

모체 영양상태가 모유 형성에 미치는 영향

안 홍 석

성신여자대학교 식품영양학과

Effects of Maternal Nutrition on Human Lactation

Ahn, Hong Seok

Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University

서 론

Sosa등이¹⁾ 언급한 바 있는 “Feed the nursing mother : thereby the infant”라는 표현은 모체의 섭식과 영양상태가 모체의 수유능력, 즉 모유의 양과 질에 영향을 줄 수 있는 사실을 간단 명료하게 나타내는 것이다.

성장이 어느 시기보다 빠르고 위험한 영아기에 영양과 생리기능이 있는 요소들을 제공해 주는 모유의 역할을 잘 인식한다면, 모체의 불량한 영양상태가, 모유의 형성 즉 모유 생성량이나 모유의 성분에 좋지못한 영향을 줄 수 있다는 것도 충분히 생각할 수 있다.

그렇다면 과연 이러한 수유부에게 정규식사 이외에 영양소의 보충으로 모유의 양과 질을 개선시킬 수 있을까? 이에 대한 정보나 연구결과들이 축적된다면, 빈곤지역의 영양불량 상태를 효과적으로 개선할 수 있고, 저소득층 수유부에 대한 구체적인 영양상담도 가능하리라 본다. 뿐만 아니라 모체의 식사가 유즙의 영양소 수준에 미치는 영향을 파악함으로써, 모유영양아의 영양소 섭취량에 대한 표준화된 자료를 확립할 수 있고, 인공영양아를 위한 영양소 권장량이 책정될 수도 있으며, 영아용 조제분유나 유아식 개발에도 이를 이용할 수 있다. 더 나아가 유선조직이 어떤 특정 영양소의 섭취수준에 따라 반응한다고 가정할 때, 유선세포를 통한 영양소의 이동기전의 이해에도

중요한 기초자료가 될 수 있을 것이다.

한편 이 분야의 연구를 수행하고자 할 때 바람직한 연구대상은 수유부의 영양상태가 “저조한 경우” “정상 조건” “과다 상태”로 분류될 수 있고 동시에 이들의 영양상태가 일정기간 지속되는 것이지만 현실적으로는 실현되기 어렵다. 특히 이와같은 연구조건은 우리나라나 개발도상국가에서는 거의 찾아 볼 수 없다. 게다가 계절에 따라서도 섭취하는 식품의 종류나 영양소 섭취량이 다르며, 가뭄, 홍수, 전쟁 등도 식품공급에 갑작스러운 변화를 야기시킬 수 있고 수유부의 질병이나 약물 복용 역시 영양소 섭취나 대사에 영향을 주며, 수유능력에도 변화를 주게 된다.

이와같은 환경들이 개발도상국에서 수유 및 모유연구를 수행하고자 할 때 당면하는 어려운 점이라고 볼 수 있으나, 영양상태가 양호한 여성에게 한 두 종류의 영양소를 첨가하여 영양소의 과다 섭취 효과를 찾아보는 연구는 보다 더 용이하게 접근할 수 있다. 수유연구에 있어서, 이러한 환경요인 외에, 영양소 사이의 상호작용도 고려하여야 한다. 왜냐하면, 식이단백질 결핍은, 유즙의 나이 아신 함량에도 영향을 줄 수 있고, 수유부가 열량 섭취량을 갑작스럽게 감소시킨다면, 체조직에 저장되었던 영양소나 독성인자들이 유리되어 유즙 성분에 반영될 것이기 때문이다. 따라서 모체의 식사내용이나 영양소 섭취정도, 체중감소 및 건강상태 등의 여건을 종합적으로 고려했을 때에만

이러한 연구에서 얻어진 결과들을 의미있게 통찰할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 모체의 영양상태가 모유분비량 및 모유의 영양소 함량에 미치는 영향에 관하여 지금까지 발표된 국내외 연구문헌의 내용을 개관하였다.

1. 모유 분비량

영양상태가 양호한 수유부 집단과 좋지 못한 영양상태를 보이는 대상에 대하여 1970년 중반부터 현재까지 행해진 수유연구를 종합해 볼때²⁻⁶⁾ 영아가 하루 섭취하는 모유량은 서로 큰 차이가 없었다(Fig. 1).

영양상태가 극히 좋지 않은 잠비아 수유부에서 측정된 1일 모유 분비량은 영양이 좋은 영국, 스웨덴 및 미국 수유부에서 분비된 양과 거의 같았다. 그러면 저조한 모체 영양상태 하에서 모유 분비량이 어떻게 유지되어질 수 있는가?

Prentice등이⁶⁾ 수행한 잠비아의 수유연구에서 우기(Wet season : 1200kcal/day)와 건기(Dry season : 1700kcal/day) 동안 수유부의 혈청 prolactin 농도를 측정된 결과 우기때 저조한 영양상태를 나타낸 수유부들의 평균 혈청 prolactin 농도가 건기동안 영양상태가 좋은 수유부에서 측정된 농도보다 훨씬 증가되어 있었으며 또한 영양이 좋게 유지된 영국 수유부들에서 보다는 높게 나타났다⁷⁾. 영양상태가 저조한 이들 수유부에게 열량과 미량 영양소들을 보충하였을 때, 혈청 prolactin 함량은 낮아지기 시작하여 영국 수유부에서와 거의 비슷한 수치를 보였다. 그러므로 prolactin의 작용을 통해서 유즙합성을 자극하는 일종의 보상 기전이 존재한다는 것을 생각할 수 있다.

영양상태가 좋은 수유부가 체중조절을 위해 diet를 실시할 때 즉, 하루 1500kcal이하의 열량섭취를 하게 되면, 혈청 prolactin 수준은 증가되기 시작했다. 모체의 식이섭취가 prolactin 함량에 영

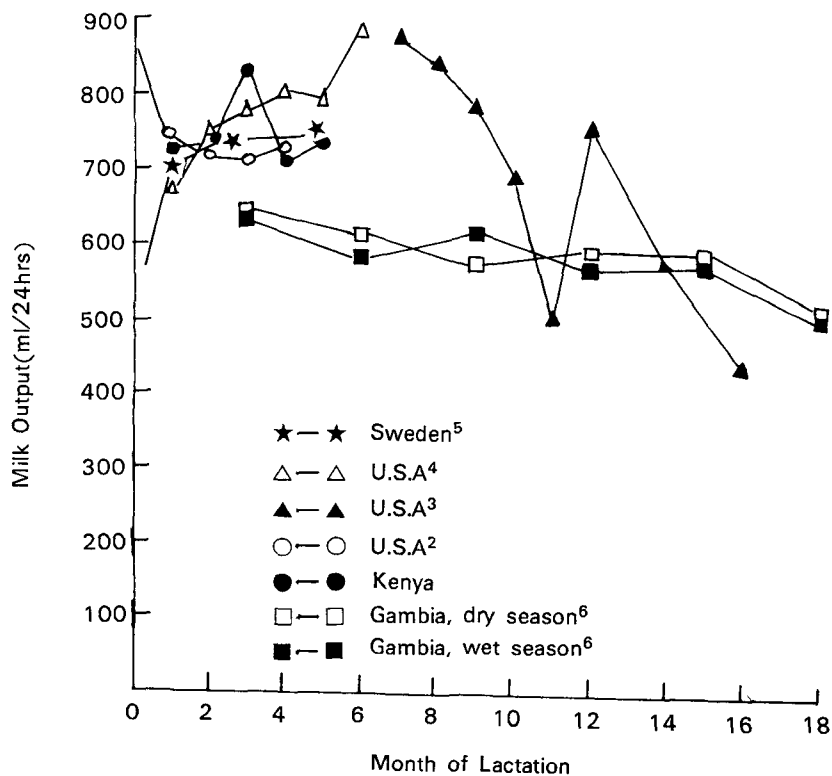


Fig. 1. Daily milk volume.

향을 주고 있음이 밝혀졌지만, 이러한 영향을 유발시키는 기전에 관한 정보는 아직 제한되어 있다.

만약 수유부의 부적절한 영양소 섭취나 저조한 영양상태를 보상할 수 있는 기전이 존재한다면, 모체의 대사능력이, 이러한 반응을 발휘하는데, 어떤 한계치가 존재하는가에 의문을 던지게 된다. 1985년 Robert등은⁸⁾ 수유하고 있는 baboons을 대조군과, 대조군의 열량 중 80% 및 60%에 해당하는 열량제한군으로 나누어 유즙량을 비교한 바, 대조군 열량섭취의 60% 식이그룹의 유즙 분비량은 대조군이나 80% 식이군에서 보다 현저하게 감소되었음을 관찰하였다. 이는 대조군의 60% 이하에 해당되는 열량섭취란 이 동물에서 모체조직이 정상적인 유즙량을 생성할 수 있는 한계치 이하가 됨을 제시하는 셈이다.

