

한국인 수유부의 수유초기 이행유의 모유성분 분석과 영아의 섭취량 추정 연구*

최윤경¹ · 김나영¹ · 김지명² · 조미숙^{1,3} · 강봉수⁴ · 김유리^{1,3†}

이화여자대학교 임상보건과학대학원,¹ 신한대학교 식품조리과학부 식품영양전공,² 이화여자대학교 식품영양학과,³ 유투바이오⁴

Studies of nutrient composition of transitional human milk and estimated intake of nutrients by breast-fed infants in Korean mothers*

Choi, Yun Kyung¹ · Kim, Nayoung¹ · Kim, Ji-Myung² · Cho, Mi Sook^{1,3} · Kang, Bong Soo⁴ · Kim, Yuri^{1,3†}

¹Dept. of Clinical Nutrition, The Graduate School of Clinical Health Sciences, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea

²Food and Nutrition Major, Division of Food Science and Culinary Arts, Shinhan University, Uijeongbu 11644, Korea

³Department of Nutritional Science and Food Management, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea

⁴U2 Bio Co. Ltd., 68, Geoma-ro, Songpa-gu, Seoul 05755, Korea

ABSTRACT

Purpose: This study was conducted to examine the concentration of nutrients in transitional breast milk from Korean lactating mothers and to evaluate daily intakes of their infants based on the Dietary Reference Intakes for Koreans 2010 (KDRIs 2010). **Methods:** Breast milk samples were collected at 5~15 days postpartum from 100 healthy lactating Korean mothers. Macro- and micro-nutrients, and immunoglobulin (Igs) concentrations in breast milk were analyzed. **Results:** The mean energy, protein, fat, and carbohydrate concentrations in breast milk were 59.99 ± 8.01 kcal/dL, 1.47 ± 0.27 g/dL, 2.88 ± 0.89 g/dL, and 6.72 ± 0.22 g/dL. The mean linoleic acid (LA), α -linolenic acid (ALA), arachidonic acid (AA), and docosahexaenoic acid (DHA) concentrations were 181.44 ± 96.41 mg/dL, 28.15 ± 8.89 mg/dL, 5.67 ± 1.86 mg/dL, and 5.74 ± 2.57 mg/dL. The mean vitamin A, vitamin D, vitamin E, vitamin B₁, vitamin B₂, vitamin B₁₂, and folate concentrations were 2.75 ± 1.75 μ g/dL, 2.31 ± 1.12 ng/dL, 0.74 ± 1.54 mg/dL, 3.02 ± 1.84 mg/dL, 7.51 ± 20.96 μ g/dL, 61.78 ± 26.78 μ g/dL, 63.71 ± 27.19 ng/dL, and 0.52 ± 0.26 μ g/dL. The mean concentrations of calcium, iron, potassium, sodium, zinc, and copper were 20.71 ± 3.34 mg/dL, 0.59 ± 0.86 mg/dL, 66.71 ± 10.35 mg/dL, 27.72 ± 10.16 mg/dL, 0.44 ± 0.41 mg/dL, and 70.48 ± 30.41 μ g/dL. The mean IgA and total IgE concentrations were 61.85 ± 31.97 mg/dL and 235.00 ± 93.00 IU/dL. The estimated daily intakes of infants for protein, vitamin D, vitamin E, vitamin B₂, vitamin B₁₂, iron, potassium, sodium, zinc, and copper were sufficient compared to KDRIs 2010 adjusted by transitory milk intakes. The estimated infants' intakes of energy, fat, carbohydrate, vitamin A, vitamin C, vitamin B₁, folate, and calcium did not meet KDRIs 2010 adjusted by transitory milk intakes. **Conclusion:** In general most estimated nutrient intakes of Korean breast-fed infants in transitory breast milk were sufficient, however some nutrient intakes were not sufficient based on KDRIs 2010. These results warrant conduct of future studies for investigation of important dietary factors associated with nutrients in breast milk to improve the quality of breast milk, which may contribute to understanding nutrition in early life and promoting growth and development of breast-fed infants.

