

인유, 조제 분유 및 시유의 총지방질 조성, 총지방산 조성 및 비타민 E 함량의 비교

윤 태 현·임 경 자·장 유 경*

한림대학 임상영양연구소 · *한양대학교 가정대학 식품영양학과

Total Lipid and Total Fatty Acid Composition and Vitamin E Content of Human Mature Milk, Infant Formulas and Market Milk

Tai Heon Yoon, Kyung Ja Im and You Kyung Jang*

Clinical Nutrition Research Center, Hallym College, Seoul. *Department of Food and
Nutrition, Hanyang University, Seoul.

Abstract

The lipid and fatty acid compositions and vitamin E content were analyzed in 48 human mature milk, 3 infant formulas (modified milk powder) and 8 market milk samples. The total lipid content in modified milk powder was similar those in human milk and market milk when total solids content of modified milk powder was corrected to that of human milk. In comparison with human milk, modified milk powder contained a lower proportion of triglycerides and higher proportions of phospholipids, free fatty acids and cholesterol esters. The ratios of phospholipids/triglycerides, total cholesterol / triglycerides and total tocopherol/total lipids in modified milk powder were significantly higher than those in human milk and market milk. The American recommendation for linoleic acid (0.7 IU/g) could be satisfied with human milk, modified milk powder and market milk. The proportions of short- and medium-chain even numbered saturates were higher and the proportions of long-chain derivatives of linoleic ($\omega 6$ series) and linolenic ($\omega 3$ series) acids were lower in modified milk powder and market milk than in human milk. It is concluded that in view of their levels in breast milk, the polyenoic derivatives of linoleic and linolenic acids must be taken into account when assessing infant foods.

서 론

인유에는 $\omega 6$ 계 및 $\omega 3$ 계 장쇄 고도 불포화 지방산, 프로스타글란딘¹⁾, 편역 글로불린, 타우린 등을 비롯한 여러 중요한 성분들이 함유되어 있어서 유아에게는 최적의 식품으로 간주되고 있다. 뿐만 아니라 인유를 먹일 경우 유아에게 심리적으로도 많은 유익한 점을 제공함으로써 인유 수유의 비율이 최근 급격히 증가되고 있다.

그런데 건강 또는 사회 진출에 따른 여러 이유 때문에 수유부가 유아에게 젖을 먹이지 못하거나 또

는 유즙 분비량 감소 등으로 인하여 충분히 먹이지 못할 경우에는 인유 이외의 식품 즉 인유 대체품을 공급해 주어야만 한다. 이와 같은 목적으로 개발된 인유 대체품에 의해 유아의 사망률이 급세기 이후 급격히 감소되고 가고 있다. 특히 인유를 기초로한 유아 식이는 생후 첫 2개월 동안 알려지 발생이 빈번함에도 불구하고 우유를 기초로한 대체품들이 영양학자, 식품공학자, 소아과 의사들에 의해 개발되어 왔다²⁾. 식품 공업의 발달로 인유를 모방한 milk formula의 개발이 가속화되고 있는데 인유에 대한 지식을 넓혀 보다 더 인유에 가까운 유아 식이 개발

이 아주 중요한 과제로 등장되고 있음은 부인할 수 없다.

유아 식이에서 적절한 수준의 지방질 그리고 지방산 조성에서의 균형은 유아의 성장이나 열량 섭취뿐만 아니라 필수 지방산, 지용성 비타민 및 칼슘 등의 흡수에 있어서도 아주 중요하다¹⁾ 이런 점에 입각하여 우리 나라의 유아 식이에서 지방질이나 지방산에 대한 연구가 몇몇 연구자들에 의해 발표된 바 있다. 국내에서 제조되고 있는 조제 분유에 대한 白과 韓²⁾의 결과에 따르면 linoleic acid (18 : 2 ω 6), linolenic acid (18 : 3 ω 3) 등이 인유에 가깝게 조제되어 있으나 기타 지방산들은 아직 차이가 있었다. 尹³⁾은 조제 분유의 총지방질 함량을 기준할 때 특히 조유 수유 단계에서는 성숙유 단계에서보다 2배 정도 더 희석할 필요가 있다고 하였고 지방질 조성에서 트리글리세리드의 수준이 인유보다 낮은 반면 인 지방질의 수준은 높다고 하였다. 또한 지방산 조성 중에서 인유에 비하여 단쇄 및 중쇄 지방산의 수준이 높으나 장쇄 고도 불포화 지방산의 수준은 낮다고 보고하였다. 그런데 우리 나라에서 비교의 기준으로 삼고 있는 인유 분석 결과는 대부분 소수의 대상자들로부터 얻은 자료들로서 먼저 보다 많은 대상자로부터의 기준치 설정을 한 다음 조제 분유와 비교하여야 한다고 본다.

