

韓國營養學會誌 24(5) : 442~449, 1991  
Korean J Nutrition 24(5) : 442~449, 1991

## 모유의 철분, 아연 및 구리 함량과 모유 영양아의 모유와 미량원소 섭취량에 관한 연구\*

최미경 · 안홍석 · 문수재\* · 이민준\*

성신여자대학교 가정대학 식품영양학과

\*연세대학교 생활과학대학 식품영양학과

### A Study on Iron, Zinc and Copper Contents in Human Milk and Trace Element Intakes of Breast-fed Infants

Choi, Mee-Gyung · Ahn, Hong-Seok · Moon, Soo-Jae\* · Lee, Min-Joon\*

Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University

\*Department of Food and Nutrition, Yonsei University

#### ABSTRACT

Concentrations of iron, zinc, and copper were measured in human milk samples collected longitudinally from 21 highly selected, healthy lactating women. And the daily milk and trace elements intakes of 14 exclusively breastfed infants were determined by the test-weighing procedure and the direct analysis of milk samples at 6 or 7 weeks postpartum. Significant decreases in iron, zinc and copper were found with time postpartum. Iron contents decreased from  $0.33\mu\text{g}/\text{ml}$  at 2~5 days to  $0.21\mu\text{g}/\text{ml}$  at 12 weeks. Zinc concentrations also declined from  $4.15\mu\text{g}/\text{ml}$  in colostrum to  $2.33\mu\text{g}/\text{ml}$  in matured milk at 12 weeks. Mean copper levels of colostrum, transitional, and matured milk were  $0.21\mu\text{g}/\text{ml}$ ,  $0.34\mu\text{g}/\text{ml}$ , and  $0.26\mu\text{g}/\text{ml}$  respectively.

Data indicated that the amount of milk ingested ranged from 432g/day to 1266g/day and the mean intake was 768g/day. Daily mean intakes for iron, zinc, and copper were 0.19mg, 2.10mg, and 0.15mg respectively.

KEY WORDS : human milk · iron · zinc · copper · trace elements intakes · milk intakes.

#### 서 론

미량원소는 성장발달과 건강유지에 필수적인

요소로 알려졌지만<sup>1)</sup>, 실제로 미량원소의 섭취 부족으로 인한 영양결핍증의 발견이 어렵고, 분석 방법이 까다롭다는 점에서 영아기의 미량원소 영

\*본 연구는 1990년도 한국과학재단의 목적기초 연구비에 의해 수행되었음.

접수일자 : 1991년 7월 27일

채택일자 : 1991년 9월 3일

양에 관한 연구는 비교적 최근에 와서야 활발해지고 있다.

미량원소 중에서도 철분과 아연 및 구리의 부족이 영유아 성장에 미치는 영향에 관한 연구 보고<sup>2-4)</sup>가 차츰 눈에 띄고 있으며, 근래 미숙아의 생존율이 향상되면서 이들에게 정맥내 영양법(TPN)이 자주 실시됨에 따라 미량원소 결핍증 출현이 높아지고 있어<sup>5)</sup> 소아 임상 영양에서도 이 분야에 대한 연구가 관심을 끌게 되었다.

모유나 기타 영아용 조제 분유를 통해서 체내로 흡수된 미량원소들은 각각 그들의 금속효소의 작용으로 여러가지 물질대사와 생리적 기전에 참여하고 특히 핵산 및 단백질 합성과 조혈작용에도 깊이 관여한다<sup>6)7)</sup>. 영아 체내에서 미량원소의 생체 이용율은 모유에서 공급된 것이 다른 동물의 유즙에서 제공된 것 보다 우수 하기 때문에<sup>8)9)</sup> 미국 소아과 학회에서는 영아용 조제 분유를 만들 때 모유의 미량원소 함량보다 더 많은 양을 첨가하도록 권장하고 있다<sup>10)11)</sup>.

따라서 수유기간 동안 분비되는 모유의 미량원소의 함량에 대한 정확한 지식을 축적하는 것이, 모유 영양아의 미량원소 섭취량을 측정하고, 영아를 위한 영양 권장량을 마련하는 데에 선행되어야 한다고 사료된다. 이러한 연구는 곧 모유 영양아 와 인공 영양아의 체내 무기질 대사를 비교하고 미숙아나 조산아를 위한 모유의 질적인 적정성을 검토하는 데에 있어서도 기초가 된다고 하겠다.

