

모유 영양아의 아연과 구리 섭취량에 관한 연구*

이정실[†] · 이영남^{**} · 김을상^{***}

동우대학 식품영양과, 경희대학교 급식산업학과, ** 단국대학교 식품영양학과^{***}

Study on Zinc and Copper Intakes of Breast-fed Infants

Lee, Jeong-Sill[†] · Lee, Young-Nam^{**} · Kim, Eul-Sang^{***}

Department of Food and Nutrition, Dong-u College, Sokcho 217-711, Korea

Department of Institutional Food Service, ** Kyunghee University, Seoul 130-701, Korea

Department of Food Science and Nutrition, *** Dankook University, Seoul 140-714, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate zinc and copper intakes of exclusively breast-fed infants. We measured consumed volume and the minerals concentrations of human milk from thirty three lactating women and their infants during the first 5 months of lactation. Zinc concentrations of human milk showed 0.394, 0.290, 0.191, 0.168, 0.147 and 0.139mg/100g at 0.5, 1, 2, 3, 4 and 5 months of lactation respectively. Copper concentrations in the milk showed 61.04, 45.97, 37.15, 30.94, 26.22 and 26.21µg/100g respectively. Consumed volume of the milk of infants were 515, 650, 718, 731, 746 and 769g/day. There is significant difference between boys and girls in consumed volume of the milk at 2, 3 and 4 months of lactation. Zinc intakes of breast-fed infants declined($p < 0.05$) from 2.13mg/day at 0.5 months to 1.21mg/day at 3 months with no change thereafter significantly. Copper intakes of the infants declined($p < 0.05$) from 323.2µg/day at 0.5 months to 238.9µg/day at 3 months with no change thereafter. From this survey, the reevaluation of zinc and copper intakes and recommended dietary allowance of those minerals during infancy are merited. (Korean J Nutrition 33(8) : 857~863, 2000)

KEY WORDS: breast-fed infants, human milk, consumed volume of milk, RDA, copper, zinc.

서 론

아연은 체내에서 60여 가지 금속효소의 구성분으로, 단백질과 핵산합성, 호르몬의 활성화, 면역기능의 수행에 관여한다.¹⁾ 또한 성장과 생식, 미각 및 시각의 기능 유지와 해독에도 관여하며 내피세포의 안검하수증을 예방하기도 한다.²⁾

아연은 식품에 널리 존재하므로 심한 아연 결핍은 드물지만 경미한 상태의 아연 결핍은 세계적으로 만연되어 있다. 아연이 결핍되면 식욕감퇴, 미각의 변화, 성장지연, 피부변화, 면역기능의 저하 등이 나타난다.³⁾ 동물의 경우 임신기간 동안 아연 결핍으로 선천성 기형을 유발하기도 하며 사람에서는 이란과 이집트 등의 중동지방에서 심한 아연 결핍으로 미각손상, 저생식선증, 왜소증 등이 보고되었다.⁴⁾ 최근 이하의 아연 영양상태에서 여성의 재임신 주기가 빨라지

고 말라리아의 이환율도 높아지고,⁵⁾ 저 아연 섭취는 폐경 이후 여성에서 인슐린과 같은 성장인자와의 함량도 낮춘다고 보고하였다.⁶⁾ 아연의 결핍증은 섭취부족 외에도 흡수감소, 배설증가와 필요량의 증가 등으로 유발될 수 있다. 즉, 소화기능의 저하로 인한 흡수 감소, 수술, 임신이나 수유 및 악성종양 등으로 아연의 요구량이 증가하는 경우가 해당된다.⁷⁾ 아연의 영양상태 판정은 머리카락 분석이나 또한 세포 외액 내 superoxide dismutase의 함량으로 평가할 수 있다.⁸⁾

아연의 중요한 공급원은 굴을 비롯한 패류, 육류, 간, 가금류, 우유 등의 동물성 식품이며 이들은 아연의 이용률이 높다. 곡류와 채소는 동물성 식품에 비하여 아연의 함량이 낮으며 이용률도 낮다. 아연의 섭취량이 낮을수록 그 흡수율이 높아지는데, 효과는 특히 노인보다 젊은이에서 효과적이다.⁹⁾ 채식주의자의 경우 식이 아연 함량도 낮고, 흡수율도 낮으며, 혈청 아연 함량도 낮다.¹⁰⁾

모유는 우유에 비하여 아연 함량이 비록 낮지만 그 이용률은 월등히 높다. 한편 조리과정에서 아연의 손실은 적은 편이다.¹¹⁾ 출학전의 아동에게 아연을 보충시켰을 때 체중과 상완위 둘레가 증가하였으나 키와 질병 감염률에는 변화를

책임일 : 2000년 12월 11일

*This research was supported by grants from research fund of Dong-u College in 2000.

[†]To whom correspondence should be addressed.