본 연구에서는 보다 더 인유에 가까운 유아 식이 개발의 기초 자료를 얻고자 이제까지 보다 많은 수유부들로부터 채취한 인유와 조제 분유의 지방질, 지방산, 비타민 E 등에 대하여 중점적으로 조사·비교하였다.

재료 및 방법

재 료

인유는 한림대학 부속 한강성심병원 산부인과를 내방하여 만기에 정상아를 분만한 중류층 산모 27명으로부터 채취하였다. 이들 대상자는 초산부가 14명, 경산부가 13명으로서 평균 나이는 26 \pm 3 세였는데 분만 후 28-35일과 57-70일 사이에 2 번째 수유 시간인 오전 9시에서 12시 사이에 착유기로 유방의 위치에 관계없이 유아에게 젖 먹이기전 수유부 임의대로 한쪽 유방의 유즙을 전량 착유하였다. 조제 분유 3종과 시판 우유 8종은 영등포 수퍼마켓에서 각 회사별로 구입하였다.

방 법

총지방질

인유 및 시유는 원액 5ml를, 조제 분유는 조제 분

유 분말 0.5g을 온수 5ml에 녹여 80 $^{\circ}$ C 항온 수조에서 1시간 동안 가열하여 단백질을 응고시킨 후 전량을 각각 Jansson 등⁴⁾의 방법에 따라 추출하여 칭량·정량하였다.

비타민 E

성숙유와 시유는 원액 2ml를, 조제 분유는 10g/100ml 용액으로 한 후 2ml를 각각 취하여 Fabianek 등⁵⁾의 방법에 따라 측정하여 정량하였다.

총지방질의 조성

인유, 조제 분유 및 시유의 총지방질 조성은 박종 크로마토그래피 수소염이온화 검출법(TLC-FID법)으로 분석하였는데 분석의 방법은 윤⁶⁾의 방법과 동일하다.

총지방산의 조성

Gibson과 Kneebone⁷⁾이 이용한 방법에 따라 transesterification시킨 다음 수소염 이온화 검출기가 부착된 Hitachi 163 가스 크로마토그래피로 분석하였다. 이 때의 조건은 다음과 같다. 관(column)은 길이가 3m이고 내경의 3mm인 유리관으로서 10% DEGS (담체는 60/80 mesh Shimalite WAW)를 충전하여 초기 온도 140 $^{\circ}$ C에서 1분간 유지한 다음 210 $^{\circ}$ C까지 분당 3 $^{\circ}$ C로 상승시켰다. 주입구 및 검출기 온도는 260 $^{\circ}$ C였고 질소 유량은 분당 40ml, 수소 유량은 분당 37ml, 공기 유량은 500ml, 감도는 10²×8, 그리고 시료량은 2 μ l였다.

분리된 각 지방산의 피이크 동정은 기수 지방산 표준품(가스크로공업 주식회사, 일본) 및 우수 지방산 표준품(Sigma사 제품, 미국)의 머무름 시간과 비교하여 행하였다. 아울러 표준 지방산과 시료를 혼합하여 분석하였을 때 실제로 표준 지방산의 피이크와 시료 중의 지방산 피이크가 서로 일치하는지의 여부를 재확인하였다.

가스 크로마토그래피에 의해서 분리된 각 피이크 면적과 총피이크 면적에 대한 각 피이크 면적 비율(%)은 TR-2220 A digital integrator (Takeda 理研 공업 주식회사, 일본)로 계산하였다.

통계 분석

인유, 조제 분유 및 시유의 평균 값 상호 비교시 유의성 검정은 Student t-test로 행하였다.

결 과

인유의 총지방질 함량은 조제 분유(인유의 총고형분 함량과 동일하게 하기 위하여 조유 농도는 13g/100ml로 하였음), 시유의 그것들과 거의 비슷한 수준이었다(표 1).

