

인유, 조제 분유 및 시유의 인 지방질의 지방산 조성의 비교

윤 태 현 · 임 경 자

한림대학 임상영양연구소

Comparison of Fatty Acid Composition of Phospholipids from Human Mature Milk, Infant Formulas and Market Milk.

Yoon, Tai-Heon · Im, Kyung-Ja

Clinical Nutrition Research Center, Hallym College, Seoul, Korea

(Received January 22, 1985)

ABSTRACT

The fatty acid compositions of phospholipids from human mature milk, modified milk formula and market milk were analyzed by gas-liquid chromatography. The levels of 8:0, 10:0, 18:0, 20:0 and 22:0 were significantly higher in modified milk formula than in human milk. The levels of 14:0 and 16:0 were significantly lower in modified milk formula than in human milk. Modified milk formula had a higher 18:2 ω 6 content than human milk (17.9 versus 7.9%). The metabolites of the ω 9-, ω 6- and ω 3-series showed lower levels in modified milk formula than in human milk. The fatty acid composition of phospholipids from modified milk formula was similar to that of market milk.

I. 서 론

유아는 출생 후 myelinization 동안 인 지방질의 요구량이 많은데 특히 1살까지 유아 뇌의 sphingo-myelin 과 phosphatidyl ethanolamine(cephalin B) 함량이 계속 증가한다고 한다¹⁾. 그런데 이들 인 지방질 class 의 요구량 증대는 식이에 의해 충족시켜 주는 것이 바람직하다고 한다²⁾. 뿐만 아니라 인 지방질은 지방질의 유효에도 관여함으로써 지방질의 소화·흡수에 있어서 중요한 인자 중의 하나이다. 그러므로 신생아나 유아들이 섭취하는 인유나 유아식에 함유되어 있는 인 지방질의 특성을 파악하는 것이 무엇보다도 중요하다고 본다. 최근 인유의 인 지방질에 대한 관심이 집중되고 있는데^{3,4)} 반하여 유아 식이에 대한 연구는 거의 이루어져 있지 않은

상황이다. 그래서 본인 등은 유아 식이의 인 지방질 연구의 일환으로 전보⁵⁾에서 조제 분유의 지방질 유효 조건이 인유(성숙유)에 비하여 양호한 상태인 반면 조유 단계의 인유에 비해서는 뒤떨어짐을 밝힌 바 있다. 본 연구에서는 조제 분유의 인 지방질의 지방산 조성을 인유와 시유의 그것과 비교하여 보았다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

인유, 조제 분유 및 시유는 전보⁵⁾와 동일한 것을 사용하였다.

2. 인 지방질의 분리

인 지방질의 분리는 윤과 임⁴⁾의 방법에 따라 행하였다. 그런데 분리된 인 지방질의 양이 부족하여 인

유는 약 6개체, 시유는 4개체를 혼합하여 1종으로 하였다.

3. 인 지방질의 지방산 조성

인 지방질을 transesterification⁶⁾시킨 다음 Hitachi 163 가스 크로마토그래피로 분석하였다. 이때에 이용한 분석의 조건 그리고 분석된 지방산의 동정과정량 등은 전보⁵⁾와 동일하다.

4. 통계 분석

인유, 조제 분유 및 시유의 지방산 수준의 상호 비교시 유의성은 Student t test로 검정하였다.

III. 결 과

포화 지방산 조성은 Table 1과 같았다. 이 표에서 볼 수 있듯이 조제 분유는 인유에 비하여 8:0, 10:0, 18:0, 20:0, 22:0 등의 지방산들이 유의하게 높았고 반면에 14:0, 16:0 등의 지방산들은

유의하게 낮았다. 시유도 인유에 비하여 탄소수 18개까지의 지방산들은 조제 분유에서와 동일한 경향을 보였다. 조제 분유와 시유의 포화 지방산 총합량은 포화 지방산 중에서 가장 많은 비율을 점하고 있는 16:0의 수준이 조제 분유와 시유가 인유의 그것에 비하여 25%나 적었기 때문에 이 차이로 인하여 유의하게 낮았다.