주지 못했다는 보고가 있다.¹²⁾ 철분과 구리는 아연과 상호 경쟁적으로 작용하여 아연의 흡수에 영향을 미친다. 아연에 대한 철분의 비율이 높을 때 아연의 흡수는 저하되며 구리도 과량 투여 시 아연의 흡수에 부정적인 작용을 미친다.¹³⁾ 성인여성에게 50mg/day로 아연을 보충하고 10주 후에 혈청 ferritin과 hematocrit치가 모두 유의하게 낮아졌다.¹⁴⁾ 동물을 대상으로 한 연구에서 피틴산을 적게 준 식이는 아연의 흡수율이 높았다는 연구¹⁵⁾가 있다. 임신 말기에 엽산과 철분정제에 아연을 보충하여 신생아와 모성 모두에서 혈청 철분이 증가하였다.¹⁶⁾ 반면에 임신부에게 철분을 보충한 것보다 철분과 아연을 함께 보충하면 오히려 혈청 철분농도가 낮아졌으며,¹⁷⁾ 폐경기 이후 여성에게 철분과 아연을 보충하였을 때는 철분만 보충 할 때 보다 혈청 철분 농도가 오히려 낮아졌다.¹⁸⁾ 아연의 보충 효과는 매일 공급하는 것과 매주 공급하는 것이 모두 영양 결핍을 완화시키는데 도움이 되었다.¹⁹⁾

아연의 과잉 섭취에 따른 문제로 2g 이상의 아연을 섭취하였을 때 위장의 염증과 구토가 나타났으며,²⁰⁾ 권장량의 20배 이상을 만성적으로 복용하는 경우 구리 및 철분 영양 상태가 저하되며 면역능력을 손상시키고, HDL-콜레스테롤이 저하되었다고 한다.²¹⁾ 단백질과 열량 부족인 어린이에서 과량의 아연 보충은 사망률을 증가시켰다고 보고하였다.²²⁾

우리 나라 사람들의 아연 영양상태에 대한 연구는 전국적인 규모의 발표는 없으나, 성인을 대상으로 한 사례^{23~25)}에서 1일 평균 8mg정도이며 대체로 곡류로부터 약 45%를 섭취하고 있다고 보고되었다.²⁴⁾ 한국 성인의 아연 섭취량은 서구인에 비하여 낮은 편이며, 혈장의 아연 농도는 약간 낮거나 비슷하다.²⁶⁾

영유아기의 성장발달에 아연이 매우 중요한 역할을 하므로 체중에 비하여 높은 양을 권장하는 것이 일반적이다. 그러나 영아의 최적성장에 필요한 아연의 필요량은 아직 확실하지 않다. Hambridge 등²⁷⁾은 신생아가 모유만을 섭취하여 하루에 2mg을 섭취하였는데 아연 결핍증상이 나타나지 않았다고 하였다. 한국인 영양권장량 제6차 개정판에는 아연의 권장량이 처음으로 추가되었는데 7차 개정판에서는 성인 남자와 여자를 각각 12mg과 10mg을 권장하고 있으며 영아 0~4개월에 2mg(인공영양아는 4mg)을 권장하고 있다.

구리는 ceruloplasmin의 구성분으로 Fe^{2+} 를 Fe^{3+} 로 산화시키는 작용을 하여 저장된 철분과 장관 내의 철분을 해모글로빈 생성장소로 운반하는 역할을 하므로 구리가 부족되면 철분의 이용율이 감소되고 적혈구의 합성이 저하되어 빈혈이 발생한다. 구리는 단독으로 또는 아연과 함께 superoxide dismutase에 결합되어 세포의 산화적 손상을 방

지하는 역할도 한다.²⁸⁾ 아연과 구리는 장점막에 있는 단백질인 metallothioneine과 결합하여 흡수되는데 서로 경쟁적으로 결합하여 길항작용을 하므로 체내에 아연이 결핍되면 체내 구리의 보유량이 증가하고 아연을 과량 섭취하게 되면 체내 구리량이 감소된다.^{29~30)} 구리의 조절은 내인성 구리를 배설하여 이루어지는데 체내 구리의 영양상태를 조절할 수 있으며 이를 위한 최소한의 0.38mg/day가 필요하다고 한다.³⁰⁾ 구리의 섭취량이 낮을수록 흡수율이 상승하며,³¹⁾ 건강한 영아에게 구리를 보충하여 혈장의 구리와 ceruloplasmin의 함량은 높이지는 못하였다.³¹⁾ Lönnerdal 등¹⁵⁾의 원숭이 연구에서 구리의 흡수는 기타 미량 원소의 흡수에 영향을 받으며, 저 피틴산과 단백질 가수분해 조제유에서 구리의 흡수율이 높았다고 한다. 구리의 결핍증은 매우 드물며 인공영양을 하는 미숙아에서 간혹 발견되는데,³²⁾ 그 결핍증세는 빈혈, 백혈구 감소, 호중구 감소 등이다. 구리도 아연과 마찬가지로 수유부의 식이에 보충을 하여도 모유의 농도는 증가하지 않는다.^{31~33)} Moser 등³⁴⁾은 네팔 수유부의 식이를 통한 구리 섭취량이 미국 수유부보다 높아도 혈청 중의 구리 수준이 유의하게 낮았는데 이는 섬유질과 피틴산의 섭취 때문이라고 하였다.

우리 나라는 한국인을 대상으로 한 구리 섭취 및 영양상태에 관한 자료의 부족으로 권장량이 설정되어 있지 않으나 미국의 National Research Council³⁵⁾에서는 안전하고 적절한 구리의 섭취범위를 성인에서 1.5~3mg/day로 제시하였다.

본 연구는 완전 모유 영양아의 모유를 통한 아연과 구리의 섭취량을 측정하여 한국인 영양권장량 책정을 위한 기초 자료의 제공을 목적으로 수행하였다.

