

수유 기간에 따른 모유의 성분 함량 변화와 수유부의  
섭식 태도 및 영아의 성장 발육에 관한 생태학적 연구\*  
I. 모유의 질소 함량에 관한 연구

송세화 · 문수재\* · 안홍석

성신여자대학교 가정대학 식품영양학과  
\*연세대학교 생활과학대학 식품영양학과

Ecological Study of the 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 Breastfed Infants

— I. A Study on the Nitrogen Content in Human Milk —

Song, Sae-Wha · Moon, Soo-Jae\* · Ahn, Hong-Seok

*Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University*

*\*Department of Food & Nutrition, Yonsei University*

ABSTRACT

Nitrogen(N) concentrations of human milk in various fractions, such as total, protein, nonprotein, whey protein and casein were determined at 2-3 days, 1, 2, 4, 6 and 12 weeks of postpartum.

Significant decreases in total N, nonprotein N, protein N, whey protein N and casein N were found with time postpartum. Total nitrogen decreased from 401mg/dl at 2-3 days to 211mg/dl at 12 week. Whey protein nitrogen was found to contribute to the total nitrogen decrease with time. The percentage of nonprotein nitrogen was 13% in colostrum and 17-18% in mature milk. The proportions of whey protein and casein nitrogen were 55 : 45 at 2-3 days and 34 : 66 at 12 week postpartum.

These determinations will provide the basic information on the variability of nitrogen components as lactation proceed.

KEY WORDS : human milk · nitrogen.

\*본 연구는 1989·1990년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

접수일자 : 1990년 5월 23일

## 서 론

모유는 신생아와 영아의 성장과 발달에 가장 적합한 식품이며, 특히 모유속에는 질병에 대한 저항력을 증가시킬 수 있는 여러 종류의 단백질들이 존재한다. 모유에 함유된 각종 단백질은 우선 영아의 성장에 요구되는 체단백질 합성의 질소원이 되며, 아울러 생체 효소, 효모 및 면역체로서 중요한 기능을 담당하게 된다.

모유 단백질은 크게 casein 과 whey 단백질로 구분되어 지고 있으나, 대부분의 수유와 모유에 관한 연구들은<sup>1-4)</sup> 일정한 수유 단계에서 제한된 시료에 대해 단백질을 구분하지 않고 총질소 함량만을 분석하고 있어서, 모유에 함유된 단백질 요소와 질소원에 대한 정보가 매우 미약한 상태이다. 최근에 와서, lactoferrin, immunoglobulins, lysozyme과 같은 whey 단백질의 영양에 관심을 보이고 있는데<sup>5-9)</sup>,  $\alpha$ -lactalbumin을 제외한 whey 단백질들은 비록 영아의 아미노산 섭취에 크게 기여하지는 않지만, 신생아와 영아의 체내에서 면역체로써 주된 기능을 발휘하고 있어서 그 중요성이 강조된다. 즉 모유의 질소원들은 각기 독특한 생물학적 가치를 지니고 있으며, 유즙에서의 함량 변화도 서로 다른 기전에 의해서 조절된다고 알려져 있기 때문에<sup>10-12)</sup> 이에 대한 보다 철저한 연구가 요구된다.

본 논문은 수유 기간에 따른 모유의 성분 변화와 수유부의 섭식 태도 및 영아의 성장 발육에 관한 연구의 일환으로, 모유 영양을 실천하고 있는 한국인 수유부의 유즙에 함유되어 있는 총질소, 단백질소, 비단백질소, casein 질소 및 whey 단백질소의 함량 변화를 초유 부터 12주에 이르기까지, 일정한 간격으로 비교 검토한 것이다.

## 연구대상 및 방법

본 연구에서는 서울 시내에 위치한 K 종합 병원 산부인과에서 산전 관리를 받고 있는, 임신 제 35 주 이후의 임신부 중에서 모유 영양을 계획하고

있는 여성을 대상으로 전분의 및 간호사를 통하여 본 연구의 취지 설명서를 배부하고, 이에 동의한 임신부중에서 분만 후, Table 1에 제시한 기준에 해당되는 26명의 수유부를 연구 대상으로 선정하였다.