동물실험의 결과를 잠비아 수유부에게 적용해 보면 다음과 같다. 잠비아 수유부들을 대조군(1700 kcal/day), 대조군 열량섭취의 80% 식이군(1360 kcal/day)으로 구별하여 비교했을 때 유즙량의 차이가 없었다. 또한 우기동안 수유부의 평균 열량 섭취량은 1200kcal/day로써, 이때에도 유즙 분비량에는 차이가 없었다. 그러나 대조군 열량섭취의 60%(1020kcal/day) 정도를 섭취한 수유부에게서는 유즙량이 감소하였다. 따라서 우기동안 섭취한 1200kcal/day라는 열량섭취량은 유즙분비량에 지

장을 주지 않았으나 1020kcal/day 정도는 유즙 생성기전에 차질을 야기시키는, 한계치 이하가 되는 것으로 생각할 수 있다.

동물실험에서 얻은 정보를 수유부에게 적용하는데에는 무리가 있겠으나, 극심한 모체의 식이섭취 감소가 모유생성에 영향을 줄 수 있다는 가능성을 전혀 배제할 수는 없다. 특히 빈곤지역의 수유부는 정상적으로 수유를 유지하는 것이 영아영양과 발달을 도모하는데 필수적이므로, 이들에 대한 식이보충과 모유분비량에 관한 연구가 시도되었다. 그 결과들이 모두 일치하는 것은 아니지만 일반적으로 단백질 보충은 영양섭취 정도가 저조한 수유부에게서 모유분비량을 증가시켰다⁹⁾¹⁰⁾.

모유분비 기전에는 모체의 영양상태 이외에도 여러 요인들이 관여하므로 모체의 식이보충의 효과를 뚜렷하게 설명하기는 어렵다.

2. 모유의 영양소 함량

1) 단백질 농도와 유단백 조성

수유부의 영양불량이 모유의 단백질 농도에 큰 변화를 주는 것 같지는 않다(Table 1). 대부분의 연구에서⁶⁾⁹⁾⁻¹⁹⁾, 모체 영양상태가 서로 달라도 모유의 단백질 농도는 0.8~1.0%로 나타나고 있으며, 고단백 식사가 모유 단백질 농도를 상승시킨다는 것도 뚜렷하지 않다. 그러나 특수한 상황에서는

Table 1. Malnutrition and protein concentration

Country	Concentration(%)	Months	Source
India	0.9± 0.1	3-4	Karmarkar & Ramakrishnan ¹¹⁾
India	0.8± 0.1	2-6	Belavady & Gopalan ⁹⁾
India	0.7± 0.1	1-3	Karmarkar et al. ¹²⁾
Pakistan	1.1± 0.1	1.5	Underwood et al. ¹⁴⁾
Pakistan	0.8± 0.1	4-6	Lindblad & Rahimtoola ¹³⁾
New Guinea	0.8~1.0	1-12(?)	Bailey ¹⁵⁾
New Guinea	0.8~1.0	3-9	Becroft ¹⁶⁾
Egypt, healthy	0.8± 0.1	?	Hanafy et al. ¹⁷⁾
Egypt, malnourished	0.7± 0.1	?	Hanafy et al. ¹⁷⁾
Nigeria	0.9~1.2	2-6(?)	Edozien et al. ¹⁰⁾
Ethiopia	0.9± 0.1	1.5-4	Lönnerdal et al. ²⁰⁾
Gambia	0.7± 0.1	4	Prentice ^{6,22)}
Ivory Coast	1.0~1.1	2-4	Lauber & Reinhardt ¹⁸⁾
Brazil	0.8~1.0	1-3	Carneiro & Oliveira ¹⁹⁾

유즙 단백질 수준이 수유부 식사에 의해 영향을 받는다는 것을 볼 수 있다.

Karmankar등은¹²⁾ 저열량(1300kcal/day), 저단백(21g/day) 식사를 하는 인도 수유부에게 하루 40g씩 단백질을 보충한 결과 유즙의 단백질 함량이 0.92%에서 1.34%로 증가하였음을 보고하였다. Hanafy등도¹⁷⁾ 심한 영양불량을 겪고 있던 이디오피아 수유부의 유즙 내 단백질 농도가 낮다는 것을 제시하였다. 잠비아 연구에서도⁶⁾, 수유부가 단백질 보충을 받게되면 모유의 단백질 농도가 다소 증가(+7%)되었다. 또한 Forsum과 Lonnerdal등이 영양이 좋은 수유부에게 일시적으로 4일간 고단백 식사(134g/day)를 실시한 결과, 모유의 단백질 함량과 조성에 현저한 변화를 관찰하였다.

최근 모유에 함유된 각각의 단백질 및 비단백질소 화합물에 대한 관심이 높아지고 있다. 1976년 Lonnerdal등은²⁰⁾ 이디오피아의 영양불량 수유부의 유즙에서 lactoferrin 농도가 상승되어 있음을 관찰하였고 Miranda등도²¹⁾ 영양이 좋지 않은 수유부의 모유에서 lysozyme과 혈청 알부민 농도가 매우 높은 것을 발견하였다. Prentice등도²²⁾ 불량한 영양상태에 처한 수유부의 유즙에서 면역글로블린과 기타 세균 성장억제효과를 지닌 단백질의 함량이 상승된 것을 보고하였다. 즉, 모체의 좋지 못한 영양상태나 위생시설을 포함하여 저조한 사회 경제적 환경등이, 유선에서 이와같은 방어기전이 있는 단백질의 합성을 자극하는 것으로 보인다. 동물실험에서도²²⁾ 어미 동물에게 감염을 유도시켰을 때, 유즙의 lactoferrin 농도가 상승되는 것을 보여주었다. 모유에 있는 대부분의 lactoferrin은 철분과 결합되어 있지 않으며, 이들이 영아의 소화기관에 들어가서, 그곳에 있던 장내 세균들과 철분결합에 경쟁을 하게 된다는 것이다. Lactoferrin은 철분과의 친화력이 커서 세균이 필요로 하는 철분을 먼저 결합함으로써, 세균성장을 억제한다고 알려져 있다.

모체의 영양상태가 모유의 단백질 함량에는 거의 영향을 주지 않지만, 일부 단백질 함량에는 변화를 주는 것으로 보이며, 영양상태가 저조한 수유부에게 단백질 보충은 모유의 단백질 함량을

증가하는데 유익한 것으로 나타났다.

2) 지질함량과 지방산 조성

모유의 지질함량과 조성은 모유성분 중 가장 변화가 큰 것으로 알려져 있다. 수유기간, 영양상태, 식사내용, 출산횟수 등의 영향을 받으며, 모유의 채취방법이나 시료의 저장조건 및 추출방법에 따라 모유지질 함량은 차이가 있으므로 식사에 의한 영향만을 살펴보고자 할 때 표준화된 실험방법이 설정되어야 한다.

① 총 지질함량과 콜레스테롤 함량

수유부의 식사내용 변경으로 모유의 총 지질함량의 변화를 보여주는 신빙성 있는 자료를 발견하기는 어렵다. 일반적으로 모체의 식이지질 섭취량이 유즙의 총지질 농도에 현저한 영향을 주는 것 같지는 않다²³⁾. 실제 체조직의 지질대사는 지방조직에서 지방분해와 축적정도로 조절되므로 모유의 지질함량에 미치는 식사의 영향이 미소하리라는 것을 쉽게 이해할 수 있다.

그러나 단백질 보충으로, 모유의 질소농도를 상승시켰던 것과 같이 체내 저장 지방이 고갈되고 열량섭취가 저조한 상태에서는 지질보충이 유즙 생성에 영향을 줄 수 있다고 본다. 1963년 Karmarkar등의 연구에서¹²⁾ 저열량과 저지방식사(18g/day)를 하는 인도 수유부에게 하루 지질섭취량을 45g으로 증가했을 때 유지방 함량이 3.78%에서 4.71%로 증가하였다.

또한 모체의 식이 콜레스테롤 섭취도 유즙 콜레스테롤 함량에 아무런 영향을 주지 않는다고 알려져 있다. Mellies등은²⁴⁾ 콜레스테롤 함량이 서로 다른 식사를(520mg/day와 190mg/day) 제공한 후에도, 이들 유즙의 농도는 서로 비슷하다는 것을 보여주었다. Potter와 Nestel은²⁵⁾ 식이 콜레스테롤 농도에 변화를 주었지만 유즙의 콜레스테롤이나 지질함량과는 무관하였음을 보여주어, 유즙으로 분비되는 콜레스테롤 양은 어떤 항상성 기전으로 조절된다는 추측이 있기도 하다.

