대한지역사회영양학회지 12(3) : 223~234, 2007
Korean J Community Nutrition 12(3) : 223~234, 2007

한국인 모유의 수유단계별 트랜스지방산 함량

공 경 아 · 임 현 숙[1)†]

전남대학교 생활과학대학 식품영양학과, [1)]전남대학교 생활과학연구소

Trans Fatty Acids of Breast Milk Lipids of Korean Women from Week 1 to 6 Months of Postpartum

Kyeong A Kong, Hyeon-Sook Lim[1)†]

Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, Gwangju, Korea
[1)]Human Ecology Research Institute, Chonnam National University, Gwangju, Korea

ABSTRACT

This study was done to determine the trans fatty acid (tFA) composition of human milk from postpartum to sixth months after delivery, to investigate the tFA intake of lactating women, and to estimate the intakes of tFA by infants exclusively fed breast milk. A total of 27 lactating Korean women participated to this study voluntarily, gave their breast milk, and responded to an investigation of their diets. The lactating women consumed 2.3-2.8 g/d of tFAs over the period of the first, second, third, and sixth months postpartum, which was 3.4-4.9% of the total fat intake and 0.8%-1.2% of the total energy intake. The proportions of tFAs in the breast milk were 1.89% in colostrum, 1.78% in transitional milk, and 1.78-2.25 in mature milk of the first, second, third, and sixth months postpartum. The tFAs of the breast milk identified in this study were C16:1n9t, C18:1n9t, C18:2n6t12t, C18:2 n6t12c, C18:2n6c12t and C18:2n6t11t. Among them, C18:1n9t was predominant, which made up 59.26% of all tFAs in colostrum, 62.36% in transitional milk, and 64.42% in mature milk. The proportion of total tFA was unchanged with time, although some significant differences were noted for individual tFAs. The percentages of C18:2n6t12c and C18:2n6c12t decreased over the study period. Estimated tFA intake of the exclusively breast-fed infants was 0.18 g/d when fed colostrum, 0.29 g/d when fed transitional milk, and 0.53 g/d when fed mature milk until the sixth month of postpartum. Those were 0.5%, 0.8%, and 1.1% of the total energy intake. The results in this study indicate that lactating Korean women consume not a large quantity of tFAs, secrete breast milk not containing much tFA, and the estimated intake of tFAs by infants fed exclusively breast milk is not great. (*Korean J Community Nutrition* 12(3) : 223~234, 2007)

KEY WORDS : trans fatty acids · breast milk · infant · lactating women

서 론

모유는 영아에 있어서 적어도 출생 후 4~6개월 간 전적인 영양 공급원이다. 모유의 지방은 모유 에너지의 약 절반을 차지하는 주요한 에너지 공급원인데(Jensen 1995), 그 함량이나 지방산 조성이 분만 후 수유기간에 따라 차이가 있으며(Bitman 등 1983) 또한 개인 간 변이도 큰 편이다(Lim & Huh 1994). 이는 모유의 지방 함량이나 지방산 조성이 모체의 체지방 함량이나 조성 및 식사로 섭취하는 지방의 영향을 받기 때문이다(Lounnerdal 1986).

트랜스지방산(trans fatty acids)은 반추동물의 위장관에서 세균의 작용에 의해 합성되므로 정육이나 버터 등의 천연의 낙농제품에도 존재하나 그 양은 많지 않다. 반면에 시스(cis)형의 불포화지방산을 가진 식물성 유지를 금속촉매하에 수소가스에 노출시켜 경화시킬 때 5~45%가 생성되며(Slover & Carpenter 1981) 이외에 탈취과정에서도 이성화되어 25%정도 생성된다(Ackmen & Hooper 1974).

접수일: 2007년 5월 22일 접수
채택일: 2007년 6월 17일 채택
*This study was financially supported by research fund of Chonnam National University in 2004.

†**Corresponding author:** Hyeon-Sook Lim, Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, 300 Yongbong-Dong, Buk-Gu, Gwangju 500-757, Korea
Tel: (062) 530-1332, Fax: (062) 530-1339
E-mail: limhs@chonnam.ac.kr

그러므로 일부 마가린 제품과 이를 함유하는 식품에 트랜지방산 함량이 상당하다(Noh 등 2003). 최근 한국인의 식생활이 서구화되는 경향은 트랜스지방산 섭취를 증가시키는 주요 요인이라고 할 수 있다(Noh 등 2000). 식사로 섭취한 지방산이 조직(Grandgirard 등 1994)은 물론 혈청(Judd 등)이나 모유(Chen 등) 등 체액의 지방산 조성에도 영향을 끼친다는 점을 생각할 때 한국인 모유의 트랜스지방산 함량도 높아질 가능성이 있다고 생각된다.

트랜스지방산의 대사적 위해에 관한 증거는 상당히 알려져 있다(Kim 등 2001). 트랜스지방산이 필수 지방산의 필요량을 증가시킨다는 점(Ascherio & Willet 1997)과 관상동맥을 비롯한 동맥에 경화성 병변을 일으킬 수 있다는 점(Vijver 등 2000) 및 암 세포가 트랜스지방산을 보다 효율적으로 받아들이므로(Moreira 등 2001), 암 세포의 성장을 촉진한다는 점(Stachowaka 등 2001) 등이 확인되었다. 한편 생식과 관련해서는, 흰쥐에게 식물성 마가린을 통해 트랜스지방산을 과다하게 투여한 실험에서 새끼의 수나 정자 형태, 발정주기 또는 제태기간 등에 부정적인 영향을 나타낸다는 점이 확인되었다(Hanis 등 1989). 인체에서는 조산아의 출생체중이 이들 영아 혈장의 트랜스지방산 수준과 역 상관을 보인바 있다(Koletzko 1992). 임신부의 트랜스지방산 섭취 증가가 태아의 필수지방산 대사를 방해하여 태아성장을 저해할 수 있다는 증거들도 얻어졌다(Houwelingen & Hornstra 1994; Carlson 등 1997) 수유기의 흰쥐에게 트랜스지방산을 공급한 한 실험에서는 유즙에 트랜스지방산 함량이 용량-의존적으로 증가되었으며, 필수지방산 농도가 감소되었고, n-6/n-3 지방산 비율이 증가되었다(Larque 등 2000). 수유부가 트랜스지방산을 과다하게 섭취하면 모유의 프로스타글란딘 함량이 저하되어 영아 뇌세포의 수초 형성에 부정적인 영향을 줄 수 있다는 점도 보고되었다(Innis & King 1999).

지질대사 이상으로 인해 초래되는 만성퇴행성 질환은 수십 년에 걸쳐 서서히 진행된다. 이러한 이유로 생애초기에 섭취하는 트랜스지방산은 일생의 건강과 관련해 중요한 의미가 있다고 생각된다(Larque 등 2001). 최근에 모유에 함유된 트랜스지방산의 조성이나 함량이 어떠한지 또는 영아는 모유를 통해 트랜스지방산을 얼마나 섭취하는지에 관해 관심이 집중되고 있으나 국내에는 이와 관련해 수행된 연구가 거의 없다.

이에 본 연구에서는, 식사를 통한 수유부의 트랜스지방산 섭취량을 파악하고, 초유에서부터 분만 후 6개월의 성숙유까지 모유의 지방산 조성을 트랜스지방산에 초점을 맞추어 수유단계별로 고찰하고, 이를 통해, 모유를 통한 영아의 트랜스지방산 섭취량을 추정해 보고자 하였다.

조사대상 및 방법

1. 조사대상

광주에 소재한 E 병원에서 만기에 정상아를 분만한 수유여성 27명을 본인의 동의를 얻어 조사대상자로 선정하였다. 이들 조사대상자로부터 연구에 자발적으로 참여하겠다는 서면 동의서를 받았다. 초유 시료의 채취에는 조사대상자 27명이 모두 응하였으나, 이행유 시료 채취에는 24명이 응하였고, 1, 2, 3, 및 6개월의 성숙유 시료 채취와 식사섭취상태 조사에는 각각 15명, 14명, 14명 및 10만이 응하였다. 조사대상자의 제태기간과 거주지, 나이, 교육정도, 출산경력, 수유형태 및 수유기간에 관한 내용은 설문지를 이용한 직접면접법으로 조사하였다.

2. 수유부의 식사섭취상태 조사 및 지방산 섭취량 산출

조사대상자의 식사섭취상태는 분만 후 1, 2, 3 및 6개월에 모유 시료를 채취하기 전날 섭취한 음식의 종류와 양을 식사기록법을 병행한 24시간회상법으로 조사하였다. 회상을 정확하게 하기 위해 미리 배부한 식사섭취상태 조사지에 조사대상자로 하여금 섭취한 음식의 종류와 양을 기록하도록 하였고 면담 시에 이를 확인하였다. 식사 섭취량의 정확한 추정을 위해 계량컵과 계량스푼을 활용하였다.

상동 식사섭취상태 조사 자료로부터 조사대상자들이 섭취한 에너지, 지방, 단백질, 탄수화물 및 지방산 섭취량을 컴퓨터 이용 전문가용 영양평가 프로그램(CAN-PRO 2.0)(Korean Nutrition Society 2003)을 이용하여 산출하였다. 트랜스지방산 섭취량은 한국인 상용 가공식품의 트랜스지방산 함량에 관한 연구결과(Noh 등 2003)를 이용하였으며 이에 데이터가 없는 경우는 미국 농무성의 자료(USDA 2004)를 활용하였다.