조제 분유는 인유에 비하여 인 지방질, 유리 지방질, 유리 지방산, 콜레스테롤 에스터 등이 유의

Table 1. Comparison of total lipids of human mature milk, modified milk powder and market milk

Human mature milk (n=45)	Modified milk powder (n=3)	Market milk (n=8)
3.39±1.01g/100ml*	3.38±0.13g/100ml*	3.06±0.17g/100ml

* Mean ± SD.

† The total solids content is 13g/100ml.

하게 높은 반면 트리글리세리드는 유의하게 낮을 수
준이었다(표 2). 시유는 인유에 비하여 인 지방질
과 콜레스테롤 에스터가 유의하게 낮고, 유리 콜레

스테롤과 유리 지방산은 오히려 유의하게 높았는데
주성분인 트리글리세리드를 포함한 기타 성분들의
차이는 찾아 볼 수 없었다. 조제 분유의 인 지방질
과 콜레스테롤 에스터는 시유의 그것들에 비하여,
유의하게 높은 반면 트리글리세리드는 시유의 그것
에 비하여 유의하게 낮았다. 인 지방질/트리글리세
리드의 비(표 3)를 보면 조제 분유는 인유뿐만 아
니라 시유의 그것에 비하여 유의하게 높았으며, 시
유는 인유에 비하여 유의하게 낮았다. 조제 분유의
총콜레스테롤/트리글리세리드의 비도 인유 및 시
유의 그것에 비하여 높았으나 시유에 비해서만 유
의성이 나타났다. 시유의 그것은 인유와 비슷한 수
준이었다.

Table 2. Comparison of lipid composition (% of total lipids) of total lipids obtained from human milk, modified milk powder and market milk

	Human mature milk (n=45)	Modified milk powder (n=3)	Market milk (n=5)
Phospholipids	1.14±0.99*	1.65±0.13**	0.80±0.12*
Monoglycerides	0.16±0.12	0.15±0.16	0.10±0.16
Free cholesterol	0.70±0.38	1.17±0.46	0.93±0.20*
Diglycerides	0.42±0.31	0.31±0.22	0.26±0.28
Free fatty acids	0.45±0.31	1.09±0.53*	0.60±0.10*
Triglycerides	96.31±1.35	93.42±1.18***	96.32±0.53
Cholesterol esters	0.40±0.29	0.68±0.40†	0.11±0.05***
Hydrocarbons	0.18±0.22	0.37±0.16	0.11±0.22
Others	0.54±0.42	1.18±0.15	0.78±0.72

* Mean ± SD.

* p<0.05 compared to human mature milk.

** p<0.01 compared to human mature milk.

*** p<0.001 compared to human mature milk.

† p<0.05 compared to market milk.

** p<0.01 compared to market milk.

*** p<0.001 compared to market milk.

Table 3. Comparison of phospholipids/triglycerides and total cholesterol/triglycerides ratios of human mature milk, modified milk powder and market milk

	Human mature milk (n=45)	Modified milk powder (n=3)	Market milk (n=5)
Phospholipids/triglycerides	11.8±9.9×10 ^{-3a}	17.7±1.5×10 ^{-3**}	8.2±1.1×10 ^{-3*}
Total cholesterol/triglycerides	13.1±12.8×10 ⁻³	19.7±4.7×10 ^{-3†}	10.8±2.7×10 ⁻³

* Mean ± SD.

* p<0.05 compared to human mature milk.

** p<0.01 compared to human mature milk.

† p<0.05 compared to market milk.

** p<0.001 compared to market milk.

Table 4. Comparison of total tocopherol levels of human mature milk, modified milk powder and market milk

Human mature milk (n=45)	Modified milk powder (n=3)	Market milk (n=8)
330.65±165.00 μ g/100ml ^a	751.51±197.32 μ g/100ml ^{**b}	133.05±38.13 μ g/100ml ^{**}

^a Mean±SD.^b The total solid content is 13g/100ml.

* p<0.001 compared to human mature milk.

† p<0.001 compared to market milk.

Table 5. Comparison of total tocopherol/total lipids and total tocopherol/linoleic acid ratios of human mature milk, modified milk powder and market milk

	Human mature milk (n=44)	Modified milk powder (n=3)	Market milk (n=8)
Total tocopherol / total lipids (μ mol/g)	0.24±0.14 ^a	0.52±0.13 [*]	0.10±0.03 [*]
Total tocopherol / linoleic acid (μ mol/mmol)	0.59±0.31	1.14±0.39 [*]	0.95±0.23 [*]

^a Mean±SD.

* p<0.001 compared to human mature milk.

† p<0.01 compared to market milk.

