

수유 초기 모유 중 철, 구리, 아연의 함량과 영아의 섭취량 추정*

김을상[†] · 조금호¹

단국대학교 식품영양학과

Iron, Copper and Zinc Levels in Human Milk and Estimated Intake of the Minerals by Breast-Fed Infants during the Early Lactation

Eul-Sang Kim[†] and Kum-Ho Cho¹

Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University

Abstract

The objectives of the present study were to measure the content of iron, copper and zinc in human milk and to estimate the intake of iron, copper and zinc of breast-fed infants during the early period of lactation. Twenty-five lactating women who delivered in a hospital in Seoul volunteered for the study. Milk samples were collected at day 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15 and 30 postpartum. The contents of iron, copper and zinc were determined using the atomic absorption spectrophotometer after wet digestion. The intakes of iron, copper and zinc of infants were estimated by multiplication with the infant milk intake reported in our laboratory. The content of iron was 0.58 $\mu\text{g/g}$ in colostrum, 0.48 $\mu\text{g/g}$ in transitional milk and 0.39 $\mu\text{g/g}$ in mature milk while the estimated iron intake of infants was 271, 255 and 259 $\mu\text{g/day}$, respectively. The content of copper in the milk was 0.45 $\mu\text{g/g}$ in colostrum, 0.43 $\mu\text{g/g}$ in transitional milk and 0.33 $\mu\text{g/g}$ in mature milk while the estimated copper intake of infants was 210, 229 and 220 $\mu\text{g/day}$, respectively. The content of zinc in the milk was 5.24 $\mu\text{g/g}$ in colostrum, 3.70 $\mu\text{g/g}$ in transitional milk, 2.93 $\mu\text{g/g}$ in mature milk while the estimated zinc intake of infants was 2452, 1968, and 1949 $\mu\text{g/day}$, respectively. These results suggest that copper and zinc intake of infants are met to RDA but iron is not.

Key words : Iron, copper, zinc content, human milk, intake.

서론

모유영양은 영양학적인 면, 면역학적인 면, 그리고 정서적인 면에서 인공영양보다 더 유익하다(Worthington-Roberts & Williams 1993, Ogra & Ogra 1978). 모유수유의 영양학적, 생리학적 의의를 이해하는 것은 수유부로부터 영아에게 옮겨지는 모유성분과 양에 관한 지식이 요구되고, 그 지식은 모유의 조성과 모유의 분비량 또는 섭취량의 측정으로부터 유도되어야 한다(Neville 1987). 모유영양에 영향을 미치는 중요한 인자라고 할 수 있는 분비량과 그 조성은 수유단계에 따라 변화를 받므로 모유영양아의 영양학적 평가를 위해서는 수유단계에 따른 모유의 성분과 섭취량 측정이 중요하다

(Worthington-Roberts & Williams 1993, Blance 1981, Whitehead 1983). 모유영양아의 경우 6 개월까지의 모유에 의존도가 크고, 특히 3 개월까지의 모유영양에 완전히 의존하기 때문에 수유단계별 모유섭취량과 그 성분함량은 수유부와 영아의 영양권장량 책정을 위한 기초 자료가 된다. 이러한 자료는 그 나라, 그 지역에서 고유의 식생활을 하는 민족이나 국민을 대상으로 한 자료가 필요하다. 그러므로 본 연구실에서는 한국인 모유분비량과 영아의 섭취량, 에너지, 단백질, 지방질, lactose, Ca, P, Mg, 비타민 A 등에 관하여 보고해왔다(Kim & Lee 2002, Lee et al 1997, Lee & Kim 1998). 그러나 미량무기질에 대한 연구는 아직 부족한 편이다.

모유 중 미량무기질에 관한 보고 중 철, 구리, 아연에 대한 보고를 보면 Yang et al(1995)이 인천지역 수유부 20명을 대상으로 7일째의 이행유와 30일째 성숙유의 셀레니움과 아연 함량에 대해, Kim & Keum(1999)이 인천지역 수유부 20명을 대상으로 7일째부터 3개월까지의 아연분비량과 모유영양아의 아연 섭취량에 대해, Lee et al(2000)이 속초지역 모유영양아 27명의 15일째부터 5개월까지의 아연과 구리섭취량에 대

* The present study was conducted by research of Dankook University in 2003.

¹⁾ : 현재 경희대학교 임상영양연구소

[†] Corresponding author : Eul-Sang Kim, Tel : 02-709-2427, E-mail : eskim@dankook.ac.kr

해, Choi et al(1999)이 1, 2, 3 개월제의 서울지역 6명의 모유 영양아와 19명의 인공영양아의 철분과 아연섭취상태에 관해 보고하였고, Bai et al(1996)이 2개월 된 서울지역 47명의 모유영양아와 12명의 혼합영양아에 대해 철, 아연, 구리에 대한 섭취량을, Lee et al(1995)이 22명의 조산모와 17명의 정상모 초유의 철, 아연, 구리에 대하여 보고한 바 있다. 또한 Choi et al(1991)은 서울지역 21명 모유의 초유, 이행유, 성숙유에 대하여 보고한 바 있다. 그러나 지금까지 보고된 연구에서 초유부분에 연구가 부족하고, 시료수의 부족이나 지역별 조사의 부족함이 있다고 생각된다.