우리 나라에서 보고된 한국인 모유의 무기질 함량분석은 제한된 시료에서 단지 초유와 성숙유의 나트륨, 칼륨농도가 제시 되었고<sup>12)</sup> 최근, 수유기간에 따른 모유의 칼슘, 인 및 마그네슘 함량의 경시적인 변화가 보고 되었다<sup>13)</sup>. 이에 본 연구에서는 모유 영양을 실천하고 있는 건강한 한국인 수유부를 대상으로 모유의 미량원소 중에서 우선적으로 철분, 아연, 구리의 함량을 분만 직후부터 수유 12주 까지 일정한 간격으로 세분하여 경시적으로 비교 하였으며, 생후 6~7주된 모유 영양 아가 실제로 섭취하는 철분, 아연 및 구리의 양을 측정하여 이들의 미량원소 영양을 평가 하였다.

## 조사 대상 및 연구 방법

수유부의 선정 및 모유시료의 채유는 선행 보고된 방법과 동일하게 하였다<sup>14)15)</sup>. 즉 21명의 수유부가 본 연구에 참여 했으며, 이중 초산부는 13명이었고, 경산부는 8명으로 이들은 모두 2번째 출산이었다. 수유부의 평균 연령은 28.6세였고, 임신 이전의 체중은 53.7kg이었으며, 임신주수는 40.1주, 임신중 체중 증가는 11.1kg이었다. 또한 14명의 영아중 남아는 5명, 여아는 9명 이었고 출생시 평균 체중과 신장은 각각 3.1kg과 49.3cm였다.

모유시료는 분만후 2~5일에 분비되는 초유는 병원에서 채유 하였으며, 분만 1주의 이행유, 분만 2주 부터 12주 까지의 성숙유는 가정에서 채유하였다.

모든 모유 시료들은 오전 9시 30분~11시 30분 사이에 수유를 하고 난 후, 양쪽 유방으로부터 채유 하였다. 채유 직전에 수유부의 손과 유방을 소독된 거즈로 닦아내고 재증류수로 다시 한번 씻은 후 유착기로 유방을 완전히 비워질때 까지 유즙을 전량 채유하여 왕수에 처리한 폴리 에칠렌 병에 넣고 이중마개로 봉하여 즉시 얼음통에 넣은 상태로 2시간 이내에 실험실로 옮겨서 분석 직전 까지 -20°C에서 냉동 보관 하였다.

유즙의 미량원소 분석은 모유 시료를 실험 바로 직전에 실온에서 해동 시킨 후 흡식법<sup>16)</sup>으로 유기물을 분해 하였다. 먼저 Kjeldahl flask에 모유 시료를 일정량 넣고 황산과 질산(3 : 1)을 넣어 유기물이 완전히 분해될때 까지 계속 가열, 방냉 시켜 무색의 전처리액을 얻었다. 전처리액을 재증류수로 희석한 후, DCP(Direct current argon plasma spectrophotometer, Spectrametrics, Inc., USA)를 이용하여 미량원소의 함량을 측정 하였다.

본 실험에 사용된 DCP의 분석 조건은 Table 1과 같다.

DCP는 직류전압을 이용하여 흡수한 고온(800~1000K)의 Argon plasma에 시료를 주입시켜, 분해 할 때 방출하는 각 원소들의 spectrum을 측정하는 것으로 무기질 및 미량원소를 정성 및 정량

### 모유의 철분·아연·구리 함량과 영아의 미량원소 섭취량

Table 1. Analytical conditions of DCP(Direct current argon plasma spectrophotometer)

	Fe	Zn	Cu
Cassette number	A-9	B-2	A-11
Wave Length(nm)	2995	2025	3247
Slit Width(nm)	50	50	50
Conc(ppm)	2000	3000	50000
Burner Head	Multi	Slot	
Range Gas	1 ppb-1000ppm	Argon	Gas

분석하는데에 이용한다. 이것의 측정 범위는 1 ppb~1000ppm으로 미량원소의 분석에 있어서 보다 정확한 결과를 얻을 수 있다는 장점이 알려져 있다<sup>[17]</sup>.