조제 분유의 총토코페롤 함량은 인유, 시유에 비하여 각각 2.3배, 5.6배나 많았으며, 시유는 인유에 비하여 2.5배 낮은 수준이었다(표 4). 표 5에 표시되어 있는 바와 같이 조제 분유의 총토코페롤/총지방질의 비는 인유는 물론 시유에 비하여도 유의하게 높은 수치였다. 시유의 경우는 인유에 비하여 유의하게 낮았다. 총토코페롤/18:2 ω 6의 비는 조제 분유, 시유 다같이 인유에 비하여 유의하게 높았는데 조제 분유와 시유간의 차이는 보이지 않았다.

조제 분유의 포화 지방산 중 탄소수 8개 이하의 직쇄의 우수 지방산들은 인유의 그것들에 비하여 유의하게 높았으며, 10개 이상의 탄소수를 갖고 있는 직쇄의 우수 지방산들은 대체로 인유의 그것들과 비슷한 수준들이었는데 다만 14:0과 24:0이 유의하게 다소 낮은 경향이었다. 직쇄 및 측쇄의 기수와 우수 지방산들(15:0, iso 16:0)의 수준은 인유에 비하여 유의하게 높은 경향을 보여 주었다(표 6). 인유에 비하여 시유는 12:0과 24:0이 낮았고 수준차가 없는 14:0, 16:0, 20:0 등을 제외한 기타의 직쇄 및 측쇄의 기수와 우수 포화 지방산들 대부분이 유의하게 높은 수준치를 보여 주었다. 조제 분유는 시유에 비하여 12:0이 상당히 높았고, 4:0, 8:0, 16:0, 22:0 등을 제

Table 6. Comparison of saturated fatty acid composition of human mature milk, modified milk powder and market milk

Fatty acid ^a	Human mature milk (n=48)	Modified milk powder (n=3)	Market milk (n=7)
4:0	ND ^a	7.17±1.42	8.96±4.61
6:0	0.07±0.04 ^c	0.47±0.05 [*]	1.15±0.47 ^{**}
8:0	0.07±0.10	1.51±0.54 ^{**}	0.95±0.09 ^{**}
10:0	2.09±0.63	1.67±0.42 [*]	2.40±0.12 ^{**}
11:0	0.01±0.01	0.09±0.01 ^{**}	0.28±0.03 ^{**}
iso 12:0	0.03±0.06	ND	ND
12:0	8.73±3.18	8.40±3.30 ^{***}	2.81±0.12 ^{**}
13:0	0.02±0.01	0.04±0.02 ^{***}	0.15±0.03 ^{**}
iso 14:0	0.05±0.12	0.04±0.01 ^{***}	0.14±0.02 ^{**}
14:0	9.05±3.64	6.16±1.05 ^{**}	9.62±0.60
15:0	0.17±0.07	0.28±0.02 ^{**}	0.94±0.10 ^{**}
iso 16:0	0.04±0.04	0.09±0.01 ^{**}	0.34±0.06 ^{**}
16:0	24.86±3.58	23.11±1.79	24.98±1.36
17:0	0.22±0.10	0.19±0.02 ^{***}	0.63±0.19 ^{**}
iso 18:0	trace	trace	trace
18:0	5.39±1.56	5.97±0.30 ^{***}	11.65±1.23 ^{**}
20:0	0.18±0.07	0.24±0.02 ^{**}	0.17±0.02
22:0	—	0.07±0.03	0.07±0.06 ^d
24:0	0.09±0.08	0.01±0.01 ^{**}	0.04±0.02 ^{**}
Total	50.95±7.22	55.62±1.97 ^{...}	65.28±3.58 ^{**}

^a The numbers to the left of the colon indicate the number of carbons in the chain and the number to the right of the colon

- indicates the number of double bonds.
- ^o Not detected.
- ^c Mean \pm SD.
- ^d 22 : 0 is contaminated with 22 : 1 ω 9.
- ^e p < 0.01 compared to human mature milk.
- ^{**} p < 0.001 compared to human mature milk.
- ^f p < 0.02 compared to market milk.
- ^{..} p < 0.01 compared to market milk.
- ^{...} p < 0.001 compared to market milk.

