

수유 기간에 따른 모유의 다량 무기질 농도 변화에 관한 연구*

문수재 · 강정선 · 이민준 · 이종호 · 안홍석**

연세대학교 식품영양학과
성신여자대학교 식품영양학과**

A Longitudinal Study of Macro-Mineral Concentrations in Human Milk

Moon, Soo-Jae · Kang, Jeong-Seon · Lee, Min-June · Lee, Jong-Ho · Ahn, Hong-Seok**

Department of Food and Nutrition, Yonsei University, Seoul, Korea

*Department of Food and Nutrition,** Sungshin Women's University, Seoul, Korea*

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate macro-mineral contents in human milk longitudinally from 2 days to 12 weeks postpartum. Milk samples were collected from 34 healthy lactating women. Calcium, Phosphorus, magnesium, sodium and potassium were analyzed.

Concentrations of the minerals except for magnesium differed significantly within the lactation period. The levels of sodium and potassium declined linearly over the first 12 weeks of lactation, but that of phosphorus increased. Statistically significant quadratic trends were observed in phosphorus and sodium concentrations.

There was no significant correlation between maternal age and mineral concentrations throughout the lactation period. In addition, no significant differences were found between the primipara and the multipara for mineral concentrations in human milk. Mineral intake of lactating women did not affect the individual mineral concentration of milk. However, the protein and fat intake of lactating women had a significant correlation with sodium and potassium concentrations. The following four pairs of minerals : potassium and calcium, potassium and phosphorus, sodium and magnesium, and calcium and phosphorus showed a positive correlation with each other in human milk.

KEY WORDS : human milk · calcium · phosphorus · magnesium · sodium · potassium.

서 론

인류의 전 진화를 통해 모유 영양은 영아에게
채택일 : 1993년 7월 29일
*본 연구는 1990년도 한국과학재단 목적기초 연구비에
의해 수행되었음.

영양분을 공급해 주는 유일한 방법으로 전해져
왔으며, 6개월 미만의 영아에게 가장 이상적인 영양
공급원으로서 영아기의 빠른 성장과 발달에 요구
되는 필수 영양소들을 제공해준다¹⁾. 따라서 모유의
영양성분에 관한 정확한 지식들을 축적하는 것이

영아의 영양과 성장 발달을 이해하는데 무엇보다 우선된다고 하겠다. 또한 모유 영양아의 경우 6개월까지는 모유 영양의 의존도가 크고, 특히 3개월까지는 모유 영양에 완전히 의존하기 때문에 모유의 성분 파악과 수유부의 모유 수유로 인한 영양 손실량을 파악한다는 것은 대단히 중요하며, 영아와 수유부의 영양 권장량 책정에 기초 자료가 된다²⁾.

우리 나라에서 보고된 한국인 모유의 다량 무기질 농도 분석은 주로 횡적 채유에 의한 제한된 시료에 대해 초유와 성숙유에서의 무기질 농도를 비교하였을 뿐, 동일 수유부를 대상으로 수유 기간에 따른 종합적인 변화를 제시한 연구 결과는 미흡한 상태이다. 최근들어 다량 원소인 칼슘, 인, 마그네슘에 대한 종적인 연구²⁾³⁾⁴⁾가 이루어졌으나, 대부분의 연구들이 주로 2주 내지 1개월 이후의 성숙유 단계에 접어든 모유 성분에 관한 분석이 많아 넓은 범위의 기간을 평균하여 초유, 이행유, 성숙유로 제시하고 있다. 그러나 모유 성분은 1주일 이내에 가장 극적인 변화를 보이며, 최근 인공영양의 증가로 분만 후 초기 수유에만 모유 영양을 하므로 이 시기의 초유, 이행유, 성숙유에 이르는 변화를 단계적으로 보는 것이 중요하나 그러한 연구는 드물다.

따라서 본 연구는 서울 시내에 거주하는 동일한 수유부를 대상으로 분만 직후부터 수유 12주까지 일정한 간격으로 세분하여, 모유 중의 칼슘, 인, 마그네슘, 나트륨, 칼륨의 양을 측정하여 개인내의 변인인 수유 기간에 따른 변화를 살펴보고, 수유 기간외에 모유의 무기질 성분에 영향을 주는 요인들로 연령, 분만 횟수에 따른 모유내 성분의 차이를 살펴보고, 또 하나의 요인인 수유부의 식이 섭취가 모유의 무기질 농도에 미치는 영향을 파악하고, 모유내 무기질간의 상호 작용을 분석함으로써 모유의 분비 기전을 이해하여 한국인 수유부 및 영아의 영양 권장량 책정을 위한 기초 자료를 마련하고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상 선정

서울 시내에 위치한 N 산부인과와 그외 산부인과

병원에서 산전관리를 받고 있는 제 35주 이후의 임신부를 대상으로 본 연구의 취지 설명서를 배부하고 이에 동의한 임신부중에서 분만 후 일정 기준에 해당하는 34명의 수유부를 연구대상으로 선정하였다. 즉, 조사 대상자의 연령은 20~35세로 임신 전의 체중이 이상 체중의 90~110%에 해당하고 임신 기간 동안의 체중 증가가 7~17kg이며, 2.5kg 이상의 쌍둥이가 아닌 영아를 최소 임신 38주 이후에 분만하고, 임신 기간 동안 알코올과 약물을 남용하지 않고 흡연을 하지 않으며, 수유에 지장이 있는 약제를 복용하지 않는 수유부들을 연구 대상으로 하였다.

2. 모유시료의 채취

분만후 2~5일에 분비되는 초유는 병원에서 채취하였고 분만 1주의 이행유, 분만 2주부터 12주까지의 성숙유(2, 6, 12주)는 가정을 방문하여 채취하였다. 모든 모유 시료들은 오전중에 수유를 하고 난후 양쪽 유방으로부터 채취하였다. 채취 직전에 수유부의 손과 유방을 깨끗이 닦은 후 손 또는 유착기로 짜서 산처리한 폴리에틸렌병에 수집한 후 이중마개로 봉하였다. 그후 즉시 얼음통에 넣은 상태로 2시간 이내에 실험실로 옮겨서 질소가스로 처리한후 수집병을 알루미늄 호일로 싸서 분석직전까지 -20°C에 냉동 보관하였다.

3. 수유부의 영양섭취 상태

초유부터 12주까지 모유 채유 전일의 식사내용을 24시간 회상기록법에 따라 음식명과 각 식품의 섭취량에 대하여 목측량을 기록하도록 하였다. 그후 연구자가 이를 중량으로 환산한 후⁵⁾ 식품분석표⁶⁾에 의하여 수유부의 1일 열량, 단백질, 지방등 주요 영양소 섭취량을 산출하고 무기질 중 식품분석표에 제시된 칼슘, 인, 나트륨 그리고 칼륨의 섭취량을 계산하여 한국인 수유부의 영양권장량⁷⁾과 비교하였다.