② 지방산

한편 유지방의 지방산 조성은 모체의 식사 지방산 조성에 의해 영향을 가장 많이 받는 것으로

모체 영양과 모유생성

보인다. 유지방의 지방산 근원은 수유부의 식사, 유선조직에서의 생합성 및 모체의 지방조직에서 유리된 것을 들 수 있다. 모유의 저급 지방산(10:0~14:0)은 주로 유선조직에서 합성되어진 것이며 이 합성과정은 저지방-고당질 식사에 의해 보다 자극된다고 한다.

Insull등은²⁶⁾ GLC로 모유지방의 지방산 분석을 처음 시도하였고 식이내용이 유즙의 지방 성분에 미치는 영향을 분석하였다(Table 2). 유즙의 18:2, 18:3은 옥수수 기름을 섭취시켰을 때 크게 증가되었고 12:0은 이때 감소하였다. 식사로 인한 유즙 지방산의 12:0과 18:2 사이의 반대적인 상호관계가 여러 연구에서도 발견되었다.

Read등은²⁷⁾ 식이 탄수화물과 지질이 성숙유의 지방산 조성에 미치는 영향을 4개의 ethnic group에서 조사하였다(Table 3). 당질에서 대부분의 열량을 얻고 있는 Tanganyikan 수유부들의 모유에서 12:0의 함량은 16.5%였고, 18:2는 단지 1.0%였다. 만약 영아가 한동안 이런 유즙만을 먹게 되면 필수지방산 결핍증이 나타날 수도 있다.

채식위주의 식사가 모유의 지방산 조성에 미치는 영향을 보고한 것을 보자²⁸⁾(Table 4). 뚜렷한 차이로는 채식주의자의 유즙에서는 보통 수유부의 유즙에서 보다 16:0, 16:1, 18:0의 함량이 낮았고 18:2의 농도는 5배 가량이나 높았다.

이와같이 모유의 linoleic acid 함량은 수유부의 식이지질의 종류나 섭취정도에 민감하게 영향을 받는다는 것을 근거로 우리나라 수유부를 대상으로 수행된 모유의 linoleic acid 함량을 비교하여 보면 1969년의²⁹⁾ 모유 시료에서는 9.6%, 1979년에³⁰⁾ 분석된 것은 12.77%, 1984년에는³¹⁾ 11.18% 그리고 현재 진행중인 수유연구에서³²⁾ 보고한 15.28%로 증가되었으며 이는 한국인 1일 식물성 기름의 섭취량 증가와 일치하였다. 또한 DHA(22:6, W-3)와 같은 LC-PUFA의 농도도 모체식사에 영향을 받는다. Harris등은³³⁾ 매일 fish oil의 보충으로 모유의 DHA함량을 증가시킬 수 있었고 Finley등도³⁴⁾ 생선류의 섭취는 유즙 DHA 농도와 상관성이 있었음을 보고하였다. 한국인 모유의 DHA³²⁾ 함량은 0.55%로 미국, 유럽에서 보고된

Table 2. Dietary regimens used to induce changes and the changes found in the fatty acid composition of human milk lipids²⁶⁾

	Dietary period and days postpartum						
	I 5-11	II 12-18	III 19-26	IV 27-33	V 34-43	VI 44-48	VII 49-52
Caloric intake	ad libitum	2750	3750	1838	3750	2938	2938
Fat calories (% of total)		40	-	-	70	70	40
Fat intake(g/day)		123	3.0	1.4	292	228	131
Type of fat fed		Lard	Cow's milk	Cow's milk	Corn oil	Corn oil	Corn oil
Fatty acids in milk fat wt %							
12:0	6.0	4.6	15.0	7.9	3.0	3.0	4.9
14:0	9.0	9.3	22.0	9.0	2.3	2.0	4.3
16:0	25.0	23.8	25.0	23.5	13.1	14.0	12.7
16:1	2.0	3.1	5.0	6.8	1.4	1.0	1.5
18:0	8.0	7.8	3.0	3.2	3.0	3.0	2.9
18:1	34.0	42.6	24.0	36.9	31.4	31.0	28.7
18:2+3	9.0	10.3	1.0	7.3	43.0	45.0	42.0
Daily milk fat production g/24h							
24	25	24.7	23.8	30	23	27	

Table 3. The major fatty acid components of human milk in relation to diet from four ethnic groups²⁷⁾

Fatty acids	Ethnic Groups			
	Tanganyikan	Jordanian	Bedouin	Lebanese
	No. of samples			
	17	31	9	19
12 : 0	16.5 ± 6.0 ^a	7.2 ± 4.0	5.0 ± 2.0	5.8 ± 2.1
14 : 0	12.7 ± 4.1	9.7 ± 5.4	8.5 ± 2.9	7.0 ± 3.2
16 : 0	17.5 ± 5.5	22.2 ± 4.9	26.7 ± 4.1	24.0 ± 2.8
16 : 1	1.4 ± 0.8	3.0 ± 1.1	4.5 ± 1.5	2.0 ± 0.5
18 : 0	6.0 ± 1.2	4.3 ± 2.1	7.9 ± 2.4	7.1 ± 1.9
18 : 1	39.6 ± 8.6	33.5 ± 9.3	35.4 ± 6.5	39.6 ± 5.5
18 : 2	1.0 ± 0.5	15.2 ± 7.2	6.3 ± 1.8	11.3 ± 3.4
Total calories	2800	1500-2000	1500-2000	2350
Percent calories as fat	7	30-40	40	51
Remarks	75% of calories derived from carbohydrates, dietary fat mainly vegetable	Fat mainly vegetable, including varying amount of soya oil	Fat mainly animal in origin	Fat about 70% vegetable, main source olive oil

^aMean ± SD as wt %

것보다 높았다.

Trans 지방산이 모유에서 검출되기도 하는데, 이는 수유부 식사에서 직접 전달될 수도 있고, 수유기간에 체중이 감소되면서, 체지방 조직에서 유리되어 공급되어질 수도 있다.

따라서 유즙의 총지질, 콜레스테롤 함량은 모체식사의 영향을 적게 받으나, 고당질 식사를 섭취하면, de nove로 합성되는 8 : 0, 10 : 0, 12 : 0과 14 : 0의 유즙내 농도가 상승되었고, 18 : 2, 18 : 1 그리고 PUFA가 많이 함유된 식사는 유즙의 이들 지방산 농도를 증가시키는 것으로 나타났다.

3) 비타민의 함량

① 지용성 비타민

수유부가 섭취하는 지용성 비타민의 양이 모유의 함량에 미치는 영향을 분명하게 설명할 수는 없지만 최근 이에 대한 문헌이 눈에 띈다. 비타민은 그 분자구조가 다양하며 대사산물의 분리나 분석이 무엇보다 힘들고, 뿐만 아니라 모유에 함유된 절대량이 극히 미량이므로 분석방법이 대단히 까다롭다.

● **비타민 A** : 1945년 Hrubetz등은³⁵⁾ 임신기에 비타민 A를 50,000~200,000I.U./day로 공급한 결과, 분만 후 모유의 비타민 A수준이 증가되었음을 보고한 바 있다. 그러나 비타민 A는 체조직에 저장되므로 임신기간의 이와같은 고단위 비타민 A 섭취는 독성을 유발할 수 있는 가능성이 높아 일반적으로 사람에게 적용하기는 어렵다. Gebre-Medhin등은³⁶⁾ 가난한 이디오피아 수유부의 모유 비타민 A함량이 건강한 이 지역 여성이나, 스웨덴 수유부의 유즙에서보다 낮았음을 제시하였고, 혈청 RBP의 농도 역시 빈곤한 이디오피아 수유부에서 감소되어 있었다는 것을 관찰하였다. 그러나 유즙의 β-카로틴 수준은 스웨덴 유즙에서 보다 더 높은 것으로 측정되어, 이디오피아 수유부가 carotenoids의 섭취를 더 많이 하는 것으로 보인다.