외한 대부분의 지방산에서 유의하게 낮은 수준이었다. 불포화 지방산(표 7)의 경우 인유에 비하여 14 : 1 ω 5는 조제 분유와 시유에서 유의하게 높았고,

18 : 1 ω 9는 인유와 거의 비슷한 수준들이었다. 조제 분유의 18 : 2 ω 6은 인유와는 거의 유사한 반면 시유의 그것은 인유에 비하여 높 수준으로 상당히 낮았다. 기타의 지방산들 대부분은 조제 분유, 시유에서 유의하게 낮았다. 조제 분유와 시유를 비교하여 보면 조제 분유는 14 : 1 ω 5, 16 : 1 ω 7, 17 : 1 ω 7, 18 : 3 ω 3 + 20 : 1 ω 9 등에서 유의하게 낮았으나 18 : 2 ω 6에서는 상당히 높았으며 기타의 지방산들에서는 수준 차이가 나타나지 않았다. 지방산의 지수들에서도 지방산 조성에 나타난 경향이 그대로 반영되고 있음을 볼 수 있었다.

Table 7. Comparison of unsaturated fatty acids (% of total fatty acids) of human mature milk, modified milk powder and market milk

Fatty acid ^a	Human mature milk (n=48)	Modified milk powder (n=3)	Market milk (n=7)
14 : 1 ω 5 ^o	0.17 \pm 0.10 ^c	0.43 \pm 0.01 ^{*****}	1.54 \pm 0.12 ^{****}
15 : 1 ω ?	trace	trace	trace
16 : 1 ω 7	3.45 \pm 1.04	0.78 \pm 0.32 ^{d****}	2.13 \pm 0.32 ^{d****}
17 : 1 ω 7	0.22 \pm 0.08	0.13 \pm 0.03 ^{****}	0.32 \pm 0.10 ^{**}
18 : 1 ω 9	26.13 \pm 4.68	27.03 \pm 3.37	25.22 \pm 3.24
18 : 2 ω 6	12.78 \pm 4.77	13.25 \pm 2.67 ^{****}	2.87 \pm 0.43 ^{****}
18 : 3 ω 6	0.15 \pm 0.45	trace ^{**}	0.35 \pm 0.30
18 : 3 ω 3			
20 : 1 ω 9	1.88 \pm 1.48	0.84 \pm 0.17 ^{****}	1.21 \pm 0.24 ^{***}
20 : 2 ω 6	0.33 \pm 0.14	0.19 \pm 0.08 ^{***}	0.15 \pm 0.16 ^{***}
20 : 3 ω 6	0.51 \pm 0.18	0.44 \pm 0.12	0.30 \pm 0.19 ^{***}
20 : 4 ω 6	0.85 \pm 0.84	0.32 \pm 0.22 ^{***}	0.30 \pm 0.12 ^{****}
22 : 1 ω 9	0.17 \pm 0.12 ^e	0.02 \pm 0.01 ^{****}	—
20 : 5 ω 3	0.18 \pm 0.10	0.03 \pm 0.02 ^{****}	0.03 \pm 0.02 ^{****}
22 : 4 ω 6	0.27 \pm 0.17	0.03 \pm 0.03 ^{**}	0.04 \pm 0.01 ^{**}
24 : 1 ω 9	0.08 \pm 0.08	0.01 \pm 0.01 ^{****}	0.01 \pm 0.01 ^{****}
22 : 5 ω 3	0.24 \pm 0.11	0.01 \pm 0.01 ^{**}	0.01 \pm 0.01 ^{**}
22 : 6 ω 3	0.72 \pm 0.29	0.01 \pm 0.01 ^{****}	0.03 \pm 0.02 ^{****}
Monounsaturates	32.07 \pm 5.51	28.39 \pm 3.55	29.18 \pm 3.58
Polyunsaturates	15.95 \pm 5.07	15.11 \pm 2.08 ^{****}	5.24 \pm 0.59 ^{****}
Total unsaturates	47.99 \pm 7.71	43.49 \pm 1.64 ^{****}	34.41 \pm 3.97 ^{****}
Total ω 9 acids	28.23 \pm 5.16	27.05 \pm 3.34	25.22 \pm 3.24 [*]
ω 9 metabolites	2.10 \pm 1.46 ^f	0.02 \pm 0.02 ^{****}	0.01 \pm 0.01 ^{****}
Total ω 6 acids	14.80 \pm 4.97	14.23 \pm 2.25 ^{****}	3.96 \pm 0.41 ^{****}
ω 6 metabolites	2.02 \pm 0.96	0.98 \pm 0.42 ^{****}	1.09 \pm 0.32 ^{****}
Total ω 3 acids	—	0.88 \pm 0.17 ^h	1.28 \pm 0.25 ^h
ω 3 metabolites	1.14 \pm 0.41	0.04 \pm 0.02 ^{****}	0.07 \pm 0.04 ^{****}
20 : 4 ω 6 / 18 : 2 ω 6	0.07 \pm 0.06	0.03 \pm 0.02	0.11 \pm 0.06
DBI ⁱ	0.71 \pm 0.13	0.61 \pm 0.05 ^{****}	0.42 \pm 0.06 ^{****}
P/S ^j	0.33 \pm 0.14	0.27 \pm 0.03 ^{****}	0.08 \pm 0.01 ^{****}