본 연구에서는 수유초기 2, 3, 4, 5, 6, 7일째까지의 초유와 15일째의 이행유, 30일째까지의 성숙유에서 철, 구리, 아연의 함량을 측정하고, 모유 영양아에서 그 섭취량을 추정함으로써 모유중 철, 구리, 아연의 영양상태를 파악하고, 영양권장량 책정, 유 가공 산업에서의 조제분유 및 이유식 제조, 의학 및 영양학교육의 기초 자료를 제공하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

서울시내 R종합병원 산부인과에서 산전 진료를 받는 임신부 중 본 연구의 취지를 이해하고, 협조에 응한 임신부중 분만을 위해 입원한 25명의 산모들이었다. 모유실험에서 초유를 얻는 것은 여러 가지 어려움이 있으므로 본 연구에서는 분만 후 1주일 정도 입원이 가능하고, 입원 중에 대부분 모유를 먹이지 않는 사람을 대상으로 하였다. 모유의 채유는 멸균증류수로 적신 탈지면으로 유방을 닦고, 미리 4 M 질산에 하룻밤 방치 후 씻고 탈 이온수로 충분히 헹구어 말린 폴리에틸렌 병에 오전 10~12시에 손으로 짜서 채유하였다. 채유 후 즉시 마개를 하여 -18℃ 냉동실에 넣어 얼리고, 그 다음 실험실로 옮겨 분석 시까지 -70℃에서 보관하였다. 수유부들의 나이는 28.8 ± 3.6 (22~38)세였고, 신장은 158.2 ± 2.3 cm, 분만 직전 체중은 65 ± 2 kg이었고, 분만 횟수는 초산이 20명, 경산이 5명이었으며 모두 임신 38~41주에 분만하였고, 분만 형태는 정상자연분만 3명, 유도분만 3명 및 제왕절개술이 19명이었다. 신생아는 체중 3.25 ± 0.39 (2.61~4.12) kg, 신장 49.3 ± 1.8 (46.0~53.0) cm로 모두 정상이었다. 모유 분비의 개시는 분만 후 2일째 7명이, 3일째는 16명이, 그리고 4일째 2명이었다. 2일째에 모유가 분비된 산모는 자연분만 2명, 유도분만 2명 및 제왕절개가 3명이었다. 분만 후 15일째와 30일째는 하루 전에 영양사가 전화를 해서 협조를 부탁한 후 모유시료를 수집하였다. 초유, 이행유, 성숙유로 나누는 것은 초유는 분만 후 7일까지의 모유로 하였다. 분만 후 15일의 모유는 성숙유로 취급하기도 하지만 본 연구실에서 오랫동안 모유분비

량과 성분함량에 관하여 연구하면서 보면 15일까지는 분비량이 아직 이행기에 있고 다른 성분들도 안정되지 않은 상태인 것을 알게 되었다. 그러므로 분만 후 15일의 모유는 이행유로, 30일의 모유는 성숙유로 하여 정리하였다.

2. 모유의 철, 구리, 아연의 정량과 섭취량 추정

모유의 철, 구리, 아연의 측정은 냉동 보관된 모유시료를 해동시킨 후 균질화하여 습식법(wet-digestion)으로 전 처리한 후 원자흡광 광도계(IL-551, Hitachi AAS)로 분석하였다. 즉 50 mL 파이렉스 비커에 모유 5 mL를 취하여 칭량하고 질산 3 mL, 과염소산 2 mL를 가하여 Hot plate 상에서 140~160℃로 가열하여 유기물을 분해시켜 전보(Lee et al 2000, Kim & Keum 1999)에서와 같이 정량하였다. 이 때 파장은 철, 구리, 아연 각각 248.3, 324.7, 213.9 nm에서 분석하였다. 실험에 사용한 모든 초차 기구는 오염방지를 위해 4 M 질산에 하룻밤 방치한 후 중성세제로 씻고 초순수로 3회 이상 헹구어 사용하였다. 섭취량 추정은 본 연구실에서 7일, 15일, 30일에 측정했던 모유섭취량을 기간별로 평균하여 본 연구에서 측정된 철, 구리, 아연의 함량을 곱하여 추정하였다. 본 연구에서 초기초유는 영아가 거의 섭취하지 않아 해당영아의 섭취량이라고 하기에는 문제가 있으나 15일과 30일은 해당 영아가 섭취했고, 다른 영아들의 섭취량을 추정하기 위해서도 이러한 것은 필요하기 때문에 여기에서는 추정섭취량이라고 하였다.

3. 통계처리

분석된 모든 자료는 SAS 프로그램을 이용하여 평균치와 표준편차를 구하고, 분산분석을 행한 후 초유, 이행유, 성숙유간의 유의성은 Duncan의 multiple range test로, 기간별 모유의 철, 구리, 아연의 함량 변화와 상호간의 상관관계는 Pearson의 상관분석을 행하여 $\alpha=0.05$ 에서 유의수준을 정하였다.