3. 모유 시료의 채취, 처리 및 보관

초유는 분만 후 1주경(3~7일)에, 이행유는 분만 후 2주경(10~17일)에, 그리고 성숙유는 분만 후 1, 2, 3 및 6개월에 각각 채취하였다. 아침식사 전에 모유를 수유하기 전에, 조사대상자 스스로 손을 이용해 한쪽 유방의 젖을 최대한 모두 착유하도록 하였다. 멸균된 폴리에틸렌 용기에 채취된 모유 시료는 냉장·보관상태로 실험실로 옮겨 1% sodium ascorbate를 첨가하고, 분액하고, 질소가스를 충전한 후 분석 시까지 −20°C에 저장하였다.

4. 모유의 총 지질과 중성지방 및 콜레스테롤 함량 분석

모유의 총 지질은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 중량법으로 정량하였다. 즉, 시료의 약 20배가 되는 chloroform/methanol 혼합용액(2 : 1, v/v)으로 1시간동안 지질을 추출하였고, 여과지(Whatman No. 1)를 이용하여 여과하였으며, 동 여과액에 0.9% NaCl 용액을 0.2배 첨가한 후, 2,400 rpm에서 20분간 원심·분리하였고, 상층의 methanol층을 최대한 제거한 다음에 하층의 chloroform층을 취하였다. 이를 50°C 수조 상에서 가온하며 질소가스 기류 하에 감압·증발시켰다. 용매가 완전히 휘발된 후 남은 잔여물의 무게를 총 지질 함량으로 보았다. 이때 산화를 방지하기 위해 chloroform/methanol 혼합용액에 0.08% BHT (butylated hydroxy toluene)를 첨가하였다.

중성지방과 콜레스테롤 함량을 분석하기 위해 상동 총 지질 성분의 일부를 15 mL의 chloroform에 녹인 후, 일정량을 취하여 질소가스 기류 하에 감압 · 증발시켰고, 계면활성제로 isopropyl alcohol을 첨가하고 2시간 방치한 다음에, 중성지방과 콜레스테롤의 분석시료로 사용하였다. 중성지방과 콜레스테롤의 정량은 각각 효소법에 따른 분석용 시약인 kits 제품인 Triglyzyme (Eiken Co, Japan) 또는 Cholestezyme (Eiken Co., Japan)을 이용하였으며 505 nm에서 분광광도계(HP Spectrophotometer, Hewlett Packard Co., USA)로 비색 · 정량하였다.

5. 모유의 지방산 조성 분석

모유의 지방산 조성은 다음과 같이 분석하였다. 즉, 상동 총 지질 성분의 일부를 2~3방울의 benzene을 넣어 용해시키고, 3 mL의 5% sulfuric acid/methanol 혼합용액을 넣고, 질소가스 기류 하에서 산소가스 불꽃(oxygen flame)을 이용하여 앰풀(ampule)의 입구를 용접하고, 이를 90°C 항온수조에서 90분 동안 가온하여 지방산의 methyl 유도체를 얻었다. 상동 앰풀을 실온에서 냉각하고, 5% sodium bicarbonate 용액을 첨가하고, petroleum ether로 3번 추출하였다. 추출액을 모두 모아 질소가스 감압 하에서 용매를 모두 휘발시킨 후, 잔여물을 일정량의 petroleum ether에 녹여 지방산 분석시료로 사용하였다.

지방산의 methyl 유도체는 silica capillary column (SP-2560, 70 m×0.25 mm id, 20 μm film thickness; Supelco Co, USA)을 장착한 gas chromatograph (Hewlett Packard Co, USA)를 이용하여 분석하였다. 이때, 오븐 온도는 초기에 130°C를 10분간 유지한 다음 6°C/분씩 180°C까지 올렸고 다음에는 4°C/분씩 220°C까지 올린 후 20분간 유지하였다. Injector와 detector는 각각 220°C와 240°C로 고정하였다. Helium을 carrier gas로 이용했으며 290 kPa 압력으로 주입하였고 split ratio는 5 : 1로 하였다(Table 1). 시료의 크로마토그램을 각 메틸유도체 지방산의 표준물질(Sigma Co, USA)을 이용하여 얻은 크로마토그램과 비교하여 상대적 머무름 시간을 구함으로써 정량하였다.

6. 모유영양아의 트랜스지방산 섭취량 추정

모유영양아의 1일 트랜스지방산 섭취량은 본 연구에서 얻은 모유의 트랜스지방산 함량과 모유영양아의 모유 섭취량에 관한 자료(Seol 등 1993)를 참고로 하여 추정하였다. 즉, 초유와 이행유의 섭취량은 상동 문헌의 분만 후 0.5개월 남녀 영아의 평균 섭취량인 532 mL/d를 기준하였고 성숙유 섭취량은 분만 후 1개월부터 6개월까지의 남녀아의 평균 섭취량인 741 mL/d를 사용하였다. 또한 트랜스지방산의 에너지 비율을 추정하는 데에는 1, 2, 및 3개월 성숙유의 평균 에너지 함량인 59.6 kcal/dL (Lim 등 1993)를 모든 시기에 적용하였다.

7. 통계처리

연구결과의 통계처리는 SPSS (Windows 10.0) package로 수행하였다. 모든 자료는 평균과 표준오차 또는 표준편차로 나타내었다. 수유단계별 평균의 차이는 일반선형모형(Gerneralized Linear Model; GLM)과 반복측정치에 적용하는 Duncan법(Duncan's multiple range test of repeated measures)을 이용해 유의수준 $p < 0.05$를 기준으로 검증하였다.

결 과

1. 조사대상자의 일반 특성

본 연구의 조사대상자인 27명 수유부의 일반 특성은 Table 2와 같았다. 연령은 31.1 ± 4.0세이었으며, 신장과 임신 전

Table 1. Conditions for fatty acid analysis by gas chromatography

Analyzer	HP gas chromatography 6890 (Hewlett Packard Co, USA)
Column	Silica capillary column SP-2560 (0.25 mm × 70 m)
Carrier gas	Helium, split ratio = 5 : 1
Oven temp	130°C for 10 min, 6°C /min up to 180°C, 4°C/min up to 220°C, 220°C for 20 min
Injector temp	220°C
Detector (FID) temp	240°C

Table 2. General characteristics of the lactating women (n = 27)

	Total
Age (yr)	31.1 ± 4.0[1)]
Height (cm)	158.1 ± 5.1
Pre-pregnancy weight (kg)	53.6 ± 7.0
Body mass index (kg/m^2)	21.4 ± 2.5
Parity (time)	1.0 ± 0.7
Education (yr)	14.0 ± 2.5
Income (10,000₩ / month)	161.8 ± 54.0

1) Values are mean ± standard deviation.

체중은 각각 158.1 ± 5.1 cm와 53.6 ± 7.0 kg으로 임신 전 BMI는 21.4 ± 2.5 kg/m^{2}이었다. 분만횟수는 1.0 ± 0.7회로 첫아이거나 둘째아이를 분만하였다. 교육수준은 14.0 ± 2.5년으로 대부분 고등학교 이상의 학력을 소지하였고, 월 소득은 161.8 ± 54.0만원으로 중하류 계층에 속하였으며, 모두 대도시에 거주하였다.

2. 수유부의 에너지 발생 영양소 및 지방산 섭취실태

본 조사대상자가 분만 후 1, 2, 3 및 6개월에 하루에 식사로 섭취한 3대 에너지 영양소와 지방산 섭취실태는 Table 3과 같았다. 에너지 섭취량은 1888~2333 kcal/d 사이였다. 단백질 섭취량은 64~93 g/d의 범위로 단백질 에너지 비율은 13.6%~16.7%이었다. 탄수화물 섭취량은 273~362 g/d 사이였고 섭취량이 가장 높은 1개월은 가장 낮은 2개월과 유의한 차이를 보였다. 탄수화물 에너지 비율은 55.8%~62.1% 범위이었으며 1개월에 탄수화물 의존도가 가장 높았다. 지방 섭취량은 55~66 g/d 사이였으며 수유단계에 따른 변화는 없었다. 지방 에너지 비율은 22.0%~28.6%이었으며 가장 낮은 비율을 보인 1개월에도 20%를 넘었고 분만 후 2, 3 및 6개월에는 모두 25%를 상회하였다.

지방산 섭취 양상을 보면, 포화지방산 섭취량은 24.7~31.7 g/d 사이로 동 에너지 비율은 11.3%~13.2% 범위이었다. 단일불포화지방산은 17.5~21.2 g/d로 동 에너지 비율은 6.8%~10.1%이었다. 다가불포화지방산은 7.1~11.9 g/d로 동 에너지 비율은 2.7%~4.7% 사이였다. 분만 후 시기마다 지방산의 섭취량이나 에너지 비율에 유의한 차이는 없었다.

이러한 결과, 식사 지방의 P/M/S 비율은 분만 후 1개월에 0.2/0.6/1로 다가불포화지방산 섭취량이 가장 낮은 경향을 보였고 2개월과 3개월에는 다가불포화지방산 비가 0.4로 높아졌고 6개월에는 0.5로 더욱 증가하였다. 단일불포화지방산 비는 0.6~0.8로 크게 수유기간에 따라 다르지 않았다. 이와 같은 이유로, P/S 비율은 분만 후 1개월에 0.8/1로 가장 낮았고 이후 기간에서는 1.1/1 또는 1.2/1로 높은 경향이었다.