^a Unsaturated fatty acids are designated by ω notation, indicating the position of the first double bond relative to the terminal methyl end group. ^b Contains anteiso 15 : 0. ^c Mean \pm SD. ^d Contains anteiso 17 : 0. ^e Contains 22 : 0. ^f Contains 22 : 1 ω 9. ^g Contains 18 : 3 ω 3. ^h Contains 20 : 1 ω 9. ⁱ The double bond index is the average number of double bonds per molecule of fatty acid. ^j Polyunsaturated/saturated fatty acid ratio. Modified milk powder and market milk compared to human mature milk : *p < 0.05, **p < 0.02, ***p < 0.01, ****p < 0.001. Modified milk powder compared to market milk : ^{*}p < 0.05, ^{**}p < 0.02, ^{***}p < 0.01, ^{****}p < 0.001.

그림 1에 표시되어 있는 바와 같이 인유의 18 : 2 ω6 / 18 : 0의 비는 조제 분유와 비슷한 2.5인데 비하여 시유의 그것은 아주 낮은 0.25 수준에 머물렀다.

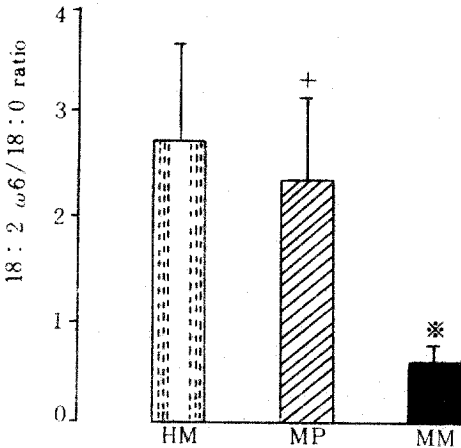


Fig. 1. Comparison of linoleic (18 : 2ω6) to stearic acid (18 : 0) ratio of human mature milk (HM), modified milk powder (MP) and market milk (MM). Values are expressed as mean ± SD. *p < 0.001 compared to human mature milk. +p < 0.001 compared to market milk.

고찰

인유의 총지방질 함량은 윤 등¹⁰⁾의 보고치보다 다소 높은 듯하다. 조제 분유의 총지방질 함량은 종고형분을 인유(성숙유)에 기준하였을 때 인유와 거의 동일한 값이 되었는데 이 때의 회석 배수는 8배였다. 이 농도는 성숙유 수유 단계에 있는 유아들에게는 적절한 농도로 볼 수 있겠으나 소화기계 발달이 아직 미숙한 초유 수유 단계에 있는 신생아들에게는 높은 농도로서 이 시기에는 초유의 지방질 농도와 비슷하게 하여 주는 것이 바람직하므로 조제 분유의 지방질 함량의 조절이 필요하다고 본다. 시유의 총지방질 함량은 추출 방법에 차이가 있지만 윤 등¹⁰⁾의 보고치와 비슷하며, 외국의 보고치¹¹⁾ 보다는 다소 낮다.

총지방질 조성에서 조제 분유의 인 지방질 함량이 인유는 물론 시유에 비하여 유의하게 높은 것은 제조시에 식물성 기름의 첨가에 기인한 것이며, 트리글리세리드의 함량이 상대적으로 감소한 것은 제조 과정 중 생성된 유리 지방산의 증가 및 인 지방질의 첨가에 기인함으로써 사료된다. 이러한 결과는 전보¹⁾의 결과에 상응하는 것이며, 시유의 경우 다

소의 지방질 분해와 분석 방법의 상이점을 고려한다면 Jensen¹²⁾의 결과와도 비교할 수 있는 수치였다. 조제 분유에서 트리글리세리드에 대한 인 지방질이나 총콜레스테롤의 비는 인유의 그것들보다 높아 지방의 가용화에 보다 효과적이라 생각되지만 조제 분유의 트리글리세리드의 입체 구조 상이로 소화율이 인유의 그것과 비슷하다고 볼 수 없겠다.

