방산 함량이 초유에서 유의적으로 높았고($p < 0.05$), 총포화 지방산 함량은 성숙유에서 더 높았으며, 평균 P/S ratio는 0.37로 비교적 높은 수준이었다. 또한 ω -3계 LC-PUFA인 DHA 함량도 평균 0.55%로 상당량 존재하였다.

앞으로 수유 기간에 따른 모유의 지질함량과 지방산 조성 변화가 영아의 성장 발달과 어떻게 관련되는가에 대한 깊이 있는 영양 생리학적 연구가 이루어져야 하겠으며, 수유부가 섭취하는 식이 지질이 유즙 지질 함량 변화에 미치는 영향을 검토하기 위해서는, 새로운 지질 섭취 조사 도구의 개발과 함께, 모유의 지방산 함량도 중량법으로 측정하는 것이 필요하다고 사료된다. 또한 영아용 처방유 조제시 DHA 같은 특수 지방산 첨가가 고려되어야 하겠으며, 첨가 수준은 한국인 모유의 지방산 조성을 근거로 결정하는 것이 바람직하다고 사료된다.

요 약

한국인 수유부 19명의 모유에 함유되어 있는 총지질과 총콜레스테롤 함량 그리고 지방산 조성의 변화를 경시적으로 초유부터 12주의 성숙유에 이르기까지 세분하여 일정한 간격으로 비교 검토하고, 수유 기간에 따른 수유부의 평균 식이 섭취량을 조사하였다.

수유부의 1일 평균 열량 섭취량은 1812 kcal 이었고, 단백질, 지질, 탄수화물의 열량 구성비는 16 : 15 : 69 이었다.

모유의 총지질 함량은 수유 기간의 경과에 따라

Literature cited

- 1) Harries JT. Fat absorption in the newborn. *Acta Paediatr Scand suppl* 299 : 17-23, 1972
- 2) Jensen RG, Hagertry MM, McMahan KE. Lipids of human milk and infant formulas : A review. *Am J Clin Nutr* 31 : 990-1013, 1978
- 3) Jensen RG, Clark RM, Ferris AM. Composition of the lipids in human milk : A review. *Lipids* 15 : 345-355, 1980
- 4) Bitman J, Wood DL, Hamosh P, Mehta NR. Comparison of lipid composition of breast milk from mothers of term and preterm infants. *Am J Clin*

- Nutr* 38 : 300-312, 1983
- 5) Olegard R, Svennerholm I. Effects of diet on fatty acid composition of plasma and red cell phosphoglycerides in three month-old infants. *Acta Paediatr Scand* 60 : 505-511, 1971
 - 6) Sinclair AJ, Crawford MA. The incorporation of linolenic acid and docosahexaenoic acid into liver and brain lipids of developing rats. *FEBS Letters* 26 : 127-129, 1972
 - 7) Gomperts BD. The plasma membrane. In : Models for structure and function. pp.1-50, Academic Press, New York, 1977
 - 8) Crawford MA, Hall B, Laurance BH, Munhambo A. Milk lipids and the variability. *Curr Med Res Opinion(Suppl. 1)* 33, 1976
 - 9) Crawford MA, Hassam AG, Stevens PA. Essential fatty acid requirements in pregnancy and lactation with special reference to brain development. *Prog Lipid Res* 20 : 31-40, 1981
 - 10) Harris WS, Connor WE, Lindsey S. Will dietary ω -3 fatty acids changes the composition of human milk. *Am J Clin Nutr* 40 : 780-785, 1984
 - 11) Artemis P, Simopoulos MD. ω -3 Fatty acids in growth and development and in health and disease. *Nutrition Today* 12-18, 1988 May/June
 - 12) Reiser R. Experimentation with human subjects. *Am J Clin Nutr* 28 : 2, 1975
 - 13) Ferris AM, Jensen RG. Lipid in human milk : A review 1. : Sampling, determination, and content. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 3 : 108-122, 1984
 - 14) William SR, Worthington-Robert BS. Nutrition throughout the life cycle. pp.147-165 Times Mirror/Mosby College Publishing, 1988
 - 15) WHO. The quantity and quality of breast milk, 1985
 - 16) Clark RM, Ferris AM, Fey M, Brown PB, Hundrieser KE, Jansen RG. Changes in the lipids of human milk from 2 to 16 weeks postpartum. *Pediatr Gastroenterol Nutr* 311-315, 1982
 - 17) Mellies NJ, Burtton K, Larsen R, Fixler D, Glueck CJ. Cholesterol, phytosterols, and polyunsaturated/saturated fatty acid ratios during the first 12 months of lactation. *Am J Clin Nutr* 32 : 2383-2389, 1979
 - 18) Anderson GH, Atkinson SA, Bryan MH. Energy and macronutrient content of human milk during early lactation from mothers giving birth prematurely and at term. *Am J Clin Nutr* 34 : 258-265, 1981
 - 19) 이상길 · 정태호. 한국인 모유의 수유기간별 각종 지질 분획과 지방산조성. *소아과* 28(10) : 997-987, 1985
 - 20) 김상기 · 나창수. 한국 산모의 모유 지방에 관한 연구. *소아과* 28(7) : 765-771, 1986
 - 21) 고영수 · 임원명 · 이경자. 한국인 모유의 우유와 성분 조성에 관한 비교 연구. II. 한국인 모유와 우유 지방층의 지방산 조성의 비교 연구. *한국영양학회지* 3(3), 1970
 - 22) 송세화 · 문수재 · 안홍석. 수유 기간에 따른 모유의 성분 함량 변화와 수유부의 섭식 태도 및 영아의 성장 발육에 관한 생태학적 연구. I. 모유의 질소 함량에 관한 연구. *한국영양학회지* 23(3) : 179-186, 1990
 - 23) Stuff JE, Garza C, Smith EO, Nichols BL, Montandon CM. A Comparison of dietary methods in nutritional studies. *Am J Clin Nutr* 37 : 300, 1983
 - 24) 한국 인구 보건 연구원. 한국인 영양 권장량(제5차 개정), 1989
 - 25) Bachman KC, Lin JH, Wilcox CJ. Sensitive colorimetric determination of cholesterol in dairy products. *J AOAC* 59(5) : 1146-1149, 1976
 - 26) Paquot C, Hautfenne A. Standards methods for the analysis of oils, fats and derivatives. pp.123-135 Blackwell Scientific Publications Ltd, 1986
 - 27) 허명희. SAS 분산 분석. 자유아카데미, 1988
 - 28) 김기영. SAS 입문 및 기초 통계처리. 자유아카데미, 1987
 - 29) Ferris AM, Dotts MA, Clark RM, Etrin M. Macronutrients in human milk at 2, 12, and 16 weeks postpartum. *J ADA* 88 : 694-697, 1988
 - 30) Gauld GE, Jensen RG, Rassin DK, Malloy MH. Human milk as food. *Advances Perinatal Med* 2 : 47-120, 1982
 - 31) 윤태현. 수유 기간의 경과에 따른 인유 총지방질 및 지방산 조성의 변화. *인간과학* 8(9) : 21-38, 1984
 - 32) Ahn HS, Lammi-keefe CJ, Ferris AM. Total cholesterol and lipid in breast milk from insulin-depen-