Table 3. Daily energy, protein, fat, and carbohydrate intakes of the subjects at the 1, 2, 3, and 6 months of postpartum

	1 m (n = 15)	2 m (n = 14)	3 m (n = 14)	6 m (n = 10)
Energy (kcal)	2,333 ± 168[1)]	1,888 ± 247	1,975 ± 162	2,132 ± 183
Protein (g)	93 ± 11	64 ± 7	68 ± 9	90 ± 9
CHO (g)	362 ± 28^a	273 ± 17^b	302 ± 23^{ab}	301 ± 19^{ab}
Fat (g)	57 ± 12	60 ± 25	55 ± 11	66 ± 10
SFA (g)	30.1 ± 15.5	26.3 ± 11.6	24.7 ± 9.3	31.7 ± 8.1
MUFA (g)	17.5 ± 7.6	21.2 ± 10.2	17.9 ± 4.0	19.5 ± 4.7
PUFA (g)	7.1 ± 1.5	9.8 ± 3.7	9.9 ± 2.9	11.9 ± 3.0
tFA (g)	2.3 ± 0.6	2.6 ± 0.8	2.5 ± 0.9	2.8 ± 0.8
P/M/S	0.2/0.6/1	0.4/0.8/1	0.4/0.7/1	0.5/0.6/1
P/S	0.8/1	1.2/1	1.1/1	1.1/1

1) Values are mean ± standard deviation.
Values with different small superscripts in row are significantly different by repeated measures of Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.
CHO: carbohydrate, SFA: saturated fatty acids, MUFA: monounsaturated fatty acids, PUFA: polyunsaturated fatty acids, tFA: trans fatty acids: P/M/S: polyunsaturates/monounsaturates/saturates, P/S: polyunsaturates/saturates

한편 트랜스지방산 섭취량은 2.3~2.8 g/d 범위로, 수유기간에 따른 차이는 없었다. 이는 총 지방 섭취량 대비 4.0~4.5%이었고, 총 에너지 섭취에 대한 비율은 0.9~1.2%이었다.

3. 모유의 지질 함량

초유부터 분만 후 6개월 성숙유까지 총 지질과 중성지방 및 콜레스테롤 함량은 Fig. 1과 같았다. 모유의 총 지질 함량은 초유는 1.6 g/dL이었고, 이행유는 2.8 g/dL이었으며, 성숙유는 1, 2, 3 및 6개월에 2.9~3.6 g/dL의 범위로 평균은 3.3 g/dL이었다. 초유에 비해 이행유의 총 지질 함량은 증가하는 경향을 보였고, 1, 2 및 3개월 성숙유는 유의하게 높았으며 6개월에는 감소하는 추세를 보였다.

모유의 중성지방 함량은 초유는 1.5 g/dL이고 이행유는 2.7 g/dL로 각각 총 지질 함량의 92.5%와 92.8%를 차지하였고, 성숙유는 1, 2, 3 및 6개월에 2.7~3.4 g/dL의 범위로 평균은 3.2 g/dL이었으며 총 지질의 93.3%이었다. 분만 후 기간에 따른 모유의 중성지방 함량의 변화는 총 지질 함량과 동일한 경향이었다. 즉, 초유에 비해 이행유는 증가하는 추세였고 1, 2 및 3개월 성숙유는 유의하게 높았고 6개월에 낮아지는 경향을 보였다.

모유의 콜레스테롤 함량은 수유단계에 따라 평균 19.0~34.2 mg/dL의 범위이었다. 총 지질이나 중성지방과는 달리, 초유보다 이행유가 높은 경향을 보이면서 정점을 이루었고, 성숙유에 들어서면서 점차 낮아지는 추세를 보여 2개월 이

후 성숙유는 이행유보다 유의하게 낮았고, 6개월 성숙유는 또한 1개월 성숙유보다 유의성 있게 감소하였다. 그러나 절대 함량과는 달리, 총 지질에 대한 콜레스테롤의 비율은 초유가 2.2%로 가장 높았고, 이행유는 1.3%로 유의하게 낮아졌으며, 1개월 성숙유는 0.8%로 더욱 낮아지는 경향을 보인 이후로 0.8~0.9%의 동일한 비율을 유지하였다.

4. 모유의 지방산 조성

수유단계별로 모유의 포화지방산 조성은 Table 4와 같았다. 포화지방산 함량은 초유는 47.93%이었고, 이행유는 50.50%이었으며, 1, 2, 3 및 6개월의 성숙유는 44.84~48.63%의 범위를 보여 성숙유 평균은 47.08%이었다. 수유단계에 따른 차이는 없었다. 포화지방산 중에서 함량이 높은 주요 지방산은 C16:0으로 22.75~27.97%의 범위이었고 총 포화지방산의 절반 이상(53%)을 점하였다. 다음으로 C14:0 함량이 성숙유 평균 7.38%로 많았고, 이어 C18:0이 성숙유 평균 6.60%로 높았으며, 이들 주요 지방산 함량도 모두 수유단계에 따른 차이를 보이지 않았다. 다음으로는, 중쇄지방산인 C12:0이 성숙유 평균 5.88%의 함량을 보였으나 초유에서 3.59%로 가장 낮았고 이행유에서 유의하

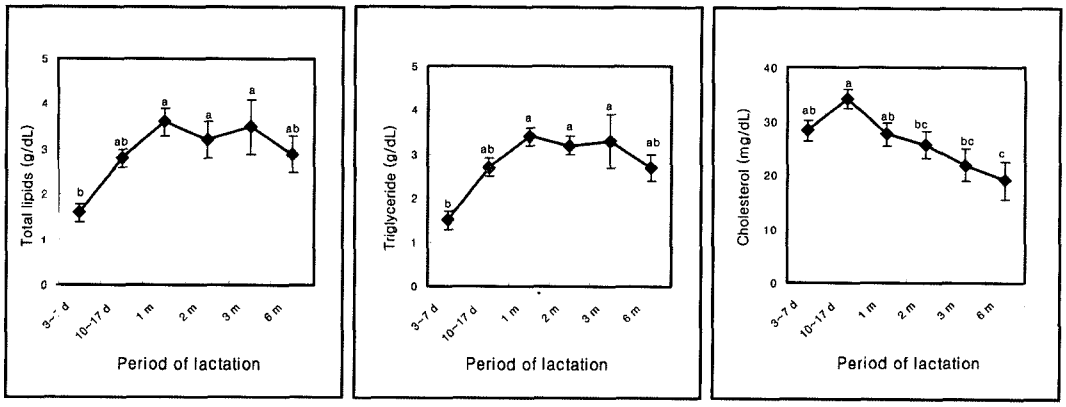

Fig. 1. Changes of total lipids, triacylglyceride, and cholesterol concentrations of the breast milk over the 6 months of postpartum. Values with different letters are significantly different among the periods by repeated measures of Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

Table 4. Saturated fatty acid composition (wt %) of the breast milk over the 6 months of postpartum

	Colostrum	Transitional	Mature				
	3 - 7 d (n = 27)	10 - 17 d (n = 24)	1 m (n = 15)	2 m (n = 14)	3 m (n = 14)	6 m (n = 10)	Average
C8:0	0.05 ± 0.17[1)]	0.10 ± 0.22	0.45 ± 1.33	0.10 ± 0.26	0.13 ± 0.26	0.23 ± 0.33	0.23 ± 0.73
C10:0	0.23 ± 0.30[d]	0.66 ± 0.55[ab]	0.74 ± 0.42[a]	0.31 ± 0.25[cd]	0.61 ± 0.52[abc]	0.38 ± 0.28[bcd]	0.52 ± 0.42
C12:0	3.59 ± 2.60[b]	7.26 ± 3.40[a]	6.25 ± 2.92[ab]	4.20 ± 1.50[b]	6.07 ± 2.72[ab]	7.45 ± 7.35[a]	5.88 ± 3.92
C13:0	0.05 ± 0.11	0.05 ± 0.06	0.03 ± 0.02	0.02 ± 0.04	0.05 ± 0.07	0.02 ± 0.02	0.03 ± 0.04
C14:0	7.80 ± 3.58	9.20 ± 4.80	8.61 ± 3.14	6.04 ± 1.98	7.64 ± 2.14	7.04 ± 2.10	7.38 ± 2.55
C15:0	0.30 ± 0.10	0.27 ± 0.11	0.25 ± 0.10	0.25 ± 0.04	0.28 ± 0.08	0.21 ± 0.04	0.25 ± 0.08
C16:0	27.90 ± 5.87	25.81 ± 9.68	24.53 ± 10.27	27.97 ± 8.74	24.11 ± 8.65	22.75 ± 2.36	24.99 ± 8.41
C17:0	0.41 ± 0.10	0.35 ± 0.13	0.32 ± 0.10	0.52 ± 0.64	0.37 ± 0.14	0.34 ± 0.10	0.39 ± 0.34
C18:0	6.26 ± 1.53	5.78 ± 2.98	6.60 ± 2.61	6.98 ± 2.77	6.88 ± 2.01	5.67 ± 0.76	6.60 ± 2.26
C20:0	0.26 ± 0.10[a]	0.22 ± 0.09[ab]	0.18 ± 0.07[b]	0.21 ± 0.05[ab]	0.18 ± 0.08[b]	0.18 ± 0.04[b]	0.19 ± 0.06
C22:0	0.13 ± 0.08	0.10 ± 0.12	0.06 ± 0.04	0.09 ± 0.04	0.09 ± 0.04	0.08 ± 0.03	0.08 ± 0.04
C23:0	0.76 ± 0.30[a]	0.61 ± 0.24[ab]	0.50 ± 0.18[b]	0.45 ± 0.13[b]	0.47 ± 0.12[b]	0.45 ± 0.08[b]	0.47 ± 0.13
C24:0	0.20 ± 0.09[a]	0.09 ± 0.06[b]	0.11 ± 0.14[b]	0.06 ± 0.05[b]	0.08 ± 0.03[b]	0.05 ± 0.03[b]	0.08 ± 0.08
Total SFA	47.93 ± 7.89	50.50 ± 10.34	48.63 ± 9.92	47.19 ± 10.61	46.95 ± 8.54	44.84 ± 4.79	47.08 ± 8.86

1) Values are mean ± standard deviation.
Values with different small superscripts in row are significantly different by repeated measures of Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.
SFA: saturated fatty acids.

