

수유기간의 경과에 따른 한국인 인유의 칼슘 및 인 함량의 변화*

윤태헌** · 태원찬 · 이정선

한림대학교 한국영양연구소 임상영양연구실

Longitudinal Changes in Calcium and Phosphorus Concentrations of Korean Human Milk*

Yoon, Tai Heon** · Tae, Weon Chan · Lee, Jung Sun

**Laboratory of Clinical Nutrition, Korea Institute of Nutrition, Hallym University
Chunchon, Korea*

ABSTRACT

The influence of stage of lactation on the moisture, total solids, ash, calcium, phosphorus and Ca/P ratio of human milk was studied. A total number of 32 lactating mothers provided 101 samples collected at 4 consecutive stages of lactation : days 0 to 5 postpartum (colostrum); days 6 to 10 postpartum (transitional); days 25-35 postpartum (mature); and days 55-70 postpartum (mature). Moisture and total solids concentrations showed a little but significant difference at the 25-35 day stage as compared with those of colostrum and then remained stable, but ash levels decreased significantly with the elapse of lactation period. Calcium levels increased significantly from colostrum to transitional milk stage with a further less significant increase at mature stages. Between colostrum and transitional stages, phosphorus concentration showed a significant increase (9.9 ± 2.4 vs 15.5 ± 4.9 mg/100 ml, $p < 0.001$) but between the 25-35 day and the 55-70 day stage phosphorus values did not change significantly. Ca/P ratios for colostrum, transitional, the 25-35 day and the 55-70 day stages were 2.28, 1.76, 1.68 and 1.95, respectively. No significant relationship was found between ash, calcium, phosphorus or Ca/P ratio of milk and maternal parity. When modified milk formulas were reconstituted using the total solids of human mature milk as amount of the modified milk formula in 100 ml of infant feeding solution, ash, and Ca/P ratio were similar to those of human milk. However considerably higher concentrations of calcium and phosphorus exist in the reconstitution fluid than those observed in human milk.

KEY WORDS : human milk · calcium · phosphorus · Ca/P ratio · lactation.

*본 연구는 1990년도 한국과학재단 연구비 지원에 의한 결과임(과제번호 : 901-1509-061-1).

**To whom correspondence should be sent.

접수일자 : 1991년 4월 10일

서 론

칼슘과 인의 적절한 섭취와 이들 원소간의 알맞은 비(칼슘과/인의 비) 그리고 비타민 D의 존재는 유아의 성장, 뼈 발육, 정상적인 세포의 기능 및 다수의 효소제어 반응 등에 있어서 필수적이다¹⁾.

신생아에게 인 함량이 인유보다 많은 식이를 섭취시킬 경우 칼슘과 인대사에 장애가 발생하여 저칼슘혈증과 경련을 일으키기도하며, 뒤이어 구루병과 테타니의 발생으로까지 진행되기도 한다. 이와 같은 증세는 인유수유의 만삭아에게는 거의 없으나 우유를 먹인 만삭아에서 생후 1주일경에 많이 발생한다²⁾³⁾. 인유수유의 만삭아에서 상기 증세의 발생이 극히 적은 것은 칼슘과 인의 함량과 이들 원소간의 비가 적절하기 때문이다. 반면에 인에 대한 칼슘의 비가 인유의 그것에 비하여 훨씬 낮을 뿐만 아니라 인의 함량이 상당히 많은 우유를 먹는 유아에서 저칼슘혈증 등이 나타나는데 이것은 칼슘 섭취 결핍때문에 일어나는 것이 아니고 과잉의 인 섭취에 따른 고인산혈증과 비타민 D의 상대적 결핍때문에 일어나는 것이다.

인유의 무기질 성분은 항상 일정하지가 않고 수유기간, 모체식이 등에 의해서 영향을 받으며 수유(feed) 동안이나 하루동안에도 변화가 일어난다⁴⁾⁵⁾. 유즙의 칼슘 및 인 함량 변화에 큰 영향을 미치는 요인 중의 하나가 수유기간이다. 수유기간의 경과에 따른 유즙의 칼슘과 인의 농도 변화 조사는 유선에서 유즙 생산시 이들 무기질 성분의 동태 파악에는 물론 신생아의 뼈 성장 등에서 생리, 생화학적 역할 파악에도 큰 도움이 된다. 뿐만 아니라 인유수유 유아의 칼슘과 인의 섭취량 조사나 유아식이 개발 등에도 중요한 자료로 활용된다. 지금까지 국내외에서 발표된 논문들에 따르면 칼슘은 분만 후 1개월에서 3개월까지는 계속 증가하다가 그 이후는 감소하거나⁵⁻⁸⁾ 아니면 분만 후부터 계속 감소의 경향을 나타낸다고 한다⁹⁾¹⁰⁾. 인도 분만 후 수주동안 증가 경향을 띠다가 감소하거나⁹⁾¹¹⁾ 아니면 처음부터 계속 감소의 경향을

보여 준다고 한다⁷⁾¹²⁾. 한국인 인유의 경우 유즙을 cross-sectional이나 longitudinal로 채취한 것에 상관없이 연구자들 모두 감소의 경향을 보여주었다고 보고하였다¹³⁻¹⁵⁾.

이상 살펴 본 바와 같이 수유기간에 따른 칼슘 및 인 함량은 연구자들에 따라 상이한 결과들이 발표되어 왔는데 초유단계부터 이들 무기질의 변화가 어떠한 양상을 보여주는지 정확히 규명해야 할 필요성이 대두되었다고 본다. 그래서 본 연구에서는 한국인 인유의 칼슘, 인, 칼슘/인의 비 등의 변화를 정확히 파악하기 위하여 초유, 이행유, 성숙유 단계로 나누어 longitudinal로 추적·조사하였으며, 유아의 칼슘 및 인의 섭취량은 물론 유아식이 개발에 필요한 기초자료도 얻고자 하였다. 아울러 시판 조제분유 및 시유의 칼슘, 인, 칼슘/인의 비 등도 함께 조사하여 인유의 그것들과 비교하여 보았다.

재료 및 방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상자들은 한림대학교부속 한강성심병원 산부인과를 내방하여 만기에 정상아를 분만한 산모들로서 본 연구에 참여 의사를 밝힌 32명을 선발하였다. 연구대상자 32명 중 초산부가 17명, 경산부가 15명이었으며, 평균 나이는 26.3세, 체중은 55.1kg, 신장은 157.6cm, 임신기간은 40.1주, 신생아의 몸무게는 3.1kg, 그리고 최초로 유즙이 분비된 날은 분만후 3.2일경이었다(Table 1). 이들 대상자들은 임신전 경구 피임약을 복용하지 않았으며, 마지막 유즙 채취때까지 약물 복용을 하지않도록 한 것 이외에 식사에 대한 어떠한 지시없이 본인의 식습관에 따라 식사하도록 하였다.