4. 모유의 무기질 분석

모유의 무기질 분석은 시료중 결합된 유기성분을 분리시키는 전처리과정으로써 습식법(wet ashing)에 의해 시료를 분해한 후 칼슘, 마그네슘, 나트륨,

칼륨은 Atomic absorption spectrophotometric method, 인은 Molybden blue colometric method⁸⁾로 분석하였다.

5. 통계 분석

본 연구의 자료는 SPSS PC⁺ Program을 이용하여 통계 처리 하였다. 모든 연속형 자료에 대해 비모수적 Kolmogorov-Smirnov Goodness of Fit Test로 정규 분포 여부를 검정하였으며, 그 결과 정규 분포를 이루고 있는 것으로 나타나 모수적 검정 방법을 시행하였다. 모든 결과들은 기술 통계량인 평균값과 표준 편차를 산출하였고, 수유 기간별 차이에 대한 분석은 paired t-test를 이용하여 유의성의 여부를 검정하였다. 또한 전 수유 기간에 따른 차이를 검정하기 위해서 개인간의 차이를 배제한 ANOVA of repeated measures(반복 측정 자료의 분산 분석) 통계 기법으로 분석하고, 유의적인 경우 그 변화 양상을 Polynomial trend analysis를 통해 regression line을 유도하였다. 각 변수간의 상관관계는 Pearson correlation으로 분석하였고, 분만 횟수에 따른 초산부와 경산부간의 차이는 Student's t-test로 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 연구 대상의 일반 사항

본 연구에 참여한 수유부는 총 34명으로 이들에 관한 일반 특징은 초산부가 23명, 경산부가 10명(1명만 3번째이고 나머지는 2번째)으로 평균 연령은 29세였으며, 평균 신장과 임신전 평균 체중은 각각 160cm, 51kg이었으며 임신 전 기간 동안의 체중 증가는 평균 13.6kg이었다.

조사 대상자의 임신 기간 동안의 체중 증가 범위는 5~26kg으로 넓은 분포를 보이나 상·하위 25%를 제외하면 10~14kg의 증가를 보였다. 본 연구의 연구 대상 선정 기준에서 산모의 연령은 20~35세, 체중 증가는 7~17kg으로 정한 바 있다. 연구 대상자 중 35세 이상으로 36세가 1명 있었으나 분만에는 무리가 없었고 건강하였으므로 연구에서 제외시키지 않았다. 또한 체중 증가에 있어서 7kg 미만의 증가 1명(2.9%), 17kg이상의 증가는 3명(8.8%)이었으나 이들 역시 모두 건강하여 연구에 포함시켰다.

Table 1. Dietary intake of lactating women with time postpartum

Nutrients	Stage of lactation				
	2-5 days (n=29) ¹⁾	1wk (n=32)	2wks (n=28)	6wks (n=17)	12wks (n=10)
Energy (kcal)	1537 ± 668 ²⁾ (56.9± 24.7) ³⁾	1838 ± 553 (68.1± 20.5)	1838 ± 622 (68.1± 23.0)	1853 ± 425 (68.6± 15.7)	1909 ± 434 (70.7± 16.1)
Protein (g)	66.5± 34.1 (73.9± 37.9)	79.7± 35.3 (88.5± 39.2)	78.5± 32.2 (87.2± 35.8)	73.2± 33.0 (81.3± 35.7)	81.7± 24.6 (90.7± 27.4)
Fat(g)	32.3± 17.9	41.2± 19.9	40.9± 22.1	41.5± 15.2	43.0± 16.6
CHO(g)	266.6± 116.3	320.1± 91.9	317.7± 95.5	326.6± 69.4	333.6± 69.1
Ca(mg)	586.6± 236.2 (53.3± 21.5)	630.1± 214.4 (57.3± 19.5)	670.9± 270.9 (60.9± 24.6)	532.7± 271.1 (48.4± 24.6)	622.3± 251.9 (56.6± 22.9)
P(mg)	689.0± 341.9 (57.4± 28.5)	895.3± 455.9 (75.3± 38.4)	859.0± 445.3 (71.2± 34.5)	799.7± 432.5 (78.8± 41.7)	936.8± 410.8 (78.9± 37.6)
Na(mg)	3873 ± 2001	4234 ± 1597	4301 ± 2189	3833 ± 1866	4372 ± 1419
K(mg)	3093 ± 1391	3577 ± 1205	3379 ± 1219	2568 ± 1189	3344 ± 1270

1) Number of subjects in energy, protein, fat, CHO, Ca, P, Na, K

2) Values are mean± standard deviation

3) Mean percentage of Recommended Dietary Allowances for Korean lactating women

2. 수유부의 영양소 섭취 상태

34명 수유부들의 1일 평균 열량, 단백질, 당질 및 칼슘, 인, 나트륨 그리고 칼륨의 섭취량과 한국인 수유부의 영양 권장량⁸⁾에 대한 백분율은 Table 1과 같다.

분만 후 2~5일에서 평균 열량 섭취는 1,537 kcal이었고, 1주에서는 평균 1,838kcal이었으며 2주에서 12주까지 이르는 평균 열량 섭취는 1,866 kcal이었다. 한국인 영양권장량에 의하면 수유 기간에 건강한 모체는 800ml의 모유를 분비하며, 모유 100ml당 85~90kcal가 요구되는 것을 기초로 하루 700kcal를 더 섭취하여야하는 2,700kcal를 권장하고 있다.

분만 후 2~5일을 제외하고는 권장량의 70% 정도의 열량을 섭취하고 있는 것으로 나타났다. 단백질 섭취량은 분만 후 2~5일에서 평균 67g이었고, 1주에서 평균 79g으로 1주 이후의 수유 전 기간에 걸쳐 거의 비슷한 수준을 섭취하고 있었다. 단백질 권장량은 모유내 단백질 함량을 1.2g/100ml을 기준으로 하고 단백질의 이용 효율과 안전율을 고려하여 90g으로 제정하고 있다⁸⁾. 이와 비교해 볼 때 본 연구 대상자들은 분만 후 2~5일을 제외하면 권장량의 81~90% 수준의 단백질을 섭취하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구 대상자인 수유부들은 전반적인 열량 섭취 상태는 좋지 않았으나, 단백질 섭취는 비교적 양호해 수유 기간 동안 식사의 질적인 면을 어느 정도 고려하고 있는 것으로 보인다.