재료 및 방법

1. 대상자의 선정

만기에 정상 분만한 건강한 수유부와 그 영아 중에서 모유수유를 한 영아를 대상으로 하였다. 수유부의 연령은 27.9 ± 3.1세, 임신 전 평균 체중 51.0 ± 6.0kg, 분만 전 체중은 62.1 ± 6.5kg이며 평균 신장은 159.5 ± 4.8cm이었다. 이들 중 초산부가 16명, 경산부는 17명으로 모두 2번째 출산이었다. 이들 영아의 출생 시 평균 체중은 3.3 ± 0.4kg으로 남아 20명, 여아 13명이었다.

2. 영아의 모유 섭취량 측정

영아의 모유 섭취량은 체중측정법(test-weighting method)^{36~38)}에 의하여 실시하였다. 즉 0.5, 1, 2, 3, 4 및 5개월

째에 매 수유를 할 때마다 수유 전후의 영아체중을 쟤어 그 차이를 1회 모유 섭취량으로 하였으며, 0시부터 밤 12시 사이의 매회 섭취량을 더하여 1일 모유 섭취량을 하였다.

3. 채유 및 분석

분만 0.5, 1, 2, 3, 4 및 5개월 째의 오전 10시경 수유하기 이전에 수유부의 유방 위치에 상관없이 20ml를 손으로 직접 짜서 멀균 처리된 용기에 담아 수거하여 분석할 때까지 -40°C 에 보관하였다.

분석은 모유를 해동시켜 균질화하고 5ml를 취하고 습식법으로 전 처리한 후 원자흡광광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer)로 분석하였으며 그 처리과정은 Fig. 1과 같다.

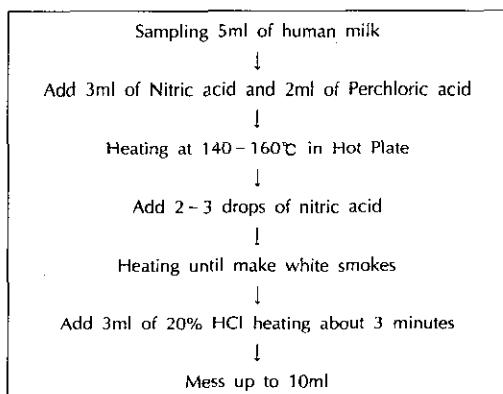


Fig. 1. Sample preparations for analysis.

Table 1. Instrumental conditions for zinc and copper analysis

Light source	Hollow cathod lamp
IL Lamp No.	62811
Lamp current	5mA
Wave length	213.0nm
Slit width	320 μm
Band pass	1nm
Burner head	Single slot
IL No.	43005 - 02
Flame description	Air-acetylene oxidizing, fuel lean blue
Photomultiplier voltage(HV)	700 Volt
Sensitivity	0.008 $\mu\text{m}/\text{ml}$

Table 2. Copper and Zinc concentrations of human milk during the first 5 months of lactation

(N)	Stage of lactation(Months)					
	0.5 (33)	1 (33)	2 (33)	3 (33)	4 (29)	5 (21)
Zinc(mg/100g)	0.394 \pm 0.097 ^a	0.290 \pm 0.116 ^b	0.191 \pm 0.096 ^c	0.168 \pm 0.089 ^c	0.147 \pm 0.088 ^c	0.139 \pm 0.105 ^c
Copper($\mu\text{g}/100\text{g}$)	61.04 \pm 14.04 ^a	45.97 \pm 11.89 ^b	37.15 \pm 9.25 ^c	30.94 \pm 8.25 ^c	26.22 \pm 9.04 ^c	26.21 \pm 11.02 ^c

Values are Mean \pm S.D.

Values of different superscripts(a, b and c) within a row are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

기기분석은 Hitachi Model Z-8100 원자흡광광도계와 Hitachi Model HFS-2 수소화물 발생장치(Hydride generation apparatus)로 분석하였으며 그 분석조건은 Table 1과 같다.

5. 통계분석

통계분석은 PC SPSS 7.5를 이용하여 평균과 표준편차를 구하고, 남아와 여아간의 차이는 T-test를, 수유기간별 변화는 Duncan의 다중검증법을 행하였으며 모두 5% 수준에서 유의성을 인정하였다.

결과 및 고찰

1. 모유의 아연과 구리함량

수유기간에 따른 모유의 아연과 구리의 함량 변화는 Table 2와 같다.

모유의 아연 함량은 수유 0.5, 1, 2, 3, 4, 및 5개월 째에 각각 0.394, 0.290, 0.191, 0.168, 0.147 및 0.139mg/100g으로 수유기간에 따라 감소하였는데, 수유 0.5개월에서 수유 2개월까지 유의하게 감소하였으며($p < 0.05$), 그 이후는 일정한 수준이었다.