결과 및 고찰

1. 모유 중 철, 구리, 아연 농도의 수유기간별 변화와 초유, 이행유, 성숙유 중의 함량

모유 중 철, 구리, 아연 농도의 수유기간별 변화는 Fig. 1에서와 같이, 철과 구리는 수유기간의 경과와 함께 감소하는 경향이었으나 유의성은 없었고, 아연은 유의하게 감소하였다($p=0.001$). 초유, 이행유, 성숙유의 철, 구리, 아연 함량은 수유부에 따라 모유분비 시작일이 2~3일간의 차이가 있으므로 분만 후 7일 째에도 모유분비로부터는 초유에 해당하고, 분비 초기에 날짜별 차이가 없고, 자연분만 3명, 유도분만 3명

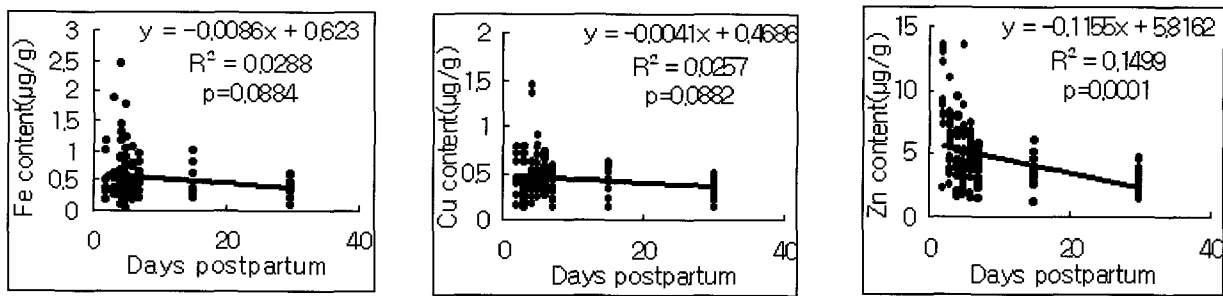


Fig. 1. Relationship between days postpartum and Fe, Cu and Zn content of breast milk.

이라 철, 구리, 아연의 함량이 차이가 없어, 분만후 7일까지의 모유를 모두 합하여 초유로 하고, 15일째를 이행유, 30일째를 성숙유로 하여 비교하였다(Table 1). 모유 중 철과 구리는 초유, 이행유, 성숙유 간에 유의한 차이가 없었으나 아연은 초유에서 이행유와 성숙유에 비하여 유의하게 높았다($p < 0.05$). 이행유는 성숙유보다 높은 경향이었으나 유의하지는 않았다.

철의 함량은 수유기간에 따라 감소하는 경향을 보이거나 유의성은 없었다($p = 0.084$). 다른 보고들과 비교해 보면 Choi et al(1999)은 6명의 모유에서 1, 2, 3개월에 철과 아연 함량을 보고하였는데 같은 기간인 1개월째 함량($2.04 \pm 0.50 \mu\text{g/g}$)이 본 연구에서의 함량($0.39 \pm 0.17 \mu\text{g/g}$)보다 상당히 높으나 기간별 차이는 없었고, Ahn(1995)과 Choi et al(1991)의 초유, 이행유, 성숙유에서 0.33, 0.31, 0.21 $\mu\text{g/mL}$ 으로 수유기간에 따라 감소하는 것을 보고하였으며, 본 연구의 초유, 이행유, 성숙유에서 함량이 더 높았다. 또한 Lee et al(1995)의 성숙유에서 1.7 $\mu\text{g/g}$ 도 본 연구결과보다 아주 높은 편이다. 외국에서 보고된 모유의 철분함량은 0.5~1.0 $\mu\text{g/mL}$ (Butte 1987, Franson & Lonnerdal 1980, Picciano & Guthrie 1976, Vaughan et al 1979)이었다. Choi et al(1999)이 모유 중 철 함량이 높은 것을 철분

보충제 섭취여부를 확인하지는 않았으나 Picciano & Guthrie (1976)와 Franson & Lonnerdal(1980)은 수유부의 식이에 무기질을 첨가하거나 수유부의 철분영양상태에 따라 모유내 무기질 함량에 차이가 없다는 보고에 따라 철분제 섭취의 영향 때문이 아니라고 하였다. 또한 Franson & Lonnerdal(1980)의 보고에서는 수유에 따라 철 농도가 증가하는데 그 이유는 많은 양의 철과 지방분획과의 관련성 때문일 것이라고 하였다. 이러한 보고들로부터 그들은 철 함량이 높은 이유가 채유시기가 일정하지 않았던 때문일 것이라 하고, 따라서 모유 중 철 함량과 채유시기에 대한 연구가 필요하다고 하였다. Siimes et al(1979)은 27명의 수유부에서 0~9개월까지의 모유 중 철 함량은 수유기간별 0.6에서 0.3 $\mu\text{g/mL}$ 로 감소하는 것을 보고하였고, Finley et al(1985)은 첫 6개월 동안 철 농도가 유의하게 감소하였는데 1~3개월 사이에 매우 감소했고, 2개월 후에는 통계적으로 유의한 감소가 없어서 철의 농도는 모유에서 2개월경부터 안정되는 것으로 보인다고 보고하였다. 이러한 수유기간별 철의 함량변화가 감소한다거나 감소하지 않는다는 결과는 수유부의 영양 상태나 측정 인원수에 따라서 차이가 있을 것으로 생각된다.

