

수유기간의 경과에 따른 인유 인 지방질의 지방산 조성의 변화

윤 태 현 · 임 경 자

한림대학 임상영양연구소
(1985년 1월 16일 접수)

Changes in Fatty Acid Composition of Phospholipids from Human Milk in the Course of the Lactation

Tai-Heon Yoon and Kyung-Ja Im

Clinical Nutrition Research Center, Hallym College, Seoul, Korea
(Received January 16, 1985)

Abstract

Changes in fatty acid composition of phospholipids from human milk during the course of lactation were determined in milk from Korean lactating mothers giving birth at term. The levels of 8:0 increased significantly from colostral to transitional stages with a further small decrease at mature stage. The proportions of 10:0, 12:0 and 14:0 increased markedly from colostrum to transitional to mature milk. The ω 6-derived long-chain polyunsaturated fatty acids, 20:2 ω 6, 20:4 ω 6 and 22:4 ω 6, were decreased with time of lactation. The levels of 24:1 ω 9 were significantly higher in transitional milk than in colostrum and then significantly decreased to lower levels than the colostral levels at mature milk.

서 론

인유의 인 지방질은 지방구에는 소량 함유되어 있으나 지방구 막에는 23%나 함유되어 있어서^{1,2,3)} 지방구 막의 주요 성분으로 존재하고 있다. 이 지방구 막은 지방구의 유화, 분해반응 및 부착 등에 관계하는데⁴⁾ 지방구의 유화는 특히 신생아나 유아에 있어서 아주 중요하다. 알려진 바에 의하면 분만 후 초기에는 인 지방질의 함량이 높아 인유 지방질의 가용화에 중요한 역할을 한다고 한다.⁵⁾ 이와 같은 역할을 가진 인 지방질은 그 함량이 수유기간이 경과함에 따라 변화하므로 인 지방질의 제성질을 파악하

려면 어느 한 수유단계에 대한 것보다는 수유기간의 경과에 따른 변화를 살펴 보는 것이 보다 합리적이라 생각된다. 그래서 최근에 발표되는 인유 인 지방질의 연구는 거의 대부분 수유기간의 경과에 따른 종합량^{3,5~8)}, class^{5,9)} 및 지방산 조성^{5,6,8~10)}의 변화를 살펴 본 것들이다.

지방산 조성의 변화는 둑일인⁵⁾, Ivory Coast인⁶⁾ 미국인⁹⁾, 영국인⁹⁾, 탄자니아인⁹⁾ 및 스웨인¹⁰⁾ 등의 수유부들에 대하여 행하여졌는데 한국인 수유부들의 인 지방질의 지방산 조성은 수유기간의 경과에 따라 어떻게 변화하는지 그리고 이 변화의 양상이 외국인 수유부들의 그것과 어떠한지 비교해 볼 필요성이 있

다고 사료되어 본 연구를 차수하게 되었다.

재료 및 방법

연구대상

1982년 3월부터 9월까지 한림대학 부속 한강성심 병원 산부인과를 내방하여 만기애 정상아를 분만한 중류층 산모 39명을 선발하여 연구대상으로 삼았다. 본 연구 대상자들은 마지막 유즙 채취때까지 약물 복용을 하지 않도록 한 것 이외에는 식이에 대한 어떠한 지시나 조언도 하지 않았으며, 본인의 식습관에 따라 자유 선택하도록 하였다.

인유의 채취 방법 및 시기

유즙의 채취는 오전 9시에서 12시 사이에 촉유기로 유방의 위치에 관계없이 유아에게 젖 먹이기 전 수유부 임의대로 한쪽 유방의 유즙을 전량 촉유하였다. 채취 시기는 분만 직후부터 5일 사이, 분만 후 6~10일 사이, 28~35일 사이 그리고 57~70일 사이에 각 1회씩 총 4회 채취하였다.

