Journal of Food Hygiene and Safety 9(1), 49-56(1994)

모유중 미량금속함량에 관한 조사연구

조태웅 · 정덕화
경상대학교 식품공학과

A Study on the Trace Metal Content in Breast Milk of Korean Lactating Women

Tae-Woong Cho and Duck-Hwa Chung
Department of Food Science and Technology Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

ABSTRACT–This study was carried out to investigate the levels of copper, zinc, manganese, nickel, cadmium and mercury content in breast milk among urban, rural and industrial lactating women in Korea. A total of 59 samples, which were collected from 17 in urban, 20 in rural and 22 in industrial area, and from 21–38 years-old healthy lactating women, were analyzed by Rigaku Mercury Analyzer for mercury, and by atomic absorption apectrophotometry for the other metals.

The results are summarized as follows : The mean trace metal contents in breast milk were determined to be 0.34±0.14 ppm for copper, 2.01±1.43 ppm for zinc, 8.49±5.11 ppb for manganese, 7.75±5.73 ppb for nickel, 1.65±2.42 ppb for cadmium, 34.45±26.71 ppb for lead and 0.90±0.68 ppb for mercury. For the trace metal content in breast milk by area, the highest of copper, zinc, cadmium and mercury content were in urban, the highest of manganese content was in industrial, and the highest of nickel and lesd content were in rural. For copper, zinc, manganese and lead content in breast milk by lactation period, the highest levels were found in under 4 weeks after lactating, and subsequently the levels declined as lactation progressed, but the levels of zinc and manganese content increased from over 25 weeks after lactating. For cadmium and mercury content in breast milk by lactation period, the lowest levels were found in under 4 weeks after lactating, the highest levels were found in 5–12 weeks after lactating, and subsequently the levels declined as lactation progressed.

For nickel content in breast milk by lactation period, the highest level was in 13–24 weeks after lactating, the lowest level was in 5–12 weeks after lactating.

모유는 인간의 생명이 모체 내의 환경으로부터 출생하는 최적의 상태로 적응할 수 있도록 모체를 통하여 분비되는 자연적인 영양공급원이며, 또한 다른 영양원에 비하여 영아기의 건강증진을 위한 최상의 천연식품이다. 즉 모유는 소화되기 쉽고, 장내에 적절한 균을 만들어서 영양소를 잘 흡수하게 하고, 특히 영유아가 질병에 저항할 수 있는 면역체를 함유하고 있으며, 우유보다는 양질의 단백질과 지방질, 그리고 풍부한 양의 유당과 각종 무기물질 및 vitamin류를 골고루 함유하고 있어 영유아의 신체발육 및 정신발육에 가장 이상적인 영양공급원으로 보고되고 있다.[1-8]

그러나 모유중의 여러 필수영양분이나 그외 미량금속류의 함유량은 도시와 농촌 거주자간에 차이가 있는 것으로, 이는 경제사정과 생활수준에 따라 다를 것이며, 특히 식 · 기호 등 개인의 식생활태도에 따라 좌우되며, 때로는 거주시 환경의 특성에 따라 영향받기도 하므로 식품연쇄[9]를 통하여 인체내 축적으로 영아의 건강에까지 良否의 영향을 주는 경우도 있다.

그리고 모유중의 미량중금속류 함량에 관한 연구는 외국의 경우 많은 연구자들[10-23]에 의하여 보고되었으나, 우리나라는 현재까지 모유중의 유기염소계

농약 (organo chlorine pesticide)의 잔량조사[24,25] 및 PCB(polychlorinated biphenyl)의 축적농도 조사[26]가 있었을 뿐이고, 전국의 수유부를 대상으로 모유중의 미량금속류 함유량을 조사연구한 보고는 거의 없는 실정이다.

그리하여 본 조사연구자들은 우리나라의 도시지역, 농촌지역 및 공업지역에 거주하고 있는 수유부들의 모유중에 함유된 미량금속류의 실태를 파악하고저 본 조사연구를 실시하였기에 그 결과를 보고한다.