본연구 결과를 외국의 결과와 비교하여 보면 Picciano 등³⁹의 수유 6~12주에 모유의 아연 함량이 1.68 ± 0.78 mg/l라고 하여 본 연구의 2개월에 비교하면 높으나 3개월에 비교하면 비슷한 수준이었다. Vaughan과 Weber⁴⁰의 수유 1~3개월 째 1.60 ± 0.23 mg/l, 인도 수유부의 수유 1~3개월 째 1.96 ± 0.11 mg/l.⁴¹ Feeley 등⁴²은 분만 30~45일에 2.90mg/l, 일본 수유부의 수유 1주~3개월에 2.78 ± 1.03 mg/l⁴³에 비교하여 약간 높거나 같은 수준이었다. 국내의 연구와 비교하여 보면 Choi 등⁴⁴의 수유 2주 째 3.39 ± 0.64 mg/l, 4주 째 3.02 ± 0.90 mg/l, 12주 째 2.33 ± 0.44 mg/l를 0.5, 1, 3개월과 비교하면 약간 낮거나 같은 수준이었으며, 충남 수유부를 대상으로 연구⁴⁵의 결과인 분만 8, 12주에 각각 2.70mg/l과 2.30mg/l에 비하여 비슷한 수준이었고, Yang 등⁴⁶의 수유 60일째 1.62 ± 0.72 mg/l에 비하여 약간 높은 수준이었다. Kim과 Keum⁴⁷은 수유 0.5,

1, 2, 3개월 째에 각각 3.32, 2.51, 1.62 및 1.18mg/l라고 하여 본 연구 결과와 비슷한 수준이었다. 이들 연구는 모두 본 연구의 결과와 마찬가지로 수유기간에 따라 모유의 아연 함량이 감소하고 있었다. Karra 등⁴⁸⁾의 연구에서 아연 보충식을 섭취한 수유부는 비보충군에 비하여 모유의 아연 함량이 유의하게 높았으며 모두 수유기간에 따라 모유의 아연 함량이 감소한다고 하였다. 모유의 아연함량과 관련되어 연구된 사실을 보면, 수유기간에 따라 아연함량 변화는 철분, 구리, 마그네슘 및 망간에 비하여 그 감소율이 가장 크며,^{39,40)} 식이 섭취량과 모유 중 성분 함량과는 관련이 없는 것으로 나타났으나^{39,40,42,49)} Karra 등⁴⁸⁾과 Krebs 등⁵⁰⁾은 아연 보충제가 수유기간의 증가에 따른 아연 함량의 감소율을 줄여 줄 수 있다고 보고하였다.

모유의 구리 함량은 수유 기간별로 각각 61.04, 45.97, 37.15, 30.94, 26.22 및 26.21 μ g/100g으로 수유기간에 따라 감소하였으며 아연과 같은 경향으로 수유 2개월까지 유의하게 감소하였고($p < 0.05$), 그 이후는 일정한 수준이었다. 모유의 구리 함량에 대한 보고로는 Stearn⁵¹⁾은 21~28 μ g, Vaughan과 Weber⁴⁰⁾은 43 μ g, Williams⁵²⁾는 40 μ g, Lönnerdal⁵³⁾은 20~30 μ g, Vuori⁵⁴⁾는 32 μ g, Casey⁵⁵⁾는 41 μ g이며 국내의 모유 중 구리 함량에 관한 연구에서 110~785.7 μ g/l⁵⁶⁾로 수유기간에 따라 그 함량이 낮아지며,^{56,57)} 모유의 구리 함량은 우유에 비하여 높다고 하였다.⁵⁶⁾ 또

한 모유의 구리 함량을 지역별로 비교 연구하여 농촌지역에서 평균 0.28ppm으로 도시와 공업지역의 0.37ppm에 비하여 낮다고 하였다.⁵⁷⁾ Kim 등⁵⁸⁾은 초유에 0.6mg/l, 성숙유에 0.4mg/l라고 보고하여 본 연구결과에 비하여 비슷한 수준이었다. Kim과 Keum⁴⁷⁾은 수유 0.5, 1, 2, 3개월에 모유의 구리 함량이 각각 48.93, 45.78, 41.54 및 36.90 μ g/100ml라고 하여 본 연구에 비하여 낮았다.

2. 영아의 모유 섭취량

영아의 모유 섭취량은 Table 3과 같다.

남녀 영아전체의 수유기간별 모유 섭취량은 수유 2개월 까지 증가하였으며($p < 0.05$), 수유 2개월 이후에도 유의적인 차이는 없으나 약간 증가하는 경향이었다. 전기간에 걸쳐 남아의 모유 섭취량이 높았으며, 수유 1개월($p < 0.05$), 2개월($p < 0.01$), 3개월($p < 0.01$)에 유의적인 차이를 보였다. Hofvander 등⁵⁹⁾도 수유 1, 2, 3개월 째 남아와 영아의 모유 섭취량을 조사하였는데, 남아가 더 많이 섭취하였으며 3개월에 유의적인 차이($p < 0.05$)가 있다고 하였다. Whitehead와 Paul⁶⁰⁾도 수유 5개월까지 남아와 여아의 모유 섭취량을 조사하였는데, 남아가 여아보다 더 많이 섭취하며 2, 3개월에 유의적인 차이가 있다고 하였다.

3. 모유 영양아의 아연 섭취량

모유 영양아의 모유를 통한 1일 아연 섭취량은 Table

Table 3. Consumed volume of human milk(g/day) in boys and girls during the first 5 months of lactation

	Stage of lactation(Months)					
	0.5	1	2	3	4	5
Boys	546 ± 150 ^a (N) (20)	715 ± 217 ^{b*} (20)	806 ± 149 ^{b**} (20)	804 ± 183 ^{b**} (20)	805 ± 218 ^b (17)	823 ± 210 ^b (12)
Girls	468 ± 163 ^a (N) (13)	549 ± 182 ^{ab} (13)	582 ± 216 ^{ab} (13)	619 ± 167 ^{ab} (13)	662 ± 199 ^b (12)	703 ± 141 ^b (9)
Total	515 ± 158 ^a (N) (20)	650 ± 217 ^b (N) (20)	718 ± 208 ^{bc} (N) (20)	731 ± 197 ^{bc} (N) (20)	746 ± 219 ^{bc} (N) (20)	769 ± 186 ^c (N) (20)

Values are Mean ± S.D.