불포화 지방산 조성은 Table 2에 표시되어 있는 바와 같다. ω5 전구체인 18:2ω6은 인유에 비하여 조제 분유가 2.3배나 많았으며 인유와 시유는 서로 비슷한 수준이었고, ω3 전구체인 18:3ω3은 조제 분유와 시유에서 높은 편이나 유의성은 없었다. ω5계와 ω3계 대사산물들은 인유에 비하여 조제 분유와 시유에서 낮은 수준을 보였다. ω9계 전구체인 18:1ω9는 불포화 지방산 중에서 가장 많았는데 조제 분유와 시유가 인유에 비하여 각각 2.6배, 3.0배 많았으나 이들 대사산물들은 오히려 낮은 경향을 보였다. 불포화 지방산 지수들에서도 지방산에서 나타난 경향이 그대로 반영되고 있었다.

Table 1. Comparison of saturated fatty acid composition(% of total fatty acids) of phospholipids from human mature milk, modified milk formula and market milk

Fatty acid	Human mature milk (n=7)	Modified milk formula (n=2)	Market milk (n=2)
8:0	0.10 ± 0.04 ^a	0.61 ± 0.01 ^{****}	1.06 ± 0.29 ^{***}
10:0	0.66 ± 0.31	1.23 ± 0.00 ^{***}	2.12 ± 0.31 ^{****}
11:0	trace ^b	trace	trace
12:0	3.14 ± 1.49	2.76 ± 0.80	4.13 ± 1.09
13:0	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.00	0.06 ± 0.02
iso 14:0	0.01 ± 0.01	0.15 ± 0.02 ^{****}	0.24 ± 0.03 ^{****}
14:0	10.26 ± 1.00	5.59 ± 0.08 ^{*****}	8.77 ± 0.61 [*]
anteiso 15:0	0.02 ± 0.02	0.24 ± 0.02 ^{*****}	0.40 ± 0.01 ^{****}
15:0	0.34 ± 0.05	0.59 ± 0.13 [*]	0.94 ± 0.25 ^{**}
iso 16:0	0.03 ± 0.02	0.12 ± 0.04 ^{**}	0.23 ± 0.04 ^{****}
16:0	50.96 ± 6.97	25.12 ± 2.09 ^{****}	25.32 ± 2.54 ^{****}
anteiso 17:0	0.05 ± 0.06	0.32 ± 0.03 ^{****}	0.41 ± 0.01 ^{****}
17:0	0.32 ± 0.08	0.43 ± 0.04	0.40 ± 0.00 [*]
iso 18:0	0.06 ± 0.01	0.03 ± 0.01 ^{***}	0.03 ± 0.01 ^{***}
18:0	7.84 ± 1.19	12.85 ± 0.10 ^{*****}	9.22 ± 0.04 [*]
20:0	0.21 ± 0.06	0.40 ± 0.01 ^{*****}	0.02 ± 0.01 ^{****}
22:0	0.07 ± 0.05	0.22 ± 0.00 ^{*****}	0.03 ± 0.00
24:0	0.23 ± 0.30	0.10 ± 0.03	0.01 ± 0.00
Total	74.11 ± 6.21	50.78 ± 0.15 ^{****}	53.38 ± 2.14 ^{****}

^aMean±SD. ^bTrace denotes an amount less than 0.004%. Modified milk formula and market milk compared to human mature milk: *p<0.05, **p<0.02, ***p<0.01, ****p<0.001. Modified milk formula compared to market milk: *p<0.02, **p<0.01, ***p<0.001.