영아의 1일 모유 섭취량은 생후 제 6주에서 7주 사이에 test-weighing procedure을 이용하여<sup>[18]</sup> 측정 하였다. 수유부에게 test-weighing 방법에 관한 설명서를 배부하고, 조사자가 직접 이 방법을 시범으로 보여주었다. 24시간 동안 매 수유시마다 수유부 자신이 수유하기 전과 후에 아기의 체중을 측정하여(하나 전자 digital scale, 10kg, 감도 2.0g, 제일 교역) 기록 하도록 하였으며 그 차이를 모유 섭취량으로 계산 하였다. 수유하기 전에 아기의 기저귀를 갈아주며, 평상시와 같은 수유 횟수를

갖도록 하였다. 영아의 1일 미량원소의 섭취량은 생후 6주에서 7주사이에 채유한 모유에서 분석된 미량원소 농도를 근거로 산출 하였다.

수유기간에 따른 각 미량원소의 함량의 변화는 분산분석(ANOVA)<sup>[19][20]</sup>에 의하여 유의성을 검정하였고, 유의차가 나타났을 경우, 각 수유 기간별 미량원소의 함량 변화를 Duncan's multiple range test<sup>[19][20]</sup>로 비교분석 하였다. 영아의 1일 모유 및 미량원소 섭취량은 평균과 표준 편차로 나타내었다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 모유의 철분, 아연 및 구리 함량

수유기간에 따른 모유의 미량원소 함량 변화를 Table 2에 나타내었다. 모유의 철분 함량은 초유에서 0.33μg/ml로 가장 높았고, 이행유에서는 0.31 μg/ml, 초기 성숙유의 철분 농도는 0.28μg/ml이었으며 12주의 유즙에서는 0.21μg/ml로 수유기간이 연장되면서 모유의 철분농도는 유의적으로 감소하였다( $p<0.05$ ). 아연 함량도 초유에서 4.15μg/ml로 가장 높았으며 성숙유의 평균 아연 농도는 2.8μg/ml로써, 철분과 마찬가지로 수유기간에 따라 유의적으로 감소 하였다( $p<0.05$ ). 유즙의 구리농도는 초유(0.21μg/ml)보다는 이행유(0.34μg/ml)와 초기 성숙유에서 높았고 12주의 성숙유에서는 0.19 μg/ml로 가장 낮은 함량을 보여 주어, 전체적으로 볼 때 수유기간에 따라 모유의 구리 함량은 감소

Table 2. Iron, Zinc and Copper contents of human milk at different stages of lactation

Stage of lactation (time postpartum)	Fe	Zn (ug/ml)	Cu
2-5 days (n=16) <sup>1)</sup>	0.33± 0.03 <sup>2)</sup> a <sup>3)</sup>	4.15± 0.70 a	0.21± 0.14 a
1 wks (n=11)	0.31± 0.04 b	3.51± 0.81 b	0.34± 0.21 a
2 wks (n=17)	0.28± 0.03 c	3.39± 0.64 b	0.32± 0.14 a
4 wks (n=16)	0.25± 0.03 d	3.02± 0.90 b	0.32± 0.17 ab
6 wks (n=17)	0.24± 0.03 d	2.46± 0.69 c	0.24± 0.12 b
12 wks (n=10)	0.21± 0.03 e	2.33± 0.44 c	0.19± 0.03 b

1) Number of samples

2) Mean± SD

3) The same letters are not significantly different at  $P<0.05$

하는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ).

선행 보고된 수유 연구 결과들을 종합 할 때<sup>21~27)</sup>

모유의 미량원소 함량은 초유에서는 높고 그 이후 수유가 연장되면서 유즙중의 농도가 감소하는 양상을 보여주고 있어서 본 실험 결과도 이에 잘 일치 하였다.

따라서 미량원소의 보충 없이 모유영양이 6개월 이상 실시된다면 모유영양아에게 철분이나 아연 등의 결핍이 초래될 가능성도 배제 할 수는 없다.

외국에서 분석 보고된 모유의 철분 함량은<sup>21~27)</sup> 초유와 이행유에서  $0.5\sim 1.0\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 범위를 보였으며 성숙유에서는  $0.2\sim 0.5\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 나타나, 본 실험에서 측정된 성숙유의 철분 농도는 이들 범위에 포함되었으나 초유의 철분 함량은 다소 낮았다. 철분은 산소 운반단백질인 헤모글로빈과 세포내 산화 과정에 필요한 치토크롬의 구성요소가 되므로 충분한 양의 철분을 공급하여 체내의 철분 영양상태를 양호하게 유지하여야 한다.