모유의 구리함량도 본 연구에서 수유기간에 따라 감소하는 경향을 보이거나 유의차는 없었다($p = 0.0882$). 국내의 모유 중 구리함량은 0.11~0.79 $\mu\text{g/mL}$ 로 수유기간에 따라 그 함량이 감소하였다(Cho & Kim 1987, Han et al 1987, Kim et al 1985). Lee et al(2000)은 수유 15일과 30일에 각각 0.61과 0.46 $\mu\text{g/g}$ 으로 유의하게 감소하였고, 본 연구의 0.43과 0.33 $\mu\text{g/g}$ 보다 높았다. 그러나 Ahn(1995)과 Choi et al(1991)은 초유, 이행유, 성숙유에서 각각 0.21, 0.34, 0.27 $\mu\text{g/mL}$ 로 본 연구의 결과에서보다 낮았고, 기간에 따라 차이가 없음을 보고하였다. 외국의 모유 중 구리함량을 보면 Stearns(1939)은 0.21~0.28 $\mu\text{g/mL}$, Vaughan et al(1979)는 0.43 $\mu\text{g/mL}$, Williams(1961)는 0.4 $\mu\text{g/mL}$, Lonnerdal(1981)은 0.2~0.3 $\mu\text{g/mL}$, Vuori & Kuitunen (1979)는 0.32 $\mu\text{g/mL}$, Casey(1985)는 0.41 $\mu\text{g/mL}$ 으로 보고하였다.

모유 중 아연 농도는 수유기간에 따라 유의하게 감소하였

Table 1. Fe, Cu and Zn content of breast milk ($\mu\text{g/g}$)

	Colostrum (n=92)	Transitional milk (n=12)	Mature milk (n=10)
Fe	0.58 ± 0.41^a (0.05~2.46)	0.48 ± 0.27^a (0.22~1.00)	0.39 ± 0.17^a (0.11~0.63)
Cu	0.45 ± 0.22^a (0.13~1.44)	0.43 ± 0.15^a (0.13~0.63)	0.33 ± 0.11^a (0.13~0.48)
Zn	5.24 ± 2.61^a (1.3~13.5)	3.70 ± 1.07^b (1.1~6.0)	2.93 ± 0.98^b (1.3~4.8)

Mean \pm SD, () : Range.

^{a,b} : Values with different letters in the row are significantly different ($p < 0.05$).

는데 이러한 보고는 이전의 연구들에서도 보고된 바 있다. 즉 초유에서 농도가 가장 높고 이행유, 성숙유로 되면서 감소하였다. Yang et al(1995)은 7일째 모유와 60일째 모유에서 아연 함량은 60일째 모유가 유의하게 낮다고 보고하였고, Kim & Keum(1999)은 인천지역 모유의 기간별 아연함량이 7, 15, 30, 60, 90일로 진행되면서 유의하게 감소된다고 보고하였다. Lee et al((2000)도 수유 15일째부터 5개월까지 조사에서 기간에 따라 감소함을 보고하였다. 또한 Ahn(1995)과 Choi et al(1991)도 초유, 이행유, 성숙유로 가면서 유의하게 감소한다고 보고하였다. 그러나 Choi et al(1999)은 6명의 모유에서 1, 2, 3개월에 아연의 함량은 본 연구보다 낮으면서 기간별 차이는 보이지 않았다. 이러한 차이는 아마도 대상자의 차이도 있지만 시료수의 차이에 기인하지 않을까 생각된다. 외국의 경우를 보면 Feeley et al(1983), Casey et al(1989)도 수유기간에 따라 아연함량이 유의하게 감소한다고 보고하여 본 결과와 일치하였다. 서울에 거주하는 수유부를 대상으로 분만 후 1, 6, 12주의 모유 중 아연함량을 연구한 Choi et al(1991)의 결과를 보면 분만 후 1주의 이행유에서 3.51 mg/L로 본 연구결과의 초유에 해당하므로 초유와 비교할 때 본 연구결과보다 낮으며, 분만 후 6, 12주의 성숙유에서도 각각 2.46, 2.33 mg/L로 본 연구에서 보다 낮게 나타났다. 미국 Georgia 주에 거주하는 수유부를 대상으로 연구한 이행유와 성숙유의 아연함량을 연구한 Feeley et al(1983)은 분만 후 4~7일의 이행유(본 연구의 초유에 해당)에서 5.2 mg/L, 분만 후 30~45일의 성숙유 2.90 mg/L로 보고하였다. 본 연구결과와 비교할 때 연구 대상의 수유기간에 다소 차이가 있기는 하나, 이행유와 성숙유 모두 본 연구 결과와 유사하다는 것을 알 수 있다. Choi et al(1991)의 국내 모유의 함량 연구와 비교해보면 출산 후 1, 2, 4주 짜 각각 3.51, 3.39, 2.46 mg/L로 시간이 경과함에 따라 감소하는 추세였지만 본 연구결과와 비교했을 때 감소의 폭이 적었다. 미국 Denver에 거주하는 수유부를 대상으로 분만 후 1개월 동안의 모유 중 아연함량을 연구한 Casey et al(1985)의 연구결과를 보면 분만 후 6~10일에서 4.74 mg/L, 분만 후 25~30일에서 2.95 mg/L로 나타나 마찬가지로 본 연