2. 유즙의 채취

유즙 채취는 1일 중 두번째 수유시간인 오전 9시에서 12시 사이에 젖먹이기 전 착유기로 유방의 위치에 관계없이 한쪽 유방의 유즙을 전량 착유하였다. 초유는 분만 직후부터 5일 사이에, 이행유는 분만 후 6일에서 10일 사이에, 그리고 성숙

인유의 칼슘·인 함량의 변화

Table 1. Clinical information : mothers and infants*

	Subjects		
	Primiparae (n=17)	Multiparae (n=15)	Total (n=32)
Maternal age(year)	24.7±2.1	28.1±2.9	26.3±3.0
Body weight of mothers(kg)	56.7±6.2	53.2±6.2	55.1±6.2
Height of mothers(cm)	158.4±4.1	156.7±3.4	157.6±3.7
Duration of pregnancy(week)	40.0±1.5	40.3±1.2	40.1±1.3
Body weight of neonate(kg)	3.2±0.5	3.1±0.5	3.1±0.5
Number of neonate	1.0±0.0	1.1±0.3	1.0±0.2
Parity(no of children)	1.0±0.0	2.2±0.6	1.6±0.7
The first milk secretion day (days postpartum)	3.3±0.5	3.1±0.5	3.2±0.5

* Values are expressed as mean±SD.

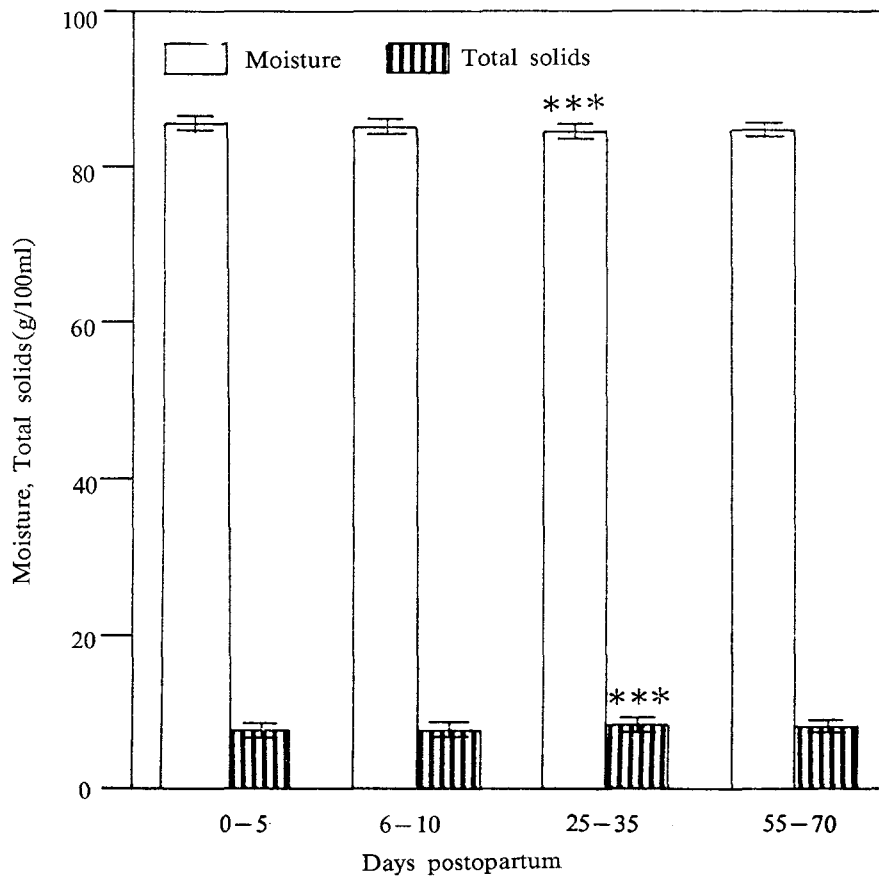


Fig. 1. Longitudinal changes in moisture and total solids content of human milk during the course of lactation.

Mature(25-35 days) compared to colostrals: *** P<0.001.

유는 분만 후 25일에서 70일 사이에 각각 채취하였다. 착유한 유즙은 즉시 균질화하여 분석시까지 -70°C 의 냉동고에 보관하였다.

3. 조제분유 및 시유

조제분유는 남양유업, 매일분유, 파스퇴르분유 등 3개회사 제품을, 시유는 롯데우유, 매일유업, 비락, 춘천축산협동조합, 파스퇴르유업, 해태유업 등 6개회사 제품을 시중에서 구입하여 사용하였다.

4. 수 분

인유 및 시유는 10ml를 도가니에 담아 60°C 에서 24시간 이상, 조제분유는 약 0.5g을 칭량병에 담아 70°C 에서 2시간 정도 각각 예비건조시킨 후 다시 105°C 에서 항량이 될 때까지 건조시켰다.

5. 총고형분

상기 수분 측정 시료에서 수분 함량을 제외한 나머지 부분을 총고형분으로 하였다⁶⁾.

6. 회 분

인유 및 시유는 20ml를, 조제분유는 약 1g을 칭량하여 도가니에 담아 전열기에서 예비탄화시킨 후 450°C 의 회화로에서 12시간 회화시켜 측정하였다.

7. 칼슘 및 인

12시간 회화시킨 시료에 5N 질산 5ml를 가하여 70°C 의 sandbath상에서 10분간 가온한 다음 50ml 플라스크에 여과 후 증류수로 정용하였다. 이 용