모유의 철분 중 18~56%는 low molecular weight compounds와 33%는 지방입자와 결합하고 있으며 철분과 친화력이 큰 lactoferrin은 1~4% 만이 철분과 결합되어 있어서<sup>21)28)29)</sup>, 이들이 영아의 소화기관에 들어가서 장내세균들과 철분결합에 경쟁을 하게 될 때 세균이 필요로 하는 철분을 먼저 결합함으로써 세균 성장을 억제한다고 알려져 있다<sup>30)</sup>.

Lemons 등<sup>26)</sup>은 조산아를 분만한 수유부의 유즙 내 철분함량이 만삭아를 출산했던 수유부의 모유 내 농도보다 62~115% 가량이 높았음을 보고 한 바 있어, preterm milk와 term milk의 성분 조성과

영아의 성장발달과의 관계를 의미있게 관찰해야 한다고 사료된다.

본 연구의 모유 시료 중 평균 아연 농도는 2.3~4.15 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로써 이미 보고된 모유 아연 함량 범위인<sup>22~27)</sup> 0.65~6.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에 포함되고 있었다. 최근 초유와 이행유의 평균 아연 농도는 각각 6.6 $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 3.6 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 제시된 바 있고<sup>31)32)</sup> 성숙유에서는 2.0~4.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ <sup>27)</sup>로 연구자마다 서로 다른 농도를 제시하고 있어서 개인적 차이가 큰 것을 알 수 있다. 12주에 분비된 유즙의 평균 아연 농도는 2.33 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로써, 우유의 평균 아연 함량인 3~5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ <sup>33)</sup> 보다 낮았고, 우리 나라에서 시판되고 있는 영아용 조제 분유의 아연 함량이 외국의 것 보다 낮았다는 보고가 있기도 하다<sup>34)</sup>. 모유 중의 아연 분포는 카제인이나 혈청 알부민과 결합하거나 지방구에 포함되어 있으며, 약 30% 내외는 low molecular weight fraction에서 발견 된다고 하며<sup>35)</sup>, 특히 모유에 존재하는 low molecular weight ligand가 아연 흡수를 촉진하는데 기여하고 있어서<sup>35)</sup> 이에 관심이 높아지고 있다.

체내에서 아연은 carbonic anhydrase, alkaline phosphatase, carboxy peptidase 및 여러 dehydrogenase 등 40여 종류에 해당되는 금속효소의 구성 요소<sup>36)</sup>로, 영아의 정상적인 성장과 발육을 위해서 적절한 아연 섭취가 요구된다.

구리는 산화 과정에 참여하는 금속 효소 및 주요 단백질의 필수 성분이며 혈액의 구리는 ceruloplasmin과 결합되어 철분 이동과 이용에도 관여 하고 있다<sup>34)</sup>. 본 연구 대상의 모유 시료 중 평균 구리 농도는 선행 보고된 외국인 모유 내 농도 보다 낮은 경향이었으며<sup>22~27)</sup>, 수유 기간에 따른 변화 양상도

Table 3. Representative values for the trace element composition of human milk and commercial infant formulas

Trace elements	Mature human milk <sup>1)</sup>	Infant formulas <sup>2)</sup>		
		A	B	C
Iron (mg/1)	0.24	7.8	7.8	7.5
Zinc (mg/1)	2.46	3.51	3.38	4.15
Copper (mg/1)	0.24	0.42	0.42	0.45

1) Data of present study

2) Products of three different brands in Korea

## 모유의 철분·아연·구리 함량과 영아의 미량원소 섭취량

다소 차이가 있었다.

본 실험에서 직접 분석한 성숙유의 평균 미량원소 함량과 국내에서 시판되고 있는 3개 분유회사 제품에 표시된 분유 100g당 미량원소 함량 및 희석법을 근거로 계산한 1ℓ의 조제분유에 함유된 철분, 아연 및 구리의 농도를 비교하여 보면 (Table 3), 모유는 조제분유에 비해 미량 원소 함량이 현저히 저하되어 있으며 특히 모유중 철분 함량은 조제 분유의 3%에 불과하였다. 그러나 모유영양아의 혈액과 머리카락의 미량원소 농도가 인공 영양아에서 보다 높은 경향을 보여준 연구 결과<sup>37)38)</sup>는 이미 지적한 바와 같이, 모유를 통해 얻은 미량원소의 생체 이용율이 훨씬 좋다는 것을 일부 설명하므로, 앞으로 모유의 미량원소 분포와 결합 분자의 특성을 이해하고, 영아의 급식 방법과 섭취량에 따른 체내 무기질 대사를 비교하는 것이 필요하다고 본다.