모유 시료는 분만 후 2~3일에 분비되는 초유는 병원에서 채취하였으며, 분만 1주의 이행유, 분만 2주 부터 12주 까지의 성숙유는 가정에서 채취하였다. 모든 모유 시료들은 오전 9시 30분~11시 30분 사이에 수유를 하고 난 후, 양쪽 유방으로 부터 채취하였다. 채취 직전에 수유부의 손과 유방을 소독된 거즈로 닦아내고 재증류수로 다시 한번 씻은 후 유착기로 유즙을 채취하여 폴리에틸렌 병에 수집한 후, 즉시 얼음통에 넣은 상태로 실험실

Table 1. Criteria for subject selection

1. Age : 20-35 years of age at delivery
2. Weight : 90-110 percent of ideal body weight pre-pregnancy
3. Pregnancy
  - a. No medical and obstetrical risks
  - b. Gained between 7Kg and 17Kg
4. Delivery
  - a. Uncomplicated vaginal delivery
  - b. Delivered one child who weighed more than 2.5Kg
  - c. Gestation greater than 38 weeks
5. Maternal health
  - a. No history of alcohol, drug abuse and smoking
  - b. Not on any medication that would interfere with lactation

Table 2. Scheme for analysis of nitrogen(N) distribution

Total N=I
Nonprotein N=II
Protein N=I-II=III
Whey N=Nonprotein N+Whey protein N=IV
Whey protein N=IV-II=V
Casein N=III-V=VI

로 옮겨서 분석 직전까지  $-20^{\circ}\text{C}$ 에 냉동 보관하였다.

유즙의 질소원의 분석은 총질소, 비단백질소와 whey 질소는 아래와 같이 직접 분석하였고, 이들의 질소 농도로 부터 단백질소, whey 단백질소 및 casein 질소는 Table 2에서와 같이 간접적으로 산출하였다<sup>13-15)</sup>.

질소의 분석은 Kjeldahl 법을 이용하고, 모든 시료에 대하여 2회 반복 실험을 실시 하였다. 총질소 함량은 1 ml의 모유 시료를 Kjeldahl법에 의한<sup>13)</sup> 16) 분해, 증류, 적정의 3단계를 거치는 Kjeltec system(Kjeldahl System 1003 distilling unit, Tecator, Sweden)을 이용하여 질소 함량을 구하였다. 비단백질소<sup>14)</sup>는 24% Trichloroacetic acid(TCA)로 모유 단백질을 침전시킨 후, 원심 분리(3000 RPM, 15분)하여 여과한 여액의 질소를 Kjeldahl 법으로 정량하였다. Whey 질소<sup>17)</sup>는 모유 시료를 pH 4.6으로 맞추어 casein을 침전시킨 후, 원심 분리(3000 RPM, 15분)하여, 여과한 여액의 질소를 정량하였다.

수유 기간에 따른 각 질소원들의 함량 변화는 ANOVA로써 유의성을 검증하였으며, 수유 기간과 질소 농도의 상관 관계를 Pearson 상관 계수로 분석하였다<sup>18)19)</sup>.

## 결 과

분만 후 2~3일 부터, 12주 까지의 수유 기간 별 모유에 함유된 각 질소원들의 농도를 Table 3에 제시하였다. 모든 질소원들의 함량은 분만 후 수유 기간의 경과에 따라 유의성있게 감소되었다 ( $p < 0.01$ ).

수유 기간에 따른 각 질소원들의 평균 농도와 표준 편차를 비교하면, 초유와 이행유에서는 성숙유에서 보다 큰 표준 편차 값을 보이고 있어서, 분만 초에 분비되는 유즙의 질소 함량은 수유부에 따른 개인차가 크다는 것을 나타내고 있다.