Table 2. Comparison of unsaturated fatty acid composition(% of total fatty acids) of phospholipids from human mature milk, modified milk formula and market milk

Fatty acid	Human mature milk (n=7)	Modified milk formula (n=2)	Market milk (n=2)
14:1 ω 5	0.07 \pm 0.05 ^a	0.37 \pm 0.01 ****++	0.59 \pm 0.02 ****
15:1 ω 7	0.24 \pm 0.08	0.01 \pm 0.01 ****	0.03 \pm 0.00 ****
16:1 ω 7	1.13 \pm 0.54	0.69 \pm 0.01+++	1.20 \pm 0.05
17:1 ω 7	0.25 \pm 0.09	0.24 \pm 0.01+	0.36 \pm 0.03 *
18:1 ω 9	10.09 \pm 2.56	26.32 \pm 1.21 ****	29.66 \pm 2.31 ****
18:2 ω 6	7.88 \pm 2.10	17.94 \pm 1.05 ****++	8.18 \pm 1.12
18:3 ω 6	0.12 \pm 0.06	0.08 \pm 0.00	0.16 \pm 0.03
18:3 ω 3	0.62 \pm 0.62	1.49 \pm 0.00	1.17 \pm 0.01
20:1 ω 9	0.51 \pm 0.15	0.31 \pm 0.00***	0.32 \pm 0.00 **
20:2 ω 6	0.20 \pm 0.05	0.04 \pm 0.02****	0.04 \pm 0.00 ****
20:3 ω 6	0.40 \pm 0.13	0.16 \pm 0.01****++	0.35 \pm 0.01
20:4 ω 6	0.81 \pm 0.31	0.20 \pm 0.03***	0.42 \pm 0.24
22:1 ω 9	0.50 \pm 0.81	0.08 \pm 0.02***	0.04 \pm 0.03 **
20:5 ω 3	0.07 \pm 0.05	0.04 \pm 0.01	0.06 \pm 0.04
22:4 ω 6	0.16 \pm 0.05	0.02 \pm 0.01****	0.02 \pm 0.01****
24:1 ω 9	0.21 \pm 0.11	0.28 \pm 0.01	0.69 \pm 0.43
22:5 ω 3	0.20 \pm 0.09	0.05 \pm 0.00***	0.04 \pm 0.04***
22:6 ω 3	1.64 \pm 0.54	0.20 \pm 0.00****++	0.02 \pm 0.02****
Monounsaturates	13.10 \pm 3.70	28.29 \pm 1.19****	32.88 \pm 2.83****
Polyunsaturates	12.09 \pm 2.74	20.20 \pm 2.07****	10.44 \pm 1.41
Total unsaturates	25.19 \pm 6.08	48.49 \pm 2.11****	43.31 \pm 3.24****
Total ω 9 acids	11.41 \pm 3.37	26.99 \pm 2.19****	30.71 \pm 2.77****
ω 9 metabolites	1.33 \pm 1.02	0.67 \pm 0.02	1.05 \pm 0.45
Total ω 6 acids	9.57 \pm 2.06	18.43 \pm 2.06****-	9.17 \pm 0.33
ω 6 metabolites	1.69 \pm 0.53	0.50 \pm 0.02****	0.99 \pm 0.26 *
Total ω 3 acids	2.53 \pm 0.99	1.77 \pm 0.01+++	1.27 \pm 0.03 **
ω 3 metabolites	1.90 \pm 0.66	0.28 \pm 0.01****++	0.11 \pm 0.02****
20:4 ω 6/18:2 ω 6	0.11 \pm 0.06	0.01 \pm 0.00***	0.05 \pm 0.03
DBI ^b	0.48 \pm 0.11	0.72 \pm 0.00****	0.57 \pm 0.77
P/S ^c	0.17 \pm 0.05	0.40 \pm 0.02****++	0.20 \pm 0.01

^aMean \pm SD, ^bThe double bond index is the average number of double bonds per molecule of fatty acid, ^cPolyunsaturated/saturated fatty acid ratio. Modified milk formula and market milk compared to human mature milk: *p<0.05, **p<0.02, ***p<0.01, ****p<0.001. Modified milk formula compared to market milk: +p<0.05, ++p<0.02, +++p<0.01.