게 높아져 2개월 성숙유를 제외하고는 높은 수준이 유지되는 등 수유단계별로 유의성 있는 차이를 보였다. 기타 10종의 포화지방산 함량은 모두 각각 1% 미만이었다. 이들 중에서 C10:0 함량은 초유에 가장 낮았고 1개월 성숙유에서 유의하게 높았던 반면에 장쇄지방산인 C20:0, C23:0 및 C24:0은 모두 초유에서 높았고 성숙유에서 낮아 유의한 차이를 보였다.

수유단계별로 모유의 불포화지방산 조성은 Table 5와 같았다. 총 불포화지방산 함량은 초유는 51.24%이었고, 이행유는 48.83%이었으며, 성숙유는 50.91~54.48%의 범위를 보여 성숙유의 평균은 52.34%이었다. 총 불포화지방산 함량은 수유단계에 따른 유의적인 차이가 없었다. 단일불포화지방산의 함량은 초유는 35.64%이었고, 이행유는 33.51%이었으며, 성숙유는 33.89%~35.33%의 범위로 평균 34.75%이었다. 역시 수유단계에 따른 차이를 보이지 않았다. 주요 단일불포화지방산은 C18:1로 성숙유 평균 30.29%로서 단일불포화지방산의 대부분(87.2%)을 점하였다. 다음으로는 C16:1이 대략 3%를 상회하는 함량을 보였다. 모든 단일불포화지방산이 수유단계에 따른 차이를 보이지 않았으나 C24:1만은 초유에서 유의하게 높았고 2개월 성숙유에서 낮아 유의한 차이를 보였다. 다가불포화지방산 함량은 초유는 15.60%이었고, 이행유는 15.32%이었으며, 성숙유는 17.02~19.31%의 범위를 보여 평균은 17.60%이었다. 역시 수유단계에 따른 차이는 없었다. 주요한 다가불포화지방산은 C18:2로 초유에서 12.44%이었고, 이행유에서는 12.71%이었으며 성숙유는 13.93%~16.61% 범위로 성숙유 평균은 14.94%로서 총 다가불포화지방산의 대부분(84.9%)을 점하였다. 한편 다른 동물의 유즙에는 존재하지 않는 n3계 지방산인 C20:5 (EPA)와 C22:6 (DHA)은 초유에서 각각 0.15%와 0.01%였고, 이행유에서는 각각 0.19%와 0.01%이었으며, 성숙유의 평균은 각각 0.19% 와 0.01%를 나타내었다. 총 다가불포화지방산 함량은 수유단계에 따른 유의한 차이가 없었다. 그러나 몇몇 다가불포화지방산은 수유단계별로 유의한 차이를 나타내었는바, C18:3n6은 초유에서 유의하게 낮았던 반면에 C20:2, C20:3n3, C20:4n6, C22:2 및 C22:6n3은 초유에서 유의하게 높았다.

Table 5. Unsaturated fatty acid composition (wt %) of the breast milk over the 6 months of postpartum

	Colostrum	Transitional	Mature				
	3 – 7 d (n = 27)	10 – 17 d (n = 24)	1 m (n = 15)	2 m (n = 14)	3 m (n = 14)	6 m (n = 10)	Average
C14:1	0.16 ± 0.11[1)]	0.20 ± 0.11	0.20 ± 0.11	0.18 ± 0.05	0.20 ± 0.04	0.15 ± 0.05	0.18 ± 0.07
C16:1	3.05 ± 0.86	3.34 ± 1.09	3.40 ± 1.71	3.22 ± 1.54	3.48 ± 3.20	3.36 ± 1.26	3.36 ± 1.38
C17:1	0.26 ± 0.10	0.64 ± 1.80	0.24 ± 0.15	0.24 ± 0.07	0.25 ± 0.07	0.23 ± 0.08	0.24 ± 0.10
C18:1	30.86 ± 4.19	28.58 ± 6.34	29.49 ± 4.76	30.56 ± 5.22	30.42 ± 4.31	30.12 ± 3.22	30.29 ± 4.43
C20:1	0.71 ± 0.30	0.49 ± 0.24	0.41 ± 0.15	0.42 ± 0.12	0.76 ± 1.13	0.48 ± 0.14	0.52 ± 0.60
C22:1	0.34 ± 0.98	0.15 ± 0.35	0.08 ± 0.11	0.08 ± 0.16	0.16 ± 0.41	0.06 ± 0.05	0.10 ± 0.23
C24:1	0.26 ± 0.13^{a}	0.11 ± 0.11^{b}	0.07 ± 0.04^{bc}	0.04 ± 0.05^{c}	0.06 ± 0.05^{bc}	0.05 ± 0.04^{bc}	0.06 ± 0.04
Total MUFA	35.64 ± 4.75	33.51 ± 7.06	33.89 ± 6.64	34.78 ± 6.85	35.33 ± 4.86	35.17 ± 4.14	34.75 ± 5.73
C18:2	12.44 ± 3.56	12.71 ± 3.88	14.64 ± 4.45	15.05 ± 4.38	13.93 ± 5.24	16.61 ± 3.27	14.94 ± 4.44
C18:3n6	0.15 ± 0.21	0.13 ± 0.08	0.15 ± 0.08	0.16 ± 0.08	0.20 ± 0.07	0.19 ± 0.08	0.17 ± 0.08
C18:3n3	0.88 ± 0.55^{c}	1.08 ± 0.36^{abc}	0.98 ± 0.46^{bc}	1.31 ± 0.74^{ab}	1.37 ± 0.67^{ab}	1.42 ± 0.55^{a}	1.25 ± 0.63
C20:2	0.78 ± 0.28^{a}	0.41 ± 0.18^{b}	0.38 ± 0.12^{b}	0.35 ± 0.09^{b}	0.40 ± 0.15^{b}	0.35 ± 0.09^{b}	0.37 ± 0.12
C20:3n6	0.68 ± 0.26	0.50 ± 0.27	0.49 ± 0.17	0.34 ± 0.17	0.70 ± 0.96	0.36 ± 0.15	0.48 ± 0.52
C20:3n3	0.09 ± 0.09^{a}	0.05 ± 0.08^{b}	0.03 ± 0.02^{b}	0.03 ± 0.03^{b}	0.04 ± 0.01^{b}	0.02 ± 0.01^{b}	0.03 ± 0.02
C20:4n6	0.09 ± 0.09^{a}	0.05 ± 0.08^{ab}	0.03 ± 0.02^{b}	0.03 ± 0.03^{b}	0.04 ± 0.01^{b}	0.02 ± 0.01^{b}	0.03 ± 0.02
C20:5n3	0.15 ± 0.14	0.19 ± 0.15	0.77 ± 0.10	0.15 ± 0.11	0.22 ± 0.30	0.21 ± 0.10	0.19 ± 0.17
C22:2	0.30 ± 0.13^{a}	0.20 ± 0.14^{b}	0.15 ± 0.07^{bc}	0.10 ± 0.07^{c}	0.18 ± 0.18^{bc}	0.11 ± 0.03^{bc}	0.14 ± 0.11
C22:6n3	0.01 ± 0.00^{a}	0.01 ± 0.00^{ab}	0.00 ± 0.00^{b}	0.01 ± 0.00^{b}	0.01 ± 0.01^{ab}	0.01 ± 0.00^{ab}	0.01 ± 0.00
Total PUFA	15.60 ± 4.31	15.32 ± 4.63	17.02 ± 5.24	17.50 ± 5.04	17.09 ± 5.75	19.31 ± 3.95	17.60 ± 5.04
Total USFA	51.24 ± 7.71	48.83 ± 10.22	50.91 ± 9.84	52.28 ± 10.50	52.42 ± 8.37	54.48 ± 4.68	52.34 ± 8.74

1) Values are mean ± standard deviation.
Values with different small superscripts in row are significantly different by repeated measures of Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.
MUFA: monounsaturated fatty acids, PUFA: polyunsaturated fatty acids, USFA: unsaturated fatty acids.