Values of different superscripts(a, b and c) within a row are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

* : Significantly different from between boys and girls at $p < 0.05$ (*) and $p < 0.01$ (**) by t-test.

Table 4. Zinc intakes of infants(mg/day) during the first 5 months of lactation

	Stage of lactation(Months)					
	0.5	1	2	3	4	5
Boys	2.242 ± 0.918 (N) (20)	2.121 ± 1.226 (N) (20)	1.563 ± 0.880 (N) (20)	1.187 ± 0.574 (N) (20)	1.261 ± 0.835 (N) (17)	1.324 ± 0.990 (N) (12)
Girls	2.007 ± 0.845 (N) (13)	1.661 ± 1.036 (N) (13)	1.162 ± 0.667 (N) (13)	1.207 ± 0.718 (N) (13)	0.853 ± 0.520 (N) (12)	0.860 ± 0.507 (N) (9)
Total	2.131 ± 0.879 ^a (N) (20)	1.909 ± 1.134 ^{ab} (N) (20)	1.393 ± 0.821 ^{bc} (N) (20)	1.209 ± 0.584 ^c (N) (20)	1.129 ± 0.728 ^c (N) (20)	1.142 ± 0.811 ^c (N) (20)

Values are Mean ± S.D.

Values of different superscripts(a, b and c) within a row are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

* : Significantly not different from between boys and girls at $p < 0.05$ by t-test.

4와 같다.

남녀 영아 전체에서 수유기간별로 각각 2.131, 1.909, 1.393, 1.209, 1.129 및 1.142mg/day로 수유기간의 경과에 따라 영아의 모유섭취량이 증가함에도 모유의 아연 함량이 감소하기 때문에 수유기간의 경과에 따라 모유를 통한 영아의 1일 아연 섭취량은 점차 감소하며 수유 3개월 이후는 일정한 경향을 나타내었다. 아연은 제7차 한국인 영양권장량⁶¹⁾에서 영아 0~4개월 사이의 모유 영양아에게 2mg을 권장하고 있어 권장량의 106.6~56.5%의 수준이었다.

Casey 등⁶²⁾의 연구에서 수유 1개월 째 영아의 1일 아연 섭취량을 2mg/day로 보고하여 본 연구 결과와 같은 수준이었으며, Butte 등⁴⁹⁾이 보고한 생후 2개월 된 모유 영양아의 아연 섭취량이 1.1mg에 비하여 높았다. 또한 Choi 등⁴⁴⁾의 수유 6~7주 사이에 2.10 ± 0.55mg/day에 비하여 약간 낮은 수준이었다. 모유 영양아의 아연 섭취량에 대한 연구 결과가 조금씩 차이가 나는 것은 영아의 모유 섭취량과 모유의 아연 농도 차이에서 기인되는 것으로 생각할 수 있다.

국내의 한 연구에서 BMI치가 110~119인 8세 어린이에게 우유와 유제품 및 뼈 째 먹는 식품의 섭취량이 많을수록 혈청 아연이 높았다고 보고하였는데 성장에 충분한 아연과 구리의 섭취가 필요하다고 하였다.⁵³⁾ 젖먹이 영아 중 특히 미숙아의 경우 체내 저장량 부족과 catch-up growth로 인한 미량 영양소의 결핍 우려가 높으므로 생후 2개월 이전부터 미량 영양소의 보충이 권장된다.

4. 모유 영양아의 구리 섭취량

모유 영양아의 모유를 통한 1일 구리의 섭취량은 Table 5와 같다.

남녀 영아 전체에서 모유를 통한 구리의 섭취량은 수유기간별로 각각 323.2, 283.1, 266.1, 238.9, 215.3 및 225.2μg/day로 수유기간에 따라 감소하다가($p < 0.05$). 수유 3개월 이후는 일정한 수준이었다. 영아의 모유를 통한 구리 섭취량에 관한 연구로는 Casey 등⁵⁵⁾이 분만 5일째 0.6μg/

ml, 28일째 0.410.6μg/ml라고 하였으며 영유아가 매일 섭취한 양을 1개월간 환산하여 0.25mg이라고 하였다. Feely⁴²⁾도 수유 4~7일 째 104.1μg/100g, 수유 10~14일 째 93.9μg/100g, 수유 30~45일 째 84.7μg/100g이라고 하여 이를 토대로 유아가 충분한 양을 섭취하였을 때 0.11mg/kg/day로 구리를 섭취한다고 하였다. Casey 등⁶²⁾은 수유 기간에 따라 모유의 구리 함량이 유의하게 감소하며 수유부의 총 구리 분비량은 수유 첫 3개월에 3.9μmol/day에서 수유 둘째 3개월에 2.7μmol/day로 감소한다고 하였는데, 수유부가 분비한 모유를 영아가 모두 섭취한 경우 이는 영아의 모유를 통한 구리 섭취량으로 볼 수 있다. Salmenperä 등⁶⁴⁾은 완전 모유영양아에게 구리의 결핍 증세를 발견 할 수 없었는데, 수유부에게 구리를 보충하여도 모유의 구리 농도에 영향을 미치지 못하였고, 영아의 혈청 중 구리와 ceruloplasmin은 모유의 농도에 독립적이라고 하였다.