분석된 단백질소 함량에 우유 및 유제품의 단백질소 계수인 6.38을 곱해서 얻어진 초유, 이행유 및 성숙유의 단백질 함량은 각각 2.2g%, 1.7g% 그리고 1.1~1.6%로, 수유 초기에는 단백질 함량이 높았고, 초유에서 이행유로 전이되면서 감소가 뚜렷하였으며, 성숙유에서도 수유가 계속되면서 단백질 농도는 감소되었다.

모유의 총질소 농도는 분만 후 2~3일에 분비되는 초유에서는 312mg/dl에서 513mg/dl의 범위를 보였으며, 평균 총질소 함량은 401mg/dl로 측정되었다. 분만 후 1주에 초유에서 보다 20%의 감소가 있었으며, 12주에는 47%의 감소를 나타내어

Table 3. Distribution of nitrogen in human milk with time postpartum

Nitrogen(N) component	Stage of lactation, wk postpartum					
	2-3days (n=21)	1 (n=18)	2 (n=26)	4 (n=25)	6 (n=24)	12 (n=19)
	mg/dl					
Total N	401± 68 <sup>1)</sup>	322± 66	288± 33	245± 29	222± 25	211± 29
Protein N	348± 67	272± 66	243± 32	206± 29	183± 25	175± 25
Nonprotein N	53± 13	50± 6	44± 5	39± 4	39± 7	36± 9
Whey N	243± 50	164± 51	144± 28	121± 23	107± 19	97± 19
Whey protein N	190± 52	114± 52	99± 25	82± 22	69± 16	59± 15
Casein N	158± 45	158± 46	144± 29	124± 33	115± 25	116± 27

1) Mean± S.D.

Table 4. Correlation coefficients between the nitrogen concentration and time postpartum

Nitrogen component	Time postpartum(wk)
Total N	-0.67923*
Protein N	-0.66170*
Nonprotein N	-0.50197*
Whey N	-0.66128*
Whey protein N	-0.63987*
Casein N	-0.40285*

\*P<0.05

수유가 진행됨에 따라 현저하게 감소되고 있음을 보였다.

유즙의 비단백질소 함량은 초유에서 평균 53mg/dl이었으며, 이행유에서는 50mg/dl, 12주의 성숙유에서 36mg/dl로, 전체적으로 완만한 감소를 나타내었다. 이를 총질소에 대한 비단백질소의 백분율로 검토하여 보면, 초유에서 13%로 낮았고, 그 이후 수유가 진행되면서 다소 증가되어 6주와 12주에서는 17~18%로 비교적 일정한 수준을 유지하였다.

초유의 단백질소 함량은 259mg/dl에서 467mg/dl의 범위로 분석되었으며, 이행유에서도 진폭이 넓은 농도 분포를 보였다. 단백질소 농도도 초기에는 매우 높은 함량을 나타냈으나, 수유가 진행되면서 계속 감소되었다. 특히 분만 1주때의 유즙에서는 초유의 농도 보다 22%의 감소를 보여, 수유 초기 단계에서의 총질소와 유사한 변화 양상을 보여주었다. 그러나 총질소에 대한 단백질소의 구성비는 초유에서 87%, 그 이후의 수유 단계의 유즙에서 84%를 나타내고 있어서, 수유 기간에 따른 구성비의 변화는 적었다.

Whey 단백질소 농도는 초유에서 111mg/dl에서 285mg/dl로 평균 190mg/dl 이었다. 1주 까지의 농도 감소는 40%로 매우 현저했으며, 12주 까지의 수유 전기간에서도 계속적인 감소 경향이 뚜렷하였다.

Casein 질소는 초유와 이행유에서 같은 농도로, 평균 158mg/dl였고, 수유 기간 6주까지는 계속 완

만한 감소를 보이다가 12주에서는 6주때의 농도를 유지하였다.

Whey 단백질소 : casein 질소의 비는 초유에서 55 : 45, 이행유인 1주에서 42 : 58, 성숙유 12주에서 34 : 66으로, 수유가 진행됨에 따라 그 비가 낮아졌다.

