

## 모유의 무기질과 면역물질함량에 영향을 미치는 요인에 관한 연구\*

권미소<sup>1)</sup> · 윤인숙<sup>1)</sup> · 조미숙<sup>2)</sup> · 이현숙<sup>3)</sup> · 김화영<sup>1)§</sup>

이화여자대학교 식품영양학과,<sup>1)</sup> 배화여자대학교 식품영양학과,<sup>2)</sup> 서울스포츠대학원대학교<sup>3)</sup>

### Effect of Maternal Factors on the Concentrations of Minerals and Immunological Substance in Breast Milk\*

Kwon, Mi So<sup>1)</sup> · Yun, In Suk<sup>1)</sup> · Cho, Mi Sook<sup>2)</sup> · Lee, Hyun Sook<sup>3)</sup> · Kim, Wha Young<sup>1)§</sup>

Department of Food and Nutrition,<sup>1)</sup> Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea

Department of Food and Nutrition,<sup>2)</sup> Baewha Women's College, Seoul 110-735, Korea

Department of Sports Science,<sup>3)</sup> Seoul Sports Graduate University, Seoul 150-034, Korea

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of maternal nutritional status and health behaviors on the concentrations of minerals (Zn, Fe, Ca) and the immunological substances (lactoferrin, sIgA, lysozyme) in breast milk. Breast milk was collected from 193 healthy Korean women from obstetric clinics and postpartum care centers in Seoul: 99 colostrum (1 - 5 days postpartum), 33 transitional milk (6 - 10 days postpartum), 61 mature milk (11 - 50 days postpartum). The concentrations of minerals and immunological substance were highest in colostrum and decreased with lactational period. Concentrations of Zn and Fe reduced significantly from colostrum to mature milk, however, Ca concentration stayed constant throughout the lactational period. Contents of lactoferrin, sIgA, and lysozyme were significantly lower in mature milk than in colostrum. Mother's nutritional status, assessed by prepregnancy BMI, had an effect only on colostrum, but not on transition and mature milk. Fe concentration of colostrum was significantly lower in underweight (pregnancy BMI < 18.5) than in overweight mothers (pregnancy BMI ≥ 23.0). Also lower tendency was observed for sIgA and lysozyme contents, even though the difference was not statistically significant. Pregnancy weight gain had no effect on the breast milk component. Since nutritional factors had some effect on colostrum, the health behaviors of mothers providing colostrum were assessed. The mother's behavior of smoking, drinking, morning sickness, parity, disease, nutrient supplement use had no significant effect on the breast milk component, however, Zn, sIgA, and lysozyme were the somewhat affected components by maternal health behavior. (*Korean J Nutrition* 37(9) : 809~816, 2004)

**KEY WORDS** : maternal nutritional status, breast milk, minerals, immunological substances.

## 서 론

모유에는 여러 가지 영양소 및 면역물질이 포함되어 있어 모유수유는 영아의 성장 발달에 적합하고, 소화기와 호흡기 감염, 알레르기 질환으로부터 아기를 보호하며, 성년 이후에도 심장병, 고혈압, 골다공증 같은 만성 질병의 발생을

지연시킨다고 보고되고 있다.<sup>1-3)</sup> 모유의 무기질은 영아의 성장 발달과 관련되어 중요한 역할을 담당하고 있으며 또한 면역물질과 상호작용을 하는 것으로 알려져 있다.<sup>4,5)</sup> 모유에는 Ca이 풍부하여 골격 발달을 도우며, Fe과 Zn의 함량은 낮으나 이용율이 높다.

모유에는 질병에 대한 저항성을 증진시키는 면역물질인 lactoferrin, lysozyme, sIgA가 많이 함유되어 있으며, 이는 모체 영양상태의 영향을 받는다.<sup>6,7)</sup> Lactoferrin은 철결합 단백질로서 Fe과 강하게 결합하여 미생물의 생존과 번식에 필요한 Fe<sup>2+</sup>을 제한함으로써 신생아 장내 대장균의 번식을 억제시키고,<sup>8)</sup> lysozyme은 세균분해효소이며, sIgA는 바이러스와 세균에 대한 항체로써 세균이나 항원의 침입으로부터 장관 및 기관지 점막을 보호한다.<sup>9)</sup> Lactoferrin은 Fe

접수일 : 2004년 8월 31일

채택일 : 2004년 8월 31일

\*This research was supported in part by 2001 Korean United Kingdom(UK) scientific and Technological Cooperation Program by the Ministry of Science and Technology of Republic of Korea and UK.

§To whom correspondence should be addressed.

과 강하게 결합할 뿐만 아니라 Zn와도 약하게 결합하여 Zn의 흡수를 촉진시킨다.<sup>10)</sup> 모유에는 우유에 비해 Zn의 함량이 낮으므로 lactoferrin에 의한 흡수 증진은 매우 중요한 의미를 갖고 있다.