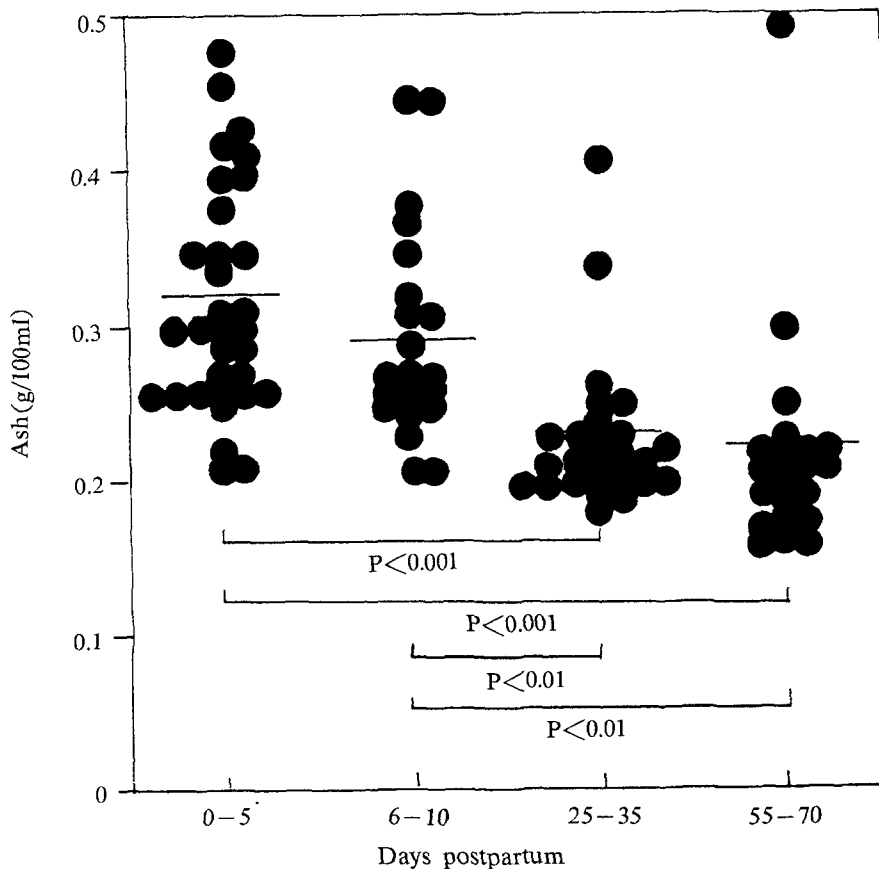


Fig. 2. Longitudinal human milk ash content with increasing duration of lactation.

인유의 칼슘·인 함량의 변화

액을 칼슘 회석용액인 lanthanum chloride(26.74g/1000ml)로 회석 후 atomic absorption spectrometer (SpectraAA 40; Varian Techtron Pty Limited, 오스트레일리아)로 측정하였다. 인 함량은 칼슘을 측정할 때 사용한 시료 분해액을 이용하여 molybden blue 비색법¹⁶⁾으로 정량하였다.

8. 통계분석

수유기간별 분석결과 상호비교시 유의성은 Student t-test로 검정하였다.

결 과

수유기간의 경과에 따른 수분 및 총고형분의 함량 변화를 Fig. 1에 표시하였다. 수분의 경우 분만 후 25~35일의 성숙유에서만 초유의 그것에 비하여 유의하게 ($p < 0.001$) 감소하였고 이행유단계와 55~70일의 성숙유단계에서는 초유의 그것과 거의 동일한 값을 보여 주었다. 총고형분 함량은 25~35일의 성숙유에서만 초유에 비하여 유의한 ($p < 0.001$) 증가의 경향을 보여 주었고 기타의 단계에서는 초유의 그것과 차이가 없었다. 수유기간의 경과에 따른 회분 함량의 변화는 Fig. 2와 같다. 초유단계의 회분 함량이 $0.32 \pm 0.08\text{g}/100\text{ml}$, 이행유단계에서는 $0.29 \pm 0.07\text{g}/100\text{ml}$, 25~35일의 성숙유단계에서는 $0.23 \pm 0.05\text{g}/100\text{ml}$, 55~70일의 성숙유단계에서는 $0.22 \pm 0.08\text{g}/100\text{ml}$ 로서 수유기간이 경과함에 따라 점차 감소하였다. 특히 25~35일 및 55~70일의 성숙유단계에서 모두 초유단계의 그것에 비하여 28~31%나 유의하게 ($p < 0.001$) 감소하였으며, 이행유단계에 비하여도 21~24% 유의하게 ($p < 0.01$) 감소하였다. 수유기간의 경과에 따른 칼슘 함량의 변화를 살펴 본 결과는 Fig. 3과 같다. Fig. 3에서 볼 수 있는 바와 같이 칼슘 함량은 초유단계에 비하여 이행유 단계($24.74 \pm 6.35\text{mg}/100\text{ml}$, $p < 0.02$), 25~35일의 성숙유단계($26.28 \pm 5.11\text{mg}/100\text{ml}$, $p < 0.001$), 55~70일의 성숙유단계($28.22 \pm 4.61\text{mg}/100\text{ml}$, $p < 0.001$) 모두 유의하게 높았다. Fig. 4에 수유기간에 따른 인 함량 변화를 표시하였다. 이 그림에서 볼 수 있는 바와

같이 이행유단계($15.46 \pm 4.89\text{mg}/100\text{ml}$), 25~35일의 성숙유단계($15.78 \pm 2.50\text{mg}/100\text{ml}$), 55~70일의 성숙유단계($14.62 \pm 2.07\text{mg}/100\text{ml}$) 모두 초유단계 ($9.90 \pm 2.44\text{mg}/100\text{ml}$)에 비하여 유의하게 ($p < 0.001$) 높았다.

칼슘/인의 비를 구하여 본 바(Table 2) 초유단계에서 2.28로서 이행유단계($p < 0.02$), 25~35일의 성숙유단계($p < 0.001$), 55~70일의 성숙유단계($p < 0.05$)에서 모두 유의하게 낮은 값을 나타내었다.

수유기간의 경과에 따른 수분, 총고형분, 회분, 칼슘, 인, 그리고 칼슘/인의 비를 분만횟수 즉 1회(초산부)와 2회 이상(경산부)으로 구분하여 비교한 결과를 Table 3에 표시하였다. 먼저 수분 함량의 경우 이행유단계에서만 초산부에 비하여 경산부가 유의하게 ($p < 0.05$) 많았고 기타의 수유단계에서는 차이가 없었다. 총고형분의 경우도 이행유단계에서만 유의한 ($p < 0.05$) 차이가 나타났는데 경산부가 초산부에 비하여 낮았다. 회분, 칼슘, 인, 칼슘/인의 비에서는 모든 수유단계에서 유의한 차이점이 나타나지 않았다. 조제분유 및 시유의 수분, 총고형분, 회분, 칼슘, 인 그리고 칼슘/인의 비 측정 결과는 Table 4와 같다.

현재 국내에서 시판되고 있는 조제분유의 칼슘, 인 등의 성분이 인유에 얼마만큼 가깝게 조제되어 있는지 알아보려고 조제분유를 조유상태로도 하여 비교하였다. 이때 조제분유의 조유 농도는 성숙유단계의 인유의 총고형분 함량을 기준하여 회분, 칼슘, 인, 칼슘/인의 비를 계산하였다. 조제분유의 칼슘 및 인은 성숙유의 그것에 비하여 각각 1.9배, 2.1배 높은 수준이며, 우유도 각각 3.5배, 5.2배나 높은 수준이다. 조제분유에서 상기 측정 항목 중 회분과 칼슘 함량에서 회사별로 차이가 큰 편이지만 시유의 경우 회사간에 함량 차이없이 비슷하였다.