## 고 찰

모유의 질소 분포와 농도 변화에 관한 정보는 아직 미약한 상태이므로, 분만 후 수유 기간에 따라 여러 가지 질소원의 농도를 측정하여 보았다. 건강 상태가 양호한 한국인 수유부 26명으로 부터, 분만 후 2~3일의 초유, 1주의 이행유, 2주, 4주, 6주, 12주에 걸쳐서 성숙유를 채취하였다.

초유와 이행유에서는 성숙유에서 보다 큰 표준편차를 나타내고 있어서, 수유 초기 유즙의 질소 함량은 수유부에 따른 개인차가 큰 것을 볼 수 있었다. 일반적으로 초유의 영양소 함량은 변화가 많은데, 이는 유선 조직에서 유즙 생성의 분비 및 분출 과정이 아직 불안정한데서 비롯된 것으로 사료된다<sup>11)</sup>. 모유의 각 질소원들의 농도는 수유 기간<sup>2,6)9)15)20)</sup>이나 수유부의 영양 상태<sup>21-23)</sup>에 따라 변화하며, 미숙아를 분만한 수유부의 유즙과 정상 체중아를 분만한 수유부의 유즙에서도 질소원의 농도가 다르다고 보고되었다<sup>24)25)</sup>. 유즙의 질소 공급원은 유선 세포에서 de novo로 합성되어진 것과, 혈액에서 이동되어진 것을 포함한다<sup>10-12)20)</sup>. 따라서 모유의 질소 함량의 변화는 부분적으로는 유선 조직에서의 단백질 합성 속도, 또는 혈액에서 모유로 일부 질소 화합물들이 이동되는 속도에 영향을 받을 수 있다고 하겠다. 혈액에서 유즙으로 전달되는 질소원들로는 일부 단백질, 유리 amino산, peptide, polyamines, nucleotides, creatinine과 urea 등을 들고 있다<sup>10)11)</sup>.

본 실험에서 분석된 질소원 농도중 총질소, 단백질소, 비단백질소 등에서는, 여러 연구자들에 의해 보고된 각각의 질소원의 농도와 유사한 data를 나타내고 있었으며<sup>15)20)30)31)</sup>, casein 질소와 whey 단백질소 함량에서는 차이가 있었다<sup>13)15)30)</sup>. 그러

나 수유 기간에 따른 각 질소원의 변화 pattern은 유사하였다. 이러한 차이는 연구 대상이 되는 수유부의 개인차나 모유 시료의 채취 방법, 또는 서로 다른 질소의 분석 방법 등에서 기인될 수 있다고 사료된다<sup>6)14)23)26-29)</sup>.

수유 기간에 따른 각 질소원의 농도 변화 사이의 Pearson 상관 계수(Table 4)를 5% 유의 수준에서 보았을 때, 총질소 함량과는  $-0.67923$ 으로 높은 역 상관을 나타내었다. 또한 whey 단백질소 및 단백질소 변화와는 각각  $-0.66170$ 과  $-0.63987$ 로 역시 높은 역 상관을 보였으나, 수유 기간에 따른 casein 질소 함량의 변화 사이에는  $-0.40285$ 를 보여 casein 질소는 다른 질소원 보다 수유 기간에 따른 영향을 가장 적게 받는 것으로 나타났다.

분만 직후 부터 수유 단계별 모유의 총질소 함량은 Fig. 1에서와 같이 초유에서 이행유로 전이되면서 급격하게 감소되었으며, 성숙유에서도 수유 기간에 따라 계속 감소 되었다. 이러한 감소 양상은 다른 연구자들의 결과에서와 유사하였다<sup>2)6)13)15)20)29)30)</sup>. 특히 모유의 총질소 함량은 분만 후 2주의 유즙에서 이미 12주 까지 감소량의 60%에 이르러, 수유 초기에 질소 농도가 급격하게 저하됨을 지적하고 있다. 한편 단백질 함량도 수유 초기에는 높았고, 수유가 진행되면서 차츰 감소되었다<sup>4)11)32)</sup>. Macy<sup>32)</sup>는 초유의 총단백질 함량을 2.3g%, 이행유에서 1.7g%, 성숙유에서 0.88~1.25g%

로 보고한 바 있다.