실험재료 및 방법

1. 실험재료의 대상 및 채취방법

1987년 6월 부터 동년 10월사이에 보건소 모성실에 등록된 수유부중 2개 도시지역의 수유부 17명, 4개 농촌지역의 수유부 20명, 4개 공업지역의 수유부 22명의 모유 59건을 채취하여 실험재료로 사용하였다 (Table 1).

모유의 채취용기는 특별히 제조된 300 ml 용량의 polyethylene병이며, 사용전에 미리 이온교환수지를 통과시켜 만든 이차증류수로 깨끗이 닦아내고 건조시킨 것을 사용하였다.

각 시료량은 50-100 ml씩 채취하였으며, 채취 즉시 냉장보관하여 실험실로 운반하였다.

Table 1. Samples of Breast Milk by Area

Area		No. of Sample
Urban	S	12
	T	5
	Sub-total	17
Rural	K	7
	B	6
	M	4
	W	3
	Sub-total	20
Industrial	S	8
	W	5
	P	5
	O	4
	Sub-total	22
Total		59

그리고 시료채취시의 수유부의 현지역의 거주기간, 연령, 자녀수 및 수유기간 등을 조사하였으며, 또한 각 지역의 수유부들은 현지역에 최소 5년이상 거주자만을 그 대상으로 정하였다.

2. 실험항목

구리(Cu), 아연(Zn), 망간(Mn), 니켈(Ni), 카드뮴(Cd), 수은(Hg)

3. 실험방법

검체의 전처리-냉장보관된 모유는 미온(약 40℃)의 수욕조에서 잘 교반하여 균질액으로 혼합시킨 후 그중의 일정량을 평량하여 시료로 하였다.

분석방법-1) Hg : 가열기화금 Amalgam법에 의한 수은분석기(Rigaku SP-2형)를 이용하여 시험하였다.[27] 2) Cu, Zn, Mn, 및 Cd : 습식산화법[28-30]으로 시료를 전처리하여 시험용액을 만들고, 용매유출법(DDTC-MIBK)에 의해 제거하고, 0.5 N-HNO_3 용액을 가하여 잔류물을 녹이고 전량을 5 ml로 하여 A. A. S. 법[28](atomic absorption spectrophotometer : Perkin-Elmer 2380형)에 따라 시험하였다.

결 과

1. 지역별 수유부의 연령, 자녀수 및 수유기간

수유부의 총평균 연령은 27.2±2.6세이었으며, 지역별로는 농촌지역이 평균 27.7±3.4세로 가장 높았고, 도시지역이 평균 26.7±2.1세로 가장 낮았다 (Table 2). 수유부의 자녀수는 총평균 1.8±0.8명이었으며, 지역별로는 농촌지역에서 평균 2.1±1.2명으로서 가장 많았고, 도시지역에서 1.7±0.6명으로 가장 적었다. 수유기간은 총평균 16.0±12.0주이었으며, 지역별로는 농촌지역에서 18.7±11.2 주로 가장 길었고, 도시지역에서 평균 12.5±12.3주로 가장 짧았다.

2. 지역별 모유중 미량중금함량

각 지역별로 채취한 모유중의 각 미량금속별 측정결과는 Table 3과 같다.

구리의 총평균 측정치는 0.34±0.14 ppm이었으며, 지역별로는 도시지역에서 평균 0.37±0.14 ppm 및 공업지역에서 0.37±0.13 ppm으로 공히 농촌지역의 평균 0.28±0.12 ppm 보다 더 높았으며, 지방별로는 공업지역의 S에서 평균 0.45± 0.18 ppm으로 가장 높았고, 농촌지역의 W에서 평균 0.25±0.05 ppm으로 가장 낮았다.