수유부의 무기질 섭취량은 나트륨을 제외하고는 2~5일부터 12주에 이르는 수유 전기간에 있어 일정한 것으로 나타났다. 칼슘의 섭취량은 전 기간 평균 608mg이었으며 이는 모유 중 분비되는 칼슘량과 모체의 평형 유지량을 고려하여 0.4g이 부과된 한국인 권장량⁸⁾인 1,000mg과 비교할때 61%에 해당하였고, 설민영등²⁾이 보고한 693mg(63% RDA)과 유사한 수준이었다. 그러나 Finley등⁹⁾, Vaughan등¹⁰⁾에 의한 미국인 수유부의 칼슘 섭취량인 1일 1,094~1.651mg과 비교할때 절반 정도의 수준으로 이는 유제품 섭취 패턴에서 비롯된 식습관의

차이에 의한 것으로 여겨진다. 즉, 한국인 수유부는 분만 후 미역국을 필수적으로 섭취함으로써 미역 및 멸치를 통해 칼슘을 섭취하고 있었고, 주요 칼슘원인 우유의 섭취는 개인마다 기호도에 따른 차이가 있었으며 치즈를 비롯한 유제품의 섭취는 거의 없었다. 인의 섭취량은 분만 후 2~5일에서 689mg으로 다른 기간에 비해 낮았으며 1주에서 12주까지는 780~937mg으로 비슷한 수준이었고, 우리나라의 권장량은 책정되어 있지않아 미국인 영양 권장량¹¹⁾인 1일 1200mg과 비교할 때 57~79%에 해당하였다.

따라서 전반적으로 수유부의 무기질 영양섭취 상태는 나트륨과 칼륨은 비교적 양호한 상태였으나 칼슘과 인은 한국 및 미국의 영양 권장량 수준에 훨씬 못 미치고 있었다. 미국인 수유부의 영양섭취 상태를 평가한 연구¹⁰⁾에서도 칼슘, 마그네슘등의 주요 무기질 섭취량이 권장량 이하의 수준인 것으로 나타났다. 이에 대하여 Karra등¹²⁾은 수유부 식이 섭취가 권장량 수준보다 낮음에도 불구하고 이들 무기질이 모유내 정상 수준인 것은 수유부에 대한 무기질 권장량이 불필요하게 높음을 시사한다고 보는 견해도 있다. 그러나 이러한 평가는 수유부의 식이와 모유내 성분의 상관성 조사를 기초로 이루어져야 하며, 수유부의 영양 권장량은 모유 수유로 인한 영양 손실량을 기초로 책정되므로 이를 파악하는 것이 중요하고, 또 이를 위해서는 모유의 성분이 정확히 분석되는 것이 무엇보다 필요하다고 본다.

3. 수유 기간에 따른 모유내 무기질의 농도 변화

1) 수유 기간에 따른 모유내 칼슘, 인, 마그네슘의 농도 변화

분만 후 2~5일부터 12주까지의 수유 기간에 따른 모유내 칼슘, 인, 그리고 마그네슘의 농도 변화를 Table 2에 제시하였다.

모유내 칼슘 농도는 초유에서 189~516mg/L로 개인간의 차이가 큰 것으로 나타났고, 평균 칼슘 농도는 355mg/L이었다. 초유에서 성숙유로 넘어가는 분만 후 1주의 이행유에서는 평균 375mg/L로

모유의 다량 무기질 농도 변화

Table 2. Calcium, phosphorus, and magnesium concentrations in human milk with time postpartum

Stage of lactation (weeks postpartum)	Ca*	P*	Mg	Ca/P*
	(mg/L)			
2-5 days(n=31) ¹⁾	355.27±80.08 ^{2)a}	76.07±24.32 ^a	57.75±18.30 ^a	5.06±1.79 ^{3)a}
1 wk (n=33)	375.14±66.25 ^b	91.29±24.04 ^{bc}	53.58±10.65 ^{ac}	4.28±0.92
2 wks (n=26)	348.51±70.44 ^a	93.46±22.40 ^{bc}	47.45±11.59 ^b	3.82±0.70
6 wks (n=16)	373.09±95.92 ^{ab}	108.33±33.33 ^c	45.52±10.94 ^{bc}	3.59±1.01
12 wks (n= 9)	355.10±76.71 ^{ab}	95.40±11.15 ^b	47.77±10.20 ^{ad}	3.76±0.87

1) Number of subjects

2) Values are mean±standard deviation

3) Ca/P ratio=Calcium/Phosphorus

a-d : The same letters are not significantly different by paired t-test($p<0.05$).

* : Values containing “*” are significantly different over time within the subject by ANOVA of repeated measures($p<0.05$).

초유에 비하여 약 6%의 증가가 있었다. 그 후에 분비되는 성숙유에서는 2주에서 348mg/L, 6주에서 373mg/L이었으며 12주에서는 355mg/L이었다. 수유 기간별로 paired t-test로 분석한 결과 초유와 이행유, 이행유와 2주의 성숙유에서 유의적인 차이($p<0.05$)를 나타내었다. 즉, 초유에서 이행유로는 유의적으로 증가하였고, 이행유에서 성숙유로 접어들면서는 감소의 양상을 보였다(Table 2). 그러나 한 수유부가 수유 기간별로 제공한 시료수가 다르기 때문에 개인간의 차이를 배제하고 수유기간에 따른 개인내 차이를 보기 위하여 초유부터 12주까지 전 기간 모유 채유가 가능했던 7명의 수유부를 대상으로 반복 측정 자료의 분산 분석(ANOVA of repeated measures)을 통한 다변량 분석으로 검증한 결과 수유 기간이 경과함에 따라 모유의 칼슘 농도에 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.05$). 한편 수유 전 기간에 따른 변화의 양상을 보기 위하여 polynomial trend analysis에 의해 분석한 결과에서는 통계적으로 유의적인 경향이 발견되지 않았다. 개인간의 차이를 변동 계수로 보았을 때 0.54이고, 각 기간별로 모유 칼슘 농도의 최소값과 최대값을 비교하면 1.1~3.7배의 차이를 보여 개인간에도 차이가 큰 것을 볼 수 있다.