● **비타민 D** : 최근에 와서 모유의 비타민 D 함량이 HPLC나 CPBA(Competitive protein binding assay)를 사용하여 측정되기 시작했다. 이러한 최신의 기기 분석결과에 의하면³⁷⁾, 모유에는 다양한 비타민 D 대사화합물이 존재하고 이중 25-

Table 4. Breast milk fatty acids in vegans and omnivore controls²⁸⁾

Methyl esters ^a	Vegans		Controls	
	Mean	SE	Mean	SE
12 : 0	39	12.5	33	7.1
14 : 0	68	17.0	80	5.3
16 : 0	16 ^b	14.4	276	10.5
18 : 0	52 ^b	5.9	108	8.5
16 : 1	12 ^b	0.9	36	5.3
18 : 1	313	25.0	353	11.1
18 : 2n6	317 ^b	44.5	69	8.1
18 : 3n3	15 ^b	2.4	8	0.5
20 : 2n6	5.1 ^b	0.7	1.8	0.3
20 : 3n6	3.1	0.8	2.3	0.2
20 : 4n6	7.2	2.1	5.4	1.3
22 : 4n6	1.4	0.5	0.8	0.3
22 : 5n6	0.9	0.4	1.5	1.2
20 : 4n3	0.3 ^b	0.1	0.9	0.2
20 : 5n3	0.4	0.1	2.0	0.8
22 : 5n3	2.7	1.4	5.2	2.7
22 : 6n3	2.3	1.1	5.9	2.3

^aMean values expressed as mg/g total methyl esters for four vegans and four omnivore controls.

^bStatistical significance of difference between means shown at the level of $p < 0.05$.

OH-D가 항구루성 작용이 가장 크다. 그리고 모체의 비타민 D 섭취³⁸⁾, 자외선 조사³⁹⁾, 종족과 같은 요인들³⁸⁾이 모유의 비타민 D 함량에 영향을 주고 있음이 밝혀졌다.

영아영양을 고려할 때 수유부에게 비타민 D 공급이 그의 유즙내 항구루 작용에 어떻게 영향을 주는지를 아는 것은 무척 중요하다. 평균 모유의 비타민 D 활성은 20~60IU/l로 제시되었다³⁸⁾. 모유의 비타민 D 함량은 식이보충에 따라 달라지는 것을 볼 수 있었으며, 특히 Greer등은⁴⁰⁾ 비타민 D₂를 pharmacological dose(100,000IU)로 투여했을 경우 모유의 비타민 D 농도는 독성을 유발시킬 수 있는 범위(7000IU/l)로 증가되었다는 것을 보고하였다. 이러한 연구결과로부터 비타민 D 섭취는 본래의 유즙이 지닌 항구루 작용에 직접적인 영향을 주고 한편 수유부에게 자외선 조사를 하면³⁹⁾, 모체 혈장이나 유즙의 비타민 D의 활성이 증

가되며, 이러한 활성 증가는 간조직에서 생성되는 25-OH-D₃라기 보다는 비타민 D₃의 증가에서 비롯된 것이다. 또한 상피조직의 비타민 D₃ 합성의 조절 인자가 피부색소라는 사실을 Clemens등은 확인하였다⁴¹⁾. 즉 백인과 비교할 때 흑인이 동일한 혈장의 비타민 D₃ 농도를 유지하는 데 자외선 조사를 더 많이 받아야만 했다. 최근 Hollis와 Pittard등의 연구에서도⁴²⁾ 백인에 비해 흑인 수유부의 혈액내 D₃와 25-OH-D₃의 농도가 더 낮다는 것이 밝혀졌다. 마찬가지로 흑인 수유부의 유즙 내 비타민 D 활성(36IU/l)도 백인 수유부의 유즙(69 IU/l)에서보다 더 낮았다. 미국에서 구루병 발생 빈도가 흑인 모유영양아에게 더 높다는 사실은 부분적으로 이러한 유즙 비타민 D 함량에 대한 인종적인 차이에 기인하는 것으로 생각된다. 여기에서 모체 혈액의 비타민 D 농도가 유즙의 비타민 D 농도에 직접적인 영향을 준다는 것이 쉽게 파악된다.

Hollis등은⁴³⁾ 51명의 수유부에 대해 비타민 D₂, D₃, 25-OH-D₂, 25-OH-D₃ 및 DBP(비타민 D-결합 단백질)를 모체 혈청과 유즙에서 동시에 분석하여 그 상호관계를 조사하였다. 연구결과에 의하면, 혈액의 비타민 D 농도가 유즙으로 이동되는 비타민 D의 양을 조절하는 중요인자였다는 것이다. Fig. 2의 직선 기울기를 비교하여 보면, 혈액의 비타민 D가 25-OH-D에 비해서 효율적으로 유즙으로 이동되는 것을 알 수 있다. 그러나 혈액과 유즙의 DBP 농도 사이에는 관련성이 전혀 없었다. DBP는 혈액에서 유즙으로 비타민 D 대사화합물의 이동을 조절하는 것으로 알려져 있으며⁴⁴⁾, 비타민 D 대사화합물은 DBP와의 친화력이 서로 다르다. 특히 25-OH-D₂, D₃에 대한 친화력이 비타민 D₂나 D₃에 비해서 더 높기 때문에 DBP에 대한 친화력이 낮은 이들은 혈액에서 유리된 상태로 존재하게 되어, 유즙으로의 이동이 빠르고 상대적으로 유즙내 함량이 높게 유지되는 것이다⁴⁴⁾. 아직 모유의 비타민 D와 25-OH-D의 양이 영아의 요구량을 만족시키는 데 충분한 것인지는 확실치 않다.

● **비타민 E** : 모유의 비타민 E 함량의 변화요인에 대해서는 아직 많은 연구가 되어 있지 못하다.

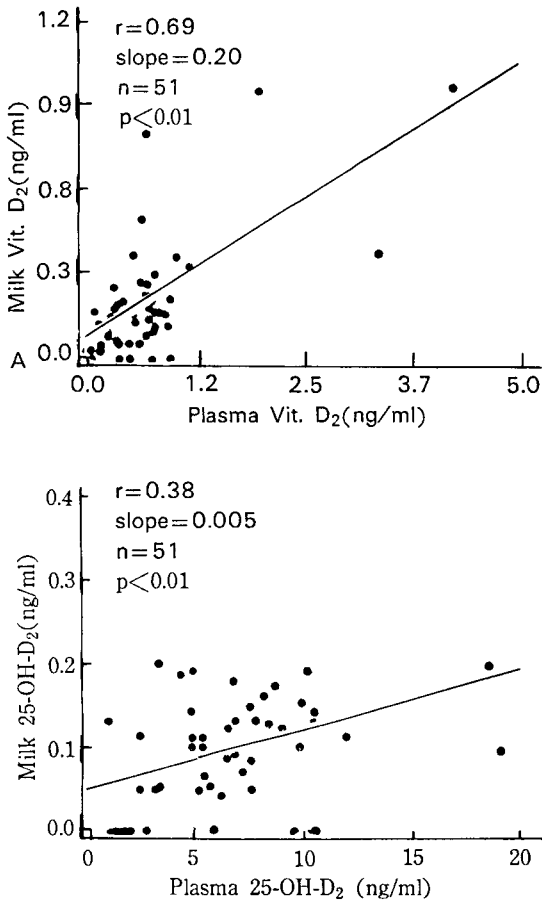


Fig. 2. Regression of milk Vit. D₂ and 25-OH-D₂ concentration on plasma Vit. D₂ and 25-OH-D₂ level⁴³. (A) Vit. D₂, (B) 25-OH-D₂.

Jansson은³⁵) α -토코페롤이 모유의 주된 비타민 E 형태이며 유즙의 총 토코페롤 농도는 linoleic acid 함량과 관련이 있다고 제시하였다. 유즙의 linoleic acid와 같은 PUFA의 함량 역시 모체 식사내용과 관련이 있으므로 이 연구결과는 식이섭취의 영향이 유즙의 비타민 E 농도에 영향을 준다는 것을 간접적으로 시사하는 것이다.

② 수용성 비타민

수용성 비타민에 대한 영아의 영양적 요구를 만족시킬 수 있는 모유의 생성이나, 모체의 비타민 결핍증을 방지하기 위해서 수유부의 수용성 비타민 요구량은 비수유부 보다 1/4~2/3 정도가 증

가되어 있다. 비타민 보충을 시도하여 모유의 농도를 높게 유지하는 것이 영아에게 유익한 것인지는 아직 더 숙고해야 할 문제라고 본다.

초기 연구들은 이들 비타민을 보충하기 전과 후의 모유시료에서 비타민 농도를 분석하였다^{46)·52)}. 이때의 분석 방법이 현재에도 대부분 적용되고 있어서 초기 모유 연구결과와 최근의 자료들을 Table 5에 비교했다. 영양상태가 좋지 않은 여성의 유즙내 농도가 더 낮았으며, 이들에게 보충을 실시한 후에는 유즙의 농도는 상승하였다. 반면 영양이 좋은 수유부에서는 보충의 효과가 뚜렷하지 않았다. 여기에서는 모유의 비타민 보충으로 인한 비타민 B₆, C 및 엽산의 농도변화에 대해서 간단히 언급하고자 한다.