아연의 총평균 측정치는 2.01±1.43 ppm이었으며, 지역별로는 도시지역에서 평균 2.28±1.82 ppm으로 가장 높았으며, 농촌지역에서 평균 1.76±1.41 ppm으로 가장 낮았고, 지방별로는 공업지역의 O에서 평균 2.64±1.37 ppm으로 가장 높았으며, 또한 공업지

Table 2. Mean age, No. of Children and Lactation of Lactaing Women by Area

Area		Age(year)	No. of Children	Lactation(week)
Urban	S	*26±2.2	1.8±0.6	11.6±10.9
	T	26.4±2.0	1.4±0.5	14.8±14.9
	Mean	26.7±2.1	1.7±0.6	12.5±12.3
Rural	K	25.7±2.4	1.4±0.8	17.3±13.8
	B	28.7±4.8	2.7±1.8	25.0± 9.9
	M	28.5±1.9	2.5±0.6	12.0±10.9
	W	29.3±3.2	1.7±0.6	18.0± 6.2
	Mean	27.7±3.4	2.1±1.2	18.7±11.2
Industrial	S	28.1±2.0	1.6±0.5	8.3± 7.2
	W	25.4±1.5	1.6±0.5	21.4±11.9
	P	26.4±1.5	1.2±0.4	23.8±11.8
	O	28.3±1.1	1.8±0.4	17.0± 8.3
	Mean	27.1±2.0	1.6±0.5	16.4±11.7
Total mean		27.2±2.6	1.8±0.8	16.0±12.0

Mean±S.D

Table 3. The Trace Metal Content in Breast Milk by Area.

Area \ Trace metals		Cu(ppm)	Zn(ppm)	Mn(ppb)	Ni(ppb)	Cd(ppb)	Hg(ppb)
Urban	S	*0.37±0.12	2.34±1.61	7.36±3.35	6.73±6.11	3.11±3.67	1.47±1.10
	T	0.39±0.17	2.20±2.23	11.12±2.52	7.78±5.15	NC	0.64±0.32
	Mean	0.37±0.14	2.28±1.82	8.76±3.81	7.04±5.86	2.19±3.39	1.22±0.32
Rural	K	0.34±0.13	2.20±2.03	9.19±7.11	4.40±3.16	1.84±2.65	0.89±0.40
	B	0.22±0.05	1.53±0.34	5.93±4.82	8.47±6.98	1.93±1.68	1.31±0.54
	M	0.26±0.16	1.55±1.32	5.53±1.01	14.00±2.52	0.50±0.87	0.70±0.22
	W	0.25±0.05	1.50±0.67	7.63±4.63	11.57±3.84	0.53±0.75	0.73±0.19
	Mean	0.28±0.12	1.76±1.41	7.25±5.80	8.63±5.91	1.41±1.20	0.95±0.47
Industrial	S	0.45±0.18	2.09±0.98	7.51±5.33	4.58±4.46	2.15±2.01	0.73±0.36
	W	0.33±0.07	1.24±0.67	7.50±2.53	10.99±6.23	1.26±1.90	0.40±0.13
	P	0.32±0.07	2.27±0.21	14.64±2.47	5.92±2.70	1.10±1.00	0.64±0.15
	O	0.36±0.09	2.64±1.37	9.13±4.90	11.08±3.44	0.70±0.71	0.65±0.22
	Mean	0.37±0.13	2.04±1.06	9.42±5.09	7.51±5.34	1.45±1.71	0.62±0.28
Total		0.34±0.14	2.01±1.43	8.49±5.11	7.75±5.73	1.65±2.42	0.34±0.14

*Mean±S.D

역의 W에서 평균 1.24±0.67 ppm으로 낮았다.

망간의 총평균 측정치는 8.49±5.11 ppb이었으며, 지역별로는 도시지역에서 평균 8.76±3.81 ppb로 가장 높았고, 농촌지역에서 평균 7.25±5.80 ppb로 가장 낮았다. 지방별로는 공업지역의 P에서 평균 14.64±2.47 ppb로 가장 높았으며, 농촌지역의 M에서 평균 5.53±1.01 ppb로 가장 낮았다.

닉켈의 총평균 측정치는 7.75±5.37 ppb이었으며, 지역별로는 농촌지역에서 평균 8.63±5.91 ppb로 가장 높았고, 도시지역에서 평균 7.04±5.86 ppb가장 낮았으며, 지방별로는 농촌지역의 M에서 평균 14.00±2.52 ppb로 가장 높았고, 또한 동 농촌지역의 K에서 평균 4.40±3.16 ppb로 가장 낮았다.