우리나라는 아직 구리 권장량이 설정되어 있지 않으나, 외국의 권장량⁶¹⁾을 살펴보면, 미국인(1989년) 0~6개월 영아는 0.4~0.6mg, 영국인(1991년)은 0~3개월 0.2mg, 4~6개월 0.3mg, 일본인(1999)은 0~5개월에 0.3mg 및 유럽 공동체도 0~5개월에 0.3mg를 권장하고 있다. 이로서 완전 모유 영양을 하는 영아의 구리 섭취량은 외국의 영양권장량에 비하여 충분한 수준으로 섭취하고 있음을 알 수 있다. 완전모유영양을 하는 영아의 무기질 섭취량이 한국인 영아의 영양권장량 책정 및 조제분유와 이유식 산업에 도움이 되리라 생각한다.

요약 및 결론

한국인 수유부 33명에서 모유의 아연 및 구리의 함량과 영아의 1일 모유 섭취량을 수유 0.5, 1, 2, 3, 4 및 5개월 째에 측정하여 모유 영양아의 모유를 통한 아연과 구리의 섭취량을 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 모유의 아연 함량은 수유 0.5, 1, 2, 3, 4 및 5개월 째

Table 5. Copper intakes of infants(μg/day) during the first 5 months of lactation

	Stage of lactation(Months)					
	0.5	1	2	3	4	5
Boys (N)	345.0 ± 117.7 (20)	327.1 ± 127.4 (20)	311.9 ± 90.5 (20)	243.6 ± 96.0 (20)	220.7 ± 108.8 (17)	250.0 ± 108.8 (12)
Girls (N)	294.2 ± 119.0 (13)	227.2 ± 81.5 (13)	189.9 ± 84.2 (13)	230.1 ± 114.5 (13)	206.0 ± 124.2 (12)	192.2 ± 113.2 (9)
Total	323.2 ± 118.8 ^a	283.1 ± 118.8 ^{ab}	266.1 ± 105.3 ^{bc}	238.9 ± 100.4 ^c	215.3 ± 111.5 ^c	225.2 ± 110.4 ^c

Values are Mean ± S.D.

Values of different superscripts(a, b, and c) within a row are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

* : Significantly not different from between boys and girls at $p < 0.05$ by t-test.

에 각각 0.394, 0.290, 0.191, 0.168, 0.147 및 0.139mg/100g으로 수유 2개월까지 감소하였으며($p < 0.05$). 수유 3개월 이후는 유의적인 차이가 없었다.

2) 모유의 구리 함량은 수유기간에 따라 각각 61.04, 45.97, 37.15, 30.94, 26.22 및 26.21 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 으로 수유 2개월까지 감소하였으며($p < 0.05$). 수유 3개월 이후는 유의적인 차이가 없었다. 3) 모유 섭취량은 남녀 영아 전체에서 수유기간에 따라 각각 515, 650, 718, 731, 746 및 769g/day로 수유기간에 따라 증가하는 경향이었으며($p < 0.05$). 수유 1개월($p < 0.05$), 2개월($p < 0.01$) 및 3개월($p < 0.01$)에는 남아가 여아보다 많이 섭취하고 있었다.

4) 모유를 통한 영아의 아연 섭취량은 수유기간 별로 각각 2.131, 1.909, 1.393, 1.209, 1.129 및 1.142mg/day로 수유 3개월까지 유의하게 감소하였으며($p < 0.05$). 0~4개월 된 한국인 영아의 아연 권장량 2mg의 106.6~56.5% 수준이었다.

5) 모유를 통한 영아의 구리 섭취량은 수유기간 별로 각각 323.2, 283.1, 266.1, 238.9, 215.3 및 225.2 $\mu\text{g}/\text{day}$ 로 수유 3개월까지 유의하게($p < 0.05$) 감소하였다.

모유 영양아의 1일 아연과 구리 섭취량은 한국인 영양권장량 제6차 개정판에 처음 추가된 아연 권장량의 개정과 구리의 영양권장량 책정에 필요한 기초자료로서 활용이 기대된다.