고 찰

1. 수분 및 총고형분 함량

본 연구에서 유즙 중 수분을 제외한 나머지 전

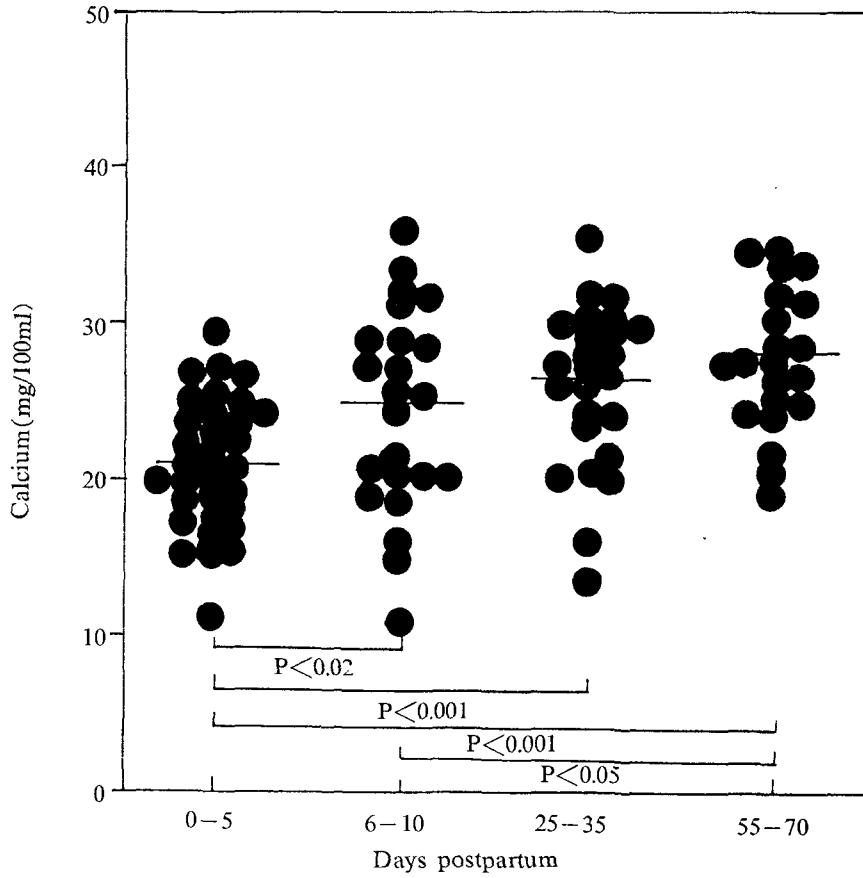


Fig. 3. Longitudinal human milk calcium content with increasing duration of lactation.

Table 2. Longitudinal changes in calcium/phosphorus ratio of human milk during the course of lactation

Lactation	Number of lactating mothers	Ca/P ratio
0-5 days	32	2.28±0.73 ^a
6-10 days	23	1.76±0.71 ^b
25-35 days	25	1.68±0.37 ^c
55-70 days	21	1.95±0.27 ^d

^aValues are presented as mean±SD.

^bDiffers from value for 0-5 days (p<0.02).

^cDiffers from value for 0-5 days (p<0.001).

^dDiffers from value for 0-5 days (p<0.05).

인유의 칼슘·인 함량의 변화

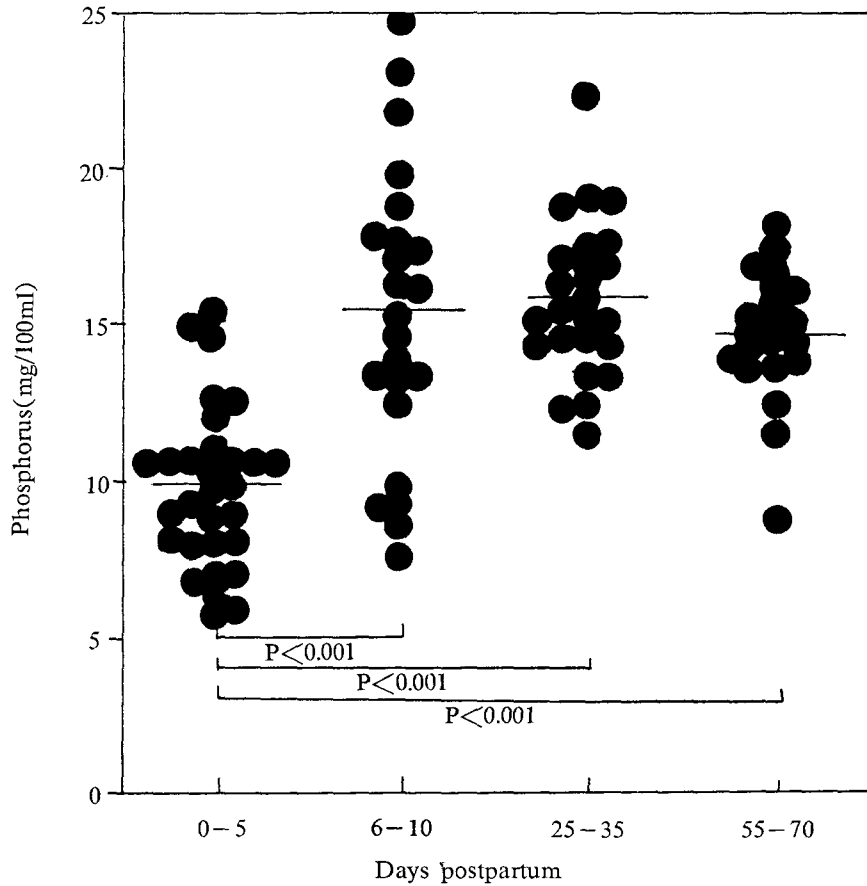


Fig. 4. Longitudinal human milk phosphorus content with increasing duration of lactation.

부를 총고형분으로 계산하였기 때문에 수분과 총고형분에서 변화가 일어날 시에는 서로 상반된 변화가 일어나게 된다. 따라서 수유기간 중 25~35일의 성숙유단계에서의 유일한 수분 감소는 동일시기의 총고형분 함량 증가에 기인한 결과로 설명할 수 있다. 총고형분은 지방질, 단백질, 회분, 유당을 포함한 당류, 구연산, 이노시톨, 아미노산, 요소 등으로 구성되어 있다⁶⁾. 이들 성분 중에서 특히 지방질⁴⁾¹⁷⁾, 유당⁴⁾, 철청 알부민⁴⁾, 칼슘⁵⁻⁸⁾ 등은 분만 후 약 1개월 전후까지 계속 증가하는데 이들 성분 증가로인하여 결국 총고형분 함량이 증가하게 되는 것이다. 이와 같이 총고형분은 초유단계에서보다 성숙유단계에서, 수유전보다는

수유후가¹⁸⁾, 오전보다는 오후 유즙에서¹⁸⁾¹⁹⁾ 많으므로 유즙 채취시나 함량 비교시 이런 점들에 유의해야만 할 것이다.