카드뮴의 총평균 측정치는 1.65±2.42 ppb이었으며, 지역별로는 도시지역에서 평균 2.19±3.39 ppb로 가장 높았고, 농촌지역에서 평균 1.41±1.20 ppb로 가장 낮았다. 지방별로는 도시지역의 S에서 평균 3.11±3.67 ppb로 가장 높았고, 또한 같은 지역의 T에서는 검출되지 않았다.

수은의 총평균 측정치는 0.90±0.68 ppb이었으며, 지역별로는 도시지역에서 평균 1.2±1.01 ppb로 가장 높았고, 공업지역에서 평균 0.62±0.28 ppb로 가장 낮았다. 지방별로는 도시지역의 S에서 평균 1.47±1.10 ppb로 가장 높았고, 공업지역의 W에서 평균 0.40±0.13 ppb로 가장 낮았다.

3. 수유기간별 모유중 미량금속함량

수유기간별로 본 모유중의 각 미량금속별 측정함량은 Table 4 및 Fig. 1과 같다.

구리는 4주이하 수유한 모유에서 평균 0.15±0.16 ppm으로 최고치를 보였고, 5-12주에서 평균 0.34±0.10 ppm, 13-24주에서 평균 0.28±0.10 ppm으로 점차 감소하다가 그 이후는 일정치를 보였다.

아연은 4주이하 수유한 모유에서 평균 3.50±2.01 ppm으로 최고치를 보였고, 5-12주에서 평균 2.03±0.78 ppm, 13-24주에서 평균 1.28±0.61 ppm으로 점차 감소하다가 25주이상에서 평균 1.46±1.04 ppb으로 증가하였다.

망간은 4주이하 수유한 모유에서 평균 8.94±3.03 ppb로 최고치를 나타내었고, 5-12주에서 평균 8.76±6.18 ppb, 13-24주에서 평균 7.90±4.64 ppb로 점차 감소 하다가 25주이상에서 평균 8.87±5.03 ppb로 증가하였다.

닉켈은 13-24주 수유한 모유에서 평균 10.19±7.30 ppb로 최고치를 보였고, 4주이하 및 25주이상에서 각각 평균 8.17±6.06 ppb 및 8.13±5.79 ppb로서 유사

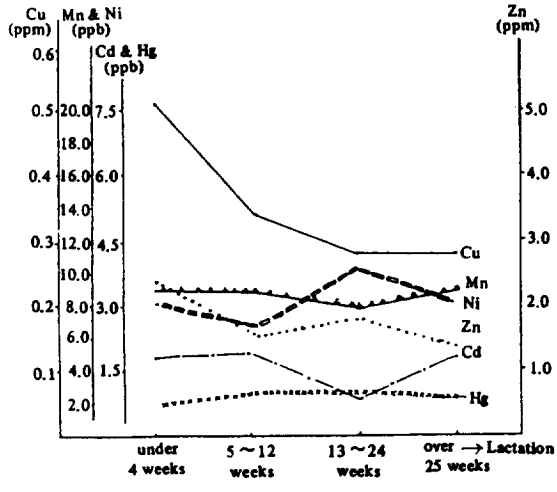

Fig. 1. Comparison of thrace metal content in breast milk by lactation.

Table 4. Trace Metal Content Milk by Lactation.

Area \ Trace metals		Cu(ppm)	Zn(ppm)	Mn(ppb)	Ni(ppb)	Cd(ppb)	Hg(ppb)
Under 4weeks	12	0.51±0.16*	3.50±.01	8.94±3.03	8.17±6.06	1.81±2.68	0.67±0.36
5-12 weeks	18	0.34±0.10	2.03±0.78	8.76±6.18	6.69±5.33	1.88±3.22	1.00±0.87
13-24 weeks	11	0.28±0.10	1.28±0.61	7.90±4.64	10.19±7.30	0.82±0.94	0.98±0.68
Over 25 weeks	18	0.28±0.07	1.46±1.04	8.87±5.03	8.13±5.79	1.81±1.77	0.89±0.59

*Mean±S. D.