### 2. 모유 영양아의 모유와 철분, 아연 및 구리

#### 섭취량

생후 6주와 7주된 영아 14명에게서 측정된 1일 모유와 미량 원소 섭취량을 Table 4에 정리 하였다.

1일 모유 섭취량은 430~1260ml로 개인차가 큰 것을 볼 수 있으며, 남아는 평균 928g, 여아는 678g으로 14명의 평균 모유 섭취량은 768g이었다.

최근 14명의 한국 수유부와 영아를 대상으로 분만 3개월경에 조사한 모유 분비량은 647ml<sup>39)</sup>로, 본 조사 대상 영아의 평균 모유 섭취량은 이보다 많았다. 그 밖의 외국 문헌에 보고된 1일 모유 분비량은 스웨덴 수유부<sup>40)</sup>에서 분만 후 2주경에 558ml, 1~5개월에는 724ml, 미국 수유부<sup>22)</sup>에서 측정된 것은 600ml, 오스트리아 수유부<sup>41)</sup>에서는 800~1200ml이었고, 최근 Butte 등<sup>42)</sup>이 45명의 모유영양아가 섭취하는 1일 모유량을 720~750ml로 제시하여, 본 조사 대상 영아의 평균 모유 섭취량도 이를 범위에 속했으나 영아와 수유부의 영양을 언급할 때 자주 인용되는 850ml보다는 낮았으며<sup>43)</sup> 더 많은 한국 영아들에 대해서 출생 개월 수에 따른

Table 4. Intakes of human milk and trace elements of breastfed infants at 6 or 7 weeks postpartum

Infants	No.	Weight (kg)	Milk intake (g/day)	Fe	Zn	Cu
Boy	1	5.2	988	0.21	2.07	0.19
	2	4.6	906	0.18	3.08	0.23
	3	4.7	708	0.16	1.81	0.04
	4	6.2	1266	0.37	2.92	0.13
	5	5.3	871	0.19	2.79	0.35
Mean		5.2	927.8	0.22	2.53	0.18
$\pm SD$		$\pm 0.6$	$\pm 207.9$	$\pm 0.09$	$\pm 0.56$	$\pm 0.12$
Girl	6	4.2	906	0.23	2.36	0.09
	7	5.5	432	0.08	1.30	0.17
	8	5.5	560	0.16	0.84	0.11
	9	6.4	876	0.21	2.28	0.09
	10	5.6	517	0.11	1.65	0.21
	11	5.6	592	0.12	1.42	0.20
	12	4.3	866	0.23	1.80	0.30
	13	5.2	710	not	measured	
	14	4.8	648	not	measured	
	Mean	5.2	678.60	0.16	1.66	0.17
	$\pm SD$	$\pm 0.7$	$\pm 171.80$	$\pm 0.06$	$\pm 0.54$	$\pm 0.08$
	Total	Mean	5.2	768.20	0.19	2.10
	$\pm SD$	$\pm 0.6$	$\pm 188.35$	$\pm 0.07$	$\pm 0.55$	$\pm 0.10$

longitudinal한 비교가 이루어져야 한다고 하겠다.

영아의 실제 모유 섭취량과 이때 분비된 모유에서 직접 분석한 미량원소 함량을 근거로 산출된 평균 1일 미량 원소 섭취량을 보면, 철분 섭취는 0.19mg, 아연과 구리는 2.1mg과 0.15mg이었다. Table 4에서 나타난 것과 같이, 미량원소 섭취량도 개인차가 커서 철분의 경우 0.08~0.37mg, 아연 섭취량은 0.84~3.08mg, 구리는 0.04~0.35mg의 범위를 보였다. 아직 한국 영아의 영양소 섭취 실태에 관한 연구는 문헌에 보고 되어있지 않으며, 외국의 수유 연구에서도 실제 모유 섭취량이 측정되지 않아 미량영양소 섭취 현황을 파악하는데 어려움이 따른다.