인지방질의 분리

110°C의 건조기 안에서 2시간 가열하여 활성화시

Table 1. Changes in saturated fatty acid composition of phospholipids from human milk during the course of lactation (% of total fatty acids)

Fatty acid	Colostral (n=4)	Transitional (n=5)	Mature I ^a (n=4)	Mature II ^b (n=3)
8 : 0	0.21±0.09 ^c	0.38±0.08*	0.12±0.04 ^{###}	0.17±0.04 ^{##}
10 : 0	0.23±0.17	0.40±0.23	0.81±0.32**	0.46±0.16
11 : 0	0.02±0.02	0.02±0.01	traced ^d	trace
12 : 0	1.04±0.46	1.76±0.49	3.83±1.60***†	2.21±0.79
13 : 0	0.03±0.02	0.20±0.13*	0.04±0.02†	0.02±0.00†
iso 14 : 0	0.03±0.00	trace	0.01±0.01	trace
14 : 0	5.79±1.09	6.50±1.03	10.92±0.76*** ^{###}	9.39±0.34*** ^{##}
anteiso 15 : 0	0.03±0.02	0.02±0.01	0.01±0.01	0.02±0.03
15 : 0	0.47±0.09	0.71±0.34	0.33±0.05	0.35±0.05
iso 16 : 0	0.03±0.02	0.03±0.03	0.04±0.03	0.02±0.00
16 : 0	54.58±8.69	42.45±10.58	47.70±6.85	55.30±5.05
anteiso 17 : 0	0.06±0.03	0.19±0.10*	0.05±0.07†	0.03±0.01†
17 : 0	0.29±0.10	0.35±0.07	0.35±0.08	0.27±0.07
iso 18 : 0	0.06±0.03	0.09±0.01	0.06±0.02	0.05±0.00
18 : 0	10.73±2.02	9.04±1.03	7.71±0.55*	8.01±1.93
20 : 0	0.28±0.09	0.31±0.21	0.20±0.07	0.22±0.05
22 : 0	0.11±0.05	0.14±0.15	0.08±0.06	0.05±0.03*
24 : 0	0.19±0.10	0.15±0.11	0.35±0.46	0.12±0.01
Total	74.14±7.35	61.28±12.00	72.28±6.57	76.56±5.94

^a From 28 to 35 days postpartum.

^b From 57 to 70 days postpartum.

^c Mean±SD.

^d Trace denotes an amount less than 0.004%.

Transitional, matures I and II compared to colostral: *p<0.05, **p<0.02, ***p<0.001. Matures I and II compared to transitional: †p<0.05, ‡p<0.02, §p<0.01, ¶p<0.001

결 과

포화 지방산 조성을 살펴 본 바 Table 1과 같았다. 여기서 볼 수 있는 바와 같이 단체 지방산은 검출되지 않았다. 8:0은 이행유 단계에서 그리고 10:0, 12:0, 14:0 등의 지방산들은 성숙유 I 단계에서 각각 유의한 증가를 보여 주었다. 반면에 18:0, 22:0 등의 지방산들은 수유기간의 경과에 따라 유의한 감소의 경향을 나타내었다. 포화 지방산 총합량은 이행유 단계에서 다소 낮았을 뿐 수유기간의 경과에 따른 유의한 함량의 변화는 일어나지 않았다. 불포화 지방산 조성은 Table 2에 표시하였다. 수유기간의 경과에 따라 ω 3계 전구체인 18:3 ω 3과 그 대

사산물 중에서 20:5 ω 3은 증가의 경향을, 반면에 20:2 ω 6은 감소의 경향을 나타내었다. 그런데 20:4 ω 6과 22:4 ω 6은 유의성은 없었지만 감소의 경향을 보여 주었다. ω 9계 대사산물인 20:1 ω 9는 성숙유 단계에서 이행유 단계에 비하여 유의한 감소의 경향이 나타났고, 24:1 ω 9는 이행유 단계에서 유의한 증가를 보이다가 그 이후는 유의한 감소를 나타내었는데 성숙유 단계는 이행유 단계에 비하여도 역시 유의한 감소의 수준이었다. 불포화 지방산 지수들에서도 상기 지방산들의 영향이 반영되고 있었는데 특히 20:4 ω 6/18:2 ω 6의 비는 이행유 단계 이후부터 초유 단계에 비하여 유의한 감소의 수준이었다.