● **비타민 B₆**: 일반적으로 모유의 비타민 B₆ 농도의 변화는 수유부의 B₆ 섭취량과 일치하는 것으로 보인다⁴⁹⁾⁵³⁾(Fig. 3). 하루 15mg PN, HCl을 보충받는 수유부의 유즙내 총 B₆ 함량은 2.5mg씩 공급받는 경우보다 높게 유지되었고 보충 후 3~8 시간에 최고치에 달했다. 따라서 B₆ 보충은 아침에 실시되는 것이 모유 영양아에게 보다 유익하다고 하겠다. 모유에 존재하는 비타민 B₆ 형태와 분포는⁵³⁾ pyridoxine(PN), pyridoxamine(PM), pyridoxal(PL) 및 pyridoxal-5'-phosphate(PLP)와 Pyridoxamine-5'-phosphate 등이다. 가장 많이 분포된 것은 PL로 75~85%를 차지하고 있는데⁵³⁾, 이는 혈액과 유선 장벽에⁵⁴⁾ dephosphorylating mechanism이 존재한다는 것을 암시한다고 하겠다. 특히 이는 비타민 B₆의 dephosphorylated form은 생체막을 쉽게 통과한다는 사실과⁵⁵⁾ 일치한다.

한편, 과량의 비타민 B₆ 보충은⁵⁶⁾ prolactin 분비를 억제시켜서 유즙 분비량을 감소시킨다는 결과가 있기도 하나 이에 대한 정확한 해석을 내리기는 어렵다.

● **비타민 C**: 영양상태가 양호한 수유부에게 과량의 비타민 C를 보충하여도 유즙의 비타민 C 함량은 변화되지 않았다⁴⁷⁾. 또한 모체의 비타민 C 섭취량과 유즙 농도 사이에는 아무런 상관관계가 없었다⁴⁶⁾. 이러한 수유부에서, 비타민 C 농도는 100mg에서 1200mg 이상이 되어도 유즙의

Table 5. Water soluble vitamins in human milk

	India ⁴⁶⁾		Gambia ⁶⁾ ²²⁾			Others
	unsuppl.	suppl.	dry	wet	suppl.	
Thiamin (mg/L)	0.11	0.27	0.18	0.16	0.22	0.21±0.03 ⁴⁷⁾
Riboflavin (mg/L)	0.20	0.74	0.23	0.21	0.28	0.24±0.03 ⁴⁷⁾
Pantothenic acid (mg/L)	1.0	3.0	2.7	2.0	2.3	1.8–16.7 ⁴⁸⁾ (\bar{x} =6.7)
Vitamin B ₆ (mg/L)	0.08	0.16	0.09	0.12	0.10	0.09–0.41 ⁴⁹⁾
Nicotinic acid (mg/L)	0.99	2.75	1.49	1.13	1.62	
Vitamin B ¹² (mg/L)	0.08	0.10	0.29	0.16	0.12	0.33–3.20 ⁵⁰⁾ (\bar{x} =0.97)
Folic acid (mg/L)	2.0	5.6	54	38	47	62–280 ⁵¹⁾ (\bar{x} =141)
Biotin (mg/L)	1.6	5.0	10.3	9.0	7.2	
Ascorbic acid (mg/L)	23	61	55–60	20–40	45–50	44–158 ⁵²⁾

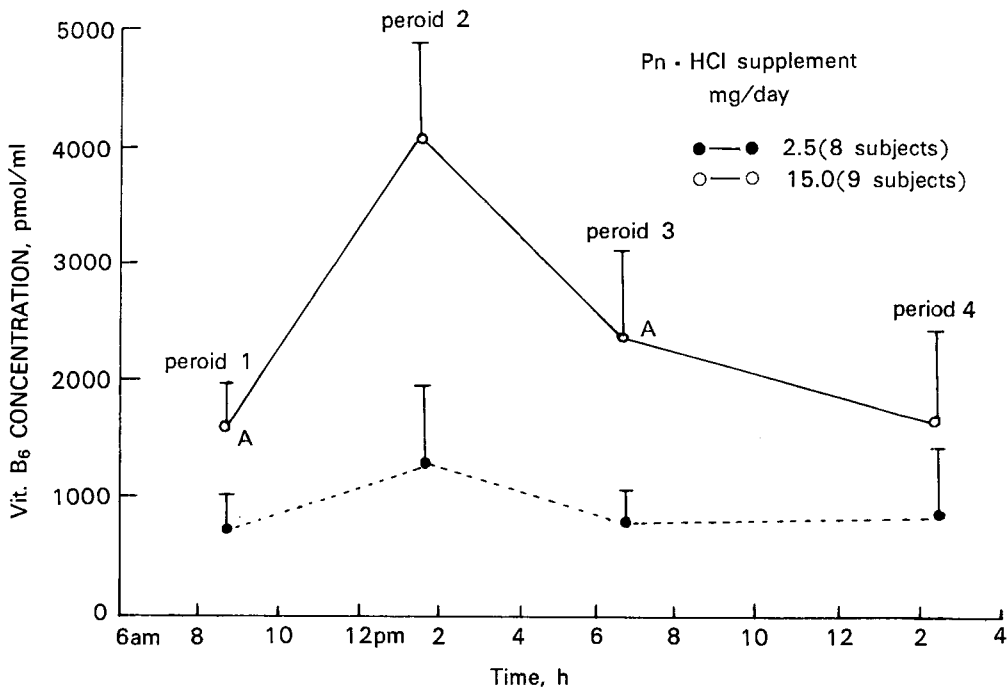


Fig. 3. Vit. B₆ concentration in milk at four time periods before and following PN · HCl supplementation⁵³⁾.

평균 비타민 C 농도는 100mg/l을 유지하였으며, 이는 영아용 조제분유 제조시 권장되는 함량의 2배가 된다. 반면 영양상태가 저조한 수유부의 유즙내 비타민 C 농도는 낮았으며 이때 비타민 C 보충효과는 뚜렷하였다.

● **엽 산** : 다른 수용성 비타민에서와 같이 영양상태가 좋은 수유부에게 엽산 보충의 효과는 유즙에서 뚜렷하지 않았다⁵¹⁾. 그러나 15개월 이상 수유를 계속한 경우에는 모유의 엽산 농도와 적혈구의 엽산 함량이 감소되기 시작했고 이때 엽산 보충은 좋은 효과를 나타내었다⁵⁷⁾. 또한 영양상태가 불량한 수유부에게는 엽산보충이 요구된다. 거대적아성 빈혈 환자인 수유부에게 엽산을 보충한 결과 모체 혈액의 반응이 있기 전에 유즙의 엽산 농도가 상승하였다⁵⁸⁾. 또한 엽산 섭취의 결핍을 보이는 수유부에서 그들 유즙내 엽산농도는 변화가 적었으나 혈청 엽산농도는 급격하게 감소되었다. 이러한 결과로부터, 모유의 엽산농도는 모체의 저장량을 희생하고라도 일정하게 유지되고 있다는 것을 알 수 있다. 최근 모유내에는 FBP 1mole은 1mole의 엽산과 결합한다고 밝혀졌으며⁵⁹⁾ 유즙의 FBP 농도는 유즙의 엽산농도와 평행적이었음이 관찰되었다. 따라서 모유로의 엽산분비는 FBP의 분비와 상호적인 것이며 FBP가 엽산으로 포화되어지면 모유의 엽산농도는 일정하게 유지되는 것 같다.

4) 무기질과 미량원소

모유의 무기질 및 미량원소 함량과 모체 식사와의 상관성 연구는 다른 영양소에서 보다는 미흡하다.

● **칼슘** : 모체의 칼슘 섭취량과 모유의 칼슘 농도 사이에는 상관성이 없는 것으로 알려져 있다³⁴⁾⁶⁰⁾. 이는 혈청의 칼슘 농도는 정교한 homeostatic 기전으로 잘 조절되고 있기 때문이다. 그러나 10대 수유부의 유즙 Ca 수준은 성인 유즙에서보다 낮았으며 이들에게서 칼슘 결핍과 뼈의 무기질 이탈현상이 발견되었다⁶¹⁾.

● **마그네슘** : 마그네슘의 식이섭취량도 유즙의 Mg 농도에 영향을 주지 않는다고 보고되었다⁴⁰⁾⁶⁰⁾.

그러나 Pre-eclampsia를 치료하기 위해 분만 직후 Mg-sulfate를 투여했을 때 초유의 Mg 수준은 정상수유부에서보다 높게 측정되어 유즙의 Mg 농도는 혈청 Mg 함량과 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다⁶²⁾.