모유의 인 농도는 초유에서 평균 76.07mg/L, 이행유에서 91.29mg/L이었고, 성숙유에서는 2주, 6주, 12주에서 각각 93.46, 108.33, 95.40mg/L였으며 성숙유의 평균 인 농도는 약 99.06mg/L이었다. 각

기간별로 최소값과 최대값을 비교해 보면 개인간의 차이는 다른 무기질에 비해 작았다($CV=0.20$). 수유 기간별로 차이를 살펴보면, 초유의 인 농도는 다른 기간의 인 농도와 모두 유의적인 차이($p<0.05$)를 보였으며 6주의 성숙유와 12주의 성숙유간에 유의적인 감소($p<0.05$)가 나타났다(Table 2). 또한 초유에 대한 이행유 및 성숙유의 인 농도를 비교하면, 초유에 비하여 이행유에서 약 20% 증가하였고 2주때 23%, 6주에서 42% 그리고 12주에서는 25% 정도가 증가하였다. 각 수유 단계의 인 농도를 바로 전단계의 농도와 비교하면 초유에서 이행유로는 20%의 증가, 이행유에서 2주의 성숙유로는 2%가 증가하였고 6주로는 16%가 더 증가하였다가 6주에서 12주 사이에서는 12%가 감소하는 양상을 보여주었다. 따라서 모유의 인 농도는 수유를 시작하면서 초기에 급격히 증가하고 그 후에는 비교적 완만하게 증가하는 것으로 보인다. 또한 개인간의 차이를 배제한 후 동일 수유부내에서 수유 기간에 따른 차이를 검정한 결과 수유 기간의 경과에 따른 유의적인 변화($p<0.01$)가 있는 것으로 나타났고, polynomial trend analysis 결과 수유 기간과 모유 인 농도간에 1차 함수적($p=0.044$)인 증가와 2차 함수적($p=0.006$)인 증가 관계가 나타났다. 따라서 모유내 인 농도와 수유 기간간의 관계식을 유도해 본 결과 $Y=78.86+9.08X-0.65X^2$ (Y : 인농도(mg/L), X : weeks postpartum)으로써 이를 토대로 3개월까지 인 농도를 예측할 수 있다.

마그네슘 농도는 초유에서 평균 57.75, 이행유에서 53.58mg/L, 그리고 2, 6, 12주의 성숙유에서 각각 47.45, 45.52mg/L로 감소하는 경향을 보이다가 12주에서는 47.77mg/L로 약간 증가하는 것으로 나타났으나, 동일 수유부를 대상으로 초유에서 12주의 모든 기간의 모유내 마그네슘 농도를 가지고 통계 분석한 결과 수유 기간은 모유내 마그네슘 농도에 영향을 미치지 않았다. 따라서 모유의 마그네슘 농도는 46~58mg/L 정도로 3개월간의 수유 전 기간 동안 일정한 것으로 나타났다.

모유 중 칼슘과 인의 비율은 초유에서 6.58, 이행유에서 4.28이었고 12주의 성숙유에서는 3.76으로 수유 기간간 감소의 추세를 보인다. 수유 기간별로 차이를 살펴보면 초유의 칼슘과 인의 비율은 다른 기간과 모두 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보였으며, 이행유와 성숙유 및 성숙유간에는 차이가 없었다. 또한 개인내에서 수유 기간에 따라 유의적인 변화가 있는 것으로 나타났고 그 경향은 1차 함수($p = 0.002$)와 2차 함수적인 감소 경향($p = 0.035$)이었다. 수유 기간에 따른 예측 방정식은 $Y = 4.38 - 0.44X + 0.03X^2$ (Y: 칼슘과 인의 비율, X: weeks postpartum)이다.

본 연구의 모유내 칼슘 농도와 마그네슘 농도는 이 외 여러 연구들이 보고한 측정치⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾⁽²²⁾⁽²⁵⁾보다 전 수유 기간에서 다소 높았으나 칼슘의 경우 최미경⁽⁴⁾의 보고와는 비슷한 수준이었다. 그러나 인의 농도는 76~108mg/L로써 선행의 연구 결과보다 낮은 경향을 보였다. 많은 연구들이 모유에서의 칼슘과 인의 농도를 측정했으며 다양한 결과를 보고했는데 칼슘 농도는 260~465mg/L, 인 농도는 99~180mg/L까지 다양하였다. 이는 산모 개인간의 차, 시료의 크기, 시료 채취의 방법 및 분석 방법 등 여러가지 원인에서 비롯된다고 사료된다. 수유 기간에 따른 칼슘의 동태에 관하여 윤태현⁽³⁾은 초유에서 3개월까지 증가하는 추세를 보여주었고, 그 외 여러 연구자들⁽¹²⁾⁽¹³⁾도 1개월에서 3개월까지 증가를 보고하였으나, 기타의 연구자들⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾은 본 연구에서와 같이 초유에서 이행유간의 유의적인 증가를 보고하였다. 이인복 등⁽¹⁴⁾에 의하면 초유의 평균 칼슘 농도는 312mg/L, 이행유에서 335m/L,

성숙유에서는 274mg/L로 초유에서 이행유간에 8%의 유의적인 증가가 나타나 변화의 양상은 비슷하나 칼슘 농도에 있어서는 큰 차이를 보여주었다. 또한 Kirsey⁽¹⁶⁾의 수유 기간이 모유내 칼슘 농도에 영향을 미치지 않는다는 보고도 있어 칼슘 농도의 변화 양상은 그 경향이 다양한데⁽²⁾⁽³⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁶⁾, 수유기간과 지역적인 차이, 종·단적 연구 계획에 따라 차이가 나므로 비교하기가 힘들다.

초유 단계에서부터 인 농도를 측정한 연구자들의 논문⁽³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾을 보면 이행유 단계 또는 약 1개월의 성숙유 단계까지 지속적인 증가의 경향을 보여주는데 윤태현 등⁽³⁾은 1개월까지 증가 후 감소하는 것으로 보고하여 본 연구와 가장 유사한 경향을 보였다. 모유의 인 농도에 관한 연구는 초유부터 종합적으로 행한 longitudinal study가 없어 비교하기가 어려우나, 대체로 종·단적인 연구에서 공통적으로 분만 후 어느 시기까지는 증가의 경향을 띠다가 그 이후 감소하는 경향을 보고하고 있다. 그러나 분만후 어느 시기까지 증가하는 지를 명확히 규명하기 위해서는 앞으로 지속적인 연구가 요구된다.

Butte⁽¹⁷⁾에 의하면 마그네슘의 모유내 농도는 수유 기간에 따른 차이가 있고 1개월 이후에서 1차 함수의 직선적인 증가 경향이 보고되었으나 본 연구에서는 수유 기간에 따른 일정한 양상이 없는 것으로 나타났다. 이는 여러 연구자들⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁶⁾이 수유 기간별 차이를 비교한 연구에서 유의적인 차이가 없었던 결과와 유사하였다.