모유 분비량 및 성분은 분비시기에 따라 변화하며 모체의 영양상태, 건강행태 등의 영향을 받는다.<sup>11-17)</sup> Sosa 등<sup>11)</sup>은 수유부의 섭식과 영양상태가 모유의 양과 질에 영향을 줄 수 있으며 질병이나 약물 복용 또한 수유능력을 변화시킨다고 하였다. Cruz 등<sup>12)</sup>은 과테말라에서 행한 연구에서 임신 기간 중 우유를 마신 상류층 산모의 모유에는 우유를 마시지 않은 사람의 모유보다 sIgA가 유의적으로 높게 함유되어 있어, 모유 sIgA 함량은 임신부의 영양소 섭취상태에 영향을 받는다고 주장하였다. Hennart 등<sup>13)</sup>은 영양상태가 양호한 도시산모들은 영양상태가 불량한 비도시지역 산모들에 비하여 모유 분비량과 면역물질 함량이 높았다고 하였으며 이러한 결과는 동물실험<sup>7)</sup>에서도 보고되었다. 이외에 산모의 연령, 출산횟수, 흡연, 알코올 등도 모유성분에 영향을 미친다.<sup>15-17)</sup> 산모의 연령 및 출산횟수가 많을수록 모유의 면역물질 농도는 높은 경향을 나타내며 흡연시 담배속의 nicotine은 prolactin level을 감소시켜 모유량을 감소시키고<sup>16)</sup> 알코올은 모유량 감소 뿐 아니라, 모유를 통해 알코올이 영아에게 전달되어 영아의 sleep-wake pattern 및 운동발달에 장애를 일으킨다고 보고되고 있다.<sup>17)</sup>

본 연구는 우리나라 수유부의 모유성분에 영향을 미치는 요인을 규명하여 수유부의 식생활과 건강생활의 지침을 마련하고자 이루어졌다. 그동안 국내에서 이루어진 모유 분비시기와 산모의 영양상태에 따른 모유성분과 양에 관한 연구는 주로 다량 영양소 중심으로 이루어져 왔고, 무기질과 면역물질 함량변화에 대한 연구는 많지 않다. 그러므로 본 연구에서는 모유의 무기질과 면역물질 함량이 모유 분비시기, 모체의 영양상태 및 건강행태에 따라 어떻게 영향을 받는지를 살펴보고자 한다.

## 연구방법

### 1. 조사대상 및 기간

본 연구는 2001년 11월부터 2003년 1월 사이에 서울 소재의 산부인과에서 분만한 산모와 산후조리원에서 산후 회복중인 산모 193명을 대상으로 이루어졌다. 대상자로부터 수집된 모유는 초유 (1~5일 사이에 분비) 99개, 이행유 (6~10일 사이에 분비) 33개, 성숙유 (11~50일 사이에 분비) 61개로 이들의 무기질과 면역물질을 분석하여 분비시기에 따른 변화를 관찰하였다. 또한 초유를 제공한 57명의 대

상자에게는 초유 수집시 설문조사도 같이 실시하여, 초유성분에 미치는 요인을 조사하였다. 설문 조사시 신장과 임신 전 체중도 같이 조사하였다.

### 2. 모유성분 분석

모유 성분 중 무기질은 Zn, Fe, Ca을, 면역물질로는 lactoferrin (LF), secretory Immunoglobulin A (sIgA), lysozyme (LZ)을 측정하였다. 무기질 (Zn, Fe, Ca)분석은 전유를 습식분해법으로 전처리 한 후 Atomic Absorption Spectrophotometer (A.A.S., Perkin-Elmer 2380)을 이용하여 490 nm에서 측정하였다.

면역물질인 lactoferrin은 항체에 효소를 결합시켜 항원-항체 반응을 확인하는 ELISA (Enzyme linked immunosorbent assay) 방법으로 측정하였다.<sup>18)</sup> Lysozyme (LZ)은 *Micrococcus luteus*의 세포벽을 파괴함으로써 용균시키는 원리를 이용한 lyso plate assay method를 이용하여 분석하였고,<sup>19)</sup> sIgA는 면역확산법을 이용한 radial immunodiffusion plate (Nor-partigen, Behring Co., Germany)를 사용하여 분석하였다.

### 3. 자료처리 및 분석

본 연구에서 조사된 모든 자료의 분석은 SPSS통계 package (version 11.0)을 이용하여 평균과 표준오차를 산출하였다. 모유의 분비시기와 모체의 영양상태 지표로 사용한 임신 전 BMI에 따른 무기질과 면역물질 함량을 비교하기 위하여 Duncan's multiple range test를 사용하였다. 임신 중 체중증가량과 모유 함량에 영향을 미치는 건강행태인자인 흡연, 입덧, 질병, 영양보충제와 출산횟수에 따른 무기질과 면역물질 함량 차이는 independent-samples t-test로 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 모유 중 무기질 및 면역물질

#### 1) 분비시기에 따른 변화

모유 중 무기질 (Zn, Fe, Ca)과 면역물질 (lactoferrin, sIgA, lysozyme)을 초유, 이행유, 성숙유로 분류하여 분비시기에 따른 함량 변화를 Table 1은 경향을 보였다. 무기질 농도는 초유에서 높았고 분비시기에 따라 감소하였다. Zn은 초유 3.60 mg/L, 이행유 2.92 mg/L, 성숙유 0.90 mg/L로 분비시기에 경과함에 따라 유의적으로 감소하였다. Choi 등<sup>20)</sup>은 모유의 Zn 함량을 초유 4.15 mg/L, 이행유 3.51 mg/L, 성숙유 2.89 mg/L로 보고하여 본 연구보다 높게 나

**Table 1.** Concentrations of minerals and immunological substances in breast milk at different stages of lactation<sup>1)2)</sup>