● **미량 원소** : 수유부의 미량원소의 영양상태나 섭취정도가 유즙의 이들 농도에 뚜렷한 영향을 준다고는 말할 수 없다. 아직 미량원소의 결핍상태나 보충효과에 대한 자세한 연구는 미진한 형편이며 또한 미량원소들 사이에 소화흡수, 간에서의 대사기전에 상호작용이 있기 때문에 한가지 미량원소의 영양상태로만 해석하기는 어렵다.

철 분 : 철분 결핍성 빈혈은 개발도상국에서 가장 흔한 영양결핍증이지만 혈액의 철분농도는 개인차가 크다. 모체의 불량한 철분 영양상태가 유즙의 농도를 감소시키지 않았다⁶³⁾. 인도의 빈혈환자⁶⁴⁾ 유즙에서 오히려 높은 철분 농도가 관찰되었으며, 이는 유즙의 lactoferrin 농도의 상승과 일치하였다.

셀레늄 : 다른 미량원소와는 달리 셀레늄은 체 조직에서 selenocysteine과 selenomethionine과 같이 단백질과 결합되어져 있어서 그 대사가 단백질과 유사하다. 토양의 Se 농도가 지역마다 다르며 이는 식품의 Se 함량에 영향을 주고, 더 나아가 모유의 Se 농도에도 차이를 준다고 제시되었다⁶⁵⁾. 핀란드 수유부에게⁶⁶⁾ 하루 100ug씩 selenite와 yeast 형태로 보충을 한 결과 모유의 Se 농도가 yeast를 준 그룹에서 상승되었다. 유즙의 Se 변화는 모체 혈액의 Se 농도와도 일치하였다. 이 연구는 Se의 organic form이 무기염의 형태보다 흡수가 좋다는 것을 보여주었다.

3. 수유에 영향을 주는 기타의 모체 인자들

1) 임신

수유능력에 미치는 임신의 영향은 모호하지만 수유부가 임신을 하게 된다면 모체자신의 생리적, 영양적 요구가 가중된다는 것을 짐작할 수 있다. 이에 관한 연구는⁶⁷⁾⁶⁸⁾ 주로 저개발국 여성을 대상으로 수행되어졌다. 세네갈 임산부들은 임신 4개월 후에도 수유를 계속하는 경우가 10%에 이

르렀고, 방글라데시에서도 50%의 임신부가 임신 6개월에 수유를 계속하였다. 인도 임신부의 연구에서⁶⁹⁾ 임신중의 모유 분비량은 감소되었고, 모유의 단백질 농도는 증가하였다.

2) 경구용 피임약의 복용

수유부의 경구용 피임약 복용과 모유 분비량 및 성분변화에 관한 연구가 최근 눈에 띄고 있다.

피임약의 종류(형태)와 복용기간에 따라 모유 형성에 미치는 영향은 다르다⁷⁰⁾⁻⁷²⁾. 고단위의 에스트로젠-프로게스테젠 제제가 유즙 생성량을 억제하는 효과가 두드러졌으며, 이를 사용하는 이집트, 튀니지 수유부의 영아들에게서 성장부진이 나타나 일명 "Contraceptive marasmus"라고 일컫기도 하였다. 이러한 혼합제제인 피임약은 모유의 단백질, 지질, 유당, 칼슘, 인의 농도를 감소시켰다. 그러나 프로게스테젠으로 구성된 피임약은 유즙 분비를 오히려 증가시키는 경향이 있었고 모유 성분변화를 일으키지 않았다.

비수유부가 피임약 복용을 했을 경우⁷³⁾, 혈청 비타민 A 농도는 증가되었으나 기타 비타민들의 함량은 감소되었고, 수용성 비타민의 뇨 배설량이 일시적으로 증가되었다. 특히 비타민 B₆의 배설 증가와 그로인한 혈중 농도의 감소가 여러 문헌에서⁷⁰⁾⁻⁷³⁾ 보고되어져, 피임약 복용시 비타민 B₆의 요구량의 증가를 강조하게 된다. 반면 피임약은 수유부의 칼슘대사를 개선하여 수유기가 지나고 뼈의 무기질화를 촉진시켰다는 보고도 있다. 수유부가 피임약 복용이 불가피하다면, 소량의 프로게스테젠 type의 선택이 보다 유익하다고 하겠으며, 세계적으로 가장 간편한 피임법이 경구용 피임약의 복용이므로 수유기의 이들 사용과 영아의 성장발달과의 관계를 조심성 있게 관찰하여야 한다.

3) 유선염

유선염은 모유 생성량을 감소시킬 뿐만 아니라, 유즙의 맛이나 성분변화를 일으키므로 영아가 젖빨기를 거부할 수 있다. 젖소나⁷⁴⁾ 수유하는 여성에게서⁷⁵⁾ 유염은 유즙 생성량과 유즙내 유당, 포

도당, 총 질소함량을 감소시켰고, 전해질 중 칼슘의 농도는 감소, 나트륨의 함량을 증가시켜 주었다.

유선염이나 *Candida albicans* 등의 감염은 유두를 상하게 하므로, 흔히 수유부는 비타민 E oil 캡슐과 같은 외용 크림을 유두에 바르게 된다. 이때 비타민 E는 유즙으로 흡수되어지고 영아는 과량의 비타민 E를 공급받게 될 위험이 따른다.

4) 당 뇨

당뇨병 증세를 갖고 있는 수유부의 수유능력에 대한 정보는 극히 드물다. 이러한 여성이 성공적으로 모유영양을 실행할 수 있을까? 흔히 당뇨 임신부에게 비정상적인 태아발달, 합병증 유발, 내분비 변화로 인한 수유장애 등이 있기 때문에⁷⁶⁾, 성공적인 수유능력을 기대하기는 어려웠다. 그러나 임신 중 모체의 혈당을 정상범위로 유지할 수 있는 대사조절 관리를 받았을 경우 임신과 분만에 특별한 장애가 없었으므로⁷⁶⁾ 산후 철저한 대사조절이 이루어지면 성공적인 수유도 가능하다고 본다.

당뇨 임신은 혈액의 prolactin 농도를 감소시켜, 모유의 양과 질의 변화 및 수유개시를 어렵게 하였다. 수유하고 있는 어머니에게 prolactin 분비를 억제시킨 결과⁷⁷⁾, 유선에서 지질합성이 저하되었다. 그러나 아직 당뇨가 혈액 prolactin 농도를 변화시키는 기전은 확실하지 않다. 수유생리에 미치는 insulin의 역할도 중요하게 설명되고 있다. 실험동물에서 insulin 결핍은 유선조직에서 포도당으로부터 지질로의 전환, 유당과 단백질 합성을 감소시켰다⁷⁸⁾. 이러한 연구들은 당뇨 수유부가 성공적인 수유를 하기 위해서, 정상 insulin 수준을 유지해야 함을 강조하는 것이다.

당뇨 수유부들은 분만초기와 수유가 끝난 직후에 저혈당 증세를 나타낸다⁷⁹⁾⁸⁰⁾. 저혈당은 염소의 유즙에서 유당분비를 저하시켰으며, 또한 에피네프린 분비를 자극하여, 또다른 유즙 성분변화를 초래하였다. 수유로 인한 저혈당 증세가 나타나는 동안, 적절한 insulin의 공급은 ketoacidosis를 막는데도 도움이 된다. 당뇨가 조절되지 않고 있는

경우에는, 고혈당 증세가 악화되며, 이뇨가 촉진되어 제2차적인 탈수현상이 초래되면서, 체내 전해질 균형이 깨지게 된다.

일반적으로 당뇨 수유부나, 동물에게 당뇨를 유발시키면 유즙 생성량이 저하되었다. Ferris등은⁸⁰⁾ 당뇨 수유부의 영아가 섭취하는 모유량이 정상 수유부의 영아에서 보다 적었다는 것을 보고하였다. 이때 모유 섭취량은 모체의 혈당농도와 역의 상호관계가 있었고, 이는 혈액과 유선 사이의 삼투압 변화를 초래하여 수분의 이동에 차질이 나타나고 결국 모유 분비량 감소를 유발한 것이다. 또한 당뇨를 유발시킨 실험동물의 유즙내에는 유당, 단백질, 지질함량이 낮았으며, 대사조절이 잘 되고 있는 당뇨 수유부의 유즙내 영양소 농도는 포도당과 Na 함량을 제외하고는 정상 수유부에서와 같았다⁸⁰⁾⁸¹⁾.

결론 및 제언

모체의 영양상태와 유즙 분비량은 직접적인 관계가 없다고는 하지만 유즙 생성에 필요한 최소의 에너지가 섭취되지 않으면 유즙 분비량은 영향을 받을 수 있다.