1987년 Butte 등<sup>24)</sup>이 보고한 생후 2개월 된 미국 모유 영양아의 평균 철분, 아연 및 구리의 섭취량은 각각 0.15mg, 1.1mg과 0.23mg이었다. 본 조사에서 측정된 섭취량과 비교하면 철분, 아연의 섭취량은 미국 영아의 섭취량 보다 높았고 구리의 섭취량은 다소 낮았다. Dewey와 Lonnerdal<sup>44)</sup>이 평균 모유 섭취량을 755g으로 하여 계산한 미국 영아의 무기질 섭취량과 비교했을 때 우리 나라 영아의 아연 섭취량은 이들 보다 높았고, 구리의 경우는 더 낮았다. 본 조사 대상인 14명의 단위 체중당 1일 평균 철분, 아연과 구리 섭취량은 0.037mg, 0.40mg과 0.029mg으로, Vuori<sup>45)</sup>가 1~3개월 된 핀란드 영아에서 조사한 1kg 체중당 철분과 구리 섭취량인 0.055mg과 0.051mg보다는 낮았으나 아연 섭취량은 이들 보다 높았다. 이러한 영아의 미량원소 섭취량에 대한 연구 결과가 약간씩 다르게 제시되는 것은 모유 섭취량 및 모유내 이들 농도의 차이에서 야기되는 것으로 간주 할 수 있다.

영아기의 미량원소에 대한 필요량은 임신기간, 영아의 성장발달 정도, 섭취하는 모유의 미량원소 함량과 분포 및 새로운 보충식의 소개등에 따라 영향을 받는다<sup>46)</sup>. 특히 영아의 철분, 아연 그리고 구리의 영양상태는 임신 후반기에 태아의 간 조직에 축적된 이들의 저장정도와 밀접한 관계<sup>47)</sup>가 있다. 태아조직에 존재하는 구리의 총량 중 80% 가량이 임신 말기에 축적되어진 것이며, 분만시 신생아 체조직에는 15~17mg의 구리가 함유되었

다고 제시 되었다<sup>47)</sup>. 미숙아는 따라서 미량원소 결핍이 문제시 되며 우리나라에서도 미숙아의 구리 결핍증인 Menkes병이 보고<sup>48)</sup>된 바 있다. 0~6 개월된 영아의 1일 철분 필요량에 대해서 Fomon<sup>49)</sup> 등은 0.7mg, Stekel<sup>50)</sup>은 0.5mg으로 제시한 바 있으며, 1989년 미국에서 제정된 1~6개월된 영아의 1일 아연 권장량<sup>51)</sup>은 3mg으로 나타나 있다. 본 연구 대상인 한국 영아를 비롯하여 미국 및 핀란드의 모유 영양아에서 조사된 미량원소의 섭취량이 RDA의 수준에 미달되고 있지만, 성장에 무리가 없었던 것은 임신시 체내에 축적된 미량원소의 저장량이 생후 빠른 성장에 요구되는 양을 총당하는 데 기여 하고 있음을 시사<sup>47)</sup>하나, 조산이나 미숙아의 경우에는 체내 저장량 부족과 catchup growth로 인한 미량원소 결핍의 우려가 높아 생후 2개월 이전부터 미량원소 보충이 권장<sup>52)</sup> 되기도 한다.

## 요약

한국인 수유부 21명의 모유에 함유된 철분, 아연, 및 구리의 함량을 경시적으로 초유부터 12주의 성숙유에 이르기까지 일정한 간격으로 세분하여 비교 검토하고, 생후 6~7주 된 14명의 모유영양아에 대한 1일 모유 및 미량원소 섭취량을 조사하였다.

모유에 함유된 이 세가지 미량원소들의 함량은 수유기간에 따라 유의적으로 감소 하였으며 모유의 평균 철분 함량은 초유에서 0.33μg/ml, 이행유에서 0.31μg/ml 그리고 성숙유에서 0.2μg/ml이었고, 아연 농도는 각각 4.15μg/ml, 3.51μg/ml과 2.8μg/ml이었으며 초유와 이행유 그리고 성숙유의 평균 구리 농도는 각각 0.21μg/ml, 0.34μg/ml 및 0.26μg/ml로 측정 되었다.

모유영양아의 평균 1일 모유 섭취량은 768g이었으며 모유를 통한 미량원소의 1일 평균 섭취량은 철분 0.19mg, 아연 2.10mg, 그리고 구리는 0.15mg이었다.