KEY WORDS: breast milk, concentration, intakes, infants

서 론

모유는 생후 1년간 아기에게 필요한 영양을 공급하는 최적의 영양공급원이며 인공영양에 비해 영양학적, 면역학적, 그리고 정서적인 면에서 더 유익하다고 알려져 왔다.¹

모유수유를 받는 영아는 인공영양을 공급받는 영아보다 이환율과 사망률이 낮았으며,² 모유에 포함되어 있는 여러 영양소와 면역물질들은 영아의 성장 발달에 적합하고, 소화기와 호흡기의 감염, 알레르기 질환을 방어하며,³ 성인기 이후에도 심장병, 고혈압, 당뇨병과 같은 만성 질병의

Received: September 10, 2015 / Revised: October 21, 2015 / Accepted: December 3, 2015

*This research was supported by U2 Bio Co. Ltd.

†To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-2-3277-4485, e-mail: yuri.kim@ewha.ac.kr

© 2015 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

발생을 지연시킨다고 알려져 있다.⁴ 신생아기는 출생 후 자궁 외 환경에 적응하기 위한 생리적 적응이 완성되고, 모체로부터의 적절한 영양공급으로 신장과 체중 증가 등 성장과 발달이 이루어지는 중요한 시기이므로, 모유 속 영양 성분을 정확하게 파악하는 것이 영아의 적절한 영양 공급에 도움이 될 수 있다.⁵

모유의 단백질은 카제인 (casein)이 적어서 카제인 침전 물질 (casein curd)의 생성이 미세하고 부드러운 소화가 잘되며 필수 아미노산의 조성이 영아의 영양에 적합하다.⁶ 또한 모유의 단백질에는 성장인자 (growth factor) 등을 함유하고 있어 영아의 성장 발육을 촉진한다.⁷ 모유의 성분 중 지방은 모유영양아의 주된 에너지원이 될 뿐만 아니라 필수 지방산, 지용성 비타민 및 콜레스테롤의 공급원이 되며,⁸ 지능지수와 뇌 성장, 특히 뇌 백색질의 발달에 영향을 미친다.⁹ 특히 모유 속에는 긴 사슬 불포화 지방산인 도코사헥사에노산 (docosahexaenoic acid, DHA)과 아라키돈산 (arachidonic acid, AA)이 포함되어 있어, 모유 영양을 받는 신생아시기에 뇌 안에서 그 농도를 급속히 증가 시키며 면역, 시각, 인지능력 발달에 도움을 주는 것으로 보고되고 있다.¹⁰

모유 속 무기질은 영아의 성장발달에 중요한 역할을 담당하며, 면역물질과 상호작용하는 것으로 알려져 있다. 모유 속에는 칼슘이 풍부하여 골격발달을 도우며, 모유는 우유에 비하여 철과 아연 함량이 낮으나 이용률은 훨씬 높다.¹¹ 또한 모유에는 면역 물질인 락토페린 (lactoferrin), 라이소자임 (lysozyme), 분비성 면역글로블린 A (secretory Immunoglobulin A, sIgA), 면역글로블린 E (Immunoglobulin E, IgE) 등이 많이 함유되어 있어 질병으로부터 아기를 보호한다고 알려져 있다. 모유 내의 sIgA는 병원성 미생물이 장 점막에 부착되지 못하게 하며, 세균 독소와 결합하여 중화시키고 항체 의존성 세포 파괴에도 관여하는 중요한 방어 인자이다. 또한 모유는 1형 당뇨병과 임파종의 발병을 줄인다는 보고도 있으며,¹² 아토피성 피부염, 천식의 발생률이 낮고 발생하더라도 경미하게 발병하며, 예방 효과가 수년간 지속되는 것으로 보고되는 등¹³ 모유수유는 아기에게 가장 우선 선택되어야 할 영양공급수단이다.

세계보건기구 (WHO) 모유수유가 영아의 건강한 성장과 발달을 위한 가장 이상적인 영양공급원이며, 생후 6개월까지 모유만 먹일 것을 권고하고 있다.¹⁴ 모유영양아의 경우 생후 6개월까지 모유의 의존도가 매우 크고, 특히 3개월까지는 전적으로 모유에 의존하므로 수유부에게서 영아에게 전달되는 모유 속 영양성분과 양을 확인하는 일은 매우 중요하다.¹⁵ 이러한 연구에서 분석된 결과는 수유부와 영아의 영양권장량 책정을 위한 기초자료가 되어 영아