수유단계별로 모유 지방의 P/S와 n6/n3 및 18:2n6/18:3n3 비율은 Table 6과 같았다. P/S 비율은 수유단계별로 다르지 않았으며 초유는 0.34이었고, 이행유는 0.33이었으며, 성숙유는 0.38~0.44의 범위로 평균은 0.40이었다. n6/n3 비율은 초유에서는 13.98이었고, 이행유는 10.41이었으며, 성숙유는 9.48~12.87의 범위로 평균은 11.16이었다. n6/n3 비율은 수유단계별로 유의한 차이를 보였는바, 초유가 높았고 3개월 성숙유와는 유의한 차이를 보였다. 한편 18:2n6/18:3n3 비율은 초유는 18.46이었고, 이행유는 11.92이었으며, 성숙유에서는 10.55~15.38의 범위로 평균은 12.84이었고, 초유에서 높은 경향을 보였으나 변이가 커서 통계적 유의성은 없었다.

5. 모유의 트랜스지방산 조성

모유의 트랜스지방산 조성은 Table 7에 정리하였다. 초유와 이행유 및 성숙유 모두에서 C16:1n9t, C18:1n9t, C18:2n6t12t, C18:2n6t12c, C18:2n6c12t 및 C18:2n6t11t 등 모두 6종의 트랜스지방산이 확인되었다. 총 tFA 함량은 초유는 1.89%이었고, 이행유는 1.78%이었으며, 성숙유는 1.78~2.25% 범위로서 성숙유의 평균은 2.08%였다. 이중에서 C18:1n9t 함량이 초유, 이행유 및 성숙유 평균 각각 1.12%, 1.11% 및 1.34%로 가장 높았는바, 초유에서는 총 tFA의 59.26%이었으며, 이행유에서는 62.36%이었고, 성숙유에서는 64.42%이었다. 총 tFA 함량과 주요 트랜스지방산인 C18:1n9t 함량은 수유단계에 따른 변화를 보이지 않았으나 C18:2n6t11c와 C18:2n6c11t는 초유에 유의하게 낮았고 수유기간이 경과하면서 증가하는 추세를 보였다. 한편 C18:2n6t11t (conjugated linoleic acid) 함량은 초유에는 0.13%이었고, 이행유에는 0.15%이었으며, 성숙유에는 0.11~0.14%의 범위로 성숙유의 평균은 0.13%이었다.

6. 모유영양아의 트랜스지방산 추정 섭취량

전적으로 모유를 섭취하는 영아의 하루 트랜스지방산 추정 섭취량은 Table 8과 같았다. 초유를 섭취할 때는 0.18 g/d이었고, 이행유를 섭취할 때는 0.29 g/d이었으며, 성숙유를 섭취하는 시기에는 0.53 g/d이었다. 이러한 결과, 모유영양아의 트랜스지방산 섭취량은 초유 섭취 시에 낮았고 성숙유 섭취 시에 높아 수유단계별로 유의한 차이를 보였다.

Table 6. The ratios of P/S, n6/n3, and 18:2n6/18:3n3 of the breast milk over the 6 months of postpartum

	Colostrum	Transitional	Mature				
	3 – 7 d (n = 27)	10 – 17 d (n = 24)	1 m (n = 15)	2 m (n = 14)	3 m (n = 14)	6m (n = 10)	Average
P/S	0.34 ± 0.02[1)]	0.33 ± 0.03	0.38 ± 0.04	0.40 ± 0.04	0.39 ± 0.05	0.44 ± 0.03	0.40 ± 0.02
n6/n3	13.98 ± 1.48^{a}	10.41 ± 0.59^{ab}	12.87 ± 0.73^{ab}	11.62 ± 1.02^{ab}	9.48 ± 0.99^{b}	10.48 ± 0.64^{ab}	11.16 ± 0.47
18:2n6/18:3n3	18.46 ± 5.46	11.92 ± 0.62	15.38 ± 1.25	13.07 ± 1.22	10.55 ± 1.13	12.17 ± 0.94	12.84 ± 0.63

1) Values are mean ± standard deviation.
P/S: polyunsaturates/saturates, n6/n3: n6 series of fatty acids/n3 series of fatty acids.
Values with different small superscripts in row are significantly different by repeated measures of Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

Table 7. Trans fatty acid composition (wt %) of the breast milk over the 6 months of postpartum

	Colostrum	Transitional	Mature				
	3 – 7 d (n = 27)	10 – 17 d (n = 24)	1 m (n = 15)	2 m (n = 14)	3 m (n = 14)	6 m (n = 10)	Average
C16:1n9t	0.43 ± 0.36[1)]	0.30 ± 0.15	0.30 ± 0.19	0.26 ± 0.08	0.27 ± 0.11	0.25 ± 0.07	0.27 ± 0.13
C18:1n9t	1.12 ± 0.44	1.11 ± 0.86	1.29 ± 0.66	1.56 ± 1.73	1.04 ± 0.80	0.80 ± 0.76	1.34 ± 1.08
C18:2n6t12t	0.07 ± 0.14	0.08 ± 0.08	0.07 ± 0.04	0.10 ± 0.10	0.08 ± 0.04	0.08 ± 0.05	0.08 ± 0.06
C18:2n6t12c	0.09 ± 0.08^{c}	0.11 ± 0.07^{bc}	0.14 ± 0.07^{abc}	0.18 ± 0.10^{a}	0.15 ± 0.04^{ab}	0.20 ± 0.06^{a}	0.17 ± 0.07
C18:2n6c12t	0.04 ± 0.06^{c}	0.04 ± 0.06^{c}	0.09 ± 0.06^{abc}	0.13 ± 0.07^{a}	0.10 ± 0.06^{ab}	0.08 ± 0.08^{bc}	0.10 ± 0.07
C18:2n6t11t[2)]	0.13 ± 0.08	0.15 ± 0.14	0.12 ± 0.05	0.13 ± 0.08	0.14 ± 0.05	0.11 ± 0.02	0.13 ± 0.06
Total tFA	1.89 ± 0.63	1.78 ± 1.04	2.02 ± 0.75	2.35 ± 1.90	1.78 ± 0.91	2.23 ± 0.78	2.08 ± 1.19

1) Values are mean ± standard deviation.
2) Conjugated linoleic acid
Values with different small superscripts in row are significantly different by repeated measures of Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.
tFA: trans fatty acids.

Table 8. Estimated intakes of trans fatty acids of breast-fed infants over the 6 months of postpartum

	Colostrum	Transitional	Mature
	3 - 7 d (n = 27)	10 - 17 d (n = 24)	1 - 6 m (n = 53)
Trans fatty acids			
(g/d)	0.18 ± 0.03[b1)]	0.29 ± 0.04[b]	0.53 ± 0.06[a]
% Fat	1.89 ± 0.63	1.78 ± 1.04	2.08 ± 1.19
% Energy	0.5 ± 0.08	0.8 ± 0.11	1.1 ± 0.12

1) Values are mean ± standard deviation.
Values with different small superscripts in row are significantly different by repeated measures of Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

고 찰

1. 수유부의 식사섭취상태

본 조사대상자의 에너지 섭취량은 한국인 영양섭취기준(Dietary Reference Intakes for Koreans; KDRIs) (Korean Nutrition Society 2005)의 20~29세와 30~49세 수유부의 에너지 필요추정량(Estimated Energy Requirements; EER)인 2,420 kcal 및 2,220 kcal에 비해 분만 후 1개월은 근사하였으나 2 및 3개월은 상당히 낮았고 6개월에는 다소 회복되었으나 여전히 낮은 수준이었다. 그러나 국내에서 수행된 수유부에 대한 선행연구(Moon 등 1992; Lee 등 1993; Lim & Lee 1996)의 결과들보다는 높은 편이었다. 단백질 섭취량은 조사 기간 모두 KDRIs의 20~49세 수유부의 단백질 평균필요량(Estimated Average Requirements; EAR)인 55 g를 상회하였으며, 에너지 섭취량과 같이, 분만 후 1개월에 높았다가 2월 및 3개월에 낮아졌으며 6개월에 회복되는 경향을 보였다. 지방 섭취량은 이금주 등(1993)이 보고한 29.1 g/d의 거의 두 배에 달하는 높은 수준이었다. 이러한 이유로 지방에너지비가 식사섭취실태를 조사한 전 기간 모두 20%를 상회하였다. 이와 같은 본 연구결과는 수유부의 식사섭취실태가 10여 년 전에 비해 지방 섭취량이 증가해 에너지 섭취량이 높아졌다는 점을 알려준다.

본 조사대상자의 지방산 섭취실태는 본인 등이 동일한 지역에서 수행한 선행연구(Lee 등 1993; Lim & Lee 1996b)의 결과에 비해 포화지방산 섭취 비율이 높았고 다가불포화지방산의 섭취 비율이 낮았다. 본인 등(Lee 등 1996)이 10년 전에 발표한 자료에 의하면 분만 후 4~12주 사이에 수유부가 섭취한 식사 지방의 P/S 비율은 1.4/1에서 1.8/1 사이였다. 이러한 차이는, 조사대상자가 다르고 조사방법도 동일하지 않아 단정하기는 어려우나, 10여 년 전에 비하여 수유부의 지방 섭취량이 증가에 주로 포화지방이 기여하였음을 시사한다.