앞으로 수유기간에 따른 모유내 미량원소 함량의 감소가 영아의 성장 발달 및 급식과 어떻게

## 모유의 철분·아연·구리 함량과 영아의 미량원소 섭취량

관련되는가에 관한 연구와, 모유 영양아와 인공 영양아의 체내 미량원소 영양 상태 비교가 이루어져야 하겠으며 한국인 영아를 위한 영양 권장량은 성장이 양호한 모유 영양아의 영양소 섭취량을 기준하여 책정하는 것이 바람직하다고 본다.

### Literature cited

- 1) Widdowson EM, Dauncey J, Shaw JCL. Trace elements in fetal and early postnatal development. *Proc Nutr Soc* 33 : 275, 1974
- 2) Tanaka Y, Hatano S, Nishi Y, Usui T. Nutritional copper deficiency in a Japanese infant on formula. *J Pediatr* 96 : 255-257, 1980
- 3) Naveh Y, Hazani A, Berant M. Copper deficiency with cow's milk diet. *Pediatrics* 68 : 397-400, 1981
- 4) Zimmerman AW, Hambidge KM, Lepow ML, Greenberg RD, Stover ML, Casey CE. Acrodermatitis in breastfed premature infants. *Pediatrics* 69 : 176-183, 1982
- 5) Karpel JT, Peden VH : Copper deficiency in long-term longterm parenteral nutrition. *J Pediatr* 80 : 32-36, 1972
- 6) Hurley LS. Trace elements. In : Developmental nutrition. pp183-227, Prentice-Hall, Inc. 1980
- 7) Hambidge KM. The importance of trace elements in infant nutrition. *Curr Med Res* 4 : 44-53, 1976
- 8) Casey CE, Walravens PA, Hambidge KM. Availability of zinc : loading tests with human milk, cows milk and infant formulas. *Pediatrics* 63 : 394-396, 1981
- 9) McMillan JA, Oski FA, Lourie G. Iron absorption from human milk, simulated human milk and proprietary formulas. *Pediatrics* 60 : 896-900, 1977
- 10) Committee on Nutrition American Academy of Pediatrics. : Iron supplementation for infants. *Pediatrics* 58 : 765, 1978
- 11) Committee on Nutrition American Academy of Pediatrics : zinc. *Pediatrics* 62 : 408, 1978
- 12) 한국 인구 보건 연구원·한국인 영양 권장량(제5차 개정), 1989
- 13) 설민영, 이종숙, 김을상. 서울 지역 수유부의 모유의 수유 기간별 칼슘, 인, 마그네슘에 관한 연구. *한국영양학회지* 23 : 115-123, 1990
- 14) 송세화·문수재·안홍석. 수유기간에 따른 모유의 성분 함량 변화와 수유부의 섭식 태도 및 영아의 성장 발육에 관한 생태학적 연구. I. 모유의 질소 함량에 관한 연구. *한국영양학회지* 23 : 179-186, 1980
- 15) 최문희·문수재·안홍석. 수유기간에 따른 모유의 성분 함량 변화와 수유부의 섭식 태도 및 영아의 성장 발육에 관한 생태학적 연구. II. 모유의 지질 함량에 관한 연구. *한국영양학회지* 24 : 77-86, 1991
- 16) Fransson GB, Lonnerdal B. : Zinc, copper, calcium and magnesium in human milk. *J Pediatr* 101 : 504-508, 1982
- 17) Douglas AS. 기기분석의 원리. 3rd. 탐구당. 1990
- 18) Borschel MW, Kirksey A, Mannemann RE. Evaluation of test-weighing for the assessment of milk volume intake of formula-fed infants and its application to breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 43 : 367-373, 1986
- 19) 허명희. SAS 분산분석. 자유 아카데미, 1989
- 20) 백운봉. SAS 일반 선형모형분석, 1989
- 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) Vaughn LA, Weber CW, Kemberling SR. Longitudinal changes in the mineral contents of human milk. *Am J Clin Nutr* 32 : 2301-2306, 1979
- 24) 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
- 25) Fransson GB, Lonnerdal B. Copper, zinc, calcium and magnesium in human milk. *J Pediatr* 101 : 504-508, 1982
- 26) 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
- 27) Lonnerdal B, Keen CA, Hurley LS. Iron, copper, zinc and manganese in milk. *Ann Rev Nutr* 1 : 149-174, 1981