2. 회분 함량

회분 함량은 지금까지 보고된 바에 의하면 분만 후 1~2개월경까지는 계속 감소하다가 그 이후는 함량 변동이 크지 않다고 한다⁹⁾¹²⁾²⁰⁾. 본 연구에서도 역시 동일한 경향을 보여 주었다. 특히 이행유단계에서 25~35일의 성숙유단계로 넘어갈 시 초유의 그것에 비하여 31%나 감소하는 양상을 보여주었는데 Vorherr²⁰⁾의 보고와 일치하며 山本 등⁹⁾의 결과와도 유사하다. 그런데 성숙유의 회분 함량은 각국의 수유부들에 대한 발표 결과⁶⁾⁹⁾¹²⁾¹⁵⁾

Table 3. Comparison of moisture, total solids, ash, calcium, phosphorus and Ca/P ratio of human milk between primiparae and multiparae during the course of lactation

		Lactation (days)				
Parity		0-5	6-10	25-35	55-70	
Moisture	Primiparae	88.70±1.02 ^a (17)	87.30±1.17 (13)	87.11±1.37(13)	87.29±1.65(11)	
	Multiparae	88.51±1.52 (15)	88.65±1.25+(10)	87.13±1.04(12)	88.16±1.46(10)	
Total Solids	Primiparae	11.30±1.02 (17)	12.70±1.17 (13)	12.90±1.37(13)	12.71±1.65(11)	
	Multiparae	11.49±1.52 (15)	11.35±1.25+(10)	12.87±1.04(12)	11.84±1.46(10)	
Ash	Primiparae	0.31±0.08 (17)	0.28±0.06 (13)	0.24±0.07(13)	0.24±0.11(11)	
	Multiparae	0.32±0.07 (15)	0.30±0.08 (10)	0.22±0.02(12)	0.20±0.03(10)	
Calcium	Primiparae	21.68±3.79 (17)	23.67±6.00 (13)	26.96±3.82(13)	28.19±4.67(11)	
	Multiparae	20.19±4.33 (15)	26.14±6.84 (10)	25.54±6.32(12)	28.25±4.80(10)	
Phosphorus	Primiparae	10.31±2.30 (17)	16.51±4.16 (13)	15.58±2.62(13)	14.10±2.52(11)	
	Multiparae	9.44±2.68 (15)	14.09±5.63 (10)	16.00±2.45(12)	15.18±1.33(10)	
Ca/P	Primiparae	2.24±0.65 (17)	1.51±0.43 (13)	1.77±0.34(13)	2.02±0.22(11)	
	Multiparae	2.33±0.85 (15)	2.09±0.87 (10)	1.58±0.39(12)	1.87±0.31(10)	

^aMean±SD with the number of lactating mothers at each stage of lactation in parentheses. Multiparae compared to primiparae : ⁺P<0.05.

Table 4. Comparison of moisture, total solids, ash, calcium(Ca), phosphorus(P), and Ca/P ratio of human mature milk, infant formulas(modified milk formula)and market milk

	Number of samples	Moisture	Total solids	Ash	Calcium	Phosphorus	Ca/P
Human mature milk	46	g/100ml	g/100ml	g/100ml	mg/100ml	mg/100ml	
		87.46±1.44 (84.03-89.78)	12.54±1.44 (10.22-15.97)	0.22±0.07 (0.16-0.57)	27.16±4.88 (13.95-35.60)	15.25±2.33 (8.78-22.51)	1.80±0.35 (0.80-2.50)
Modified milk formula	5	g/100g	g/100g	g/100g	mg/100g	mg/100g	
		1.95±0.35 ^a (1.66-2.56)	98.05±0.35 (97.44-98.34)	2.26±0.27 (1.98-2.71)	397.75±78.61 (319.33-516.72)	252.55±20.25 (227.95-281.33)	1.57±0.23 (1.32-1.84)
		2.35±0.17 ^b (2.2-2.5)	97.65±0.17 ^b (97.50-97.80)	2.12±0.11 ^b (2.0-2.2)	368.00±31.14 ^b (340-420)	250.00±25.50 ^b (230-290)	1.47±0.07 ^b (1.42-1.57)
Market Milk	6	g/100ml ^c	g/100ml	g/100ml	mg/100ml	mg/100ml	
		87.46±0.00 (87.46)	12.54±0.00 (12.54)	0.28±0.04 (0.25-0.35)	50.85±10.21 (43.95-66.45)	32.28±2.69 (29.11-36.18)	1.57±0.23 (1.32-1.84)
		88.79±0.86 (88.54-89.98)	11.21±0.60 (10.02-11.46)	0.68±0.01 (0.67-0.71)	94.27±2.29 (92.63-98.84)	80.00±2.54 (76.95-84.15)	1.18±0.02 (1.15-1.20)

^a Values are expressed as mean±SD. Range given in parenthesis.

^b Manufactureres' data.

^c We used the total solids of human mature milk(12.53g/100ml)as an amount of modified milk formula per 100ml. Moisture content was calculated by independent determination(i.e., 100% - total solids). The ash, calcium and phosphorus contents were calculated from the total solids(12.53g/100ml)in reconstitution fluids of modified milk formulas.

20)²¹⁾간에 차이가 없고 일정한 범위 이내에 들고 있어서 시료 채취의 방법, 시간, 시기, 년도 등이 상이 하더라도 종족에 따른 차이점이 없는 것 같다.

3. 칼슘 함량

초유단계에서의 칼슘 함량은 미국인 수유부들에 대한 Kirksey 등²²⁾의 결과보다 다소 낮은 듯하며, 이행유단계에서의 그것은 프랑스인 수유부들에 대한 Sann 등¹¹⁾의 결과와 일치하고 있다. 성숙유 단계에서의 칼슘 함량은 일본인⁹⁾, 미국인⁵⁾, 이집트인⁵⁾, 영국인²³⁾ 수유부들의 그 값들과 잘 부합하고 있다. 이상의 사실을 비롯하여 식습관은 물론 칼슘 섭취량 등이 상이함에도 불구하고 유즙 중의 칼슘량은 종족간에 차이없이 비슷하다는 사실⁵⁾²⁴⁾, 식이에 칼슘 보충은 보충수준에 상관없이 유즙 중의 칼슘 함량에 영향을 미치지 않는다는 사실⁵⁾²²⁾, 그리고 칼슘 섭취량이 적을 시는 골격으로부터 칼슘이 동원되어 유즙으로 이행되어 칼슘 섭취 부족에 따른 유즙 중의 칼슘 수준 저하가 일어나지 않는다는 사실²⁴⁾등으로 미루어 보아 유즙 중의 칼슘분비를 일정하게 조절하는 생리적 메카니즘이 존재하고 있다는 것을 시사한다⁵⁾.