단백질을 제거한 유즙의 질소를 비단백질소로 구분하게 되는데, 초유에서 비단백질소는 총질소의 13%를 차지하였다. 유즙에 있는 비단백질소는 유선 조직에서 합성되었다기 보다는, 혈액에서 이동되어진 것으로 보는 견해가 많다<sup>10)11)24)</sup>. 비단백질소에 포함되는 유리 amino산은, 실제 영아가 섭취하는 총아미노산 질소 중 극히 일부에 해당되지만, taurine과 같은 amino산은 특수 생리 기능을 담당한다고 알려져 있다<sup>10)11)24)</sup>. 한편 urea는 비단백질소원에 주요 성분이 된다고 하며, Atkinson<sup>25)</sup>은 미숙아를 분만한 수유부의 유즙에서 높은 양의 urea 질소를 함유하고 있다고 보고한 바 있고, 이때 미숙아는 비필수 아미노산 합성에 이를 이용할 수 있다고 제시하였다. 따라서 모유의 비단백질소원에서 대해서 보다 철저한 연구가 수행되어져, 유리 amino산 농도 및 urea 질소 함량과 이들 농도 변화에 영향을 주는 요인 및 영아에 대한 비단백질소의 영양적 의미를 규명해야 한다고 사료된다.

단백질소 함량도 수유 기간에 따라 감소하였다(Fig. 1). 감소 양상은 총질소 함량의 변화와 일치하고 있었다. 여러 연구에서도 단백질소는 수유가 진행되면서 감소되고<sup>15)20)29)</sup>, 비단백질소는 수유 기간에 따른 변화가 미소하였다고 보고된 바 있다<sup>6)13)29)</sup>. 총질소에 대한 단백질소와 비단백질소의

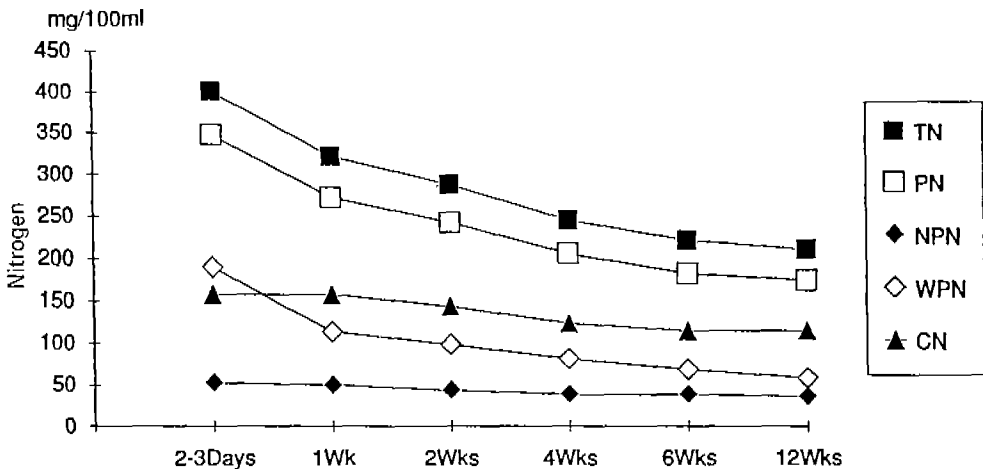


Fig. 1. Human milk nitrogen distribution in longitudinal samples.