구결과와 거의 유사하였다. 방글라데시의 Chandpur에 거주하는 수유부를 대상으로 한 Simmer et al(1990)과 미국 Huston에 거주하는 수유부를 대상으로 한 Butte et al(1987)은 성숙유의 아연함량을 각각 1.25, 1.5 mg/L로 보고하여 본 연구결과 보다 낮게 나타났음을 알 수 있다. 미국의 제왕절개 수유부를 대상으로 한 Vaughan et al(1979)은 분만 후 1~3개월의 성숙유 중 아연함량을 1.6 mg/L로 보고하였으며, 미국의 Phensylvania 주에 거주하는 수유부를 대상으로 한 Picciano et al(1976)은 분만 후 6~13주의 성숙유에서 아연함량을 1.68 mg/L로 보고하여 본 연구결과에서보다 낮았다. 모유의 아연함량과 관련하여 연구된 사실들을 보면 수유기간별 모유의 아연함량 변화는 구리, 철분, 마그네슘, 망간에 비해 그 감소율이 가장 크며, 식이섭취량과 모유 중 함량과의 관계는 거의 없는 것으로 나타났으나(Feeley et al 1983, Vaughan et al 1979), Krebs et al(1985) Karra et al(1988)은 아연 보충제가 수유기간 증가에 따라 아연함량의 감소율을 줄여줄 수 있다고 보고하였다.

이러한 결과를 종합해볼 때 아연의 함량은 연구자나 지역 등에 따라 차이가 있으나 본 연구결과는 보고된 범위 내에 들어있음을 알 수 있고, 수유기간의 경과에 따라 감소하는 사실을 확인하게 된다.

2. 모유중의 철, 구리, 아연함량간의 상관

모유중의 철, 구리, 아연간의 상관관계를 보면 Fig. 2와 같으며 철과 구리 간에는 유의한 상관성이 인정되나($p=0.0174$) 구리와 아연 간에는 유의성이 인정되지 않았고($p=0.0762$), 철과 아연 간에는 유의성이 없었다. 이러한 결과는 철과 구리의 생체 내 기능과 역할로 볼 때 상호관련성이 크다는 점에서 다행한 일이라고 할 수 있다.

3. 수유기간별 영아의 철, 구리, 아연의 추정섭취량

한국인 영아의 모유 섭취량으로부터 계산한 초유, 이행유, 성숙유에서의 철, 구리, 아연의 추정섭취량은 Table 2에서와 같다. 우리나라에서 초유의 섭취량에 관한 보고는 없고, 7일

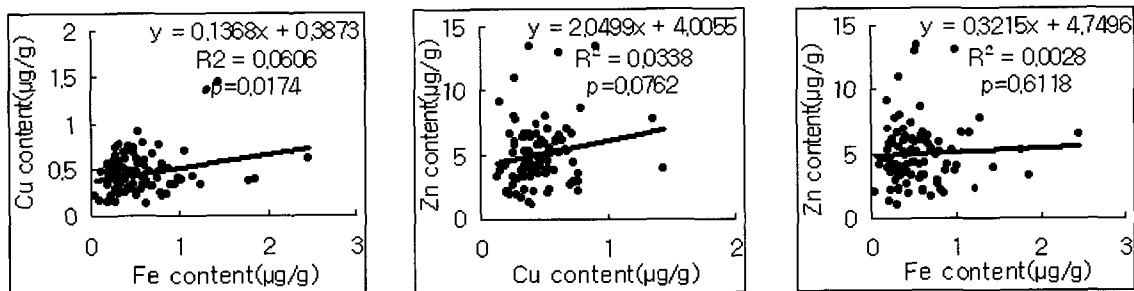


Fig. 2. Correlation between Fe, Cu and Zn content of breast milk.

Table 2. Estimated intake of Fe, Cu and Zn during the early periods of lactation ($\mu\text{g/day}$)

Days postpartum	Colostrum (n=92)	Transitional milk (n=12)	Mature milk (n=10)
Fe	271 \pm 19211) ^a (23~1151)	255 \pm 144 ^a (117~532)	259 \pm 113 ^a (73~419)
Cu	210 \pm 103 ^a (61~674)	229 \pm 80 ^a (69~335)	220 \pm 73 ^a (87~1319)
Zn	2452 \pm 1222 ^a (608~6318)	1968 \pm 569 ^b (585~3192)	1949 \pm 652 ^b (865~3192)

Mean \pm SD, () : Range.

¹⁾ : The estimation of Fe, Cu and Zn intake were calculated from the Fe, Cu and Zn content of breast milk and the mean milk intake of infants.

^{a, b} : Values with different letters in the row are significantly different ($p < 0.05$).

이후의 섭취량만 보고되어 있다. 그러나 연구대상에서 설명한 바와 같이 분만 후 7일까지 모유 섭취량을 초유로 하여 철, 구리, 아연의 섭취량을 추정하였다. 분만 후 7일째와 15 및 30일째 한국인 영아의 모유섭취량에 대한 본 실험실에서 보고치(Kim & Keum 1999, Lee & Kim 1991, Seol et al 1993)를 모두 평균하여 Table 3에 나타내었다. 모유섭취량은 30일째까지 유의하게 수유기간에 따라 증가한다.