본 조사대상자가의 트랜스지방산 섭취상태를, 국내외 수유부에 관한 자료가 거의 없어, 타 문헌과 비교하거나 변화추이를 고찰하기 어렵다. 국내에서는 2000년에 식품섭취빈도법으로 조사한 여고생의 트랜스지방산 섭취량이 4.24 g/d이었는바(Noh 등 2000), 본 연구결과는 이와 비교해 낮은 편이었다. 그러나 최근 한국의 식품의약품안전청이 발표한 우리나라 성인의 트랜스지방산 섭취량은 0.18 g/d이었고(KFDA 2006) 또한 Infrared spectrophotometer로 분석한 기숙사 식사를 통해 여대생이 섭취한 트랜스지방산은 0.63 g/d(Won & Ahn 1990)이었다. 이들 두 자료와 비교할 때 본 연구결과는 상당히 높은 수준이라고 판단된다. 그러나 영국 남녀 성인 각각 5.6 및 4.0 g/d(British Nutrition Foundation 1995)이나 미국 성인 남성(Troisi 등 1992) 등 서구 국가들에서 보고된 수준인 3~17 g/d(Mansour & Sinclair 1993) 보다는 낮았다. 그러나 총 지방 섭취에 대한 트랜스지방산 섭취 비율은 상동 미국인 남성의 5.5%(Troisi 등 1992)보다는 낮았으나 상동 영국 여성의 4.0%((British Nutrition Foundation 1995)와 근사하였고, 에너지 섭취량에 대한 비율은 WHO의 권고수준인 1% 전후이었다.

2. 모유의 지질 함량

모유의 총 지질 함량이 초유에서 이행유를 거쳐 성숙유가 되면서 점차 증가한다는 점은 잘 알려져 있는바(Jansson 등 1981; Anderson 등 1981), 본 연구결과는 이를 확인하였다. Hall(1975)은 일찍이 모유의 지질 함량 증가가 신생아의 소화기계 및 맛감각과 인지발달에 도움이 된다고 하였다 한국인 모유에서도 초유부터 분만 12주의 성숙유까지 총 지질 함량이 1.39 g/dL에서 3.27 g/dL로 증가했다고 Choi 등(1991)이 이미 보고한바 있다. 그러나 초유와 이행유의 총 지질 함량에 관한 국내외의 선행연구 결과는 다양하다. 이러한 다양성은 수유부의 식사와 체지방의 저장상태 등 여러 요인의 영향이 있을 것이나 초유에서 성숙유에 이르기까지 모유의 총 지질 함량이 역동적으로 변하므로 초유와 이행유 시료를 채취한 시기가 중요한 일 원인이 아닐까 생각된다. 한편, 본 연구에서 분석된 성숙유의 평균 총 지질 함량인 3.3 g/dL는 국내에서 조사된 2.67 g/dL(Lim & Huh 1994)나 2.77 g/dL(Yoon 1983)보다는 높았고 3.30 g/dL(Lee & Chung 1985; Choi 등 1991)과 근사하였다. 이러한 차이는 수유부의 식사섭취상태나 체지방 상태의 차이로도 설

명할 수 있겠으나 전유와 후유의 지질 함량에 차이가 크므로 모유시료를 채취한 방법의 차이가 중요한 일 요인일 것이라 생각된다(Ferris & Jensen 1984). 한편 본 연구에서 성숙유 단계에 들어 총 지질 함량이 변하지 않은 점은 성숙유 기간 중에 총 지질 함량이 일정하게 유지되었다는 보고(Anderson 등 1981; Jansson 등 1981)와 일치하였다. 그러나 성숙유 단계에서도 총 지질 함량이 계속 증가한다는 보고도 있다(Clark 등 1982; Bitman 등 1983; Ferris 등 1988). 이러한 차이가 모유시료의 채취 방법의 상이함 때문인지, 수유부의 식생활이 다르기 때문인지, 체지방 상태가 같지 않아서인지 또한 영아의 성장과는 어떤 관련이 있는지에 관해 보다 깊은 연구가 필요하다.

본 연구에서 수유기간에 따른 모유의 중성지방 함량의 변화는 총 지질 함량의 변화와 동일한 추세를 보였다. 이는 모유 지질의 대부분이 중성지방인 점을 생각할 때 이해된다. 본 연구에서는 총 지질에 대한 중성지방의 비율이 92.5%~93.3%로 98% 이상(Jensen 등 1980)에 비해 다소 낮았는데 이는 모유 시료의 저장기간 중 중성지방이 분해되었을 가능성을 생각해 볼 수 있겠다. 한편 콜레스테롤 함량은, 중성지방과는 달리, 이행유에서 가장 높았다. 그러나 총 지질에 대한 콜레스테롤의 비율은 초유에서 가장 높았고 성숙유에서는 일정한 수준이 유지되었다. 이는 수유기간이 경과하면서 모유의 지방구가 커지기 때문이라 생각된다(Patton & Long 1978). 특히 6개월 성숙유에서 총 지질 함량이 감소하는 경향을 보였음에도 불구하고 총 지질 대비 콜레스테롤 비율이 동일하였던 점은 이를 지지한다. 국내외 여러 문헌마다 모유의 콜레스테롤 함량이나 총 지질 대비 콜레스테롤 비율이 다른 점은 수유부의 콜레스테롤 섭취량이나 모유 시료의 채취 방법의 차이 또는 분석방법의 차이에 기인한 것이 아닌가 생각된다. Ferris 등(1984)은 모유의 콜레스테롤 함량이 동일 시료에서도 분석방법에 따라 차이를 보인다고 하였다.

3. 모유의 지방산 조성

본 연구에서 모유의 포화지방산 함량 비율은 이행유를 제외하고는 50%에 다소 못 미치는 수준으로 Choi 등(1991)이 보고한 초유의 43.81% 및 성숙유의 49.41%와 근사하였으며 또한 본인 등(Lim & Huh 1994) 및 Yoon(1983)의 결과와도 비슷하였다. 그러나 Lee & Chung(1985)이 얻은 결과와 비교해서는 초유, 이행유, 성숙유 모두 낮은 편이었다. 포화지방산의 총 비율 및 주요 포화지방산인 C16:0과 C18:0의 비율은 수유단계별로 차이를 보이지 않았다. 그러나 중쇄지방산인 C10:0과 C12:0과 장쇄지방산인 C20:0, C23:0과 C24:0은 수유기간에 따른 차이를 보였다. Capric acid (C10:0)와 lauric acid (C12:0)가 초유에서 현저하게 낮다는 점은 국내에서 이미 보고(Yoon 1983; Moon 등 1993)된 바 있으며, 외국에서도 확인되었다(Read & Sarrif 1965; Gibson & Kneebone 1981; Jansson 등 1981). 그러나 이에 대한 생리적 의미를 부여하기는 쉽지 않다. 본 연구에서 C10:0과 C12:0의 함량 변화가 서로 일치하지 않았으며 일관성이 결여된 점도 생리적 의미를 단정하는데 걸림돌이 된다. 한편 포화지방산 중에서 장쇄지방산의 농도가 초유에서 높은 점은 생애초기에 이들 지방산의 필요량이 많은 점을 반영하는 것이라고 추측된다.

본 연구에서 모유의 총 불포화지방산 함량은, 수유단계에 따른 유의한 차이 없이, 이행유를 제외하고는 50%를 약간 상회하는 값을 보였다. 이러한 결과는 국내의 선행연구 자료(Yoon 1983; Choi 등 1991; Lim & Huh 1994)와 근사하였다. 이중 단일불포화지방산 함량은 본인 등(Lim & Huh 1994)이 이미 보고한 성숙유의 33.7%와 유사했으며 수유기간에 따른 변화가 없는 점도 일치했다. 초유에서 단일불포화지방산 함량이 높은 경향을 보였다는 일부 연구결과(Yoon 1983; Lee & Chung 1985; Choi 등 1991)도 있으나, 모유의 지방산 조성이 모체의 저장 지방의 지방산 조성과 식사 지방의 지방산 조성의 영향을 받는다는 점을 생각할 때 이러한 차이는 이해된다. 본 연구에서는 단일불포화지방산 중에서 C24:1만이 수유기간에 따른 차이를 보였다. 한편 다가불포화지방산 함량은 Yoon(1983)이 보고한 초유의 18.14%나 이행유의 14.10% 및 성숙유의 14.44%~17.73%와 근사하였다. 수유단계별로 다가불포화지방산 함량이 다르지 않게 나타난 본 연구결과는 초유가 성숙유에 비하여 다가불포화지방산 함량이 높았다는 일부 선행연구(Gibson & Kneebone 1981; Jansson 등 1981; Bitman 등 1983; Yoon 1983) 결과와 일치하지 않으나 역시 위에서 설명한 바대로 이러한 차이는 이해된다. 본 연구에서는 다만 C20:2, C20:3n3, C20:4n6, C22:2 및 C22:6n3 등 C20 이상의 장쇄다가불포화지방산 함량이 초유에서 유의하게 높았고 C18:2n6t12c, C18:2n6c12t의 트랜스지방산을 포함해 C18:3n3 등 C18의 다가불포화지방산은 초유에서 낮았다. 이러한 점은 영아초기에 C18의 다가불포화지방산보다는 C20 이상의 장쇄다가불포화지방산에 대한 요구가 높은 것이 아닌가 하는 점을 시사한다.