모유내 칼슘과 인의 비율은 초유에서 이행유로의 극적인 감소 양상과 그 이후 각 기간간에 유의적이지는 않지만 감소 추세가 본 연구 및 다른 연구들⁽³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾에서 일관되게 보고되고 있다. 그러나 칼슘과 인의 비율은 모든 기간에서 윤태현 등⁽³⁾의 결과보다는 2.5배정도, 최미경⁽⁴⁾의 결과보다는 1.5배 정도가 높은 것으로 나타났으며 이는 전반적으로 다른 결과보다 높은 칼슘치와 낮은 인 농도에 의한 것으로 사료된다. 모유의 칼슘과 인의 비는 신생아의 혈장 칼슘 농도에 영향을 미치는 요인중의 하나이다⁽¹⁸⁾. 그러나 만기 분만된 신생아에게 무기질 함량이 낮은 인유 급여시에는 칼슘과 인의 비는 신생아

모유의 다량 무기질 농도 변화

칼슘 항상성에 중요성이 덜하다는 지적도 있으나¹⁵⁾ 명확히 규명되지는 않고 있다. 미숙아의 경우에는 칼슘과 인의 비가 높을 경우 칼슘이 보다 잘 흡수된다. 또한 본 연구에서는 수유 기간이 모유내 칼슘과 인의 비율에 영향을 미치는 요인으로 규명됨에 따라 수유 기간 경과에 따른 생리적 감소가 영아 영양에 있어 어떠한 중요성이 내포되어 있는지에 대해서는 검토의 소지가 있다고 본다.

2) 수유 기간에 따른 모유의 나트륨과 칼륨의 농도 변화

각각 세포 외액과 내액에서 존재하여 수분 대사와 산·염기 평형에 관여하는 전해질인 나트륨과 칼륨의 농도 변화를 초유에서 12주까지의 수유 기간에 따라 검토하고, 그 결과를 Table 3에 제시하였다.

나트륨의 농도는 초유에서 평균 35.48mEq/L이었고 이행유에서 24.19mEq/L, 성숙유에서는 21.60~10.66mEq/L로 수유 기간이 경과함에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 각 수유 기간별로 차이를 살펴보면 초유와 이행유, 초유와 전 단계의 성숙유간에 유의적인 차이(p<0.01)가 있었으며, 이행유와 6주, 12주 성숙유에서 유의적인 차이(p<0.05)가 있었다. 감소의 폭은 초유에서 이행유로 넘어갈 때 가장 큰 것으로 나타났다(Table 3). 또한 개인 내에서 수유 전 기간에 따라 유의적인 감소가 있는 것(P<0.05)으로 나타나 수유 기간에 따른 경향을 polynomial trend analysis로 보았을때 1차(p=0.

001), 2차(p=0.014) 및 3차(p=0.04) 함수의 관계가 있었다. 이러한 관계를 방정식으로 추정해 보았을 때 $Y=34.78-10.59X+1.81X^2-0.09X^3$ (Y: 나트륨 농도(mEq/L), X: weeks postpartum)으로 나타났다.

모유의 칼륨 농도는 초유에서 평균 18.02mEq/L이었고, 이행유에서 평균 18.83mEq/L로 약간 증가하였으나 이 두 기간간의 차이는 통계적으로 유의적이지 않았다. 성숙유에서는 2, 6주 각기 평균 16.09mEq/L, 15.48mEq/L로 성숙유 초기에는 두 기간 사이에 차이가 없었으나 이행유와 성숙유간에 유의적인 차이(p<0.01)가 있었다. 12주째 성숙유의 농도는 평균 12.58mEq/L로 6주와 비교해 볼 때 유의적인 감소(p<0.05)가 나타났다(Table 3). 수유 전 기간에 걸쳐 기간에 따른 차이를 검정한 결과 유의적(p<0.05)이었으며, 직선적인 1차(p=0.002)의 함수 관계가 나타나 모유내 칼륨은 수유 기간에 따라 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 polynomial trend analysis로 추정된 $Y=18.28-0.49X$ (Y: 칼륨 농도(mEq/L), X: weeks postpartum)의 방정식으로 수유 기간에 따른 칼륨의 농도를 예측할 수 있다.

모유내 나트륨과 칼륨의 비율은 초유에서 평균 2.14, 이행유에서 1.33, 성숙유에서는 2주, 6주, 12주에서 각각 1.41, 1.17, 0.90으로 나타났다. 모유내 나트륨과 칼륨의 비율은 수유 전 기간에 따른 유의적 차이(p<0.05)가 있었고, 그 차이 경향을 나

Table 3. Sodium and potassium concentrations in human milk with time postpartum

Stage of lactation (weeks postpartum)	Na ^a (mEq/L)	K ^b	Na/K ^c
2-5 days(n=31) ¹⁾	35.48±14.89 ^{2)a}	18.02±4.30 ^{ac}	2.14±1.11 ^{3)a}
1 wk (n=33)	24.19±9.75 ^b	18.83±3.24 ^a	1.33±0.59 ^b
2 wks (n=26)	21.60±15.74 ^{bc}	16.19±3.21 ^{bc}	1.41±1.21 ^{bc}
6 wks (n=16)	16.34±9.78 ^{cd}	15.48±4.17 ^{bc}	1.17±1.08 ^{abcd}
12 wks (n=9)	10.66±5.39 ^{cd}	12.58±2.38	0.90±0.61 ^{cd}

1) Number of subjects

2) Values are mean± standard deviation

3) Na/K=Sodium/Potassium

a-d: The same letters are not significantly different by paired t-test(p<0.05).

" : Values containing "*" are significantly different over time within the subject by ANOVA of repeated measures(p<0.05).

트륨과 칼륨 비율과 수유 기간간의 함수 관계로 보았을 때 1차($p=0.002$)와 2차($p=0.035$)적으로 나타났으며 추정된 방정식은 $Y=1.87-0.24X+0.014X^2$ (Y : 나트륨과 칼륨의 비율, X : weeks postpartum)이다.

모유의 나트륨과 칼륨 농도를 수유 기간과 분석 방법에 다소 차이가 있는 선행 연구¹⁷⁻¹⁹⁾ 결과와 비교하면 나트륨의 경우 다른 연구들보다 모두 높게 나타났고, 칼륨의 경우는 이병용등¹⁹⁾의 연구보다는 다소 높았지만 그의 다른 연구들과 잘 부합하는 것으로 나타났다. 그러나 이들의 농도 변화 양상은 서로 유사하였다. 모유 중 초유와 성숙유의 나트륨치는 Macy등²⁰⁾에 의하면 21.0, 7.0mEq/L이며, 칼륨치는 초유가 19.0, 성숙유가 14.0mEq/L로 분만 후 시일이 경과함에 따라 점차 감소 경향을 보이고 있으며 초유에서는 나트륨 농도가 칼륨보다 높았으나 성숙유에서는 칼륨치가 더 높았다고 하였다. 또한 모든 전해질은 초유에서 높고 성숙유에서 그 농도가 낮아지는데 나트륨의 경우 66%, 칼륨은 31% 비율로 감소하며 초유에서 이행유간의 변화가 현저하다고 하였다.