영아의 1일 철 섭취량은 초유, 이행유, 성숙유에서 Table 2에서와 같이 271, 255, 259 μg 으로 유의한 차이가 없었다. Choi et al(1999)은 모유영양아가 1, 2, 3개월 평균해서 1.6 \pm 0.7 mg/day이고, 인공영양아는 8.4 \pm 2.3 mg/day이라고 하여 본 연구결과보다 대단히 높지만 이는 철 함량이 대단히 높았던 것이 원인으로 생각된다. Choi et al(1991)은 6~7주된 모유영양아가 0.19 mg/day 이라고 보고했고, Butte et al(1984)은 2개월의 모유영양아가 0.15 mg/day을 섭취한다고 하여 본 연구결과보다 낮았다. 우리나라의 영양권장량(KRDA 2000)에서는 0~4개월 된 모유영양아에서 하루에 2 mg을, 조제분유

영양아에서 6 mg의 철을 섭취하도록 권장하고 있다. 정상 분만아들의 출생 시 체내철분 축적량은 생후 4~6개월까지는 다른 철분 공급이 없이 모유만으로도 만족스러운 헤모글로빈 수준을 유지할 수 있다고 보고(Shiles et al 1994)되었으며, 조제분유 제조 시의 기준이 모유의 영양성분이고, 이 시기에 가장 바람직한 영양공급원은 모유라는 점을 고려해볼 때, 본 연구는 조제분유 제조에 참고가 될 것이다.

영아의 1일 구리 섭취량은 초유, 이행유, 성숙유에서 Table 2에서와 같이 210, 229, 220 μg 으로 유의한 차이가 없었다. Lee et al(2000)은 속초지역 모유영양아에서 수유 5개월까지의 섭취량을 보고했는데 본 연구와 같은 기간을 비교해 보면 15일과 30일에 각각 323과 283 $\mu\text{g/day}$ 로 본 연구결과보다 높았는데 이는 모유중 구리함량과 모유섭취량이 본 연구에서 보다 높기 때문으로 생각된다. Casey et al(1985)은 분만 후 매일 섭취한 량을 1개월간 환산하여 0.25 mg이라 하였다. Feeley et al(1983)도 모유 중 함량을 토대로 영아가 충분한 양을 섭취했을 때 0.11 mg/day라고 하였다. Salmenpera et al(1986)은 완전모유영양아에서 구리결핍증세를 발견할 수 없었는데 수유부에게 구리를 보충하여도 모유의 구리농도에 영향을 미치지 못하였고, 영아의 혈청 중 ceruloplasmin은 모유의 농도에 독립적이라고 하였다. 우리나라는 아직 구리 권장량이 설정되어 있지 않으나, 외국의 권장량을 살펴보면 영국인(KRDA 2000)의 경우 0~3개월 0.2 mg/day, 4~6개월 0.3 mg/day이고, 일본(KRDA 2000)의 경우 0~5개월 0.3 mg/day를 권장하고 있다. 이로서 완전모유영양아의 구리섭취량은 외국의 영양권장량에 비하여 충분한 수준으로 섭취하고 있음을 알 수 있다. 완전모유영양아의 영양권장량 책정 및 조제분유와 이유식산업에 도움이 되리라 생각된다.

영아의 1일 아연 섭취량은 초유, 이행유, 성숙유에서 2.45, 1.97, 1.95 μg 으로 모유 섭취량이 기간에 따라 증가함에도 아연의 섭취량이 이행유와 성숙유에서 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 그 섭취량은 Kim & Keum(1999)의 인천지역 수유부에서 수유 7, 15, 30일에 1.80, 1.69, 1.45 mg/day보다는 높았고, Lee et al(2000)의 속초지역 수유부에서 15, 30일에 2.13, 1.91 mg/day과는 유사하였다. Choi et al(1999)의 1개월 모유로부터 2.3mg/day 섭취와 Choi et al(1991)의 연구에서 출생후 6~7주째 아연섭취량은 2.10 mg/day을 섭취하는 것으로 나타났다. Casey et al(1989)의 연구에서는 1개월 영아의 1일 아연 섭취량을 2 mg/day로 보고하였고, Feeley et al(1983)의 연구에서 신생아기 아연 섭취량은 체중 당 0.52 mg/day를 섭취하고 있었다. 제7차 한국인 영양권장량에서 0~4개월 모유영양아의 아연권장량은 2 mg/day로 본 연구결과는 권장량을 만족시킨다. 아연섭취량이 약간씩 차이가 나는 것은 영아의 모유섭취량과 모유의 아연농도의 차이에 기인되는 것으로

Table 3. Breast milk intake of infants[§]

Days postpartum	7	15	30
g/day	468 \pm 159 ^{1)a}	532 \pm 140 ^b	665 \pm 169 ^c
n	48	113	113

Mean \pm SD

¹⁾ : These data are mean value of data reported in our laboratory.

^{a,b,c} : Values with different letters in the row are significantly different ($p < 0.05$).

생각된다. 조제유영양아의 아연권장량 4 mg의 50~60% 수준이다.