의 성장과 발전을 위해 매우 큰 의미가 있다.¹⁶ 모유의 성분은 모체의 나이, 식이, 영양 상태, 생활 습관, 출산 후 시간, 출산 횟수, 분비량, 수유 시간뿐만 아니라 수유 단계에 따라 개인차가 큰 것으로 알려져 있다.¹⁷ 그러므로 모유연구에 있어서는 그 나라, 그 지역에서 고유의 식생활을 하는 민족이나 국민을 대상으로 한 자료가 필요한데,¹⁶ 외국의 경우 모유에 관한 여러 다양한 연구가 있어 왔으나 우리나라에서는 시료 채취상의 어려움으로 인하여 통합적인 모유 성분에 대한 연구는 부족한 실정이다. 모유는 통상적으로 분비시기에 따라 분만 후 5일 까지는 초유, 15일까지는 이행유, 그 이후로는 성숙유로 분류한다.¹⁸ 이행유는 출산 후 5일에서 15일 사이에 분비되는 모유로 초유에서 성숙유로 변화하는 과도기적 성격을 띠며 이 기간의 모유 속 영양소와 면역성분에 많은 변화가 일어나지만,^{1,18} 이행유 시기에 한국인 산모의 모유 성분을 알아본 연구는 매우 적다. 이에 본 연구에서는 이행유 시기 모유의 영양 성분을 분석하고 영아의 섭취량을 추정하여 우리나라 영아의 영양섭취기준에 적합한지 살펴봄으로써 모유수유아의 영양섭취 상태의 적절성을 파악하고자 하였다.

연구방법

연구대상

연구 대상자는 정상 만삭아를 출산하고 서울과 경기도에 소재한 5곳의 산후조리원에서 회복 중인 건강한 산모 중에서 이 연구의 목표를 이해하고 연구에 참여하기로 동의한 100명의 수유부들을 대상으로 2012년 6월부터 2014년 1월까지 자료를 수집하였다. 이들은 정상 만삭아를 출산한지 5~15일의 20~40대 여성들로 고혈압, 임신성 당뇨병 경력 등의 건강 문제가 없는 건강한 상태이었으며 모유수유 중인 산모들이었다. 참여자들은 연구의 취지와 방법에 대한 설명을 충분히 들은 후 서면 동의서를 작성하고 모유 샘플 제공을 약속하였다. 연구에 참여한 수유부들은 숙련된 연구자들의 도움을 받아 나이, 신체 계측치, 임신에서 출산 후 현재까지의 체중 변화, 분만 형태, 사회 경제학적 자료, 흡연, 음주, 미네랄 보충제 섭취, 그리고 출산한 아기의 정보 등 일반적인 특성 관련 설문지를 작성하였다. 본 연구는 이화여자대학교 생명윤리심의위원회 (institutional review board, IRB)의 심의를 거친 후 진행되었다 (심의번호: 2013-51-18).

시료의 채취

본 연구에 참여한 모든 수유부들은 설문지를 작성한 후 분만 후 5일에서 15일 사이 이행유에 해당하는 모유를 채

유하여 연구진에게 제공하였다. 산후 회복 중인 수유부들의 불편감을 최소화하고 영아들의 모유 섭취에 방해가 되지 않기 위해 채유 시간은 제한하지 않았으며, 수유부들은 산후조리원에서 전동유축기를 이용하여 착유한 후 20~50 mL의 모유를 제공된 폴리에틸렌 튜브에 담아 밀봉하여 즉시 연구진에게 전달하였고 샘플은 냉장기구를 이용하여 바로 연구실로 이동 후 영하 20도 이하의 냉동고에서 분석 시까지 보관되었다.

분석방법

에너지, 단백질, 지방, 탄수화물

모유 속 에너지, 단백질, 지방, 탄수화물 성분의 농도는 Miris-HMA-Human milk analyzer (MiRIS AB, Uppsala, Sweden)를 이용하여 분석하였다. 먼저 냉동 보관된 모유 샘플을 항온수조를 사용하여 천천히 해동하고, 해동된 모유를 40°C로 데워 위아래로 잘 섞이도록 한 다음 5 mL를 채취하여 분석기기에 주입한 뒤 분석 결과를 얻었다.