본 연구에서 얻은 모유의 P/S비율은 한국인 모유의 0.37(Choi 등 1991)과 근사하였으나 본인 등(Lim & Huh 1994)이 조사한 0.46 보다는 낮은 편이었고, 유럽인 모유의 0.36(Hazer 1984) 및 0.4(Chardigny 등 1995)와

비슷했으나, 미국인 모유의 0.25(Vouri 등 1982)보다는 높은 편이었다. 본 연구에서 나타난 n6/n3 비율은 Chardigny 등(1985)의 12.42와 근사했으나 18:2n6/18:3n3 비율은 상동 문헌(1985)의 20.95보다 낮은 편이었고 본인 등(Lim & Huh 1994)이 발표한 9.51~11.98보다는 높은 편이었다.

5. 모유의 트랜스지방산 조성

본 연구에서 나타난 총 트랜스지방산 함량은 Chen 등(1995)의 보고한 0.1~17.2% 범위에 포함되었으나 낮은 수준이었고, 캐나다인 모유의 7.19%(Innis & King 1999)에 비해 크게 낮았고, 독일인 모유의 3.81%(Precht & Mclkkentin 1999)보다 역시 낮았으나, 프랑스인 모유의 1.9%(Chardigny 등 1985)와 근사하였다. 주요 트랜스지방산인 C18:1n9t 함량도 미국인 모유의 3.7%(Finley 등 1985)나 캐나다인 모유의 5.9%(Chen 등 1995)에 각각 1/3 내지 1/5 정도로 낮았다. 본 연구에서 모유의 트랜스지방산 함량이 낮은 수준을 보인 결과는 본 조사대상자의 트랜스지방산 섭취량이 낮은 수준이었음을 반증한다. 따라서 이들 수유부의 지방조직 내 트랜스지방산 함량도 낮은 상태이었을 것이라 추측할 수 있다. 모유의 트랜스지방산 함량은 모체의 트랜스지방산 섭취량과 모체 지방조직의 트랜스지방산 함량에 영향을 받으나 지방조직의 C18:1n9t 함량은 트랜스지방산 섭취량과 고도의 상관을 보인다는 점(Carlson 등 1997)을 생각할 때 이해된다.

주요 트랜스지방산은 아니나 C18:2n6t11c와 C18:2n6c11t 함량이 초유에 유의하게 낮았고 수유기간이 경과하면서 증가하는 추세를 보인 점은 본 조사대상자의 트랜스지방산 섭취량이나 트랜스지방산의 에너지 비율이 초유 분비기간에 낮은 경향을 보였던 점과 일치하였다.

6. 모유영양아의 트랜스지방산 추정 섭취량

본 연구에서 추정된 모유영양아가 모유를 통해 섭취하는 트랜스지방산의 총 지방 섭취에 대한 비율은 초유, 이행유 및 성숙유 섭취 시기 각각 1.89%, 1.78% 및 2.08%로 앞서 모유의 트랜스지방산 조성에서 언급한 바대로 서구인의 모유에 비해 낮았으며 수유단계에 따른 차이는 없었다. 그러나 모유영양아가 섭취하는 트랜스지방산의 에너지 비율 추정치는 초유 섭취 시에는 약 0.5% 수준이었으며, 이행유 섭취 시기에는 0.8% 정도이었고, 성숙유 섭취기간 중에는 1.1% 정도로 수유단계가 진행되면서 점차 증가하는 경향을 보였다. 성숙유 섭취 시의 트랜스지방산 에너지 비율은 WHO의 권고수준인 1%와 근사하였다. 이는 본 조사대상자인 수유부가 섭취한 트랜스지방산의 에너지 비율과 비슷하였다.

요약 및 결론

본 연구에서는 만기에 정상아를 분만하고 모유를 수유하는 수유부 27명을 조사대상자로 선정하여 초유, 이행유 및 분만 후 1, 2, 3 및 6개월 성숙유의 지방산 조성을 트랜스지방산에 초점을 맞추어 살펴보고 이를 근거해 모유영양아의 트랜스지방산 섭취량을 추정해 보았다. 또한 분만 후 1, 2, 3 및 6개월에 수유부의 트랜스지방산 섭취상태가 어떠한지도 조사하였다.

본 조사대상자의 에너지 섭취량은 분만 후 1개월을 제외하고는 EER을 충족하지 못하였다. 그러나 단백질 섭취량은 분만 후 1, 2, 3 및 6개월 모두 EAR을 상회하였다. 단백질, 탄수화물 및 지방 에너지 비율은 각각 14%~17%와 58%~64% 및 21~27% 사이였다. 분만 후 1개월에는 탄수화물 에너지 비율이 높았으나, 6개월에는 지방 에너지 비율이 높았으며, 분만 후 1개월에는 다기불포화지방산 섭취량이 낮은 경향을 보였다. 트랜스지방산 섭취량은 분만 후 1, 2, 3 및 6개월에 2.3~2.8 g/d 범위로, 지방 섭취에 대한 비율은 4.0%~4.5%이었고, 에너지 섭취에 대한 비율은 0.8~1.2%로 WHO 권고수준인 1% 전후이었다.

본 조사대상자 모유의 총 지질 함량은 수유단계별로 1.6~3.6 g/dL의 범위이었으며, 초유와 이행유를 거쳐 성숙유에 이르면서 총 지질 함량이 유의하게 증가했다. 중성지방 함량은 1.5~3.4 g/dL의 사이로 수유단계별로 총 지질의 변화 경향과 유사하였다. 콜레스테롤 함량은 19.0~34.2 mg/dL의 범위이었으며 이행유에서 가장 높았다. 그러나 총 지질 대비 콜레스테롤 비율은 초유가 가장 높았고 이후 감소했으나 성숙유 분비 기간 중에는 분만 후 6개월까지 동일한 비율이 유지되었다.

본 조사대상자 모유의 포화지방산 비율은 이행유만 제외하고는 모두 50%에 약간 미치지 못하였고 불포화지방산 함량은 이행유를 제외하고는 전부 50%를 약간 상회하였다. 포화지방산과 불포화지방산 및 단일불포화지방산과 다가불포화지방산 비율은 모두 수유단계에 따른 차이가 없었다. 그러나 중쇄지방산인 C10:0과 C12:0 비율과 C18:3n3 지방산은 초유에서 낮았으며, 반대로 장쇄포화지방산인 C20:0, C23:0 및 C24:0 및 장쇄단일불포화지방산인 C24:1 및 장쇄다가불포화지방산인 C20:2, C20:3n3; C20:4n6, C22:2 및 C22:6n3은 초유에서 높았다. 모유의 P/S비율은 0.34~0.44의 범위로 수유단계별로 유의하게 다르지 않았다. 그러나 n6/n3 지방산 비율은 초유에서 유의하게 높았고 수유기간이 경과하면서 낮아졌다. 18:2n6/18:3n3 지방산

비율은 초유에서 높은 경향이었으나 유의성은 보이지 않았다.

본 조사대상자 모유의 트랜스지방산은 초유, 이행유, 성숙유 모두에서 C16:1n9t, C18:1n9t, C18:2n6t12t, C18:2n6t12c, C18:2n6c12t, C18:2n6t11t 등 모두 6종이 확인되었다. 총 트랜스지방산 비율은 초유는 1.89%이었고, 이행유는 1.78%이었으며, 1~6개월 성숙유는 1.78%~2.25%로서 성숙유의 평균은 2.08%였다. 6종의 트랜스지방산 중에서 C18:1n9t 비율이 가장 높았으며, 초유에서는 총 트랜스지방산의 59.26%이었고, 이행유에서는 62.36%이었으며, 성숙유에서 64.42%를 차지하였다. 총 트랜스지방산과 C18:1n9t 비율 모두 수유단계에 따른 차이는 없었다.

이러한 결과, 모유영양아의 하루 평균 트랜스지방산 추정 섭취량은 초유 섭취 시에는 0.18 g/d이었고, 이행유 섭취 때는 0.29 g/d이었으며, 성숙유 시기에는 유의하게 증가해 0.53 g/d이었다. 이러한 결과, 모유영양아의 트랜스지방산 섭취는 총 지방 섭취의 4.0%~4.5%이었고 에너지 섭취에 대한 비율은 초유, 이행유 및 성숙유 섭취 시기 각각 0.5%, 0.8% 및 1.1% 정도로 추정되었다. 성숙유 섭취 때의 트랜스지방산 에너지 비율은 WHO의 권고수준인 1%에 달하였고, 본 조사대상자 수유부의 트랜스지방산 에너지 비율과 같은 수준이었다.

이상의 본 연구결과를 통해 한국인 수유부의 트랜스지방산 섭취량이 서구인에 비해 높지 않으며, 모유의 트랜스지방산 함량도 서구인의 모유에 비해 낮은 수준이고, 따라서 모유영양아의 트랜스지방산 섭취량도 적은 편임을 알 수 있었다. 그러나 한국인의 식생활이 점차 서구화되고 지방 섭취량이 증가하고 있으므로 모유의 트랜스지방산 함량이 증가하지 않도록 수유여성은 트랜스지방산 섭취에 대해 주의해야 할 것이라 생각된다.