Literature cited

- 1) King JC, Keen CL. Zinc. In: Shils ME, Olson JA, Shike M. Modern Nutrition in health and disease. 8th ed. pp.214-231, Lea & Febiger, Philadelphia, 1994
- 2) Meeran P, Ramadass P, Toborek M, Bauer H-C, Bauer H, Henning B. Zinc protects against apoptosis of endothelial cells induced by linoleic acid and tumor necrosis factor. *Am J Clin Nutr* 71(1): 81-87, 2000
- 3) Sandstand HH. Zinc deficiency. *Am J Clin Nutr* 51: 225-227, 1990
- 4) Prasad AS, Halsted JA, Nadimi M. Syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, hypogonadism, dwarfism and geophagia. *Am J Med* 31: 532-546, 1961
- 5) Gibson RS, Huddle JM. Suboptimal zinc status in pregnant Malawian women: its association with low intakes of poorly available zinc, frequent reproductive cycling, and malaria. *Am J Clin Nutr* 67(4): 702-709, 1998
- 6) Devine A, Rosen C, Mohan S, Baylink D, Prince RL. Effects of zinc and other nutritional factors on insulin-like growth factor I and insulin-like growth factor binding proteins in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 68(1): 200-206, 1998
- 7) Solomons NW. Zinc and copper. In: Shils Me, Young VR, ed. Modern nutrition in health and disease. 7th ed. pp.238-262, Lea & Febiger, 1988
- 8) Davis CD, Milne DB, Nielsen FH. Changes in dietary zinc and copper affect zinc-status indicators of postmenopausal women, notably, extracellular superoxide dismutase and amyloid precursor proteins. *Am J Clin Nutr* 71(3): 781-788, 2000
- 9) August D, Janghorbani M, Young BR. Determination of zinc and copper absorption at three dietary Zn-Cu ratios by using stable isotope methods in young adult and elderly subjects. *Am J Clin Nutr* 50: 1457-1463, 1989
- 10) Hunt JR, Matthys LA, Johnson LK. Zinc absorption, mineral balance, and blood lipids in women consuming controlled lactovoovovegetarian and omnivorous diets for 8 wk. *Am J Clin Nutr* 67(3): 421-430, 1998
- 11) Mills CF. Zinc in human biology. London, International life Sciences Institute, 1989
- 12) Kikafunda JK, Walker AF, Allan EF, Tumwine JK. Effect of zinc supplementation on growth and body composition of Ugandan preschool children: a randomized, controlled, intervention trial. *Am J Clin Nutr* 68(6): 1261-1266, 1998
- 13) Festa MD, Anderson HL, Dowdy RP, Ellersiek MR. Effect of zinc intake on copper excretion and retention in men. *Am J Clin Nutr* 41: 285-292, 1985
- 14) Yadrnick MK, Kenney M, Winterfeldt EA. Iron, copper, and zinc status: response to supplementation with zinc or zinc and iron in adult females. *Am J Clin Nutr* 49: 145-150, 1989
- 15) Lönnedal B, Jayawickrama L, Lien EL. Effect of reducing the phytate content and of partially hydrolyzing the protein in soy formula on zinc and copper absorption and status in infant rhesus monkeys and rat pups. *Am J Clin Nutr* 69(3): 490-496, 1999
- 16) Caulfield LE, Zavaleta N, Fueroa A. Adding zinc to prenatal iron and folate supplements improves maternal and neonatal zinc status in a Peruvian population. *Am J Clin Nutr* 69(6): 1257-1263, 1999
- 17) O'Brien KO, Zavaleta N, Caulfield LE, Yang D-X, Abrams SA. Influence of prenatal iron and zinc supplements on iron absorption, red blood cell iron incorporation, and iron status in pregnant Peruvian women. *Am J Clin Nutr* 69(3): 509-515, 1999
- 18) Zavaleta N, Caulfield LE, Garcia T. Changes in iron status during pregnancy in Peruvian women receiving prenatal iron and folic acid supplements with or without zinc. *Am J Clin Nutr* 71(4): 956-961, 2000
- 19) Thu BD, Schultink W, Dillon D, Gross R, Leswara ND, Khoi HH. Effect of daily and weekly micronutrient supplementation on micronutrient deficiencies and growth in young Vietnamese children. *Am J Clin Nutr* 69(1): 80-86, 1999
- 20) Food and Nutrition Board. Recommended Dietary Allowances, 10th Edition. Washington, DC: National Academy Press, 1989
- 21) Chandra RK. Excessive intake of zinc impairs immune responses. *J Am Med Assoc* 252: 1443-1446, 1984
- 22) Doherty CP, Sarkar MA, Shakur MS, Ling SC, Elton RA, Cutting WA. Zinc and rehabilitation from severe protein-energy malnutrition: higher-dose regimens are associated with increased mortality. *Am J Clin Nutr* 68(3): 742-748, 1998
- 23) Oh YZ, Hwang IJ, Woo SJ. Nutrient intake of rural housewives in Yeo-Ju area. *Korean J Nutr* 20(5): 309-317, 1987
- 24) Park JS, Cyun JH. Dietary zinc analysis and changes of zinc nutriture with zinc supplementation in Korean adults. *Kor J Nutrition* 26(9): 1110-1117, 1993
- 25) Sung CJ, Choi MK, Jo JH, Lee JY. Relationship among dietary intake, blood level, and urinary excretion of minerals and blood pressure in Korean rural adult men and women. *Korean J nutrition* 26(1): 89-97, 1993
- 26) Ha EJ, Na HB. The study on concentrations of plasma zinc and copper of nonpregnant and pregnant in Korea. *Korean J Nutrition* 26(3): 347-356, 1993
- 27) Hambridge KM, Walrabens PA, Casey CE, Brown RM, Bender C. Plasma Zinc concentrations of breast-fed infants. *J Pediatr* 94: 607-608, 1979
- 28) Starcher BC. Studies on the mechanism of copper absorption in the