IV. 고 찰

조제 분유의 포화 지방산 조성은 인유에 비하여 아직도 상당한 차이가 있어 인유에 가깝게 조제되어 있지 않았지만 시유와는 비슷하여 반추동물의 양상을 띠고 있었다. 인유와 시유의 15:0의 수준은 고

藤 등⁷⁾의 결과와 유사함을 보였다. 조제 분유의 18:2 ω 6의 함량은 인유와 시유의 그것에 비하여 약 10% 많았는데 이는 조제 분유 제조시 대두 레시틴의 첨가에 따른 결과로 본다. 일반적으로 보아 대부분의 인 지방질의 2위치에는 불포화 지방산이, 1위치에는 포화 지방산이 결합되어 있다⁸⁾. 2위치에는 특히 18:2 ω 6와 20:4 ω 6가 많이 결합되어 있는데

이들 지방산은 제장 phospholipase A₂에 의하여 유리된 후 프로스타글란틴의 전구체로 작용한다^{9,10}는 점에 비추어 조제 분유의 18:2 ω 6가 2위치에 대부분 결합되어 있다면 영양적으로 중요한 의미를 띠고 있다. 18:3 ω 3의 경우 인유에서 큰 표준 편차로 인하여 조제 분유와 시유 사이에 유의한 차이가 없었지만 평균 값으로 보면 인유에 비하여 약 2배 많은데 이것은 소의 먹이인 목초에 62% 가량이나 18:3 ω 3이 함유¹¹되어 있는데 기인한 것으로 본다. 탄소수 20개 이상의 장쇄 고도 불포화 지방산 수준은 조제 분유가 인유에 비하여 훨씬 낮은데 앞으로 이들 지방산 수준을 증가시키는 방향으로 조제 분유를 개발시킴이 바람직하리라 사료된다.

V. 요약

인유, 조제 분유 및 시유의 인 지방질의 지방산 조성을 가스 크로마토그래피로 분석하여 비교하였다. 조제 분유는 인유에 비하여 8:0, 10:0, 18:0, 20:0, 22:0 등의 지방산들이 유의하게 높았다. 18:2 ω 6은 조제 분유가 인유에 비하여 2.3배나 많은 18% 수준을 유지하였다. 대체로 보아 ω 9계, ω 6계 및 ω 3계 대사산물들은 조제 분유가 낮은 경향을 보였다. 인유에 비하여 시유도 조제 분유와 유사한 경향을 나타내었다.

문헌

1. Tingey, A. H. : *J. Ment. Sci.*, **102**, 851 (1956)
2. Harzer, G., Haug, M., Dieterich, I. and Gentner, P. R. : *Am. J. Clin. Nutr.*, **37**, 612 (1983)
3. Bitman, J., Wood, L., Mehta, N. R., Hamosh, P. and Hamosh, M. : *Am. J. Clin. Nutr.*, **40**, 1103 (1984)
4. 윤태현, 임경자 : 韓國營養食糧學會誌, **14**, 47 (1985)
5. 윤태현, 임경자 : 장유경 : 韓國油化學會誌, **1**, 49 (1984)
6. Gibson, R. A. and Kneebone, G. M. : *Am. J. Clin. Nutr.*, **17**, 212 (1964)
7. 工藤力, 兩木岱造, 長澤太朗 : 營養と食糧, **17**, 212 (1964)
8. Blanc, B. : *Wld. Rev. Nutr. Diet.*, **36**, 1 (1981)
9. Morrison, W. R. and Smith, L. M. : *Lipids*, **2**, 178 (1967)
10. Moore, G. M., Rattray, J. B. M. and Irvine, D. M. : *Can. J. Biochem.*, **46**, 205 (1968)
11. Bitman, J., Dryden, L. P., Goering, H. K., Wrenn, T. R., Yoncoskie, R. A. and Edmondson, L. F. : *J. Am. Oil Chemist's Soc.*, **50**, 93 (1973)