	Colostrum	Transitional milk	Mature milk
<b>Minerals</b>			
Zn (mg/L)	3.60 ± 0.23 (64) <sup>3)4)</sup>	2.92 ± 0.21 (32) <sup>b)</sup>	0.90 ± 0.11 (34) <sup>c)</sup>
Fe (mg/L)	0.86 ± 0.04 (64) <sup>a)</sup>	0.87 ± 0.04 (32) <sup>a)</sup>	0.34 ± 0.03 (34) <sup>b)</sup>
Ca (mg/L)	253.1 ± 5.4 (64)	245.2 ± 9.6 (32)	247.5 ± 5.6 (34)
<b>Immunological substances</b>			
LF (g/L)	4.15 ± 0.10 (99) <sup>a)</sup>	2.84 ± 0.08 (33) <sup>b)</sup>	1.66 ± 0.09 (61) <sup>c)</sup>
sIgA (g/L)	2.58 ± 0.26 (97) <sup>a)</sup>	0.87 ± 0.19 (33) <sup>b)</sup>	0.09 ± 0.03 (59) <sup>c)</sup>
LZ (mg/L)	402.90 ± 16.12 (92) <sup>a)</sup>	279.78 ± 22.14 (31) <sup>b)</sup>	226.57 ± 22.12 (55) <sup>b)</sup>

1) Values are mean ± SE. Colostrum: milk secreted between 1 – 5 days postpartum, Transitional milk: milk secreted between 6 – 10 days postpartum, Mature milk: milk secreted between 11 – 50 days postpartum

2) LF: lactoferrin, sIgA: secretory immunoglobulin A, LZ: lysozyme

3) Means in the same row with different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test (p < 0.05)

4) Number of samples

타났으나 기간에 따라 유의적으로 감소하는 경향은 일치하였다. Fe 함량은 초유 0.86 mg/L, 이행유 0.87 mg/L, 성숙유 0.34 mg/L로 초유와 이행유에서는 같은 수준을 유지하였으나 성숙유에서는 유의적으로 감소하였다. 이것은 우리나라의 Choi 등<sup>20)</sup>이 보고한 초유 0.33 mg/L, 이행유 0.31 mg/L, 성숙유 0.2 mg/L 보다는 높았고, Fransson 등<sup>21)</sup>과 Picciano 등<sup>22)</sup>이 조사한 초유와 이행유의 Fe 함량 0.5~1.0 mg/L, 성숙유의 0.2~0.5 mg/L과는 비슷한 값이었다. 칼슘은 초유 253.1 mg/L, 이행유 245.2 mg/L, 성숙유 247.5 mg/L로 분비시기에 따른 차이 없이 일정한 수준을 유지하고 있었다. 이는 Ahn 등<sup>23)</sup>이 보고한 초유 378.88 mg/L, 이행유 379.41 mg/L, 성숙유 338.58 mg/L 보다는 낮은 수준이었으나 분비시기에 따른 차이가 없는 것은 같은 양상이었고, Kirsey 등<sup>24)</sup>도 모유 분비 시기는 칼슘농도에 영향을 미치지 않는다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. 그러므로 모유의 Fe과 Zn 농도는 분비 시기가 길어질수록 감소하나 Ca은 일정한 수준을 유지하는 것으로 나타나 다른 무기질과 다른 양상을 보였다.

면역물질 중 lactoferrin 농도는 초유 4.15 g/L, 이행유 2.84 g/L, 성숙유 1.66g/L로 분비시기에 따라 유의적으로 감소하였다. 이와 같은 분비시기에 따른 lactoferrin의 감소는 다른 연구에서도 보고 되고 있는데, Nagasawa 등<sup>25)</sup>의 연구에서는 초유 4.9 g/L, 성숙유 1.1 g/L, Montagne 등<sup>26)</sup>의 보고에서는 초유 5.8 g/L, 이행유 3.1 g/L, 성숙유 2.0 g/L로 나타나 같은 경향을 보였다. sIgA농도도 초유, 이행유, 성숙유로 진행됨에 따라 각각 2.58 g/L, 0.87 g/L, 0.09 g/L로 분비시기에 따라 유의적으로 감소하였으며, Takeshi 등<sup>27)</sup>이 보고한 초유 4.0 g/L, 이행유 2.0 g/L보다는 낮은 경향을 보였다. Lysozyme는 초유에서 이행유로 진행시 402.90 mg/L에서 279.78 mg/L로 유의적으로 감소하였으나, 성숙

유에서는 226.57 mg/L으로 더 이상의 감소는 없었다. Montagne 등<sup>26)</sup>도 초유 370 mg/L, 이행유 270 mg/L, 성숙유 240 mg/L로 비슷한 변화를 보고한 바 있다.

무균상태에서 출생하여 처음으로 외부 환경에 노출되는 출생직후의 신생아는 외부의 항원에 대하여 면역 반응을 시작할 수 없다. 그러므로 이때의 신생아는 모유로부터 면역물질을 공급받는 수동 면역을 통하여 질병으로부터 방어하게 된다.<sup>7)</sup> 특히 모유에는 모체가 노출되었던 항원에 대한 항체를 포함하고 있으므로 같은 환경에 있는 신생아에게는 가장 적합한 방어물질 이라고 할 수 있다. 시간이 경과하면서 신생아가 자체의 항체를 생성할 수 있게 되면 모유로부터의 수동 면역의 의미는 축소된다. 따라서 성숙유의 면역물질 함량이 감소하는 것은 이러한 변화를 잘 반영하고 있는 것이라고 보겠으며, 초유의 면역물질 함량이 높은 것은 신생아의 감염 예방을 위하여 매우 중요한 기능이 된다.