본 연구에서는 초유를 수유하는 수유부의 모유는 영아가 섭취하도록 하기 위해 수집하지 않았다. 그러므로 제왕절개술을 받은 수유부가 19명이나 되었고 그 외 수유부 6명도 초유를 수유하지 않는 대상으로 하였다. 이로 인하여 초유분비시기가 약간 지연되었을 가능성과 철, 구리, 아연함량에 영향을 미쳤을 가능성을 배제할 수 없다고 생각된다. 또한 수유부의 사회경제적 상태와 식품 섭취상태 등이 충분히 고려되지 못한 점이 제한점이 될 수 있다. 그러나 이러한 결과들로부터도 영아의 수유를 통한 철, 구리, 아연의 섭취량을 계산할 수 있고, 이러한 연구가 식이섭취량과 함께 지역적으로 더 연구되어 자료가 모일 때 권장량을 위한 기초 자료로서의 활용이 기대된다.

요약 및 결론

본 연구는 분만 후 7일째까지의 초유와 15일째의 이행유, 30일째까지의 성숙유에서 철, 구리, 아연의 함량을 측정하고, 모유 영양아에서 그 섭취량을 추정함으로써 모유중 철, 구리, 아연의 영양상태를 파악하고자 하였다. 연구 대상은 서울시내 R종합병원 산부인과에서 산전 진료를 받는 임신부 중 본 연구의 취지를 이해하고, 협조에 응한 임신부중 분만을 위해 입원한 25명의 산모들이었다. 수유부들의 나이는 28.8 ± 3.6 세였고, 신장은 158.2 ± 2.3 cm, 분만 직전 체중은 65 ± 2 kg이었고, 신생아는 체중은 3.25 ± 0.39 kg, 신장은 49.3 ± 1.8 cm로 모두 정상이었다. 모유의 철, 구리, 아연의 측정은 균질화 하여 습식법(wet-digestion)으로 전 처리한 후 원자흡광 광도계로 분석하였다.

모유 중 철, 구리, 아연 농도의 수유기간별 변화는 철과 구리는 수유기간의 경과와 함께 감소하는 경향이었으나 유의성은 없었고, 아연은 유의하게 감소하였다($p=0.001$). 모유 중 철 함량은 초유, 이행유, 성숙유에서 0.58, 0.48, 0.39 $\mu\text{g/g}$ 으로 분만 후 기간에 따라 감소하는 경향이거나 유의한 차이는 없었고, 추정섭취량은 271, 255, 259 $\mu\text{g/day}$ 이었다. 모유 중 구리 함량은 초유, 이행유, 성숙유에서 0.45, 0.43, 0.33 $\mu\text{g/g}$ 으로 분만 후 기간에 따라 감소하는 경향이거나 유의한 차이는 없었고, 추정섭취량은 210, 229, 220 $\mu\text{g/day}$ 이었다. 모유 중 아연 함량은 초유, 이행유, 성숙유에서 5.24, 3.70, 2.93 $\mu\text{g/g}$ 으로 분만 후 기간에 따라 유의하게 감소하였고($p<0.05$), 추정섭취량은 2452, 1968, 1949 $\mu\text{g/day}$ 이었다. 본 연구결과로부터 구리와 아연은 모유로부터 권장량수준을 섭취할 수 있으나, 철은 모유로부터 권장량수준을 맞추기에 어렵다고 생각된다.

앞으로 수유부의 사회경제적 상태와 식이 섭취상태, 지역

별, 분만형태별, 성장상태별 그리고 모유영양아와 조제분유 영양아의 모유 및 조제분유 섭취량과 모유 및 조제분유 중 미량무기질함량의 연구가 필요하다고 생각된다. 이러한 연구가 축적될 때 권장량을 위한 중요한 기초 자료로서의 활용될 것이다.

문헌

- Ahn HS (1995) Nutritional needs and assessment of normal infants. *Korean J Nutrition* 28: 190-216.
- Bai HS, Lee DH, Ahn HS (1996) Nutrient intakes of infants according to feeding pater at 2 month age. *Korean J Nutrition* 29: 77-88.
- Blance B (1981) Biochemical aspects of human milk-comparison with bovine milk. *Wld Rew Nutr Diet* 36: 1-8.
- Butte NF, Garza C, Smith EO'B, Nichols BL (1984) Milk and mineral intake of 45 exclusively breast-fed infants. *Fed Proc* 43: 667-672.
- Butte NF, Garza C, Smith EO'B, Wiils C, Nichols BL (1987) Micro- and trace-mineral intakes of exclusively breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 45: 42-48.
- Casey CE, Hambridge KM, Neville MC (1985) Studies in human lactation: zinc, copper, manganaseand chromium in human milk in the first milk of lactation. *Am J Clin Nutr* 41: 1193-1200.
- Casey CE, Neville MC, Hambridge KM (1989) Studies in human lactation: secretion of zinc, copper and manganese in human milk. *Am J Clin Nutr* 49: 773-785.
- Cho YS, Kim DS (1987) Studies on the concentrations of essential trace elements in breast milk. *Korean J Sanitat* 3: 39-47.
- Choi K, Mo S, Choi H, Koo J (1999) A longitudinal study of the iron and zinc intakes of Korean infants from 1 to 3 months-breast-fed vs Formula-fed infants. *Korean J Community Nutrition* 4: 30-36.
- Choi MG, Ahn HS, Moon SJ, Lee MJ (1991) A study on iron, zinc and copper contents in human milk and trace element intakes of breast-fed infants. *Korean J Nutrition* 24: 442-449.
- Feeley RM, Eitemniuller RR, Jones JB, Banhart H (1983) Calcium, phosphorus and magnesium contents of human milk during early lactation. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2: 262-267.
- Finley DA, Lönnerdal B, Dewey KG, Grivetti LE (1985)