조제 분유의 총토코페롤 함량은 인유에 비하여 상당히 높아 강화되어 있으며, 이들의 함량을 18:2ω6 1g당 IU 단위로 계산하여 보면 인유가 1.27 IU, 조제 분유가 2.84 IU 그리고 시유가 0.82 IU로서 두 유아 식이의 최소 기준치인 0.7 IU¹³⁾를 상회하고 있다. 시유의 총토코페롤 함량은 인유의 40% 수준이었는데 이 값은 Herting과 Drury¹⁴⁾가 균질화한 우유에 대하여 보고한 값에 비교하면 2배 정도 높은 값이다.

조제 분유 및 시유의 4 : 0, 6 : 0, 8 : 0 등의 수준이 인유의 그것에 비하여 높은 수준을 보여 반추 동물과 비반추 동물의 유즙의 상이를 나타내고 있다. 시유의 지방산 중 4 : 0을 제외한 기타의 포화 지방산 수준은 Droese 등¹⁵⁾의 결과와 아주 유사하였다. 조제 분유의 12 : 0의 수준이 인유와 비슷하나 시유에 비하여 3배나 높은 것은 바로 팔핵 기름 및 코코넛 기름의 첨가로 인한 것인데, 조제 분유의 칼슘 흡수 증가에 일부 관여하리라 보여진다.¹⁶⁾ 16 : 0의 수준은 인유, 조제 분유, 시유가 비슷하나 18 : 0의 경우 시유가 약 2배 높은 값을 보였는데 이는 Barness¹⁷⁾의 16 : 0과 18 : 0의 수준이 높을 경우 칼슘의 흡수를 저해한다는 보고를 고려하면 인유 및 조제 분유의 높은 칼슘 흡수율이 예상된다. 인유에 비하여 시유의 총지방질에는 포화 지방산 비율이 높고 불포화 지방산 비율이 낮다. 젖소들이 먹는 식이에는 74% 가량의 고도 불포화 지방산이 들어 있는데 젖소는 분명 이들 먹이로부터 고도 불포화 지방산을 섭취하지만 유즙에는 소량만이 함유되어 있다. 이것은 반추 동물의 제 1위에 있는 많은 박테리아 때문인데 이들 박테리아에 의하여 2중 결합에 수소 첨가 혹은 2중 결합의 포화로 포화 지방산 함량이 증가하게 되는 것이다.¹⁸⁾ 조제 분유의 18 : 2ω6의 수준이 인유와 비슷하여 cerebral tissue의 성장이나 myelination 등에 필요한 장쇄 고도 불포화 지방산을 합성하기에 충분한 양이라고 볼 수 있을 것이다.¹⁹⁾ 이 18 : 2ω6과 18 : 1ω9의 흡수는 18:2ω6/18:1ω9의 비가 0.80이나 1.80인 유아 식이에서보다 인유와 비슷한 0.30인 유아 식이에서 가장 좋았다고 한다.²⁰⁾ 본 실험에 채용된 조제 분유의 이 비는 0.49로서 인유와 동일하

며, 시유의 그것은 0.11에 지나지 않았다. 이 비로 미루어 보면, 시유에서 이들 지방산의 흡수가 낮고 예견할 수 있으나 이들 지방산의 비 또는 함량이 지방 흡수에 결정적인 요소가 되지 않는 것 같다.²⁰⁾ Barness 등²⁰⁾ 은 칼슘 흡수는 18:2ω6/18:1ω9의 비가 높은 유아 식이 보다는 18:2ω6/18:0의 비가 인유와 비슷한 1.5인 유아 식이에서 가장 좋았다고 하였다. 본 연구에서 이 비는 인유가 2.5였고 조제 분유는 이와 비슷한 2.2 그리고 시유는 이들보다 훨씬 낮은 0.25였다. 특히 조제 분유의 비가 인유와 비슷하므로 칼슘 흡수가 Barness 등²⁰⁾ 이 보고한 36mg/kg/day 정도에 달할 것이라고 추정되나 뒷받침 할 만한 자료 부족으로 어떤 결론을 내리기에 미흡한 점이 많다. 탄소수 20개 이상의 장쇄 고도 불포화 지방산 수준들은 인유에 비하여 조제 분유, 시유에서 모두 다 낮았는데 특히 이들 지방산들의 생리적 중요성에 비추어 조제 분유 개발시에 고려할 문제 중의 하나로 본다.