## 2) 임신 전 BMI에 따른 변화

임신 전 모체의 영양 상태가 모유 성분에 미치는 영향을 조사하기 위하여 임신 전 BMI를 기준으로 저체중군 (BMI < 18.5), 정상군 (18.5 ≤ BMI ≤ 22.9), 과체중군 (BMI ≥ 23.0)으로 나누어 무기질과 면역물질 함량을 Table 2에 제시하였다. 모유의 Zn과 Ca함량은 임신 전 비만도에 따라 초유, 이행유, 성숙유에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Fe은 과체중군이 저체중군과 정상군보다 초유 함량이 유의적으로 높게 나타나 임신 전 비만도가 초유 Fe의 함량에 영향을 미치는 것으로 나타났으나 대상자 수가 적어 일반화 하기는 어렵다.

면역물질 lactoferrin은 초유, 이행유, 성숙유에서 임신 전 BMI에 따른 유의적인 차이는 없었으나, 저체중군의 성숙유의 lactoferrin함량이 정상군과 과체중군에 비해 30% 정도 더 높게 나타났다. sIgA도 각 군간에 유의적인 차이는 없

**Table 2.** Concentrations of and immunological substances in breast milk according to prepregnancy BMI<sup>1)</sup>

		Underweight group (BMI < 18.5)	Normal weight group (18.5 ≤ BMI < 22.9)	Overweight group (BMI ≥ 23.0)
Zn (mg/L)	Colostrum	3.30 ± 0.56 (13) <sup>2)</sup>	3.53 ± 0.27 (40)	4.23 ± 0.63 (11)
	Transitional milk	3.02 ± 0.78 ( 3)	2.88 ± 0.25 (24)	3.08 ± 0.54 ( 5)
	Mature milk	0.83 ± 0.31 ( 3)	0.94 ± 0.15 (24)	0.81 ± 0.18 ( 7)
Fe (mg/L)	Colostrum	0.83 ± 0.08 (13) <sup>3)</sup>	0.81 ± 0.03 (40) <sup>o</sup>	1.07 ± 0.17 (11) <sup>o</sup>
	Transitional milk	0.83 ± 0.14 ( 3)	0.86 ± 0.05 (24)	0.98 ± 0.04 ( 5)
	Mature milk	0.40 ± 0.11 ( 3)	0.33 ± 0.03 (24)	0.38 ± 0.06 ( 7)
Ca (mg/L)	Colostrum	258.2 ± 13.2 (13)	255.5 ± 6.7 (40)	238.6 ± 12.5 (11)
	Transitional milk	284.9 ± 8.4 ( 3)	236.8 ± 11.1 (24)	262.0 ± 28.1 ( 5)
	Mature milk	256.7 ± 20.9 ( 3)	249.6 ± 6.8 (24)	236.6 ± 11.3 ( 7)
LF (g/L)	Colostrum	4.27 ± 0.27 (16)	4.10 ± 0.14 (61)	4.21 ± 0.16 (22)
	Transitional milk	2.76 ± 0.07 ( 3)	2.82 ± 0.11 (25)	3.00 ± 0.14 ( 5)
	Mature milk	2.07 ± 0.09 (10)	1.57 ± 0.11 (41)	1.64 ± 0.22 (10)
sigA (g/L)	Colostrum	2.22 ± 0.65 (15)	2.68 ± 0.33 (61)	2.54 ± 0.55 (21)
	Transitional milk	2.04 ± 1.67 ( 3)	0.75 ± 0.16 (25)	0.74 ± 0.12 ( 5)
	Mature milk	0.05 ± 0.01 ( 9)	0.10 ± 0.04 (41)	0.05 ± 0.01 ( 9)
LZ (mg/L)	Colostrum	380.52 ± 34.97 (16)	399.31 ± 22.37 (54)	427.99 ± 30.40 (22)
	Transitional milk	399.86 ± 184.83 ( 3)	261.01 ± 18.86 (23)	294.07 ± 30.53 ( 5)
	Mature milk	264.13 ± 81.54 (10)	229.06 ± 22.87 (35)	180.30 ± 46.81 (10)

1) Values are mean ± SE

2) Number of samples

3) Means in the same row with different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )

었으나 초유와 성숙유에서는 정상군이 저체중군 보다 높게 나타났고, 이행유에서는 저체중군이 높게 나타났다. Kim 등<sup>28)</sup>은 정상군의 초유 sIgA가 저체중군의 sIgA보다 높다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. Lysozyme는 초유에서 임신 전 비만도가 클수록 높아지는 경향을 보여 영양상태가 양호한 과체중군이 가장 높게 나타났으며, 초유 lysozyme 농도는 영양상태가 불량한 집단보다 양호한 집단이 2 배 정도 높다고 보고한 Chang 등<sup>29)</sup>의 연구결과와 같은 경향이였다. 그러나 이행유와 성숙유에서는 초유와는 다른 경향을 보여 비만도가 가장 낮은 저체중군의 lysozyme 함량이 가장 높게 나타났다.

임신전에 저체중으로 영양부족의 성향이 있었던 산모의 성숙유의 lactoferrin과 lysozyme의 농도가 높은 경향을 보인 것은 신생아의 성장과 관련하여 연구되어야 할 부분이라고 보겠다. 이것은 아마도 영양불량인 산모에게서 태어나는 신생아는 저체중 등 영양상태가 양호하지 않은 경우가 많다는 보고로<sup>30)</sup> 미루어 보아 이는 저체중 영아를 보호하기 위한 기전으로 사료된다. 이를 규명하기 위해서는 더 많은 저체중 산모를 대상으로 한 연구가 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서 저체중군과 과체중군의 대상자 수가 적었고, 또한 이행유와 성숙유는 시료수가 적어 임신전 비만도에 따른 무기질과 면역물질 함량의 변화를 유의성 있게 관찰할 수

는 없었으나, 저체중군에서 무기질과 면역물질의 함량이 낮은 경향을 보여 임신부의 임신 전 영양상태가 중요함을 시사하고 있다.