Table 2. Changes in unsaturated fatty acid composition (% of total fatty acids) of phospholipids from human milk during the course of lactation

Fatty acid	Colostral (n=4)	Transitional (n=5)	Mature I ^a (n=4)	Mature II ^b (n=3)
14:1 ω 5	0.05±0.02 ^c	0.07±0.03	0.05±0.02	0.10±0.06
15:1 ω ?	0.41±0.05	0.62±0.38	0.21±0.11	0.27±0.01
16:1 ω 7	0.72±0.12	1.26±1.01	1.32±0.36	0.89±0.73
17:1 ω 7	0.25±0.12	0.45±0.20	0.28±0.10	0.20±0.06
18:1 ω 9	11.25±4.02	15.81±6.86	11.11±2.61	8.73±2.15
18:2 ω 6	5.20±2.02	6.93±2.24	7.86±2.62	7.89±1.71
18:3 ω 6	0.11±0.05	0.67±0.58	0.13±0.08	0.10±0.03
18:3 ω 3	0.15±0.05	0.53±0.17***	0.43±0.19*	0.87±0.97
20:1 ω 9	0.65±0.18	1.03±0.36	0.59±0.17†	0.42±0.04#
20:2 ω 6	0.42±0.15	0.37±0.12	0.21±0.06*†	0.18±0.03*#
20:3 ω 6	0.45±0.23	0.74±0.40	0.41±0.17	0.39±0.07
20:4 ω 6	1.57±0.72	1.04±0.28	0.77±0.34	0.87±0.31
22:1 ω 9	0.30±0.12	0.54±0.33	0.77±1.04	0.14±0.06
20:5 ω 3	0.02±0.01	0.03±0.02	0.07±0.07	0.06±0.01†***
22:4 ω 6	0.39±0.26	0.47±0.36	0.16±0.07	0.17±0.02
24:1 ω 9	0.55±0.11	1.29±0.59*	0.28±0.14*#	0.14±0.00****#
22:5 ω 3	0.22±0.08	0.41±0.50	0.21±0.12	0.19±0.04
22:6 ω 3	1.15±0.20	1.40±0.50	1.82±0.60	1.40±0.42
Monounsaturates	14.19±3.93	22.45±7.77	14.71±3.67	10.95±2.94†
Polyunsaturates	9.68±3.26	12.70±3.27	12.08±3.05	12.12±2.94
Total unsaturates	23.87±7.13	35.15±10.62	26.79±6.60	23.07±5.80
Total ω 9 acids	12.76±4.06	19.90±7.51	12.85±3.59	9.49±2.25†
ω 9 metabolites	1.51±0.23	2.64±1.02*	1.75±1.24	0.76±0.11***#
Total ω 6 acids	8.14±3.25	10.22±2.85	9.55±2.62	9.60±1.54
ω 6 metabolites	2.93±1.26	2.98±1.40	1.68±0.68	1.70±0.39
Total ω 3 acids	1.55±0.25	2.47±1.01	2.53±0.74*	2.52±1.45
ω 3 metabolites	1.39±0.25	1.89±1.06	2.10±0.77	1.65±0.48
20:4 ω 6/18:2 ω 6	0.30±0.03	0.17±0.08**	0.11±0.06***	0.12±0.07**
DBI ^d	0.44±0.13	0.58±0.15	0.50±0.12	0.45±0.13
P/S ^e	0.14±0.06	0.22±0.09	0.17±0.06	0.16±0.05

^a From 28 to 35 days postpartum.

^b From 57 to 70 days postpartum.

^c Mean±SD.

^d The double bond index is the average number of double bonds per molecule of fatty acid.

^e Polyunsaturated/saturated fatty acid ratio. Transitional, matures I and II compared to colostral: *p<0.05, **p<0.02, ***p<0.01, ****p<0.001. Matures I and II compared to transitional: †p<0.05, ‡p<0.02, #p<0.01.

고 칠

총지방질³⁾ 및 트리글리세리드¹³⁾의 지방산 조성에서와 같이 인 지방질에서도 유선에서 생합성되는 지방산인 10:0, 12:0, 14:0 등이 성숙유 단계에서 증가하였는데 이는 수유기간이 경과함에 따라 유선의 alveolar cell에서 이를 지방산 합성능이 증가한 데에 기인한 것이다. 이들 지방산 수준은 독일인 수유부 3명에 대하여 분만 후 36일까지의 유즙에 대한 Harzer 등⁵⁾의 결과보다는 훨씬 높았다. 성숙유 단계의 수준은 한국인 식이 조성과 비슷한 식이를 섭취하는 Ivory Coast 수유부들 33명에 대하여 23개월 동안 성숙유를 분석한 Lauber 와 Reinhardt⁶⁾의 결과와 비슷하였다. 성숙유의 16:0의 경우 독일인 수유부들⁵⁾에 비하여 3.2배나 높은 수준이었으며, 한국인 식이 조성과 거의 같은 Ivory Coast⁶⁾, 일본¹⁴⁾ 수유부들의 그 값들과는 대체로 비슷한 수준이었으므로 16:0은 수유부들의 식이 조성에 영향을 받고 있음을 시사한다. 18:0도 Ivory Coast 수유부들⁶⁾의 그 값과 비슷하였다.