요 약

총지방질의 함량은 인유(성숙유), 조제 분유 및 시유 다같이 비슷한 수준치를 보였다. 조제 분유는 인유에 비하여 인 지방질, 유리 지방산, 콜레스테롤 에스터 등이 유의하게 높은 반면 트리글리세리드는 유의하게 낮은 수준이었다. 시유와 인유는 트리글리세리드 함량에서는 비슷하였지만 기타 지방질 성분에서는 차이가 있었다. 조제 분유의 인 지방질/트리글리세리드의 비, 콜레스테롤/트리글리세리드의 비, 총토코페롤 그리고 총토코페롤/총지방질의 비 모두 인유는 물론 시유의 그것들에 비하여 유의하게 높은 수준이었다. 총토코페롤/18:2ω6의 비는 조제 분유, 시유 다같이 인유에 비하여 유의하게 높았다. 인유, 조제 분유 및 시유의 비타민 E 함량은 미국 유아 식이의 기준치를 상회하였다. 조제 분유의 포화 지방산 중에서 탄소수 8개 이하의 직쇄의 우수 지방산들은 인유의 그것들에 비하여 유의하게 높았으며, 10개 이상의 탄소수를 갖고 있는 직쇄의 우수 지방산들은 인유의 그것들과 대체로 비슷한 수준들이었다. 시유에서도 역시 탄소수 10개 이하의 것들과 18:0 등의 직쇄의 우수 지방산들 그리고 직쇄 및 측쇄의 기수 지방산들이 높은 경향이었고 12:0은 낮았다. 불포화 지방산의 경우 인유의 18:2ω6은 조제 분유와는 거의 비슷한 수준인 반면 시유의 그것에 비하여 4.5 배 높은 수준이었고 탄소수 20개 이상의 장쇄 고도 불포화 지방산들은 조제 분유, 시유 다같이 낮은 수

준치를 갖고 있었다.

문 헌

1. Reid, B., Smith, H. and Friedman, Z.: *Pediatrics*, **66**, 870(1980)
2. Blanc, B.: *Wld. Rev. Nutr. Diet.*, **36**, 1 (1981)
3. Hanson, J.M. and Kinsella, J.E.: *J. Am. Dietet. A.*, **78**, 250(1981)
4. 白正子, 韓仁圭: *韓國營養學會誌*, **9**, 84 (1976)
5. 尹泰靈: *人間科學*, **7**, 130(1983)
6. Jansson, L., Akesson, B. and Holmberg, L.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 8 (1981)
7. Fabianek, J., DeFilippi, J., Rickards, T. and Herp, A.: *Clin. Chem.*, **14**, 456(1968)
8. 윤태현: *人間科學*, **8**, 537 (1984)
9. Gibson, R.A. and Kneebone, G.M.: *Am J. Clin. Nutr.*, **34**, 252(1981)
10. 윤태현, 임경자, 김윤상, 정우갑: *韓國營養食養學會誌*, **11**, 15(1982)
11. Jensen, R.G., Hagerty, M. M. and McMahon, K. E.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 990(1978)
12. Jensen, R.G.: *JAOCS*, **50**, 186(1973)
13. Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics: *Commentary on breast-feeding and infant formulas including proposed standards for formulas*. *Pediatrics*, **57**, 278(1976)
14. Herting, D.C. and Drury, E-J.E.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **22**, 147(1969)
15. Droese, W., Pape, E. und Stolley, H.: *Europ. J. Pediat.*, **122**, 57(1976)
16. Williams, M.L., Rose, C.S., Morrow, G., Sloan, S.E. and Barness, L.E.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **23**, 1322(1970)
17. Barness, L.A.: *Curr. Med. Res. Opin.* **4** (suppl. 1), 28(1976)
18. Dawson, R.M.C. and Kemp, P.: In: Phillipson, A. T. eds. *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant*. Oriel Press, Newcastle upon Tyne, England, p504(1970)
19. Lamptey, M. S. and Walter, B. L.: *J. Nutr.*, **106**, 86(1976)
20. Barness, L.A., Morrow, G., Silverio, J., Finnegan, L.P. and Heitman, S.E.: *Pediatrics*, **54**, 217(1974)