본 연구에서도 나트륨치가 초유에서 가장 높았고 초유와 비교시 2주의 성숙유에서 70%, 칼륨은 30%가 감소하였으나 칼륨의 경우 이행유에서 성숙유간의 변화가 현저하였다. 나트륨의 섭취가 일정할 때 칼륨을 공급해 나트륨과 칼륨의 비가 감소시 혈압이 저하됨이 보고되며²¹⁾²²⁾, 소아에서의 식염과다 섭취가 후일 성인이 되었을 때 고혈압의 원인이 될 수 있다고 시사²²⁾된 후 모유내 나트륨과 칼륨의 비에 관심이 모아지고 있다. Sunskind등²³⁾에 의하면 모유의 정상 나트륨과 칼륨의 비는 0.6~0.7이며 고혈압 방지를 위해서는 최소한 2.0이하로 유지되어야 한다고 하였는데, 본 연구에서는 안전한 범위내에 있었으며 특이한 것은 성숙유로 갈수록 그 비율이 감소하였다.

4. 수유 기간 외에 모유의 무기질 농도에 영향을 미치는 요인

1) 수유부의 연령, 분만 횟수

수유부의 연령과 모유내 무기질간의 상관 관계를

Pearson 상관 계수로 보았을 때 인의 경우만 이행유에서 유의적인 상관 관계($p<0.05$)를 보였을 뿐, 전체적으로 볼 때 모유내 무기질은 수유부의 연령에 따라 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 연구 결과는 수유부의 연령이 모유의 무기질 농도에 영향을 미치는 인자인가를 분석한 다른 연구들²⁴⁾²⁶⁾과 유사하게 나타났다.

수유부의 분만 횟수에 따른 모유내 무기질 농도의 차이는 마그네슘에 있어 2주, 6주, 12주의 성숙유에서 유의적으로($p<0.05$) 나타났고, 그 외에는 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 설민영등²⁾도 칼슘, 인, 마그네슘에 있어서 초산부와 경산부간에 모유내 함량에 차이가 없다고 하였으며, 일반적으로 수유부의 연령, 분만 횟수와 모유의 무기질 농도 간에는 상관성이 없는 것으로 보고되고 있다.

2) 수유부의 식이 섭취와 모유의 무기질 농도와의 관계

일반 영양소의 섭취 수준과 모유의 무기질 농도와의 관계를 보면, 수유부의 에너지 섭취량과 모유의 나트륨 농도 사이에는 초유와 2주 성숙유에서 음의 상관 관계가, 칼륨 농도와의 사이에는 초유에서 양의 상관 관계가 나타났다. 단백질의 섭취량은 모유의 나트륨과 초유, 2주의 성숙유에서 음의 상관 관계가 나타났으며 칼륨과는 초유에서 양의 상관 관계가 있었다. 지방질의 섭취량과 모유의 무기질 농도와의 관계는 주로 음의 상관 관계가 나타났는데 나트륨과 초유에서 그리고 인과는 12주의 성숙유에서 음의 상관 관계가 있었다. 반면 칼륨과는 초유에서 양의 상관 관계가 있는 것으로 나타났다. 따라서 전반적으로 살펴보면, 나트륨과 칼륨이 주요 에너지 관련 영양소인 지방, 단백질 섭취량과 각각 음과 양의 서로 상반되는 상관 관계가 있었다.

수유부의 일반 영양소의 섭취 수준과 모유의 무기질과의 상관성을 본 연구는 거의 없었으며, 최미경⁴⁾의 연구와 비교하면 수유부의 열량 섭취와 모유의 나트륨 농도간에 음의 상관성이 일치되게 나타났고 그 외의 상관성은 일관된 성향이 없었다.

수유부의 무기질 섭취 수준과 모유내 이들 무기질

모유의 다량 무기질 농도 변화

농도간의 상관성은 전체적으로 볼 때 통계적으로 유의적이지 않아 수유부가 섭취한 무기질 섭취 수준이 모유 중 이들 농도에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

수유부의 식이 섭취 수준과 모유의 무기질 농도간의 상관성을 분석한 여러 연구들²⁾⁹⁾¹⁰⁾¹²⁾¹⁶⁾²⁷⁾²⁸⁾에서 거의 일관적으로 이들의 상관성이 나타나지 않았다. 칼슘에 있어서는 일관되게 상관성이 없는

것으로 보고되었는데²⁾⁹⁾¹⁰⁾¹²⁾¹⁶⁾ 이는 수유부가 칼슘 섭취량이 적을시 골격으로부터 칼슘이 동원되어 모유내로 이행됨으로써 칼슘 섭취 부족에 따른 유즙중 칼슘 수준 저하가 일어나지 않게 하는¹²⁾ 정교한 생리적 기전이 존재하고 있음을 시사한다. 그리고 마그네슘⁹⁾¹⁰⁾¹²⁾¹⁶⁾에 있어서는 대부분의 연구자들이 상관성이 없음을 보고 하였다.

일반적으로 수유부의 무기질 섭취 수준은 모유의

Table 4. Pearson correlation coefficients between levels of individual minerals in human milk

Dependant Variables	Independent variables				
	Ca	P	Mg	Na	K
2-5 days(n=31) ¹⁾					
Ca	1.000				
P	0.413*	1.000			
Mg	0.510**	0.258	1.000		
Na	0.031	-0.386*	0.188	1.000	
K	0.483**	0.591***	0.329	-0.178	1.000
1 week (n=33)					
Ca	1.000				
P	0.563**	1.000			
Mg	0.177	-0.031	1.000		
Na	-0.187	-0.406*	0.550**	1.000	
K	0.330	0.021	0.282	-0.118	1.000
2 weeks(n=26)					
Ca	1.000				
P	0.580**	1.000			
Mg	0.178	0.164	1.000		
Na	-0.400*	-0.311	0.689***	1.000	
K	0.401*	0.109	0.225	-0.122	1.000
6 weeks(n=16)					
Ca	1.000				
P	0.709**	1.000			
Mg	0.390	0.012	1.000		
Na	-0.449	-0.458	0.173	1.000	
K	0.552*	0.599*	0.277	-0.054	1.000
12 weeks(n= 9)					
Ca	1.000				
P	0.098	1.000			
Mg	0.523	0.096	1.000		
Na	-0.327	0.533	-0.264	1.000	
K	0.061	-0.174	0.368	-0.305	1.000

1) Number of subjects

* p<0.05

** p<0.01

***p<0.001

이들 무기질 농도와 상관성이 없었던 결과를 통해 그 기전은 확실치 않지만, 수유부의 영양소 섭취 상태가 불규칙함에도 불구하고 일정하게 유지되며 예상 가능한 양상으로 변화한다고 볼 수 있다. 그러나 무기질 사이에 소화 흡수, 대사 및 분비 기전에 상호 작용이 있으며 이의 명확한 규명이 이루어지지 않고 있을 뿐 아니라, 무기질 결핍과 보충 효과에 대한 연구가 미흡한 상태이기 때문에 각각의 무기질에 대한 영양 상태만으로 평가하기에는 한계가 있어 좀더 많은 연구가 요구된다.