한 측정치를 보였으며, 5-12주에서 평균 6.69±5.33 ppb로 최저치를 보였다.

카드뮴은 5-12주 수유한 모유에서 평균 1.88±3.22 ppb로 최고치를 나타내였고, 4주이하 및 13-24주에서 각각 평균 1.81±2.68 ppb 및 1.81±1.77 ppb로서 거의 동일한 측정치를 나타내었으며, 13-24주에서 평균 0.82±0.94 ppb로 최저치를 나타내었다.

수은은 4주이하 수유한 모유에서 평균 0.67±0.36 ppb로 최저치를 나타내었고, 5-12주에서 평균 1.00±0.87 ppb로서 최고치를 나타내다가 13-24주에서 평균 0.98±0.68 ppb, 25주이상에서 평균 0.89±0.59 ppb로 점차 감소하였다.

고 찰

본 조사에서 구리의 지역별 측정치는 도시지역의 평균 0.37±0.14 ppm 및 공업지역의 평균 0.34±0.14 ppm이 농촌지역의 평균 0.28±0.12 ppm보다 더 높게 나타났다.

본 성적은 Dang. H. S.등[16]이 인도의 도시부인의 모유중 구리 함량은 0.91 g/g 이며, 土人부인의 모유중에는 0.27 g/g이었다고 보고한 것과 비교할 때 도시에서 더 높았던 것은 동일하였으며, 측정치는 인도가 훨씬 더 높았다.

수유기간별로 보면 Kirsten, G.H. 등[14]은 해산후 3일에 57.07±4.8 g/dl, 그 이후 점차 감소하다가 36주에 28.0±29.7 g/dl, Rajalaksmi, K.등[17]은 초유에서 0.46 g/ml, 수유 7-12개월후에 0.17 g/ml, Higashi, A.등[19]은 수유 1개월간 가장 높은 일정치를 유지하다가 그 후에 점차 감소한다고 보고하였으며($p<0.01$), Casey, C.E.등[22]은 해산후 5일에 0.6±0.12 g/ml, 해산후 28일에 0.41±0.04 g/ml, Feeley, R. M.등[23]은 수유기간에 104.1±5.4 g/100 g, 수유기에 9.39±3.6 g/100 g, 성숙기에 84.7±3.8 g/100 g으로서 모두 초유에서 높았고, 그 이후에는 점차로 감소하였음을 보고하였는데 본 조사에서도 4주이하에서 평균 0.51± 0.16 ppm으로 최고치를 보였으며, 그 이후에는 점차 감소하다가 25주이상에서 0.28±0.07 ppm으로 최저치를 나타내어 외국의 경우와 동일한 함량 추세를 보였다.

본 조사에서 아연의 지역별 측정치는 도시지역의 평균 2.28±1.82 ppm이 농촌지역의 평균 1.76±1.41 ppm보다도 더높게 나타났다. 본 성적은 Dang. H. S.등[6]이 인도의 도시부인의 모유중 7.3 g/g, 土人부인의 모유중 2.1 g/g이었다고 보고한 것과 비교할 때 도시의 모유에서 더 높았던 것은 동일하였으나 측정치는 인도에서 더 높게 나타났다.

수유기간별 측정치를 보면 Kirsten, G. F.등[14]은 해산후 3일 652.9±240.7 g/dl, 7일에 413.3±143.0 g/dl, 6주에 228.1±136.1 g/dl, 36주에 64.3±50.0 g/dl, Rajalakshmi. K.등[17]은 초유에서 5.32 g/ml, 수유 7개월후에 1.12 g/ml, Higashi, A.등[19]은 초유에서 가장 높았으며 그 이후에는 점차 감소하였다고 보고하였으며($p<0.05$), Casey, C. E. 등은[22] 해산후 2일에 11.5±4.7 g/ml, 해산 후 28일에 2.98±0.78 g/ml, Feeley, R. M. 등[23]은 수유초기에 520±20 g/100 g, 수유기에 410±10 g/100 g, 성숙기에 290±10 g/100 g으로서 모두 초유에서 가장 높았으며, 그 이후에 점차 감소하였음을 보고하였는데, 본 조사에서도 4주이하에서 평균 3.50±2.01 ppm으로 최고치를 보였으며 그 이후에 점차 감소하는 동일한 함량 추세를 보였다.