수유기간에 따른 모유의 성분 함량

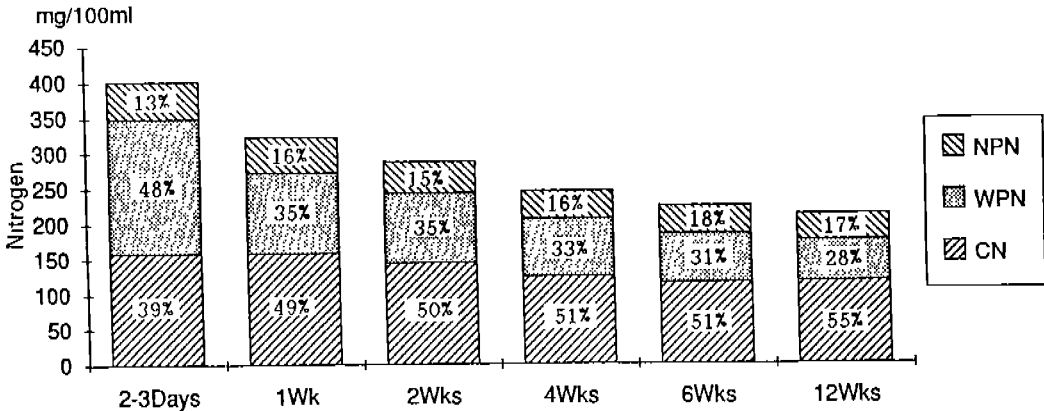


Fig. 2. Nonprotein N, whey protein N and casein N in human milk.

비율은 성숙유에서는 수유 기간에 따른 변화가 거의 없었지만, 실제 농도는 Fig. 1에서와 같이 현저하게 감소되었다. 한편 모유의 단백질소의 분석 방법은 매우 다양하므로, 연구 결과들을 비교하기란 어렵다. Sann 등<sup>33)</sup>은 Biuret 방법과 같은 비색법을 이용하여 단백질을 분석하였고, Lonnerdal<sup>9)</sup>은 모유의 아미노산 분석을 통해 이를 측정하기도 하였다. Kjeldahl 법은 아미노산 분석 결과와 잘 일치되고 있으며, 현재 가장 많이 이용되고 있다<sup>11)13)</sup>. 따라서 모유의 단백질소의 함량을 서로 비교할 때에는 분석 방법 및 분석한 단백질의 종류 등을 고려하여야겠다.

유즙의 주요 단백질인 casein을 분리하여, whey 질소 농도를 측정하였다. 산침전법으로 casein을 분리할 때, 모유는 pH 4.6에서 정확한 등전점을 갖지 않으므로, 우유에서 보다 casein 정량이 어렵다고 알려져 있다<sup>12)</sup>. Toyoda와 Yamauchi<sup>34)</sup>는 pH 4.6에서 산침전으로 모유의 casein을 응고 분리하였는데, 모유 시료 중 약 40%가 casein이었음을 보고하였다. 한편 산침전법에 의한 또다른 어려움은 모유의 whey 단백질의 주요 성분인 lactoferrin이 casein과 함께 침전된다는 것이다<sup>15)20)26)</sup>. 최근 Lonnerdal 등<sup>26)</sup>은 여러 가지 모유 casein 측정법을 소개하였으나, 이러한 방법의 이용에 대해서는 보다 많은 연구가 있어야 하겠다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이, 수유 기간에 따른 총질소의 함량 감소는 비단백질소 보다 단백질소

의 감소가 영향을 준것으로 설명할 수 있으며, 이때 whey 단백질소 농도의 감소는 2주 까지의 총질소 감소량의 81%로서, 총질소 함량의 감소에 가장 영향을 주는 질소 fraction이 되고 있다. 이와 같은 경향은 다른 연구 결과에서도 찾아 볼 수 있다<sup>15)20)28)</sup>. Lonnerdal<sup>8)</sup>은 총질소 함량의 감소는 whey 질소중에서, 특히  $\alpha$ -lactalbumin과 lactoferrin의 감소에 크게 기인한다고 하였으며, Nagasawa 등<sup>7)</sup>도 whey 질소가 수유 경과에 따라 총질소 함량을 감소시키는데 크게 영향을 주었다고 보고하였다. Ross 등<sup>15)</sup>은 성숙유에서 수유 기간 별 casein 질소와 whey 단백질소의 농도에 차이가 있었으나, 그들의 비율은 일정하다고 보고 했다.