ω 6의 전구체인 18:2 ω 6은 수유기간의 경과에 따라 수준의 변화가 없었는데 Harzer 등⁵⁾의 결과에 따르면 증가의 경향을 띠고 있었다. ω 6계 대사산들을 중 20:2 ω 6, 20:4 ω 6, 22:4 ω 6 등은 총지방질³⁾ 및 트리글리세리드¹³⁾에서와 같이 감소의 경향을 나타내어 Harzer 등⁵⁾의 결과와 일치하였다. 그런데 20:4 ω 6과 22:4 ω 6 등의 수준은 독일인 수유부들⁵⁾의 그것들에 비하여 훨씬 낮은 수준들이었다. 18:3 ω 3과 이 대사산들 중에서 20:5 ω 3이 수준 증가를 보였는데 이 증가가 어디에 기인한 것인지 확실치 않다. 24:1 ω 9는 인 지방질의 class 중에서 sphingomyelin에만 존재해 있는데 수유기간 경과에 따른 변화는 Bitman 등⁸⁾의 조산아의 sphingomyelin에서의 변화 양상과 일치하였다.

본 연구에서의 인 지방질 시료는 각 개체의 시료량이 부족하여 5명의 시료를 혼합하여 1종으로 하였기 때문에 각 개체 간의 차이를 볼 수 없었으므로 개체의 시료를 혼합하지 않은 상태에서 보다 많은 시료에서 뿐만 아니라 인 지방질의 각 class에서의 지방산 조성을 살펴 볼 필요성이 있다고 생각된다.

요 약

한국인 충류총 수유부들로부터 분만 후 70일까지 채취한 유즙의 인 지방질의 지방산 조성이 수유기간

의 경과에 따라 어떻게 변화하는지 살펴 보았다. 8:0은 이행유 단계에서, 그리고 10:0, 12:0, 14:0:0 등은 성숙유 I 단계에서 각각 유의하게 증가하였다. ω 6계 대사산들을 (20:2 ω 6, 20:4 ω 6, 22:4 ω 6)은 수유기간의 경과에 따라 점진적인 감소의 경향을 나타내었다. 24:1 ω 9는 이행유 단계에서 유의한 증가의 수준을 유지하다가 그 이후는 초유 수준 이하로 유의하게 감소하였다.

문 헌

- Bracco, U., Hidalgo, J. and Bohren, H.: *J. Dairy Sci.*, **55**, 165(1972)
- Bracco, U.: In "Dietary Lipids and Postnatal Development", Galli, C., Jacini, G. and Pecile, A., ed., Academic Press, New York, NY, p. 23-39(1973)
- 윤태현 : 人間科學, **8**, 537(1984)
- Jensen, R.G., Hagerty, M.M. and McMahon, K.E.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 990(1978)
- Harzer, G., Haug, M., Dieterich, I. and Gentner, P.R.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **37**, 612(1983)
- Lauber, E. and Reinhardt, M.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 1159(1979)
- Bitman, J., Wood, L., Hamosh, M., Hamosh, P. and Mehta, N.R.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **38**, 300(1983)
- Bitman, J., Wood, L., Mehta, N.R., Hamosh, P. and Hamosh, M.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **40**, 1103(1984)
- Crawford, M.A., Sinclair, J., Msuya, P. M. and Munhambo, A.: In "Dietary Lipids and Postnatal Development", Galli, C., Jacini, G. and Pecile, A., ed., Academic Press, New York, NY, p. 41-56(1973)
- Conde, C., Casado De Frisa, E. and Moro, M.: *Acta Padiatr. Scand.*, **72**, 255(1983)
- Jansson, L., Åkesson, B. and Holmberg, L.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 8(1981)
- Gibson, R.A. and Kneebone, G.M.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 252(1981)
- 윤태현, 임경자 : 韓國營養食糧學會誌, **14**, 39(1985)
- 工藤 力, 兩木岱造, 長澤太郎 : 榮養と食糧, **17**, 212(1954)