지방산

리놀렌산, 리놀렌산, 아라키돈산, DHA 등 지방산 성분을 분석하기 위해 모유 샘플을 200 µL 채취 후 메탄올과 클로로포름 (1 : 1) 용액을 2 mL 첨가한 후 혼합하여 원심 분리하였다. 상층액을 취한 후 heptatonic acid, 증류수, 클로로포름을 첨가해 다시 원심 분리한 후, 하층액을 취해 질소 가스로 건조하고 1 M의 HCl과 Hexane을 첨가하여 원심 분리하였다. 이 후, 상층액을 질소가스로 건조하고 hexane에 녹여 GC/MS (7890A GC system, Agilent, Waldbronn, Germany)로 분석하였다.

비타민

비타민 A, 비타민 E, 비타민 B₁ 그리고 비타민 B₂는 HPLC (high-speed liquid chromatography) 1260 series (Agilent, Waldbronn, Germany)를 이용하여 분석하였다. 비타민 A와 비타민 E를 분석하기 위해서 모유 샘플 200 µL 채취 후 침전시약을 25 µL 첨가 한 다음 30초간 vortex mixer를 이용하여 혼합한 후, 400 µL의 침전시약을 처리하고 다시 30초간 vortex mixer로 혼합한 뒤 원심 분리한 다음 상층액을 취하여 HPLC-UV로 분석하였다. 비타민 C 또한 모유 샘플 200 µL 채취 후 100 µL의 침전시약을 첨가 한 다음 10초간 vortex mixer를 이용하여 혼합하고, incubation 후 원심 분리한 다음 상층액을 취하여 HPLC-UV로 분석하였다. 비타민 B₁과 B₂를 분석하기 위해 모유 샘플 200 µL를 취한 다음 100 µL의 추출 buffer 처리 후 2초간 vortex mixer로 혼합한 후, 300 µL의 침전시약을 첨가한 다음

30초간 vortex mixer를 이용하여 혼합한 뒤 원심 분리하였다. 100 µL의 상층액에 200 µL의 Mix solution을 vortex mixer로 2초간 혼합한 뒤 100 µL의 중화 buffer와 안정 buffer를 첨가하여 20분간 incubation 하였다. 이 후, 상층액을 취하여 HPLC-FLD 장비로 분석하였다. 모유 속 비타민 D, 비타민 B₁₂, 그리고 엽산을 분석하기 위해 1 mL의 모유 샘플을 채취하여 원심 분리한 후 상층액을 취하여 면역 자동화 분석 장비인 Integra 800 (Roche, Indianapolis, USA)를 이용하여 분석하였다. 분석기기 정보와 파라미터는 Table 2에 제시되어 있다.

무기질

구리와 아연은 1 mL의 모유 샘플을 채취하여 HNO₃ 5 mL를 첨가하여 원심 분리한 후 전처리하고 Inductively coupled plasma mass spectrometer인 ICP-MS NEXION 350D (Perkin Elmer, Waltham, USA)를 이용하여 분석하였다. 나트륨, 칼륨, 칼슘은 1 mL의 모유 샘플을 채취하여 원심분리 후, 상층액을 취하여 생화학 자동화 분석 장비인 BS-2000M (Mindary, Shenzhen, China)를 통해 모유 속 농도를 측정하였다. 분석기기 정보와 파라미터는 Table 3에 제시되어 있다.

면역성분

면역 성분인 IgA, IgE의 모유 속 농도는 면역 자동화 분석 장비인 Integra 800 (Roche, Indianapolis, USA)를 이용하여 분석하였다. 1 mL의 모유 샘플을 채취하여 원심 분리한 다음 상층액을 취하여 분석기기를 통해 결과를 얻었다.

영아의 모유 섭취량 추정

일반적으로 모유섭취량은 체중측정법을 이용하여 24시간 동안 매 수유 시 마다 수유 전후 영양의 체중 차이로부터 환산하여 측정된 자료를 이용한다.¹⁸⁻²¹ 그러나, 본 연구의 대상자들이 최근에 출산을 치르고 조리원에서 회복중인 산모들이고 수유아들 또한 2주 미만의 신생아들이어서 수유 빈도가 매우 잦으며 모자가 격리되어 생활하기에, 매 수유 시 마다 수유 전후 아기의 체중을 측정해야 하는 방법은 무리가 될 수 있다고 판단되어, 본 연구에서는 국내외 문헌을 검토하여 이행유시기의 1일 모유섭취량을 추정된 뒤 분석된 모유의 영양분석 결과에 1일 섭취 모유량을 곱하여서 영아의 영양소 섭취량을 구하였다. 2010년 한국인 영양섭취기준에서는 0~5개월에서는 영아의 1일 모유섭취량을 750 mL로 정하였다.²² 이 수치는 생후 4주부터 20주까지의 한국인의 모유분비량을 측정한 10편의 국내논문 자료를 활용하여 계산한 결과 평균 677~782 mL의 모유를