유즙의 콜레스테롤 및 총지질 함량은 모체 식사와 무관하나 지방산 조성은 모체의 식사내용에 크게 영향을 받는다. 지용성 비타민의 함량도 모체 식이보충에 의한 영향이 뚜렷하다. 그러나 수용성 비타민의 변화는 단순하지 않다. 단백질과 비단백질소원의 함량은 모체 영양상태에 의해서 큰 변화를 받지 않으나, 단백질의 종류에 따른 변화양상은 다르다. Se을 제외한 미량원소들 및 무기질의 유즙농도는 현재까지의 정보를 종합할 때 모체 식사나 영양상태와는 무관한 것으로 볼 수 있다.

이러한 모체의 영양상태나 식사섭취 외에도 임신, 피임약 복용, 유선염, 당뇨 등이 모유형성에 영향을 줄 수 있어서 이들에 대한 특별한 건강관리가 요구된다.

또한 수유 및 모유연구를 수행하면서 문제점으로 지적되는 것 중의 하나가 모유영양을 계획했던

수유부들이 분만 후 쉽게 이를 포기하는 것이다. 그들은 일정한 기준도 없이 자신의 모유가 양이나 질적으로 아기의 양육에 부적당하다고 호소한다. 이로부터 모유영양을 결정하고 실천하는 데에 여러 생리적, 사회문화적 요인들이 관여한다 것을 알 수 있으며 성공적인 수유나 모유영양을 권장하기 위해서라도 이러한 요인들이 모체영양 상태와 함께 종합적으로 검토되어야 할 것이다.

Literature cited

- 1) Sosa R, Klaus M, Urrutia JJ. Feed the nursing mother : thereby the infant. *J Pediatr* 88 : 668, 1976
- 2) Butte NF, Garza C, Stuff JE, O'Brian Smith E, Nichols BL. Effects of maternal diet and body composition on lactational performance. *Am J Clin Nutr* 39 : 296-306, 1984
- 3) Dewey KG, Lonnerdal B. Milk and nutrient intake of breast-fed infants from 1 to 6 months. Relation to growth and fatness. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 39 : 296-306, 1984
- 4) Dewey KG, Finley DA, Lonnerdal B. Breast milk volume and composition during late lactation(7-10 months). *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 3 : 713-720, 1984
- 5) Lonnerdal B, Forsum E, Hambraeus L. A longitudinal study of the protein, nitrogen and lactose contents of human milk from Swedish well-nourished mothers. *Am J Clin Nutr* 29 : 1127-1133, 1976
- 6) Prentice AM, Roberts SB, Prentice A, Paul AA, Watkinson PM, Watkinson AA, Whitehead RG. Dietary supplementation of lactating Gambian women I. Effect on breast-milk volume and quality. *Human Nutr Clin Nutr* 37 : 53-64, 1983
- 7) Hennart P, Hofvander Y, Vis H, Robyn C. Comparative study of nursing mothers in Africa(Zaire) and Europe(Sweden). breastfeeding behavior, nutritional status, lactational hyperprolactinaemia and status of the menstrual cycle. *Clin Endocrinol* 22 : 179-187, 1985

- 8) Roberts SB, Cole TJ, Coward WA. Lactational performance in relation to energy intake in the baboon. *Am J Clin Nutr* 41 : 1270-1276, 1985
- 9) Belavady B, Gopalan C. Effects of dietary supplementation on the composition of breast milk. *Ind J Med Res* 48 : 518-523, 1960
- 10) Edozien JC, Khan MAR, Waslien CI. Human protein deficiency: Results of a Nigerian village study. *J Nutr* 106 : 312-328, 1976
- 11) Karmarkar MG, Ramakrishan CV. Studies on lactation. Relation between the dietary intake of lactating women and the chemical composition of milk with regard to principle and certain inorganic constituents. *Acta Paediatr* 49 : 599-604, 1960
- 12) Karmarkar MG, Rajalakshmi R, Ramakrishnan CV. Studies on human lactation. I. Effects of dietary protein and fat supplementation on protein, fat and essential amino acid contents of breast milk. *Acta Paediatr* 52 : 473-480, 1963
- 13) Lindblad BS, Rahintoola RJ. A pilot study of the quality of human milk in a lower socioeconomic group in Karachi, Pakistan. *Acta Paediatr Scand* 63 : 125-128, 1974
- 14) Underwood BA, Hepner R, Abdullah H. Protein, lipid and fatty acid of human milk from Pakistani women during prolonged periods of lactation. *Am J Clin Nutr* 23 : 400-407, 1970
- 15) Bailey KV. Quantity and composition of breast-milk in some New Guinean populations. *J Trop Pediatr* 11 : 35-49, 1965
- 16) Becroft TC. Child-rearing practices in the highlands of New Guinea: a longitudinal study of breast-feeding. *Med J Austr* 2 : 596-601, 1967
- 17) Hanafy MM, Morsey MRA, Seddick Y, Habib YA, Lozy E. Maternal nutrition and lactation performance. *J Trop Pediatr Environ Child Health* 18 : 187-191, 1972
- 18) Lauber E, Reinhardt M. Studies on the quality of breast milk during 23 months of lactation in a rural community of the Ivory Coast. *Am J Clin Nutr* 32 : 1159-1173, 1979
- 19) Carneiro Ta, Dutra de oliveira JE. Nutritional studies in human lactation in Brazil. I. Chemical composition of breast milk. *J Trop Pediatr Environ Child Health* 19 : 284-387, 1973
- 20) Lonnerdal B, Forsum E, Gebre-Medhin M, Hambraeus L. Breast milk composition in Ethiopian and Swedish mothers. II. Lactose, nitrogen and protein contents. *Am J Clin Nutr* 29 : 1134-1141, 1976
- 21) Metz J, Zalusky R, Herbert V. Folic acid binding by serum and milk. *Am J Clin Nutr* 21 : 289-294, 1968
- 22) Prentice A, Prentice AM, Cole JJ, Paul AA, Whitehead RG. Breast-milk antimicrobial factors of rural Gambian mothers. I. Influence of stage of lactation and maternal plane of nutrition. *Acta Paediatr Scand* 73 : 796-802, 1984
- 23) Lammi-keefe CJ, Jensen RG. Lipids in human milk: A review. 2. Composition and fat soluble vitamins. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 3 : 172-198, 1984
- 24) Mellies MJ, Ishikawa TT, Gaitside PS, Burton K, MacGee J, Allen K, Steiner PM, Brady D, Glueck CJ. Effects of varying maternal dietary fatty acids in lactating women and their infants. *Am J Clin Nutr* 32 : 299-303, 1979
- 25) Potter JM, Nestel PJ. The effects of dietary fatty acids and cholesterol on the milk lipids of lactating women and the plasma cholesterol of breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 29 : 60, 1976
- 26) Insull W, Hersch J, James T, Ahrens EH. The fatty acids of human milk. II. Alterations produced by manipulation of caloric balance and exchange of dietary fats. *J Clin Invest* 38 : 443-450, 1959
- 27) Read WWC, Lutz PG and Tashjian A. Human milk lipids. II. The influence of dietary carbohydrates and fat on the fatty acids of mature milk. A study in four ethnic groups. *Am J Clin Nutr* 17 : 180, 1965
- 28) Sanders TAB, Ellis FR, Path FRC, Dickerson JWT. Studies of vegans: The fatty acid composition of plasma choline phosphoglycerides, erythrocytes, adipose tissue and breast milk and some indicators of susceptibility to eschismic heart disease in vegans and omnivore controls. *Am J Clin Nutr*