### 3) 임신 중 체중증가에 따른 변화

임신 중 영양상태를 반영하는 지표로 임신 중 체중증가를 기준으로 체중증가량이 11.5 kg 미만군과 11.5 kg 이상군으로 나누어 모유의 무기질과 면역물질 함량을 비교해 Table 3에 나타내었다. 임신 중 체중증가량이 본 연구에서 조사한 무기질과 면역물질에 유의적인 영향을 미치지 않는었으나, Zn 함량은 초유와 이행유에서 11.5 kg이상군이 11.5 kg미만군에 비하여 각각 24%, 38%정도 높은 경향을 보였으나, Fe과 Ca는 체중증가량에 따른 차이가 없었다. 즉, 임신 중 체중증가가 모유의 Zn 함량에는 영향을 미치나 Fe과 Ca 함량에는 영향을 미치지 않았다.

초유의 면역물질 함량은 임신 중 체중증가에 따른 차이가 거의 없었으나, 이행유와 성숙유에서 sIgA 함량은 11.5 kg 이상군이 11.5 kg 이하군에 비하여 각각 48%, 83%로 높게 나타났고, 성숙유의 lysozyme은 11.5 kg미만군이 11.5 kg이상군에 비하여 19%정도 높게 나타났다. Kim 등<sup>28)</sup>의 보고에 의하면 lactoferrin과 lysozyme은 초유에서 체중증가의 영향을 가장 많이 받는다고 보고하여 본 연구결과와 다

르게 나타났다.

4) 모유 성분 간의 상관관계

본 연구에서 분석한 모유 성분인 무기질과 면역물질 함량 간에 상관성이 있는지를 알아보기 위하여 상관관계를 분비

시기에 따라 조사하여 Table 4에 제시하였다. 모유 중의 Zn과 Fe은 초유 (r = 0.415, p < 0.01)와 이행유 (r = 0.385, p < 0.05)에서 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다. 그러나 Ca과 Zn, Fe사이에는 유의적인 상관성이 없었다. 그러므로 Fe 농도를 상승시키는 조건은 Zn 농도도 증

Table 3. Concentrations of minerals and immunological substances in breast milk according to pregnancy weight gain<sup>1)</sup>

		Low weight gain group <11.5 kg	Normal weight gain group ≥ 11.5 kg
Zn (mg/L)	Colostrum	3.17 ± 0.32 (28) <sup>2)</sup>	3.94 ± 0.31 (36)
	Transitional milk	2.24 ± 0.38 ( 6)	3.08 ± 0.23 (26)
	Mature milk	0.84 ± 0.17 (19)	0.97 ± 0.15 (15)
Fe (mg/L)	Colostrum	0.82 ± 0.06 (28)	0.89 ± 0.06 (36)
	Transitional milk	0.80 ± 0.09 ( 6)	0.89 ± 0.04 (26)
	Mature milk	0.37 ± 0.04 (19)	0.31 ± 0.05 (15)
Ca (mg/L)	Colostrum	253.1 ± 7.1 (28)	253.2 ± 7.9 (36)
	Transitional milk	259.0 ± 19.9 ( 6)	242.1 ± 11.0 (26)
	Mature milk	251.2 ± 7.6 (19)	242.9 ± 8.2 (15)
LF (g/L)	Colostrum	4.10 ± 0.10 (42)	4.19 ± 0.12 (57)
	Transitional milk	2.80 ± 0.10 ( 6)	2.85 ± 0.10 (27)
	Mature milk	1.59 ± 0.12 (35)	1.76 ± 0.13 (26)
slgA (g/L)	Colostrum	2.45 ± 0.39 (41)	2.67 ± 0.35 (56)
	Transitional milk	0.62 ± 0.26 ( 6)	0.92 ± 0.22 (27)
	Mature milk	0.06 ± 0.01 (33)	0.11 ± 0.07 (26)
LZ (mg/L)	Colostrum	402.49 ± 20.19 (38)	403.19 ± 23.66 (54)
	Transitional milk	285.09 ± 32.57 ( 6)	278.50 ± 26.58 (25)
	Mature milk	241.06 ± 28.14 (34)	203.11 ± 36.08 (21)

1) Values are mean ± SE

2) Number of samples

Table 4. Pearson's correlation (r) matrix of breast milk substances

	Zn	Fe	Ca	LF	slgA	LZ
Colostrum						
Zn	1	0.415**	-0.004	0.235	0.052	-0.008
Fe		1	0.240	0.278*	0.142	0.211
Ca			1	0.027	0.324**	0.378**
LF				1	0.208*	0.334**
slgA					1	0.629**
LZ						1
Transmilk						
Zn	1	0.385*	0.238	-0.376*	0.057	-0.053
Fe		1	0.133	-0.089	0.134	0.042
Ca			1	-0.061	-0.014	0.106
LF				1	-0.002	0.122
slgA					1	0.845**
LZ						1
Mature milk						
Zn	1	0.034	0.011	0.047	-0.258	-0.059
Fe		1	0.291	0.268	-0.178	-0.301
Ca			1	0.155	-0.158	-0.045
LF				1	-0.213	-0.055
slgA					1	0.110
LZ						1

\*: p < 0.05, \*\*: p < 0.01

**Table 5.** Concentrations of minerals and immunological substance in colostrum and self-reported health behaviors of mothers<sup>1)</sup>