참 고 문 헌

Ackmen RG, Hooper SN (1974): Linolenic acid antifacts from the deodorization of oils. *J Am Oil Chem Soc* 51(1): 42-49

Anderson GH, Akinson SA, Bryan MH (1981): Energy and macronutrients content of human milk during early lactation from mothers giving birth prematurely and at term. *Am J Clin Nutr* 34(2): 258-265

Ascherio A, Willet WC (1997): Health effects of trans fatty acids. *Am J Clin Nutr* 66(4s): 1006s-1010s

Bitman J, Wood DL, Hamosh M, Hamosh P, Mehta NR (1983): Composition of the lipid composition of breast milk from mothers of term and preterm infants. *Am J Clin Nutr* 38(2): 300-312

British Nutrition Foundation (1995): Trans fatty acids. BNF, London

Carlson SE, Clandinin MT, Cook HW, Emken EA, Filer LT (1997): Trans fatty acids: infant and fetal development. *Am J Clin Nutr* 66(3s): 717s-736s

Chardigny JM, Wiff RL, Sebedio JL, Martine L, Juaneda P (1985): Trans mono- and polyunsaturated fatty acids in human milk. *Eur J Clin Nutr* 49(4): 523-531

Chen ZY, Pelletier G, Hollywood R, Ratnayake WM (1995): Trans fatty acid isomers in Canadian human milk. *Lipids* 30(1): 15-21

Choi MH, Moon SJ, Ahn HS (1991): 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. *Korean J Nutr* 24(2): 77-86

Clark RM, Ferris AM, Fey M, Humdrieser KE, Brown PB, Jensen RG (1982): Changes in the lipids of human milk from 2 to 16 weeks postpartum. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1(3): 311-315

Ferris AM, Dotts MA, Clark RM, Etrin M (1988): Macronutrients in human milk at 2, 12 and 16 weeks postpartum. *JADA* 88(6): 694-697

Ferris AM, Jensen RG (1984): Lipid in human milk. A review 1. Sampling, determination, and content. *J Pediatr Gastroentrol Nutr* 3(1): 108-122

Finley DA, Loennerdal B, Dewey KB, Grivetti LE (1985): Breast milk composition: fat content and fatty acid composition in vegetarians and non-vegetarians. *Am J Clin Nutr* 41(4): 787-800

Folch J, Lees M, Stanley GHS (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226(3): 497-509

Gibson RA, Kneebone GM (1981): Fatty acid composition of human colostrum and mature breast milk. *Am J Clin Nutr* 34(2): 252-257

Grandgirard A, Bourre JM, Julliard F, Homayound P, Dumont L, Piciotti M, Sebedio JL (1994): Incorporation of trans long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids in rat brain structure and retina. *Lipids* 29(4): 251-258

Hall B (1975): Changing composition of human milk and early development of an appetite control. *Lancet* 1(7910): 779-781

Hanis T, Zidek V, Sachova J, Klir P, Deyl Z (1989): Effects of dietary trans fatty acids on reproductive performance of Wister rats. *Br J Nutr* 61(3): 519-529

Hazer G, Dieterrich I, Dieterrrich I, Haug M (1984): Effects of tthe diet on the composition of human milk. *Ann Nutr Metab* 28(4): 1861-1885

Houwelingen ACV, Hornstra G (1994): Trans fatty acids in early human development, in fatty acids and lipid: Biological aspects. In: Simopoulos C, Karger TE, eds. World Review of Nutrition and Diet. pp. 175-178, Kareer AG, Basel

Innis SM, King DJ (1999): Trans fatty acids in human milk are inversely associated with concentration of essential all-cis n-6 and n-3 fatty acids and determine trans, but not n-6 and n-3, fatty acids in plasma lipids of breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 70(3): 383-390

Jansson L, Akesson B, Holmberg L (1981): Vitamin E and fatty acid composition of human milk. *Am J Clin Nutr* 34(1): 8-13

Jensen RG, Bitman J, Carlson SE, Couch SC, Hamosh M, Newburg DS (1995): Human milk lipids. In: Jensen RG, ed. Handbook of Human Milk, pp. 495-576, Academic Press, New York

Jensen RG, Clark RM, Ferris AM (1980): Composition of the lipids in human milk: A review. *Lipids* 15(5): 345-355

KFDA (2006):http://www.kfda.go.kr/open_content/kfda/news/press_view.php?seq=1108

Kim SH, Nor KH, Moon JW, Song YS (2001): Trans fatty acids effects in humans. *Food Industry and Nutr* 6(2): 45-52

Koletzko B (1992): Trans fatty acids may impair biosynthesis of long-chain polyunsaturates and growth in man. *Acta Paediatr* 81(4): 302-306

Korean Nutrition Society (2005): Dietary Reference Intakes for Koreans. Gukjin, Seoul

Korean Nutrition Society (2003): CAN-PRO 2.0, Seoul

Larque E, Zamora S, Gil A (2000): Dietary trans fatty acids affect the essential fatty acid concentration of rat milk. *J Nutr* 130(4): 847-851

Larque E, Zamora S, Gil A (2001): Dietary trans fatty acids in early life: a review. *Early Hum Dev* 65(1s): s31-s41

Lee GJ, Moon SJ, Lee MJ, Ahn HS (1993): Postpartum changes in maternal diet body fat and antropometric measurements in lactating vs nonlactating women. *Korean J Nutr* 26(1): 76-88

Lee JA, Huh YR, Lee JI, Kim HA (1996): Lim H-S. Fatty acid intakes and plasma lipid concentration of lactating women and breast fed infants in Kwnagju. *Korean J Comm Nutr* 1(1): 41-46

Lee SK, Chung TH (1985): Lipid content of breast milk in Korean women. *Korean J Pediatr* 28(10): 977-987

Lim H-S, Huh YR (1994): Lipid and fatty acid composition of Korean breast milk and infant formula. *Korean J Nutr* 27(6): 563-573

Lim HS, Lee JA, Huh YR, Lee JI (1993): Intakes of energy, protein, lipid and lactose in Korean breast-fed and formula-fed infants. *Korean J Nutr* 26(3): 325-337

Lim H-S, Lee JA (1996): Effects of fish oil supplementation to Korean lactating women II. The effects on lipid content and fatty acid composition of breast milk. *Korean J Nutr* 29(2): 188-191

Loennerdal B (1986): Effects of maternal dietary intake on human milk composition. *J Nutr* 116(4): 499-513

Mansour MP, Sinclair AJ (1993): The trans fatty acid and positional (sn-2) fatty acid composition of some Australian margarines, dairy blends and animal fats. *Asia Pac J Clin Nutr* 3(2): 155-163

Moon SJ, Ahn HS, Lee MJ, Kim JH, Kim CJ, Kim SY (1993): A longitudinal study of the total lipid, total cholesterol, and Vitamin E content and fatty acids composition of human milk. *Korean J Nutr* 26(6): 758-771

Moon SJ, Lee MJ, Kim JH, Kang JS, Ahn HS, Song SW, Choi MH (1992): A longitudinal study of the total nitrogen, total lipid, and lactose contents in human milk and energy intake of breast-fed infants. *Korean J Nutr* 25(3): 233-247

Moreira NX, Curi R, Padovese R, Mancini-Filho J (2001): Incorporation of dietary trans monounsaturated fatty acids into tissues of Walker 256 tumor-bearing rats. *Braz J Med Biol Res* 34(4): 501-508

Noh K-H, Won M-S, Song Y-S (2003): Trans fatty acid isomers of processed foods commonly consumed in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(3): 325-337

Noh K-H, Song Y-S, Moon J-W (2000): Trans fatty acids intake of a girl's high school students in Pusan by food frequency questionnaire. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(5): 957-964

Patton S, Long CA (1978): Formation of intracellular fat droplets: Interrelation of newly synthesized phosphatidylcholine and triglyceride in milk. *J Dairy Sci* 61(10): 1392-1399

Precht D, Molkentin J (1999): C18:1, C18:2 and C18:3 trans and cis fatty acid isomers including conjugated cis delta 9, trans delta 11 linoleic acid (CLA) as well as total fat composition of German human milk lipids. *Nahrung* 43(4): 233-244

Read WWC, Sarrif A (1965): Human milk lipids. I. Changes in fatty acid compo-sition of early colostrum. *Am J Clin Nutr* 17(3): 177-179

Seol MY, Kim ES, Keum HK (1993): A longitudinal study on human milk intake in exclusively breast-fed infants. *Korean J Nutr* 26(4): 414-422

Slover HR, Carpenter DL (1981): Relative nutritional value of various dietary fats and oils. *J Am Oil Chem Soc* 58(3): 249-255

Stachowaka E, Chubek D, Ciechanowski K (2001): Trans isomers of unsaturated fatty acids-metabolic action and clinical effects. *Pol Merkuriusz Lek* 10(57): 173-176

USDA (2004): Trans fatty acids database. http://www. nal. usda. gov

Troisi R, Willett WC, Weiss SC (1992): Trans fatty acid intake in relation to serum lipid concentration in adult men. *Am J Clin Nutr* 56(5): 1019-1024

Won JS, Ahn MA (1990): A study on contents of trans fatty acids in food served at University dormitory and their composition. *Korean J Nutr* 23(1): 19-24

Yoon TH (1983): Effects of period of lactation and maternal diet on fatty acid composition of human breast milk. *Human Sci* 7(1): 53-61

Vijver P, Kardinaal AF, Couet C, Are A, Kafatos A, Seingrimsdottir L, Amorim CJ, Moreiras O, Becker W, Amelsvoort JM, Vidaljessel S, Salminen I, Moschandreas J, Sigfusson N, Martins I, Carbajal A, Ytterfors A, Poppel G (2000): Association between trans fatty acid intake and cardiovascular risk factors in Europe: the TRANIR study. *Eur J Clin Nutr* 54(2): 126-135