3) 모유내 무기질간의 상호 관계

수유 기간별로 각 무기질의 농도를 가지고 Pearson 상관 계수를 산출하여 모유내 무기질간의 상호 관계를 Table 4에 제시하였다.

칼슘과 인 사이에 통계적으로 유의적인 양의 상관 관계가 2~5일, 1, 2, 6주에서($r=0.41\sim 0.71$, $p<0.05$), 칼슘과 칼륨간에 2~5일, 2, 6주에서($r=0.40\sim 0.55$, $p<0.05$) 나타났다. 인과 칼륨도 2~5일, 6주에서 양의 상관 관계를 보였으나, 인과 나트륨은 초유와 1주에서 음의 상관 관계를 나타내었다. 또한 마그네슘과 나트륨사이에서 1주, 2주에서 양의 상관 관계가 나타났다. 그 외 다른 여러 상호 관계가 나타났으나 이들은 수유 기간 중 각 한 기간간에만 상관 관계가 보여졌다. 칼슘과 칼륨, 인과 칼륨간의 양의 상관 관계는 최미경⁴⁾의 보고에서도 나타났고, 마그네슘과 나트륨의 양의 상관 관계는 Butte^등¹⁷⁾에 의해 보고된 바 있다. 모유내 존재하는 무기질은 주로 단백질 결합물 형태로 존재하고 나트륨과 칼륨만이 유리 상태로 존재한다²⁾. 따라서 칼슘과 칼륨, 마그네슘과 나트륨 농도사이에는 혈액에서 유즙으로 분비될 때 상호간에 결합하는 물질에 대한 경쟁이 없음을 시사한다.

그러나 일반적으로 모유내 무기질의 유기 성분과의 결합 상태와 상관성을 통해 어느 정도 설득력있는 설명이 가능하며 다른 연구자들⁴⁾⁹⁾에 의해 여러 차례 보고된 결과는 본 연구에서는 나타나지 않았다. 즉, 체액에서 우선 조직으로 유즙 분비를 위해 함께 이동되며 우선 세포막에는 $Na^+ - K^+$ pump 기전이 존재하지 않는다는 생리적 연구 결과

²⁹⁾에 의해 해석 가능한 나트륨과 칼륨간의 상호 관계⁴⁾⁹⁾¹⁵⁾는 본 연구에서 나타나지 않았다. 이렇듯 모유내 무기질은 나트륨, 칼륨의 경우 대부분 유리 상태로²¹⁾, 그의 무기질들은 모유내 단백질, 지질 등 유기 성분과 상당량 결합하여 있으므로 무기 성분과 유기 성분간의 상호 관계를 이해하는 것이 우선적으로 필요하며, 그 후 무기질간의 상호 관계를 파악하는 것이 모유 영양소의 분비 기전을 규명하는데 보다 명확한 정보를 제공한다 할 수 있으며, 앞으로 이러한 연구가 더 많이 요구된다.

요약 및 결론

본 연구는 서울 시내에 거주하는 건강한 수유부 34명으로부터 분만 직후에서 수유 12주까지 일정한 간격으로 세분하여, 종적인 채유를 통해 모유내 무기질 농도를 측정하였고, 수유 전일에 섭취한 식사 내용을 자가 식사 기록법에 의하여 얻어서 수유부의 영양소 섭취 상태를 평가하였다. 이 종적 자료(longitudinal data)를 가지고 모유의 성분에 영향을 미치는 변인을 규명하고자 수유 기간이 모유내 무기질 성분에 미치는 영향, 수유부의 연령과 분만 횟수에 따른 차이, 수유부의 식이 섭취 상태와의 상관성 및 모유내 무기질간의 상호 관계를 검토하였다.

모유 시료를 습식법으로 분해한 후 분광 분석법으로 무기질 농도를 측정된 결과, 초유에서 12주의 성숙유까지 칼슘은 평균 349~375mg/L, 인 76~108mg/L, 마그네슘 46~58mg/L이었으며 칼슘과 인의 비는 3.6~5.1이었다. 나트륨과 칼륨은 각각 평균 11~36, 13~19mEq/L 그리고 나트륨과 칼륨의 비는 0.9~2.1의 범위에 있었다.

수유 기간이 모유내 무기질 성분에 미치는 영향을 보기 위하여 조사 전 기간의 모유 수유가 가능했던 수유부 7명의 자료를 ANOVA of repeated measures 통계 기법으로 분석한 결과, 칼슘, 인, 나트륨, 칼륨, 칼슘과 인의 비, 그리고 나트륨과 칼륨의 비는 수유 기간에 따라 동일한 수유부내에서 유의적인 차이($p<0.05$)가 있었다. 즉, 나트륨과 칼륨은 수유 기간에 따라 1차적 감소를 보인 반면 인은 증가의

모유의 다량 무기질 농도 변화

경향을 보였으며, 2차적 함수 관계를 보인 무기질은 인과 나트륨이었다. 그러나 마그네슘은 차이가 없었다.

전 기간에 수유부의 연령과 모유내 무기질간에는 유의적인 상관성이 없었으며, 초산부와 경산부간의 차이도 모든 무기질에서 나타나지 않았다.

수유부의 1일 평균 열량 섭취는 1,795kcal이었고, 단백질과 지질의 섭취량은 각각 76g, 40g이었다. 무기질 섭취 상태는 칼슘은 1일 평균 608mg, 인은 836mg, 나트륨과 칼륨은 각기 4,123mg, 3,192mg 정도의 수준이었다. 이러한 결과를 토대로 모유내 무기질과의 상관성을 분석한 결과, 수유부가 섭취한 무기질 함량은 모유의 이들 농도에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 에너지 관련 영양소는 몇몇 무기질과 상관 관계를 보였다. 즉, 모유의 나트륨 농도는 수유부의 에너지, 단백질 및 지질의 섭취량과 음의 상관 관계를, 칼륨은 양의 상관 관계를 나타냈다.