망간의 지역별 측정치는 도시지역의 8.76±3.81 ppb 및 공업지역의 평균 9.42±5.09 ppb가 농촌지역의 평균 7.25±5.80 ppb보다 더 높았다. 그러나 Dang, H. S.등[16]은 도시의 모유중 망간의 함량(15.3ng/g) 보다도 토인부인의 모유 중(19.9 ng/g)에서 더 높았다고 보고하였다.

수유기간별로 보면 Dang, H. S.등[16]은 수유기간이 길수록 증가함을 보고하였으나 Casey, C. E.등[22]은 해산후 첫날 평균 5.4±1.6 ng/ml, 해산후 5일에 2.7±1.6 ng/ml, 그 이후 28일까지 근소한 변화가 있었음을 보고하였는데, 본 조사에 서는 4주이하에서 평균 8.94±3.03 ppb로서 최고치를 보였고 그 이후에는 점차 감소하다가 13-24주에서 평균 7.90±4.64 ppb로 최소치를 보였고 25주이상에서 평균 8.87±5.03 ppb로 다시 증가하였다. 또한 Casey, C. E.등[22]은 전기간 모유 중의 망간 평균치는 3.7±

2.2ng/ml라고 보고하였는데,이는 본 조사의 총평균치 8.49±5.11 ppb보다 적었다.

본 조사에서 닉켈의 지역별 측정치는 농촌지역의 평균 7.75±5.73 ppb 및 도시지역의 평균 7.04±5.86 ppb보다 높으나, 수유기간별로는 일정한 양상을 나타내지 않았다. 즉 수유 5-12주에서 평균 6.69±5.33 ppb로 최저치를 보인 반면 13-24주에서 평균 10.19±7.30 ppb로서 최고치를 나타내었으며, 초유와 말기유에서 각각 8.17±6.06 ppb및 8.13±5.79 ppb 로서 유사한 함유량을 나타내었다.

본 조사에서 카드뮴의 함량(총평균치 1.65 ppb)은 Pinkerton, C. 등[31]이 미국에서 연구보고한 것(평균치 11 g/kg)보다 훨씬 낮은 측정치를 보인 반면 Larsonn, B. 등[10]이 스웨덴에서 연구보고한 것(평균치 0.1 g/kg)보다는 높은 측정치를 보였다.

본 조사에서 지역별 측정치는 도시지역의 평균 2.19±3.39 ppb 및 공업지역의 평균 1.65±2.42 ppb가 농촌지역의 평균 1.41±1.20 ppb보다 높았다. 본 성적은 Strenowsky, H. J. 등[13]이 도시수유부의 평균 측정치 24.6±7.3mg/l가 농촌수유부의 평균측정치 17.3±4.9 g/l보다도 높았었다고 보고한 내용과 일치한 결과를 보였다.

수유기간별로 보면 Sternowsky, H. J. 등[13]은 초유에서 높았고 그 이후 감소하다가 말기에 별차이가 없었음을 보고하였고, Schulte-Löbber, F. J.와 Bohn, G.[32]는 독일연방에서 발표한 발표한 보고에서 수유기의 첫 3일동안은 가장 높았고, 그 후에 평균 약 10 g/kg으로 낮았다고 하였으나, 본 조사에서는 5-12주에 서 평균 1.88±3.22 ppb로 최고치를 보인 반면 13-24주에서 평균 0.82±0.94 ppb 로 최저치를 보였고, 4주이하 및 25주이상에서 유사한 측정치(약 1.81 ppb)를 보였다. 그러나 Larson, B. 등[10]은 3개월과 6개월중의 함량간에는 차이가 없었음을 보고하였다.