수유기간의 경과에 따른 칼슘 동태에 관하여 일부 연구자들⁹⁾¹⁰⁾¹³⁻¹⁵⁾은 수유기간 경과에 따라 감소한다고 보고하였으며, 기타의 연구자들^{5-8,25)}은 본 연구에서와 같이 분만후 1~3개월경까지는 증가하다가 그 이후는 감소하여 안정기에 접어든다고 하였다. 유즙 중의 칼슘은 78%가 유청 확보, 16%가 지방구막 (fat globule membrane)에, 그리고 6%가 카제인에 결합되어 있다²⁶⁾. Lönnerdal과 Glazier²⁷⁾가 발표한 바에 의하면 유청 확보 중의 칼슘은 분만 후 2개월경까지 증가한다고 하므로 이 유청 확보의 칼슘 증가가 유즙 칼슘 수준 증가에 크게 관여한다고 생각되며, 아울러 유즙 중의 지방 또한 분만 후 2개월경까지 증가하므로⁴⁾⁹⁾¹⁷⁾이 지방구막에 결합된 칼슘도 증가에 일부 관여한다고 추정된다. 따라서 유즙 중의 칼슘은 시료채취를 longitudinal로 행하고 채취시간을 일정하게 할 경우 분만 후 1~3개월까지는 증가의 경향을 나타낸다고 사료된다.

각 수유단계별로 유아의 1일 칼슘 섭취량을 Neville 등²⁸⁾이 보고한 유아의 1일 유즙 섭취량으로부터 계산하여 보았다. 유아의 유즙 섭취량은 수유기간의 영향을 제일 많이 받는 데 초유단계에서부터 계속 증가하기 시작하여 6개월경에는 1일 약 800ml 가량으로 최고치에 도달한다. 이와 같이 유즙 섭취량은 수유기간에 따라 차이가 나므로 영양소 섭취량 조사시는 유즙 섭취량을 직접 측정하지 않고 보고치를 이용할 경우 해당 유즙 채취 시기와 제일 가까운 시기에 조사한 보고치를 이용해야만 한다. 그래서 저자 등도 본 연구의 각 수유단계와 제일 가까운 시기에 유즙 섭취량을 측정된 Neville 등²⁸⁾의 중량단위 값(g)을 용량단위 (ml)로 환산하여⁴⁾이용하였다. 즉 초유단계에서의 유즙 섭취량은 300ml를, 이행유 단계에서의 그것은 550ml를, 25~35일의 성숙유단계에서 그것은 699ml를, 55~70일의 성숙유 단계에서의 그것은 674ml를 각각 이용하여 칼슘 1일 섭취량을 계산하여 본 바 초유단계에서는 63mg, 이행유단계에서는 136mg, 25~35일의 성숙유단계에서는 184mg, 55~70일의 성숙유단계에서는 190mg을 섭취하고 있다고 추정된다. 1개월 및 2개월경에서의 이 값들은 Picciano 등²⁹⁾이 보고한 미국인 유아들의 실제 섭취량과 잘 일치하고 있으나 Butte 등³⁰⁾의 보고치 보다는 다소 낮다. 분만 후 2개월경까지의 성숙유단계에서의 1일 평균 섭취량은 약 187mg으로서 이 값에 분산(variance) 25%를³¹⁾더 감안해 주면 1일 234mg를 섭취하고 있다고 볼 수 있다. 인유로부터 유아의 칼슘 흡수율은 일본인³²⁾의 경우 약 60%, 미국인³¹⁾³³⁾의 경우 약 65%인데 이 두 값의 평균치인 약 63%를 이용하여 칼슘 흡수량을 계산해 보면 1일 147mg이 된다. 우유를 기초로한 유아식의 칼슘 흡수율³¹⁾³⁴⁾은 약 50%이므로 유아식에만 급여시 1일 294mg을 섭취해야 한다. 우리 나라에서 분만 후 3개월까지의 영아 칼슘 권장량³⁵⁾ 1일 400mg으로서 계산된 칼슘 섭취량은 53% 아래이고, 분산을 감안해 준 섭취량도 42% 아래이며, 유아식이 기준시도 27% 아래이다. 이와 같이 인유로부터 실제 칼슘 섭취

량은 권장량에 훨씬 미치지 못함이 이미 여러 연구자들³⁰⁾³⁶⁾이 지적한 바와 동일하다. 앞으로 칼슘 섭취량은 인유만 급여시와 유아식이만 급여시를 감안하여 분리, 책정하는 것이 바람직하다고 보며, 초유와 이행유단계에서도 권장량 설정이 필요할 경우 현재보다 훨씬 하향 조정할 필요성이 있다고 본다.

4. 인 함량

인 함량은 이행유에서나 성숙유에서 다 같이 한국인이나 외국인 수유부들에 관계없이 여러 연구자들⁶⁾⁷⁾⁹⁾¹²⁾¹⁵⁾²⁰⁾²³⁾³⁷⁾의 보고치들과 비슷한 수준이었다. 그러나 초유에서는 山本 등⁹⁾과 Vorherr²⁰⁾의 보고치들에 비하여 낮은 값이었다. 초유단계에서부터 인을 측정된 연구자들의 논문들을 보면 이행유단계 또는 약 1개월경의 성숙유단계까지 계속 증가의 경향을 보여주고 있는 데 본 연구에서도 동일한 경향이 나타났다. 인도 칼슘처럼 분만 후 어느 시기까지 증가의 경향을 떠다가 그 이후 감소해 가는 지 이에 대해서는 더 검토해 볼 필요성이 있다고 본다. 1일 1인 섭취량을 칼슘 섭취량 계산시 이용한 유즙 섭취량을 기준하여 계산하여 보면 초유단계에서는 30mg, 이행유단계에서는 85mg, 25~35일의 성숙유단계에서는 110mg 그리고 55~70일의 성숙유단계에서는 99mg을 섭취한다고 추정된다. 성숙유단계에서의 이 값들은 Picciano 등²⁹⁾과 Butte 등³⁰⁾의 실제 섭취량 측정치와 아주 잘 일치하고 있다.