	Minerals			Immunological substance		
	Zn (mg/L)	Fe (mg/L)	Ca (mg/L)	LF (g/L)	sIgA (g/L)	LZ (mg/L)
<b>Alcohol drinking habit</b>						
Never drinkers	3.80 ± 0.38 (24) <sup>2)</sup>	0.89 ± 0.06 (24)	252.6 ± 7.7 (24)	3.22 ± 0.15 (24)	1.40 ± 0.36 (24)	302.7 ± 27.5 (23)
Ever drinkers	3.53 ± 0.30 (32)	0.95 ± 0.06 (32)	247.4 ± 9.1 (32)	3.25 ± 0.10 (33)	1.13 ± 0.21 (33)	303.0 ± 19.4 (31)
<b>Smoking habit</b>						
Never smokers	3.77 ± 0.26 (48)	0.94 ± 0.05 (48)	248.2 ± 6.9 (48)	3.25 ± 0.10 (49)	1.25 ± 0.21 (49)	295.6 ± 14.9 (47)
Ever smokers	2.89 ± 0.35 ( 8)	0.84 ± 0.07 ( 8)	258.2 ± 11.0 ( 8)	3.11 ± 0.14 ( 8)	1.20 ± 0.61 ( 8)	351.4 ± 74.4 ( 7)
<b>Morning sickness experience</b>						
No	3.16 ± 0.28 (14)	0.88 ± 0.04 (14)	241.5 ± 10.0 (14)	3.25 ± 0.12 (15)	1.14 ± 0.38 (15)	319.3 ± 42.8 (14)
Yes	3.80 ± 0.30 (42)	0.94 ± 0.05 (42)	252.3 ± 7.5 (42)	3.23 ± 0.11 (42)	1.29 ± 0.23 (42)	297.1 ± 15.9 (40)
<b>Disease</b>						
No	3.81 ± 0.30 (40)	0.92 ± 0.04 (40)	256.0 ± 7.3 (40)	3.22 ± 0.11 (41)	1.41 ± 0.26 (41)	311.0 ± 19.9 (41)
Yes	3.22 ± 0.28 (16)	0.94 ± 0.11 (16)	233.6 ± 10.8 (16)	3.27 ± 0.11 (16)	0.82 ± 0.19 (16)	277.0 ± 21.2 (13)
<b>Nutrient supplement</b>						
No	3.81 ± 0.55 (10)	0.86 ± 0.88 (10)	228.7 ± 11.5 (10)	3.11 ± 0.20 (10)	1.21 ± 0.46 (10)	263.5 ± 36.6 ( 9)
Yes	3.60 ± 0.26 (46)	0.94 ± 0.05 (46)	254.2 ± 6.9 (46)	3.26 ± 0.09 (47)	1.25 ± 0.22 (47)	310.7 ± 17.7 (45)
<b>Parity</b>						
Primi-parae	3.75 ± 0.29 (37)	0.91 ± 0.06 (37)	250.4 ± 7.4 (37)	3.24 ± 0.11 (38)	1.10 ± 0.22 (38)	308.4 ± 22.2 (36)
Multi-parae	3.42 ± 0.40 (19)	0.95 ± 0.06 (19)	248.1 ± 11.1 (19)	3.23 ± 0.14 (19)	1.53 ± 0.40 (19)	291.7 ± 19.0 (18)

1) Values are mean ± SE

2) Number of samples

가 시킨다고 볼 수 있었으나 Ca 농도는 다른 무기질 농도와는 무관하게 일정한 수준을 유지하는 것으로 보인다.

본 연구에서 Ca 함량은 분비시기 및 모체의 영양상태의 영향을 받지 않고 일정한 수준을 유지하였으며 무기질 상호간의 관계도 관찰되지 않았다. 이것은 영아의 골격 성장과 관련하여 주요 무기질인 Ca은 여러 요인에 상관없이 항상 일정한 수준을 유지하여 영아성장을 돕는다고 보겠다.

면역물질 상호간의 상관관계를 살펴보면, 초유 lysozyme는 lactoferrin ( $r = 0.334, p < 0.01$ ), sIgA ( $r = 0.629, p < 0.01$ )와 sIgA는 lactoferrin ( $r = 0.208, p < 0.05$ )과 양의 상관관계를 보였다. 이행유에서는 lysozyme과 sIgA와의 상관관계만이 유의적 ( $r = 0.845, p < 0.01$ )이었고, 성숙유에서는 이러한 관계가 나타나지 않았다.

무기질과 면역물질 간에도 상관관계가 성립하였는데, 초유에서는 Fe과 lactoferrin사이 ( $r = 0.278, p < 0.05$ ), Ca과 sIgA ( $r = 0.324, p < 0.01$ ), lysozyme ( $r = 0.378, p < 0.01$ ) 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 이행유에서는 Zn과 lactoferrin ( $r = -0.376, p < 0.05$ )만이 유의적인 음의 상관관계를 보였다. 이러한 무기질과 면역물질간의 상관성이 어떠한 생리적 의미를 갖는지를 설명하기에는 더 많은 자료가 필요하나, 이행유에서 lactoferrin 농도는 Zn 농도가 낮아질 때 증가하므로 ( $r = -0.376$ ), Zn의 흡수를 돕

는 작용을 할 수 있을 것이라 생각할 수 있어<sup>10)</sup> 이러한 연구가 더욱 이루어지면, 모유의 역할을 규명하는데 도움이 되리라 사료된다.