- 31 : 805-813, 1978
- 29) 고영수, 임원명, 이경자. 한국인 모유와 우유의 성분조성에 관한 비교 연구(II). 한국인 모유와 우유 지방 등의 지방산 조성의 비교 연구 한국영양학회지 3(3) : 1970
- 30) 윤태현, 임경자, 김을상, 정우갑. 인유 및 우유의 지방산 조성에 관하여. 한국영양학회 11(1) : 19 82
- 31) 윤태현, 임경자. 수유기간의 경과에 따른 인유 트리글리세리드의 지방산 조성, 아실탄소수 및 종의 변화. 한국영양학회지 14(1) : 39-46, 1985
- 32) 최문희, 문수재, 안홍석. 수유기간에 따른 모유의 성분함량 변화와 수유부의 섭식태도 및 영아의 성장발육에 관한 생태학적 연구. II. 모유의 지질 함량에 관한 연구. 한국영양학회지 24(2) : 1991
- 33) Harris WS, Conner WE, Lindsey S. Will dietary w-3 fatty acids change the composition of human milk? *Am J Clin Nutr* 40 : 780-785, 1984
- 34) Finely Da, Lonnerdal B, Dewey KG, Grivetti LE. Breast milk composition : Fat content and fatty acid composition in vegetarians and non-vegetarians. *Am J Clin Nutr* 41 : 787-800, 1985a
- 35) Hrubetz MC, Devel JR, Hanley BJ. Studies on carotenoid metabolism. V. The effect of a high vitamin A intake on the composition of human milk. *J Nutr* 29 : 245-254, 1945
- 36) Gebre-Medhin M, Vahlquist A, Hofvander Y, Upp-sall L, Vahlquist B. Breast milk composition in Ethiopian and Swedish mothers. I. Vitamin A and β -carotene. *Am J Clin Nutr* 29 : 441-451, 1976
- 37) Hollis BW, Lambert PW, Horst RL. Factors affecting the antirachitic sterol content of native milk. In : Perinatal Calcium and Phosphorus Metabolism. pp157-182, 1983
- 38) Specker BL, Tsang RC, Hollis BW. Effect of race and diet on human milk vitamin D and 25-hydroxyvitamin D. *Am J Dis Child* 139 : 1134-1137, 1985
- 39) Greer FR, Hollis BW, Cripps DJ, Tsang RC. Effects of maternal ultraviolet irradiation on vitamin D content of human milk. *J Pediatr* 105 : 431-433, 1984
- 40) Greer FR, Hollis BW, Napoli JL. High concentrations of vitamin D₂ in human milk associated with pharmacologic doses of vitamin D₂. *J Pediatr* 105 : 61-4, 1984
- 41) Clemens TL, Henderson SL, Adams JS, Hollick MF. Increased skin pigment reduces the capacity of skin to synthesize vitamin D₃. *Lancet* 8263 : 74-6, 1982
- 42) Hollis BW, Pittard WB. Evaluation of the total fetomaternal vitamin D relationships at term : evidence for racial differences. *J Clin Endocrinol Metab* 59 : 652-657, 1984
- 43) Hollis BW, Pittard WB, Reinhardt Ta. Relationships between vitamin D, 25-hydroxyvitamin D and vitamin D-binding protein concentrations in the plasma and milk of human subjects. *J Clin Endocrinol Metab* 62 : 41-44, 1986
- 44) Reeve IE, Chesney RW, DeLuca HF. Vitamin D of human milk : identification of biologically active forms. *Am J Clin Nutr* 36 : 122-126, 1982
- 45) Jansson L, Akesson B, Holmberg L. Vitamin E and fatty acid composition of human milk. *Am J Clin Nutr* 34 : 8-13, 1981
- 46) Deodhar AO, Rajalkshmi R, Ramkrishnan CV. Studies on human lactation. Part III. Effect of dietary vitamin contents of breast milk. *Acta Pediatr* 53 : 42-48, 1964
- 47) Thomas MR, Sneed SM, Wei C, Nail PA, Wilson M, Sprinkle III Ee. The effects of vitamin C, vitamin B₆, vitamin B₁₂, folic acid, riboflavin and thiamin on the breast milk and maternal status of well-nourished women at 6 months postpartum. *Am J Clin Nutr* 33 : 2151-2156, 1980a
- 48) Johnston L, Vaughan L, Fox HM. Pantothenic acid content of human milk. *Am J Clin Nutr* 34 : 2205-2209, 1981
- 49) Styslinger L, Kirksey A. Effects of different levels of vitamin B-6 supplementation on vitamin B-6 concentrations in human milk and vitamin B-6 intake of breastfed infants. *Am J Clin Nutr* 41 : 21-31, 1985
- 50) Sandberg DP, Begley Ja, Hall Ca. The content, binding and forms of vitamin B₁₂ in milk. *Am J Clin Nutr* 34 : 1717-1724, 1981
- 51) Tamura T, Yoshimura Y, Arakawa T. Human milk

- folate and folate status in lactating mothers and their infants. *Am J Clin Nutr* 33 : 193-197, 1980
- 52) Byerley LO, Kirksey A. Effects of different levels of vitamin C intake on the vitamin C concentration in human milk and the vitamin C intakes of breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 41 : 665-671, 1985
- 53) Kirksey A, West KD. Relationship between vitamin B-6 intake and content of the vitamin in human milk, in : "Human vitamin B-6 Requirements", National Academy of Sciences, Washington, 1978
- 54) Lumeng L, Brashear RE, Li TK. Pyridoxal 5'-phosphate in plasma : source, protein-binding and cellular transport. *J Lab Clin Med* 84 : 334, 1974
- 55) Spector R. Vitamin B-6 transport in the central nervous system : in vivo studies. *J Neurochem* 30 : 881, 1978
- 56) Greentree LB. Dangers of vitamin B₆ in nursing mothers. *N Engl J Med* 300 : 141-142, 1979
- 57) Udipi SA. Factors influencing the folacin nutriture of lactating mothers and their breastfed infants. Ph. D. Thesis, Purdue University, West Lafayette, Indiana, 1984
- 58) Herbert V. Current concepts in therapy : megaloblastic anemia. *N Engl J Med* 268 : 201, 268, 368, 1963
- 59) Ford JE. Some observations on the possible nutritional significance of vitamin B-12 and folate-binding protein in milk. *Br J Nutr* 31 : 243, 1974
- 60) Feeley RM, Eitenmiller RR, Benton Jones Jr, Jand Barnhart H. Calcium, phosphorus and magnesium contents of human milk during early lactation. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2 : 262-267, 1983a
- 61) Chan GM, Ronald N, Salter P, Hollis J, Thomas MR. Decreased bone mineral status in lactating adolescent mothers. *J Pediatr* 101 : 767-770, 1982
- 62) Cruikshank DP, Varner MW, Pitkin RM. Breast milk magnesium and calcium concentrations following magnesium sulfate treatment. *Am J Obstet Gynecol* 143 : 685-688, 1982
- 63) Gelada A, Brusset R, Gutierrez J, Herreros V. No correlation between iron concentration in breast milk and maternal iron stores. *Helv Paediatr Acta* 37 : 11-16, 1982
- 64) Fransson GB, Agarwall KN, Gebre-Medhin M, Hambraeus L. Increased breast milk iron in severe maternal anemia. Physiological trapping or leakage? *Acta Paediatr Scand* 74 : 290-291
- 65) Sherer TR, Hadjimarkos DM. Geographic distribution of selenium in human milk. *Arch Environ Health* 30 : 230-233, 1975
- 66) Kumpulainen J, Salmenpera L, Siimes MA, Koivistonen P, perheentupa J. Selenium supplementation of breast-fed infants via the mother. *Am J Clin Nutr* 42 : 829-835, 1985
- 67) Thomson AM, Black AE. Nutritional aspects of human lactation. *Bull WHO* 52 : 163-177, 1975
- 68) Huffman SL, Chowdbury AKMA, Chakraborty J, Simpson NK. Breast-feeding patterns in rural Bangladesh. *Am J Clin Nutr* 33 : 144, 1980
- 69) Gophalan C, Belavady B. Nutrition and lactation. *Fed Proc* 20 : 177-184, 1961
- 70) Rosa FW. Resolving the "Public Health Dilemma" of steroid contraception and its effects on lactation. *Am J Pub Health* 66 : 791-792, 1977
- 71) Koetswang S, Bhiraless P, Chiemprajert T. Effect of oral contraceptives on lactation. *Fertil Steril* 23 : 24-28, 1972
- 72) Lonnerdal B, Forsum E, Hambraeus L. Effect of oral contraceptives on composition and volume of breast milk. *Am J Clin Nutr* 33 : 816-824, 1980
- 73) Wynn V. Vitamins and oral contraceptive use. *Lancet* 1 : 561-564, 1975
- 74) Kitchen BJ. Bovine mastitis. *J Dairy Res* 48 : 167, 1981
- 75) Ramadan M, Salah M, Eid S. Effect of breast infection on the composition on human milk. *Int J Biochem* 3 : 543, 1972
- 76) Cousta DR, Berkowitz RL, Hobbins JC. Tight metabolic control of diabetes in pregnancy. *Am J Med* 68 : 845, 1980
- 77) Williamson D. Integration of metabolism in the lactating rat. *FEBS* 117 : 93, 1980
- 78) Martin R, Baldwin R. Effect of alloxan diabetes on lactating performance and mammary tissue metabolism in the rat. *Endocrinology* 88 : 863,

안 홍 석

- 1971
- 79) Speece ESG, Moore TR. Lactating diabetics. Proceedings of ADA(67th), 1984
- 80) Ferris AM, Dalidowitz CK, Allen LH. Lactation outcome in IDDM women. *J Am Diet Associ* 88 : 317-322, 1988
- 81) Butt NF, Garza C, Burr R. Milk composition of IDDM women. *J Ped GastroNutr* 6 : 936-941, 1987