- 28) Fransson GB, Lonnerdal B. Distribution of trace elements and mineral in human and cows milk. *Pediatr Res* 17 :912-915, 1983
- 29) Fransson GB, Lonnerdal B. Iron, copper, zinc, calcium and magnesium in human milk fat. *Am J Clin Nutr* 39 :185-189, 1984
- 30) Fransson GB, Agarwall KN, Gebre-Medhin M, Mambræus L. Increased breast milk iron in severe maternal anemia physiological trapping or leakage ? . *Acta Paediatr Scand* 74 :290-291, 1985
- 31) Casey CE, Hambidge KM. Nutrition aspects of human lactation. In : Neville MS, Neifert MR, ed. Lactation, pp 203-204 Plenum Press New York. 1983
- 32) Vuori E. Kuitunen P. The concentration of copper and zinc in human milk. A longitudinal study. *Acta Paediatr Scand* 68 :33-37, 1979
- 33) Parkash S, Jenness R. Status of zinc in cow's milk. *J Dairy Sci* 50 :127-134, 1967
- 34) 정지태, 이현금. 시판 영아용 분유중의 아연, 동 함량에 관한 연구. *소아과* 30(8) :831-836, 1987
- 35) Lonnerdal B, Haffmon B, Hurley LS. Zinc and copper-binding proteins in human milk. *Am J Clin Nutr* 36 :1170-1176, 1982
- 36) Linder MC. Nutrition and metabolism of the trace elements. In : Linder MC. ed. Nutritional biochemistry and metabolism. pp161-164, Elsevier, 1984
- 37) MacDonald LD, Gibson RS, Miles JE. Changes in hair zinc and copper concentrations of breast-fed and bottle-fed infants during the first six months. *Acta Paediatr Scand* 71 :785-789, 1982
- 38) Woodruff CW, Latham BA, McDavid S. Iron nutrition in the breast-fed infant. *J Pediatr* 90 :36-39, 1977
- 39) 이종숙, 김을상. 수유 기간별 모유 분비량과 수유양식에 관한 연구. *한국 영양학회지* 24 :48-57, 1991
- 40) Svanberg U, Gebre-Medhin M, Ljungquist B, Olson M. Breast milk composition in Ethiopian and Swedish mothers. *Am J Clin Nutr* 30 :499-507, 1977
- 41) Rattigan S, Ghisalberti AV, Hartmann PE. Breast-milk production in Australian women. *Br J Nutr* 45 :243-249, 1981
- 42) Butte NC, Garza E, Smith O, Nicohols BL. Human milk intake and growth in exclusively breast-fed infants. *J Pediatr* 104 :186-195, 1984
- 43) Worthing-Roberts BS. Lactation and human milk. In : Worthington-Roberts BS. Vermeersch J, Williams SR. Nutrition in pregnancy and lactation. 3rd ed. pp236-370, The CV Mosby company. 1985
- 44) Dewey MG, Lonnerdal B. Milk and Nutrition intake of breast-fed infant from 1 to 6 months : relation to growth and fatness. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2 :497-506, 1983
- 45) Vuori E. Intake of copper, iron, magnesium and zinc by healthy, exclusively-breast-fed infants during the first 3 months of life. *Br J Nutr* 42 :407-411, 1979
- 46) Picciano MF. Nutrient needs of infants. *Nutrition Today* 22 :8-13, 1987
- 47) Widdowson EN, Chan H, Harrison GE, Milner RBG. Accumulation of copper, zinc, manganese, chromium and cobalt in the human liver before birth. *Biol Neonate* 360 :20, 1972
- 48) Moon HR, Chi JG, Yeon KH, Suh YL, Sung RH, Kim BI, Rhi JL, Kim SH Menke's disease-an autopsy case with metal analysis of hair. *J Med Scienc* 2 :75-83, 1987
- 49) Fomon SJ. Infant nutrition. 2ed. Philadelphia, W. B. Saunder. Co. 1974
- 50) Stekel A. Iron requirements in infancy and childhood. pp1-10, Raven. press. 1984
- 51) Food and Nutional Board, National Research Council. Recommended dietary allowances. Washington, DC : National Academy Press, 1989
- 52) Cook DA, Sarett HP. Design of infant formula for meeting normal and special needs. In : Lifshitz, F, ed. Pediatric Nutrition, pp71-86, Dekker, 1982