모유 성분간의 상관성은 초유와 이행유에서는 관찰되었으나 성숙유에서는 유의적인 상관성이 나타나지 않았다. 그러므로 출생 후 2주 정도의 젖과 그 후의 젖 성분 사이에는 차이가 있어 이런 관계들이 출생 직후 영아의 영양소 이용 및 환경에 대한 적응과 관련이 있을 수 있다고 사료되어 이에 관한 많은 연구가 필요하겠다.

## 2. 임신 중 산모 특성에 따른 조유 성분 함량

모유 중 환경 요인의 영향을 가장 많이 받는 것이 초유였으므로 본 연구에서는 초유 성분에 영향을 미치는 모체의 건강행태 요인을 분석하였다. 출산 직후의 산모들로부터 초유를 제공 받고 또한 음주, 흡연, 임신 중 입덧과 질병, 영양 보충제복용, 출산횟수에 관한 설문 조사를 같이 실시하였다.

임신 중의 영양상태에 영향을 미치는 것으로 알려진 입덧 상태를 조사한 결과 입덧을 경험한 대상자는 73.7%로 메스꺼움이 30.2%로 가장 많았으며, 임신 중에 질병을 앓았던 산모는 28.1%로 그 중 빈혈이 68.6%로 대부분을 차지했다. 임신 중 보충제복용율은 84.2%였고, 주로 철분제와 칼슘제를 복용하고 있었다. 임신 전 음주경험자는 57.9%, 흡연을 경험한 산모는 14%였으나, 이들은 임신 중에는 음

주와 흡연을 하지 않았다. 출산경험은 초산모가 66.7%로 대부분을 차지하였다.

본 연구에서 살펴 본 초유의 무기질과 면역물질은 모체의 음주, 흡연, 임신기간 중의 질병, 입덧, 보충제 섭취, 출산횟수에 따라 유의적인 영향을 받지 않았다(Table 5). 그러나 무기질 중 Zn 함량은 비흡연군이 흡연군에 비해 30%, 입덧경험군은 비입덧군 비해 20%, 임신 중 질병을 경험하지 않은 군이 질병을 경험한 군에 비해 18% 정도 더 높은 경향을 보였다. 그러나 Fe과 Ca 함량에는 이 정도의 영향을 미치는 인자가 없었다. 면역물질 중 sIgA는 비음주군이 음주군에 비해 24%, 비질병군은 질병군에 비해 72%, 다산이 초산에 비해 39% 더 높게 나타났고, lysozyme은 흡연군이 비흡연군에 비해 19%, 영양보충제를 복용한군이 그렇지 않은군에 비해 18% 정도 높은 경향을 보였다.

이상의 결과로 미루어 보아 모체의 건강행태는 초유의 면역물질 농도에 다소의 영향을 미치는 것으로 사료되나 대상자 수가 적어 결론을 유추하기는 어려웠다. 모유수유를 하는 산모의 수가 적고, 초유 수집이 어려워 연구진행에 제한점이 많으나 앞으로 이러한 연구는 여러 통로가 연합하여 대대적으로 수행 될 필요가 있다고 사료된다.

## 요약 및 결론

모유 성분 중 무기질과 면역물질 함량이 모유 분비시기, 모체의 영양상태 및 건강행태에 따라 영향을 받는지를 조사한 본 연구 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 모유의 Fe과 Zn 농도는 초유에서 가장 높았고 분비시기에 따라 감소하였으나 Ca 함량은 분비시기에 관계없이 항상 일정한 수준을 유지 하였다.
- 2) 면역물질인 lactoferrin, sIgA, lysozyme의 농도는 초유에서 가장 높았고 분비시기에 따라 감소하였다.
- 3) 임신 전 BMI로 판정한 모체의 영양상태가 모유 성분에 미친 영향은 저체중군 산모의 초유 중 Fe은 과체중군에 비해 유의적으로 낮았고, sIgA와 lysozyme도 저체중군에서 낮은 경향을 보였다. 그러나 성숙유의 lactoferrin과 lysozyme 농도는 저체중군에서 높은 경향을 보였다.
- 4) 모체의 건강행태는 초유 성분에 유의적인 영향을 미치는 않았으나, 무기질인 Zn과 면역물질인 sIgA와 lysozyme은 음주, 흡연, 보충제 복용 등의 영향을 받는 것으로 나타났다.

본 연구결과로는 모체의 영양상태가 모유 중 초유에 가장 영향을 많이 미치는 것으로 조사되었다. 초유는 신생아의 외부 환경과의 적응시기에 매우 중요한 역할을 하므로, 초유

에 영향을 미치는 인자를 이해하는 것은 신생아의 건강을 위하여 필요하다고 사료된다. 본 연구에서 모유수집에 응하는 대상 산모가 적은 것이 가장 큰 제한점이었으며 이러한 점을 보완할 수 있는 의료계와의 연대가 필요하리라고 본다. 모유 분비시기와 모체의 영양상태, 건강행태가 모유 성분에 미치는 영향을 규명하기 위해서는 동일한 산모를 대상으로 분비시기에 따라 모유를 수집하여 분석하는 종단적인 연구가 수행되어야 할 것이다.