- Inorganic constituents of breast milk from vegetarian and nonvegetarian women: Relationships with each other and with organic constituents. *J Nutr* 115: 772-781.
- Franson GB & Lonnerdal B (1980) Iron in human milk. *J Pediatr* 96: 380-384.
- Han SW, Cho YS, Cho TW, Choi KS, Jung SW, Kim DS, Cho JH, Sim EK (1987) A study on the trace metal content in breast milk of Korean. *Pediatrics* 28: 305-313.
- Karra MV, Kirksey A, Galal O, Bassily NS, Harrison GG, Jerome NW (1988) 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.
- Kim ES, Keum HK (1999) A longitudinal study on zinc secretion of lactating women and zinc intake of breast-fed infants. *Korean J Nutrition* 32: 75-82.
- Kim ES, Lee JS (2002) A longitudinal study on energy, protein, fat and lactose intakes of breast-fed infants. *Korean J Nutrition* 35: 771-778.
- Kim HY, Ahn HY, Choi YY, Hwang TJ, Sohn C (1985) Zinc and copper concentrations in human milk. Korean lactating women. *Report of NIER Korea* 9: 257-265.
- Krebs NF, Hambidge KM, Jacobs MA, Rasbach JO (1985) 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.
- Lee JS, Kim ES (1991) : A longitudinal study on human milk volume and lactational pattern. *Korean J Nutrition* 24: 48-57.
- Lee JS, Kim ES (1998) : Study on vitamin A intake of breast-fed infants during the first 5 months of lactation. *Korean J Nutrition* 31: 1433-1439.
- Lee JS, Lee YN, Kim ES (2000) Study on zinc and copper intakes of breast-fed infants. *Korean J Nutrition* 33: 757-863.
- Lee YN, Lee JS, Kim ES (1997) Changes on calcium, phosphorus and magnesium content of breast milk during lactation. *Korean J Nutrition* 30: 1018-1024.
- Lee YW, Moon SJ, Lee MJ, Moon HN, Hong SJ (1995) A comparative study on the composition of preterm and fullterm human milk in colostrum. *Korean J Nutrition* 28: 127-136.
- Lönnerdal B (1981) Milk trace elements. *Ann Rev Nutr* 1: 151-173.
- Neville MC (1987) Measurement of milk transfer from mother to breast-fed infant. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 6: 659-662.
- Ogra SS, Ogra PL (1978) Immunologic aspects of human colostrum and milk. *J Pediatrics* 92: 546-549.
- Picciano MF, Guthrie MA (1976) Copper, iron and zinc contents of mature human milk. *Am J Clin Nutr* 29: 242-254.
- Salmenperä L, Perheentupa J, Siimes MA (1986) Exclusively breast-fed healthy infants grow slower than reference infants. *Pediatric Research* 19: 307-312.
- Seol MY, Kim ES, Keum HK (1993) A longitudinal study on human milk intake in exclusively breast-fed infants. *Korean J Nutrition* 26: 414-422.
- Shils ME, Olson JA, Shike M (1994) Modern nutrition in health and disease, 8th eds. Lea and Febiger, Philadelphia. p 740-758.
- Siimes MA, Vuori E, Kuitunen P (1979) Breast milk iron-A declining concentration during the course of lactation. *Acta Paediatr Scand* 68: 29-31
- Simmer K, Ahmed S, Carlsson L, Thompson RPH (1990) Breast milk zinc and copper concentrations in Bangladesh. *Br J Nutr* 63: 91-96.
- Stearns G (1939) The mineral metabolism of normal infants. *Physiol Rev* 19: 415-438.
- The Korean Nutrition Society (2000) Recommended Dietary Allowances for Koreans(KRDA). 7th ed. Seoul Korea.
- Vaughan LA, Weber CW, Kemberling SR (1979) Longitudinal changes in the mineral content of human milk. *Am J Clin Nutr* 32: 2301-2306.
- Vuori E, Kuitunen P (1979) The concentrations of copper and zinc in human milk. *Acta Paediatr Scand* 68: 33-37.
- Whitehead RG (1983) Maternal diet, breast-feeding capacity, and lactational infertility. Food and Nutrition Bulletin Supplement 6, United Nations Univ. p 107.
- Williams HH (1961) Differences between cow's and human milk. *JAMA* 175: 104-107.
- Worthington-Roberts BS, Williams SR (1993) Nutrition in pregnancy and lactation. 5th ed. Mosby Inc, St. Louis, Missouri. p 347-396.
- Yang HR, Keum HK, Kim ES (1995) A study on the contents of selenium and zinc in human milk. *Korean J Nutrition* 28: 872-879.

(2004년 1월 17일 접수, 2004년 1월 30일 채택)