모유내 무기질간의 상호 관계를 분석해 본 결과, 칼슘과 칼슘, 인 사이에 양의 상관 관계 및 나트륨과 마그네슘 사이, 그리고 칼슘과 인 사이에 유의적인 양의 상관 관계가 있었다.

따라서 본 연구 결과로부터 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

모유의 성분은 항상 일정한 것이 아니며 개인간에 차이가 있을 뿐 아니라 동일한 개인내에서도 차이가 있는 것으로 알려져 왔으며, 일반적으로 모유의 무기질 농도는 상당히 넓은 범위의 수치가 제시되어 왔다. 따라서 모유내 무기질 함량과 그 차이를 제시하는 것도 필요하지만 어떠한 변인들이 영향을 미치는 지를 보는 것도 이에 못지않게 중요하다고 사료된다. 본 연구 결과 분석된 모든 모유내 무기질 농도는 수유부의 연령, 분만 횟수 및 영양소 섭취 수준과는 유의적인 상관 관계를 보여주지 않았으나, 개인간에 차이가 큰 것으로 나타났고, 칼슘, 인, 나트륨, 그리고 칼륨은 동일한 개체내에서 수유 기간에 따라 차이가 있었으므로 모유의 무기질 성분은 생리적 현상에 의해 수유 기간에 따라 변화가 있을 뿐 아니라 개인간에도 여러가지 요인들에 의해 영향을 받을 수 있다는 결론을 얻었다. 그러

므로 이러한 결과를 통해 얻어진 모유내 영양 성분에 대한 정보는 모유 분비의 기전을 이해하고, 이를 토대로 수유부 및 영아의 영양 권장량을 책정하는데 기초 자료가 될 것이라 기대하는 바이다.

Literature cited

- 1) Worthington-Roberts BS. Lactation and human milk In : Worthington-Roberts BS. Verrmeersch J, Williams SR. Nutrition in pregnancy and lactation, 3th ed, The CV Mosby Company, p236-370, 1985
- 2) 설민영 · 이종숙 · 김을상. 서울 지역 수유부의 모유의 수유 기간별 칼슘, 인, 마그네슘 함량에 관한 연구. *한국영양학회지* 23 : 115-123, 1990
- 3) 윤태현 · 태원찬 · 이정선. 수유 기간의 경과에 따른 한국인 인유의 칼슘 및 인 함량의 변화. *한국영양학회지* 24 : 206-218, 1991
- 4) 최미경. 모유의 무기질 및 미량원소 함량 변화와 영아의 무기질 영양에 관한 연구. 성신여자대학교. 석사논문, 1990
- 5) 한국 식품공업협회 식품 연구소. 식품 섭취 실태 조사를 위한 식품 및 음식의 눈대중량, 1988
- 6) 농촌진흥청. 식품 분석표. 제3차 개정판, 1986
- 7) 한국 인구 보건 연구원. 한국인의 영양 권장량. 제5차 개정판, 1989
- 8) Horwitz W. Official methods of analysis of the association of analytical chemists(AOAC) 13th ed Washington DC : AOAC, 1980
- 9) Finley DA, Lonnerdal B, Dewey KG, Grivetti LE. Inorganic constituents of breast milk from vegetarian and nonvegetarian women : relationships with each other and with organic constituents. *J Nutr* 115 : 772-781, 1985
- 10) Vaughan LA, Weber CW, Kemberling SR. Longitudinal changes in the mineral content of human milk. *Am J Clin Nutr* 32 : 2301-2306, 1979
- 11) National Academy of Science, National Research Council Recommended Dietary Allowances. 9th ed. Washington, DC : National Academy of Science, 1980
- 12) Karra MV, Kirsey A, Galal O, Bassily NS, Harrison GG, Jerome NW. Zinc, calcium and magnesium concentrations in milk from American and Egypt-

- tian women throughout the first 6 months of lactation. *Am J Clin Nutr* 47 : 642-648, 1988
- 13) Greer FR, Tsang RC, Levin RS, Searcy JE, Steichen JJ. Increasing serum calcium and magnesium concentrations in breast-fed infants : longitudinal studies of minerals in human milk and in sera of nursing mothers and their infants. *Pediatrics* 100 : 59-64, 1982
 - 14) 이인복 · 구광련 · 나창수. 모유의 칼슘, 인 및 마그네슘 농도. *소아과* 28 : 50-54, 1985
 - 15) Barltrop D, Hillier R. Calcium and phosphorus content of transitional and mature human milk. *Acta Paediatr Scand* 63 : 347-350, 1974
 - 16) Kirksey 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 : 30-39, 1979
 - 17) Butte NF, Garza C, Smith EO, Wills C, Nichols BL. Macro- and trace mineral intakes of exclusively breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 45 : 42-48, 1987
 - 18) Nelson LE, Vaughan VC, McKay RH, Behrman RE. Textbook of Pediatrics. 12th ed. W.B. Saunders Co, p251, 1983
 - 19) 이병용 · 마제숙 · 손 철. 인유의 Na과 K농도. *소아과* 25 : 1-7, 1982
 - 20) Macy IG. Composition of human colostrum and milk. *Am J Dis Child* 78 : 589-603, 1949
 - 21) Lawrence RA. Biochemistry of human milk, breast feeding. 1st ed. p44-66, 1980
 - 22) Dahl LK, Love RA. Etiologic role of sodium chloride intake in essential hypertension in humans. *JAMA* 164 : 397, 1957
 - 23) Sunskind RM. Textbook of pediatric nutrition. 1st ed. Raven press. p52, 1981
 - 24) 김화영 · 안현영 · 최영분 · 황태주 · 손 철. 모유의 아연과 동 농도. *소아과* 28 : 305-313. 1985
 - 25) Bates CJ, Tsuchiya H. Zinc in breast milk during prolonged lactation : comparison between the UK and the Gambia. *Euro J Clin Nutr* 44 : 61-69, 1990
 - 26) Feeley RM, Eitenmiller RR, Jones JB, Barnhart H. Copper, iron and zinc contents of human milk at early stages of lactation. *Am J Clin Nutr* 37 : 443-448, 1983
 - 27) Picciano MF, Guthrie HA. Copper, iron and zinc contents of mature human milk. *Am J Clin Nutr* 29 : 242-254, 1976
 - 28) Keenan BS, Buzek SW, Garza C, Potts E, Nichols BL. Diurnal and longitudinal variations in human milk sodium and potassium : implication for nutrition and physiology. *Am J Clin Nutr* 35 : 527-534, 1982
 - 29) Peaker M. Iron and water transport in the mammary gland. In : Lactation, a comprehensive treatise. Academic Press, New York, p437