- dent diabetic women(IDDM) and control(C) The 14th International Congress of Nutrition, 1989 August 20-25
- 33) Harzer G, Hang M. Correlation of human milk vitamin E with different lipids. : Composition and physiological properties of human milk. *Elsevier Science Publishers B.V.*, 1985
 - 34) Lammi-keefe CJ, Jensen KG. Lipids in human milk : A review : 2 : Composition and fat soluble vitamins. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 3 : 172, 1984
 - 35) Jensen RG, Cholesterol in human milk : Human lactation 3. pp.151-55 Plenum Publishing Corporation, 1987
 - 36) Long CA, Patton S. Formation of intracellular fat droplets : Interrelation of newly synthesized phosphatidylcholine and triglyceride in milk. *J Dairy Sci* 61 : 1392, 1978
 - 37) Reugger M, Blanc B. The fat globule size distribution in human milk. *Biochem Biophys Acta* 666 : 7, 1981
 - 38) Long CA, Patton S, Mccarthy RD. Origins of the cholesterol in milk. *Lipids* 15 : 853-857, 1980
 - 39) Mellies MJ, Ishika TT, Gartside P, et al. Effects of varying maternal dietary cholesterol and phytosterol in lactating women and their infants. *Am J Clin Nutr* 31 : 1347, 1987
 - 40) Jensen RG. Effect of diet on the lipid composition of human milk. Univ of Connecticut Storrs, 1987
 - 41) Insull W, Hirsch J, James T, Ahrans EH. The fatty acids of human milk II. Alterations produced by manipulation of caloric balance and exchange of dietary fats. *J Clin Invest* 38 : 438-50, 1959
 - 42) Hamosh M, Clary TR, Chernick S, Scew RO. Lipoprotein lipase activity of adipose tissue and mammary tissue and plasma triglycerides in pregnant and lactating rats. *Biochem Biophys Acta* 210 : 473-82, 1970
 - 43) Potter JM, Nestel PJ. The effect of dietary fatty acids and cholesterol on the milk lipids of lactating women and plasma cholesterol of breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 29 : 54-60, 1976
 - 44) 윤태현 · 임경자 · 김을상 · 정우갑. 인유 및 우유의 지방산 조성에 관하여. *한국영양학회지* 11(1), 1982
 - 45) 윤태현 · 임경자. 수유 기간의 경과에 따른 인유 트리글리세리드의 지방산 조성. 아실 탄소수 및 종의 변화. *한국영양학회지* 14(1) : 39-46, 1985
 - 46) 국민 영양 조사 보고서. 보건사회부, 1969-1987
 - 47) Vouri EK, Kiuru SM, Makinen P, Vayrynen R, Kara, Kuitunen P. Maternal diet and fatty acid pattern of breast milk. *Acta Paediatr Scand* 71 : 959 pp.1575-82, 1982
 - 48) Harzer G, Dieterich I, Dieterich I, Haug M. Effects of the diet on the composition of human milk. *Ann Nutr Metab* 28 : 231 pp.1861-85, 1984
 - 49) Gibson RA, Kneebone GM. A lack of correlation between linoleate and arachidonate in human milk. *Lipids* 19 : 469 pp.1865-82, 1984
 - 50) Hazer G, Haug 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
 - 51) Liu C-CF, Caison SE, Rhodes PG, Rao VS, Meydrecht EF. Increase in plasma a phospholipid docosahexaenoic and eicosapentaenoic acids as a reflection of their intake and mode of administration. *Pediatr Res* 22 : 292-296, 1987