본 연구 결과에서는 초유의 whey 단백질소와 casein의 비율이 55 : 45 이었으며, 수유가 진행되면서 이 비율은 낮아졌다. 동물의 유즙에 따라서 단백질소에 대한 whey 단백질소와 casein 질소의 상대적인 비율에는 차이가 있으며, 우유에서 18 : 82, 모유에서는 60 : 40으로 제시되고 있다<sup>10)</sup>.

본 실험의 whey 단백질소 함량은 casein을 침전시킨 상층액의 whey 질소에서 비단백질소를 제외한 값을 취했기 때문에, 단순히 casein을 응고시킨 상층액을 whey 단백질소로 측정된 초기의 연구 결과 보다는 낮은 비율을 나타낸 것으로 보인다. 또한 casein과 whey의 분리 방법에 따른 차이와 수유부의 영양 상태 및 수유 기간에 따라서 whey 단백질과 casein의 비율이 달라질 수 있기 때문에,

조심성 있는 비교가 이루어져야 한다고 본다.

## 요 약

모유에 함유된 총질소 함량과 각 질소원들의 농도를 분만후 2~3일, 1주, 2주에서 12주 까지 채취한 초유, 이행유 및 성숙유에서 측정하고, 수유 기간에 따른 이들의 함량 변화를 비교 분석하였다.

모유의 총질소 함량과 각 질소원들의 농도는 분만 후 수유 초기에 현저하게 감소하였으며, 수유가 진행되면서 성숙유에서도 완만한 감소 경향이 유의성 있게 나타났다. 특히 수유 초기 유즙에서는 whey 단백질소 농도의 감소가 총질소 함량 변화에 가장 큰 영향을 주었다.

총질소 함량에 대한 비단백질소의 백분율은 초유와 이행유에서는 13%로 낮았으나, 6주 이후의 성숙유에서는 17~18% 수준으로 큰 변화가 없었다.

또한 단백질소 중 초유의 whey 단백질소와 casein질소의 비율이 55 : 45에서 12주의 성숙유에서는 34 : 66으로 수유가 진행되면서, 점차 그 비율이 감소하는 것으로 나타났다.

수유 기간에 따른 이러한 질소원 사이의 상대적인 감소를 유발하는 요소는 무엇이며, 영아 영양과 관련하여 어떤 생리학적 의미가 부여될 수 있는가에 대한 보다 더 깊이 있는 연구가 앞으로 계속 수행되어야 할 것이다.

## Literature cited

- 1) Ferlin MLS, Santoro JR, Jorge SM, Goncalves AL. Total nitrogen electrolyte levels in colostrum and transition human milk. *J Perinat Med* 14 : 251-257, 1986
- 2) Ferris AM, Dotts MA, Clack RM, Ezrin M, Jensen RG. Macronutrients in human milk at 2, 12, and 16 weeks postpartum. *J Am Dietet A* 88 (6) : 694-697, 1988
- 3) 강영자. 서울 시내 일부 지역 수유부의 성분에 관한 연구. *공중보건잡지* 9(1) : 13-19, 1972

- 4) 이종숙. 한국인 모유의 수유 기간 별 비중, 총고형분 및 단백질 함량의 변화. *한국영양학회* 21 (2) : 129-133, 1988
- 5) 김성의 · 나창수. 모유내 면역글로부린의 양적 측정. *소아과* 25(12) : 7-13, 1982
- 6) 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
- 7) Nagasawa T, Kiyosawa I, Kuwahara K. Amounts of lactoferrin in human colostrum and milk. *J Dairy Sci* 55(12) : 1651-1659, 1972
- 8) Lonnerdal B, Forsum E, Hambraeus L. 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
- 9) Lonnerdal B, Forsum E, Hambraeus L. The protein content of human milk. I. A transversal study of Swedish material. *Nutr Rept Inter* 13 : 125-134, 1976
- 10) Gaull GE, Jensen RG, Rassin DK, Malloy MH. Human milk as food. *Advan Perinat Med* 2 : 100-120, 1982
- 11) Worthington-Roberts BS, Vermeersch J, Williams SR. Nutrition in pregnancy and lactation. 3rd ed. *Mosby Co*, 236-303, 1985
- 12) Lonnerdal B. Biochemistry and physiological function of human milk proteins. *Am J Clin Nutr* 42 : 1299-1317, 1985
- 13) Lonnerdal B, Woodhouse LR, Glazier C. Compartmentalization and quantitation of protein in human milk. *J Nutr* 117 : 1385-1395, 1987
- 14) Lonnerdal B, Smith C, Keen CL. Analysis of breast milk : Current Methodologies and future needs. *J Pediatric Gastroenterology and Nutr* 3 (2) : 290-295, 1984
- 15) Ross SA, Clack RM. Nitrogen distribution in human milk from 2 to 16 weeks postpartum. *J*