5. 칼슘/인의 비

인유의 칼슘/인의 비는 분만 후 1개월경에는 점차 감소하다가¹¹⁾²⁰⁾²³⁾ 2개월경에는 다소 증가의 경향⁷⁾¹⁴⁾¹⁵⁾을 보이는 것 같다. 본 연구에서도 동일한 경향이 나타났으며, 일본인 수유부들에 대한 山本 등⁹⁾의 결과에서 칼슘/인의 비는 본 연구의 그것보다 다소 낮았으나 경향은 일치하였다. 칼슘/인의 비는 신생아의 혈장 칼슘 농도에 미치는 요인 중의 하나이다²³⁾. 그러나 만기에 분만한 신생아(생후 6일)에게 무기질 함량이 낮은 인유 급여시는 칼슘/인의 비는 신생아 칼슘 항상성에 중요성이 덜하다는 지적도 있지만²³⁾ 확인되고 있지

못하고 있다. 미숙아의 경우는 칼슘/인의 비가 높을 경우 칼슘이 보다 잘 흡수된다. 수유기간의 경과에 따른 칼슘/인의 비 변화에 중요성이 내포되어 있는 지에 대해 검토의 소지가 있다고 본다.

6. 초산부와 경산부의 비교

Picciano와 Guthrie¹⁹⁾는 출산횟수(parity)는 성숙유에서의 총고형분 수준에 아무런 영향을 미치지 않았다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 성숙유에서는 초산부와 경산부간의 차이는 없으나 이행유단계에서 초산부에 비하여 경산부의 유즙 총고형분이 유의하게 적었는데 이것이 어디에 기인하는 결과인지 지금으로서는 이유 설명이 곤란하다. 회분, 칼슘, 인, 칼슘/인의 비 등에서는 초산부와 경산부간에 차이가 없었다. 이집트 수유부의 성숙유 유즙(분만 후 6개월)의 칼슘 함량도 출산횟수의 영향을 받지 않았다⁵⁾고 하며, 한국인 수유부의 칼슘, 인, 칼슘/인의 비에서도 초산부와 경산부간에 차이가 없었다¹⁵⁾고 하는데 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있다.

7. 인유, 조제분유 및 시유와의 비교

인 함량이 인유보다 훨씬 많은 우유를 신생아에게 먹일 경우 생후 1주일경에 칼슘과 인 대사에 장애가 발생하여 저칼슘혈증과 경련을 일으키기도 하며, 뒤이어 구루병과 테타니 발생으로까지 진행되기도 한다²⁾³⁾. 시판 국산 조제분유의 칼슘 및 인은 시유의 그것에 비하여 각각1/1.9, 1/2.5로 하향 조정되어 있고, 칼슘/인의 비도 인유의 그것에 가깝게 조절되어 있는 상황이다. 그러나 정상아들에 대한 국산 조제분유의 칼슘 및 인 대사에 미치는 영향이 알려져 있지 않아 현재의 국산 조제분유의 칼슘, 인, 칼슘/인의 비가 적절한지 언급하기에는 연구결과들의 뒷받침이 부족한 실정이다. 앞으로 국산조제분유의 칼슘 및 인의 소화흡수율 등을 측정된 후 수유기간별 인유의 칼슘 및 인 섭취량에 근거하여 조제분유의 수유량을 결정하는 것이 바람직하다. 영국인 수유부들의 성숙유의 총고형분 함량을 보면 오전에 비하여 오후가 약 2~3% 높다¹⁸⁾고 하므로 앞으로 1일 중 조유농도를 일정하게 하는 것(13g/100ml)보다 오후는 현재의 조유농도

보다 2~3% 높게 조절해 주는 것이 좋다고 본다. 뿐만 아니라 초유단계와 이행유단계에서도 오전, 오후의 총고형분 함량을 측정 한 후 조유농도를 새로이 조절할 필요가 있다.

한편 미숙아에게 인유만 급여시 저인산혈증이 야기되며 구루병으로까지 진행되기도 하기 때문에³⁹⁻⁴¹⁾ 인유는 적절한 식이가 되지 못해 인유에 인을 첨가하든가 칼슘, 인 등이 보강된 유아식이 등을 이용한다⁴²⁻⁴⁴⁾. 조제분유의 경우 미숙아용으로 이용할 경우 인유보다는 좋다고 여겨지지만 앞으로 미숙아 전용 조제분유는 물론 초유단계용 및 이행유단계용 조제분유 개발이 시급한 실정이다.

요 약

수유기간의 경과에 따른 한국인 인유의 수분, 총고형분, 회분, 칼슘, 인, 칼슘/인의 비 등의 변화를 파악하기 위하여 초유(분만후 0~5일), 이행유(분만 후 6~10일), 성숙유(분만 후 25~35 일째 및 분만 후 55~70일째) 단계로 나누어 longitudinal로 추적·조사하였으며, 시유 및 조제분유와의 비교도 행하였다. 수분과 총고형분은 분만 후 22~35일에서만 초유에 비하여 유의한 차이를 보여주었으며, 회분은 수유기간의 경과에 따라 점차 감소하는 경향이였다. 칼슘 및 인은 초유단계에 비하여 이행유, 성숙유단계 모두 유의하게 높았는데 칼슘은 분만 후 55~70일까지, 인은 분만 후 25~35일까지 계속 증가의 경향을 보여준 것이 특이하였다. 칼슘/인의 비는 초유단계에서 2.28, 이행유단계에서 1.76, 분만 후 25~35일에서 1.68 그리고 분만 후 55~70일에서 1.95였는데 이행유 이후 단계에서 모두 유의하게 낮았다. 회분, 칼슘, 인, 칼슘/인의 비에서 초산부와 경산부간에는 차이가 없었다. 성숙유의 총고형분 함량을 시판 국산 조제분유의 조유농도로해서 계산하여 본 바 회분과 칼슘/인의 비는 인유의 그것에 비슷하였으나 칼슘과 인은 높은 수준이었다.