수은의 지역별 측정치는 도시지역의 평균 1.22±1.01 ppb가 공업지역의 평균 0.62±0.28 ppb 및 농촌지역의 평균 0.95±0.47 ppb 보다도 높았다.

수유기간별로 보면 본 조사는 4주이하에서 평균 0.67±0.36 ppb로 최저치이었으며, 5-12주에서 평균 1.00±0.87 ppb로 최고치이었고, 그 이후는 근소한 차로 감소하였다.

본 조사에서 얻은 성적을 전체적으로 볼 때 도시 및 공업지역에서 채취한 모유 중의 미량금속함량은 닉켈을 제외하고 농촌지역에서 채취한 것의 함량보다도 높았는데, 이는 개인의 식생활 및 토양등 주위 생활환경이 상이하였기 때문이 아닌가 사려된다.

그리고 수유기간별 함량도 전체적으로 볼 때 외국의 보고예와 같이 초유일수록 높고, 기간의 경과에 따라 점차 감소하다가 말기유에서 일부 금속(예, 아연 및 망간)이 다시 증가함을 보였다.

국문 요약

우리나라의 도시지역, 농촌지역 및 공업지역에 거주하고 있는 수유부들의 모유중에 함유된 미량금속류의 실태를 파악하고저 보건소에 등록된 21-38세의 수유부를 대상으로 채취한 모유중의 미량금속 6종(Cu, Zn, Mn, Ni, Cd 및 Hg)을 분석하였다. 수유부의 모유중 미량금속별 총평균 측정치는 구리 0.34±0.14 ppm, 아연 2.01±1.43 ppm, 망간 8.49±5.11ppm, 닉켈 7.75±5.73 ppb, 카드뮴 1.65±2.42 ppb, 납 34.45±26.71 ppb, 수은 0.90±0.68 ppb이었다. 지역별 수유부의 모유중 미량금속함량치는 도시지역에서 구리, 아연, 카드뮴 및 수은이 가장 높았고, 공업지역에서 망간이 가장 높았으며, 농촌지역에서 닉켈 및 납이 가장 높았다. 수유기간별 미량금속함량은 구리, 아연, 망간 및 납이 4주이하에서 최고치를 보였고, 수유기간이 길수록 점차 감소하다가 아연 및 망간은 25주이상에

서 다시 증가하였다. 그리고 카드뮴 및 수은은 4주 이하에서 최저치를 보였고, 5-12주에서 최고치를 나타내다가 그 이후에는 점차 감소하였다. 또한 닉켈은 12-24주에서 최고치를 보였고, 그 다음은 4주 이하와 25주이상에서 높았으며 5-12주에서 최저치를 나타내었다.