- chick. *J Nutr* 79: 321, 1968
- 29) Van Campen DR, Scaife PU. Zinc interference with copper absorption in rats. *J Nutr* 91: 473-476, 1967
- 30) Turnlund JR, Keyes WR, Peiffer GL, Scott KC. Copper absorption, excretion, and retention by young men consuming low dietary copper determined by using the stable isotope ^{65}Cu . *Am J Clin Nutr* 67(6): 1219-1225, 1998
- 31) Salmenperä L, Siimes MA, Nnt V, Pergeentupa J. Copper supplementation: failure to increase plasma copper and ceruloplasmin concentrations in healthy infants. *Am J Clin Nutr* 50: 843-847, 1989
- 32) Bates CJ, Prentice A. Breast milk as a source of vitamins, essential minerals and trace elements. *Pharmac Ther* 62: 193-220, 1994
- 33) Mbofung CM, Atinmo T. Relationship between breast milk content and intake of zinc, copper and iron of Nigerian women. *Ecol Food Nutr* 18: 91-98, 1986
- 34) Moser PB, Reynolds RD, Acharya S, Howard MP, Andon MB, Lewis SA. Copper, iron, zinc and selenium dietary intake and status of Nepalese lactation women and their breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 47: 729-734, 1988
- 35) National Research Council. Recommended dietary allowance. 10th ed. National academy press, 1989
- 36) 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
- 37) Borschel MW, Kirksey A, Hannemann RE. Evaluation of test-weighing for the assessment of milk volume intake of formula-fed infants and its applications to breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 43: 367-373, 1986
- 38) Butte NF, Garza C, Smith EO'B, Bichols BL. Human milk intake and growth in exclusively breast-fed infants. *J Pediatrics* 104: 187-195, 1984
- 39) Picciano ME, Guthri HA. Copper, iron and zinc contents of mature human milk. *Am J Clin Nutr* 29: 242-254, 1976
- 40) Vaughan LA, Weber CW. Longitudinal changes in the mineral content of human milk. *Am J Clin Nutr* 32: 2301-2306, 1976
- 41) Belavady B. Lipid and trace element composition of human milk. *Acta Paediatr Scand* 67: 566-571, 1978
- 42) Feeley RM, Tenmiller RR, Hohns JB, Branhart H. Copper, iron and zinc contents of human milk at early stages of lactation. *Am J Clin Nutr* 37: 443-448, 1983
- 43) Higashi A. Zinc and copper contents in breast milk of Japanese woman. *Tokyo J Exp Med* 137: 41-47, 1982
- 44) Choi MK, Ahn HS, Moon SJ, Lee MJ. A study on iron, zinc and copper contents in human milk and trace element intakes of breast-fed infants. *Korean J Nutrition* 24(5) : 442-449, 1991
- 45) Jun YS. On the change of mineral content in human milk. *Korean J Food & Nutrition* 5(2): 84-89, 1992
- 46) Yang HR, Keum HK, Kim ES. A study on the contents of selenium and zinc in human milk. *Korean J Nutrition* 28(9): 872-879, 1995
- 47) Kim ES, Keum HK. A longitudinal study on zinc secretion of lactating women and zinc intake of breast-fed infants. *Korean J Nutrition* 32(1): 75-82, 1999
- 48) Karra MV, Kirksey A, Galal O, Bassily NS, Harrison CG, 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
- 49) Butte NF, Garza C, Smith EO'B, Cathy W, Nichols BL. Macro and trace mineral intakes of exclusively breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 45: 42-48, 1987
- 50) Krebs NFR, Hambidge KM, Jacobs MA, Rasbach JO. The effects of a dietary zinc supplement during lactation on longitudinal changes in maternal zinc status and milk zinc concentrations. *Am J Clin Nutr* 41: 560-570, 1985
- 51) Stearns G. The mineral metabolism of normal infants. *Physiology Rev* 19(4): 415-438, 1939
- 52) Williams HH. Differences between cow's and human milk. *JAMA* 175(2): 104-107, 1961
- 53) Lönnardal B. Milk Trace Elements. *Ann Rev Nutr* 1: 151-173, 1981
- 54) Vuorie, Kuitunen P. The concentration of copper and zinc in human milk. *Acta Paediatr Scand* 68: 33-37, 1979
- 55) Casey CE, Hambidge KM, Neville MC. Studies in human lactation: zinc, copper, manganese and chromium in human milk in the first month of lactation. *Am J Clin Nutr* 41: 1193-1200, 1985
- 56) Cho YS, Kim DS. Studies on the concentrations of essential trace elements in breast milk. *Korean J Sanitat* 3(3): 39-47, 1987
- 57) Han SW, Cho YS, Cho TW, Choi KS, Jung SW, Kim DS, Cho JH, Sim EK. A study on the trace metal content in breast milk of Korean lactating women. *Report of NIER Korea* 9: 257-265, 1987
- 58) Kim HY, Ahn HY, Choi YY, Hwang TJ, Sohn C. Zinc and copper concentrations in human milk. *Korean Pediatrics* 28(4): 305-313, 1985
- 59) Hofvander Y, Hagman U, Hillervik C, Sjlin S. The amount of milk consumed by 1-3 months old breast- or bottle-fed infants. *Acta Paediatrica Scand* 71: 953-958, 1982
- 60) Whitehead RG, Paul AA. Infant growth and human milk requirements - A fresh approach. *The Lancet* 1: 243-249, 1981
- 61) Recommended Dietary Allowances for Koreans, 7th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 2000
- 62) Casey CE, Neville MC, Hambidge KM. Studies in human lactation: Secretion of zinc, copper and magnesium in human milk. *Am J Clin Nutr* 49: 773-785, 1989
- 63) Han NS, Lee LH. Zinc and copper nutritional status of eight-year-old children in Seoul. *Korean J Nutrition* 27(8): 837-843, 1994
- 64) Salmenperä L, Perheentupa J, Pakarenen P, Simola M. Copper nutrition in infants during prolonged exclusive breast-feeding: low intake but rising concentrations of copper and ceruloplasmin. *Am J Clin Nutr* 43: 251-257, 1986