Literature cited

1) Ensminger AH, Ensminger ME, Konlande JE,

- Robson JRK. Foods & Nutrition Encyclopedia, Vol 1, pp. 292-304, Pegus Press, California, 1983
- 2) Oppé TE, Redstone D. Calcium and phosphorus levels in healthy newborn infants given various types of milk. *Lancet i*: 1045-1048, 1968
- 3) Bartrop D, Oppé TE. Dietary factors in neonatal calcium homeostasis. *Lancet ii*: 1333-1335, 1970
- 4) Blanc B. Biochemical aspects of human milk-comparison with bovine milk. *Wld Rev Nutr Diet* 36: 1-89, 1981
- 5) Karra MV, Kirksey A, Galal O, Bassily N, Harrison GG, Jerome NW. Zinc, calcium and magnesium concentrations in milk from American and Egyptian women throughout the first 6 months of lactation. *Am J Clin Nutr* 47: 642-648, 1988
- 6) Jenness R. The composition of human milk. *Semin Perinatol* 3: 225-239, 1979
- 7) Greer FR, Tsang RC, Levin RS, Searcy JE, Wu R, Steichen JJ. Increasing serum calcium and magnesium concentrations in breast-fed infants: Longitudinal studies of minerals in human milk an in sera of nursing mothers and their infants. *J Pediatr* 100: 59-64, 1982
- 8) Vaughan LA. The trace mineral composition of human milk. Thesis, Arizona, pp1-50, 1977
- 9) 山本良郎 米久保明得, 飯田耕可, 高橋 斷, 土屋文安, 日本人の母乳組成に関する研究. *日本小兒保健研究*40: 468-475, 1981
- 10) Finley DA, Lönnerdal 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
- 11) 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 Padiatr Scand* 70: 115-116, 1981
- 12) Lemons JA, Moye L, Hall D, Simmons M. Differences in the composition of preterm and term human milk during early lactation. *Pediatr Res* 16: 113-117, 1982
- 13) Ko KW. Chemical composition of Korean human milk. *J Kor Padiatr Assoc* 9: 355-368, 1966
- 14) 姜英子. 서울시内 一部地域 授乳婦의 母乳成分에 관한 研究. *公衆保健雜誌* 9: 13-19, 1972
- 15) 설민명, 이종숙, 김을상, 서울지역 수유부의 모유의 수유기간별 칼슘, 인, 마그네슘 함량에 관한

- 연구. 韓國營養學會誌 23 : 115-123, 1990
- 16) 日本藥學會編. 衛生試驗法注解, PP67-68, 金原出版株式會社, 東京, 1973
 - 17) 윤태현. 수유기간의 경과에 따른 인유 총지방질 및 총지방산 조성의 변화. 人間科學8 : 537-554, 1984
 - 18) Hall B. Uniformity of human milk. *Am J Clin Nutr* 32 : 304-312, 1979
 - 19) Picciano MF, Guthrie HA. Copper, iron, and zinc contents of mature human milk. *Am J Clin Nutr* 29 : 242-254, 1976
 - 20) Vorherr H. Human lactation and breast feeding. In : Larson BL, ed. Lactation : A comprehensive Treatise, pp181-280, Academic Press, New York, 1978
 - 21) Macy IG. Composition of human colostrum and milk. *Am J Dis Child* 78 : 589-603, 1949
 - 22) 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
 - 23) Bartrop D, Hillier R. Calcium and phosphorus content of transitional and mature human milk. *Acta Padiatr Scand* 63 : 347-350, 1974
 - 24) Moser PB, Reynolds RD, Acharya S, Howard MP, Andon MB. Calcium and magnesium dietary intakes and plasma and milk concentrations of Nepales lactating womon. *Am J Clin Nutr* 47 : 735-739, 1988
 - 25) Terheggen HG. Über den Calcium, Kalium und Natriumgehalt der Frauenmilch. Eine Flammenanalyse. *Z Kinderheilk* 92 : 193-200, 1965
 - 26) Fransson G-B, Lönnerdal B. Distribution of trace elements an minerals in human and cow's milk. *Pediatr Res* 17 : 912-915, 1983
 - 27) Lönnerdal B, Glazier C. Calcium binding by α -lactalbumin in human milk and bovine milk. *J Nutr* 115 : 1209-1216, 1985
 - 28) Neville MC, Keller R, Seacat J, Lutes V, Neifert M, Casey C, Allen J, Archer P. Studies in human lactation : milk volumes in lactating women during the onset of lactation and full lactation. *Am J Clin Nutr* 48 : 1375-1386, 1988
 - 29) Picciano MF, Calkins EJ, Garrick JR, Deering RH. Milk and mineral intakes of breastfed infants. *Acta Padiatr Scand* 70 : 189-194, 1981
 - 30) Butte NF, Garza C, Smith EO, Nichols BL. Milk and mineral intake of 45 exclusively breast-fed infants. *Fed Proc* 43 : 667, 1984
 - 31) The National Research Council. Rcommended Dietary Allowances, 10th edition, pp174-194, National Academy Press, Washington, D.C., 1989
 - 32) 厚生省保健醫療局健康増進榮養課編. 日本人 榮養所要量, 第三次改定, PP74-90, 第一出版株式會社, 東京, 1984
 - 33) Allen LH. Calcium bioavailability and absorption: a review. *Am J Clin Nutr* 35 : 783-808, 1982
 - 34) Devizia B, Fomon SJ, Nelson SE, Edwards BE, Ziegler EE. Effect of dietary calcium on metabolic balance of normal infants. *Pediatr Res* 19 : 800-806, 1985
 - 35) 한국인구보건연구원편. 한국인의 영양권장량, 제 5차 개정 PP55-64, 고문사, 서울, 1989
 - 36) Vaughan LA, Weber CW, Kemberling SR. Longitudinal changes in the mineral content of human milk. *Am J Clin Nutr* 32 : 2301-2306, 1979
 - 37) 鄭東淑 : 母乳成分의 季節的 變化에 對한 研究. 公衆保健雜誌 11 : 255-258, 1974
 - 38) Anonymous: Calcium absorption and the calcium/phosphate ratio in the preterm infant. *Nutr Rev* 42 : 243-244, 1984
 - 39) Rowe JC, Wood DH, Rowe DW, Raisz LG. Nutritional hypophosphatemic rickets in a premature infant fed breast milk. *N Engl J Med* 300 : 293-296, 1979
 - 40) Sagy M, Birenbaum E, Balin A, Orda S, Barzilay Z, Brish M. Phosphate-depletion syndrome in a premature infant fed human milk. *J Pediatr* 96 : 683-685, 1980
 - 41) Rowe JC, Rowe DW, Horak E, Spackman T, Saltzman R, Robinson S, Philipps A, Raye J. Hypophosphatemia and hypercalciuria in small premature infants fed human milk : evidence for inadequate dietary phosphorus. *J Pediatr* 104 : 112-117, 1984
 - 42) Senterre J, Putet G, Salle B, Rigo J. Effects of vitamin D and phosphorus supplementation on

인유의 칼슘 · 인 함량의 변화

- calcium retention in preterm infants fed banked human milk. *J Pediatr* 103 : 305-307, 1983
- 43) Gross SJ. Growth and biochemical response of preterm infants fed human milk or modified infant formula. *N Engl J Med* 308 : 237-241, 1983
- 44) Schanler RJ, Garza C, Nichols BL. Fortified mother's milk for very low birth weight infants : results of growth and nutrient balance studies. *J Pediatr* 107 : 437-445, 1985