참고 문헌

1. 金命鎬, 文榮漢 : 嬰乳兒 保健. 敎養保健, 延世大學校出版社, p.243-247 (1978).
2. Waterlow, J.C. and Thomson, A.M. : Observations on the adequacy of breast-feeding. *The Lancet*, **2**, 238-241 (1979).
3. Hall, B. : Uniformity of human milk. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 304-312 (1979).
4. Olson, R.E. : Nutritional adequacy of breast-feeding. *Nutrition Reviews*, **38**, 145-147 (1980).
5. Jelliffe, D.B. and Vahlquist, B. : The mother/child dyad-nutritional aspects. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 1425-1430 (1978).
6. Jelliffe, D.E. and Jelliffe, E.F.P. : The volume and composition of human milk in poorly nourished communities : A review. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 492-515 (1978).
7. Chadra, R.K. : Immunological aspects of human milk. *Nutrition Reviews*, **36**, 265-272 (1978).
8. Downham, M.A.P.S., Scott, R., *et al.* : Breast-feeding protects against respiratory syncytic virus infections. *Brit. Med. J.*, **2**, 274-276 (1976).
9. 山鼎登編 : 生物濃縮, 產業圖書, 日本, p.49 (1977).
10. Larson, B., Slorach, S.A., *et al.* : WHO Collaborative breast feeding study(II), Levels of lead and cadmiumin Swedish human milk 1978-1979. *Acta. Paediatr. Scand.*, **70**, 281-284 (1977).
11. Robberecht, H., Roekens, E., *et al.* : Longitudinal study of the selenium content in human breast milk in Belgium. *Acta. Paediatr. Scand.*, **72**, 254-258 (1985).
12. Huat, L.H., Zakariya, D., Eng, K. H. : Lead concentration in breast milk of Malaysian urban and rural mothers, *Arch. Environ. Health*, **38**, 205-209 (1983).
13. Sternowsky, H.J., Wessolowski, R. : Lead and cardmium in breast milk, higher levels in urban vs rural mothers during the first 3 months of lactation. *Arch. Toxicol.*, **57**, 41-45 (1985).
14. Kirsten, G.F., Heese, H. D., *et al.* : Zinc and copper levels in the breast milk of Cape town mothers. *S. Afr. Med. J.*, **68**, 402-405 (1985).
15. Ong, C.N., Phoon, W.O., *et al.* : Concentrations of lead in material blood, cord blood and breast milk. *Arch. Dis. Child*, **60**, 756-759 (1985).
16. Dang, H.S., Jaiswal, D.D., *et al.* : Breast feeding ; Mo, As, Mn, Zn and Cu concentrations in milk of economically poor Indian tribal and urban women. *Sci. Total Environ.*, **44**, 177-182 (1985).
17. Rajalakshmi, K., Srikangtia, S.G. : Copper, Zinc and magnesium content of breast milk in Indian Women *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 664-669 (1980).
18. WLalivaara, R., Jansson, L., Akesson, B. : Selenium cotent of breast milk sampled in 1978 and 1983 in Sweden *Acta. Pediatr. Scand.*, **75**, 236-239 (1986).
19. Higashi, A., Ikeda, T. : Zinc and copper contents in breast milk of Japanese women. *Tohoku J. Exp. Med.*, **137**, 41-47 (1982).
20. Higashi, A., Ikeda, T. et al. : Effect of low-content zinc and copper formular on infant nutrition. *Eur. J. Pediatr.*, **138**, 237-240 (1982).
21. Casey, C.E., Hambidge, K. M. : Chromium in human milk from America mothers. *Br. J. Nutr.*, **52**, 73-77 (1984).
22. Casey, C.E., Hambidge, K.M., Neville, M.C. : Studies in human lactation : Zinc, copper, managanese and chromium in human milk in the first month of lactation. *Am. J. Clin. Natr.*, **41**, 1,193-1,200 (1985).
23. Feeley, R.M., Eitenmiller, R.R., *et al.* : Copper, iron and zinc contents of human milk at early stages of lactation. *Am. J. Clin. Natr.*, **37**, 443-448 (1983).
24. 金命鎬, 權淸杓 等 : 母乳中의 有機鹽素農藥 含有量의 調査硏究. 最新醫學, **17**, 1,705-1,711 (1974).
25. 정갑열 : 농촌지역 수유부들의 혈액 및 모유중의 유기염소계농약의 잔류량에 관한 조사. 부산의대 학

술지, 24, 107-116 (1984).
26. 鄭南朝, 李愈遠 等：環境中 PCB의 汚染度調査에 關한 硏究, 國立環境硏究所 報, 4, 203-211 (1982).
27. Rigaku Industrial Corporation : Rigaku Mercury SP Technical Report. Japan (1979).
28. 日本藥學術會編：衛生試驗法註解. 金原出版株式會社, 日本 p.398-421 (1986).
29. 保健社會部 告示 第 86-5號 : 食品中의 規格 및 基準. p.231-243 (1986).
30. AOAC : *Offical Method of Analysis*. 13th Edition, Washington, p 386-387 (1980).
31. Pinkerton, C., Hammer, D. L., *et al.* : Human milk as a diatary source of cadmium and lead. *In Trace Substance in Environmental Health* 6, (Hemphill, D.D., ed.) Columbia, Mo, University of Missouri Press 39-43 (1974).
32. Schulte-L bbert, F.J., Bohn, G. : Determination of cadmium in human milk during lactation. *Arch, Toxicology*, 37, 155-157 (1977).