- Dairy Sci* 68(12) : 3199-3201, 1985
- 16) Horwitz W. Official methods of analysis of the association of analytical chemists(AOAC). 13th ed. Washington D.C. : AOAC, 858, 1980
  - 17) 양릉 · 박석원 · 신완철. 우유 단백질의 열 안정성에 관한 연구. *한국식품과학회지* 15(1) : 37-45, 1983
  - 18) 허명희. SAS 분산분석. 자유아카데미, 1989
  - 19) 백운봉. SAS 일반 선형모형 분석, 1989
  - 20) Hambraeus L, Lonnerdal B, Forsum E, Gebre-Medhin M. Nitrogen and protein Composition of human milk. *Acta Paediatr Scand* 67 : 561-565, 1978
  - 21) Forsum E, Lonnerdal B. Effect of protein intake on protein and nitrogen composition of breast milk. *Am J Clin Nutr* 33 : 1809-1813, 1980
  - 22) Miranda R, Saravia NG, Ackerman R, Murphy N, Berman S, McMurray DN. Effect of maternal nutritional status on immunological substances in human colostrum and milk. *Am J Clin Nutr* 37 : 632-640, 1983
  - 23) Deb AK, Cana HR. Dietary nitrogen utilization during lactation distribution of nitrogen in mothers milk. *Brit J Nutr* 16 : 65-73, 1962
  - 24) Carlson SE. Human milk nonprotein nitrogen : Occurrence and possible functions. *Year Book Med Pub* 43-70, 1985
  - 25) Atkinson SA, Anderson GH, Bryan MH. Human milk : Comparison of nitrogen composition in milk from mother of premature and full term infants. *Am J Clin Nutr* 33 : 811, 1980
  - 26) Lonnerdal B, Forsum E. Casein content of human milk. *Am J Clin Nutr* 41 : 113-120, 1985
  - 27) Keller RP, Neville MC. Determination of total protein in human milk : Comparison of methods. *Clin Chem* 32(1) : 120-123, 1986
  - 28) Sanchez-Pozo A, Morales JL, Izquierdo A, Martinez-Valverde A. Protein composition of human milk in relation to mother's weight and socioeconomic status. *Am J Clin Nutr* 41C : 115-125, 1986
  - 29) Butte NF, Garza C, Stuff JE, Smith EOB, Nichols BL. Effect of maternal diet and dody composition on lactational performance. *Am J Clin Nutr* 39 : 296-306, 1984
  - 30) 김인규. 한국인 모유의 단백질 및 철함량에 관한 연구. *부산의대잡지* 12(1) : 281-286, 1972
  - 31) Macy IG, Kelly HJ. Human milk and cow's milk in infant nutrition. The mammary gland and it's secretion. *Academic Press, London* 2 : 265-304, 1961
  - 32) Macy IG. Composition of human colostrum and milk. *Am J Dis Child* 78 : 589-603, 1949
  - 33) Sann L, Bienvenu F, Lahet C, Bienvenu J, Bethenod M. Comparison of the composition of breast milk from mothers of term and preterm infants. *Acta Paediatr Scand* 70 : 115-116, 1981
  - 34) Toyoda M, Yamauchi K. Variations of human milk protein preparations from individual milk samples. *Agric Biol Chem* 36 : 2345, 1972