## Literature cited

- 1) Lonnerdal B. Nutritional and physiologic significance of human milk proteins. *Am J Clin Nutr* 77: 1537S-1543S, 2003
- 2) Playford RJ, Macdonald CE, Johnson WS. Colostrum and milk-derived peptide growth factors for the treatment of gastrointestinal disorders. *Am J Clin Nutr* 72: 5-14, 2000
- 3) Oddy WH. The impact of breastmilk on infant and child health. *Breastfeed Rev* Nov 10(3): 5-18, 2002
- 4) Rodriguez-Palmero M, Koletzko B, Kunz C, Jensen R. Nutritional and biochemical properties of human milk, part II: lipids, micronutrients and bioactive factors. *Clin Perinatol* 26: 335-359, 1999
- 5) Kramer MS, Guo T, Platt RW, Sevkovskaya Z, Dzikovich I, Collet JP, Shapiro S, Chalmers B, Hodnett E, Vanilovich I, Mezen I, Ducruet T, Shishko G, Bogdanovich N. Infant growth and health outcomes associated with 3 compared with 6 mo of exclusive breastfeeding. *Am J Clin Nutr* 78: 291-295, 2003
- 6) Van de Perre P. Transfer of antibody via mother's milk. *Vaccine* 21: 3374-3376, 2003
- 7) Kim WY, Hong KH, Kim SM, Kim JY. Effect of dietary protein level on immune substances in milk and its transfer to pups in rats. *Korean J Nutrition* 29(6): 569-577, 1996
- 8) Suzuki YA, Shin K, Lonnerdal B. Molecular cloning and functional expression of a human intestinal lactoferrin receptor. *Biochemistry* 40: 15771-15779, 2002
- 9) Hanson LA, Korotkova M. The role of breastfeeding in prevention of neonatal infection. *Semin Neonatol* 7: 275-281, 2002
- 10) Ainscough EW, Brodie AM, Plowman JE. Zinc transport by lactoferrin in human milk. *Am J Clin Nutr* 33(6): 1314-1315, 1980
- 11) Sosa R, Klaus M, Urrutia JJ. Feed the nursing mother: thereby the infant. *J Pediatr* 88: 668, 1976
- 12) Cruz JR, Garcia B, Urrutia JJ, Carlsson B, Hanson LA. Food antibodies in milk from Guatemalan women. *J Pediatr* 99(4): 600-602, 1981
- 13) Hennart PF, Brasseur DJ, Delogne-Desnoeck JB, Dramaix MM, Robyn CE. Lysozyme, lactoferrin, secretory immunoglobulin A content in breast milk: influence of duration of lactation, nutrition status, prolactin status, and parity of mother. *Am J Clin Nutr* 53: 32-39, 1991
- 14) American Academy of Pediatrics Committee on Drug: The transfer of drugs and other chemicals into human milk. *Pediatrics* 108: 776-789, 2001

- 15) Shin HS, Lim JW. Studies on the isolation of lactoferrin and changes of its contents by parturition number and age in Korean human milk. *Korean J Dairy Sci* 19(1): 25-36, 1997
- 16) Amir LH, Donath SM. Does maternal smoking have a negative physiological effect on breast feeding? the epidemiological evidence. *Breastfeed Rev* 11(2): 19-29, 2003
- 17) Mennella JA, Garcia-Gomez PL. Sleep disturbances after acute exposure to alcohol in mothers' milk. *Alcohol* 25(3): 153-158, 2001
- 18) Buchta R. Ovine lactoferrin: isolation from colostrum and characterization. *J Dairy Res* 58: 211-218, 1991
- 19) Osserman EF, Lawlor DP. Serum and urinary lysozyme (muramidase) in monocytic and monomyelocytic leukemia. *J Exp Med* 124(5): 921-952, 1966
- 20) Choi MG, Ahn HS, Moon SJ, Lee MJ. A Study on iron, zinc and copper contents in human milk and trace element intakes of breast-fed infants. *Korean J Nutrition* 24(5): 442-449, 1991
- 21) Fransson GB, Lonnerdal B. Iron in human milk. *J Pediatr* 96: 380-384, 1980
- 22) Picciano MF, Guthrie HA. Copper, Iron and zinc contents of mature human milk. *Am J Clin Nutr* 29: 242-254, 1976
- 23) Ahn HS, Choi MG, Pyo YH. Changes in the contents of major minerals and trace elements of human milk during the breast-feeding. *Korean J Nutrition* 25(2): 123-131, 1992
- 24) Kirsey A, Ernst JA, Roepke JL, Tsai TL. Influence of mineral intake and use of oral contraceptives before pregnancy on the mineral content of human colostrum and of more mature milk. *Am J Clin Nutr* 32(1): 30-39, 1979
- 25) Nagasawa T, Kiyosawa I, Kuwahara K. Amounts of lactoferrin in human colostrum and milk. *J Dairy Sci* 55: 1651-1659, 1972
- 26) Montagne P, Cuilliere ML, Mole C, Bene MC, Faure G. Changes in lactoferrin and lysozyme levels in human milk during the first twelve weeks of lactation. *Adv Exp Med Biol* 501: 241-247, 2001
- 27) Takahashi T, Yoshida Y, Hatano S. Reactivity of secretory IgA antibodies in breast milk from 107 Japanese mothers to 20 environmental antigens. *Biol Neonate* 82: 238-242, 2002
- 28) Kim WY, Kim YN, Kim SM. Effect of maternal nutritional status on Immunological substances in breast milk of Korean women. *Korean J Nutrition* 27(3): 263-271, 1994
- 29) Chang SJ. Antimicrobial proteins of maternal and cord sera and human milk in relation to maternal nutritional status. *Am J Clin Nutr* 51: 183-187, 1990
- 30) Yu KH, Yoon JS. A cross-sectional study of nutrient intakes by gestational age and pregnancy outcome (1). *Korean J Nutrition* 32(8): 877-886, 1999