섭취한 것으로 나타나 이를 근거로 하여 추정한 것이다.²² 그러나 한국인 영양섭취기준의 0~5개월 영아의 모유섭취량은 성숙유를 섭취하는 만3개월 정도의 영아의 섭취량을 기준으로 정해진 것이므로 생후 5~15일된 영아의 섭취량을 평가하기에 적절하지 않았다. 본 연구와 같은 이행유 시기의 모유분비량 및 모유섭취량을 연구한 국내 논문은 많지 않은 가운데, Lee 등의 연구¹⁸에서 생후 7~15일된 영아는 하루 평균 515 mL의 모유를 섭취하였으며 Seol 등의 연구¹⁹에서는 생후 0.5개월 된 영아가 532 mL의 모유를 섭취하였다고 보고하였다. 분비량은 섭취량에 남아서 짜버린 양과 모유수유 중 흘린 양을 고려한 것으로 국내논문 검토 결과 채식을 하는 수유부의 모유분비량인 502 mL를 제외하면 한국인 산모의 출산 0.5개월 쯤 분비량은 528~639 mL인 것으로 나타났다.^{20,21,23,24} 그러나 국내외의 연구에 의하면 모유분비량과 모유섭취량은 5~16% 정도 차이가 있다고 알려져 있으므로¹⁸ 본 연구에서는 선행연구들의 섭취량만을 채택하여 이행유 시기의 모유수유아의 1일 모유 섭취량을 515~532 mL의 범위로 추정하였다

통계처리

본 연구에서 모든 통계적인 분석은 SAS (Statistical Analysis System ver 9.3, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하였다. 연속형인 자료는 평균과 표준편차로 나타내었고 범주형인 자료는 개수와 백분율로 표시 하였다. 모든 자료는 Normal Probability Plot과 Kolmogorov-Smirnov test를 통하여 정규성을 검증하였다.

결 과

일반 사항

이 연구에 참여한 100명의 수유부와 아기의 일반적 특성은 Table 1에 제시하였다. 모유 샘플을 제공한 수유부의 평균 나이는 32.01 ± 4.08세였으며, 평균 신장과 체중은 각각 평균 161.93 ± 4.79 cm, 60.34 ± 8.17 kg이었고 임신 전 체중은 평균 52.64 ± 8.75 kg였으며 임신 중 평균 13.28 kg의 체중이 증가해 만삭 때는 평균 체중이 65.92 ± 8.10 kg에 달하였다. 출산 후에는 채유 시점까지 평균 5.58 kg의 체중이 감소한 상태였다. 평균 체질량 지수 (body mass index, BMI, kg/m²)는 23.00 ± 2.80으로 나타났다. 대부분의 산모들은 전문대학 이상의 학력을 가지고 있었으며 37%의 수유부는 출산 전 직업 활동을 하고 있었다. 대상자 중 수유부 46%의 가계 수입은 300만 원 이상인 것으로 나타났다. 83%에 달하는 대다수의 수유부들은 임신기간 동안 미네랄 보충제를 섭취하고 있었다. 이들 중 11%는 과거에 흡연

Table 1. General characteristics of the subjects and their baby (n = 100)

| Mothers | |
|--|----------------------------|
| Age (years) | 32.01 ± 4.08 ¹⁾ |
| Height (cm) | 161.93 ± 4.79 |
| Present weight (kg) | 60.34 ± 8.17 |
| Prepregnancy weight (kg) | 52.64 ± 8.75 |
| Parturiency weight (kg) | 65.92 ± 8.17 |
| BMI ²⁾ (kg/m ²) | 23.00 ± 2.80 |
| Weight gain in pregnancy (kg) | 13.28 ± 50.29 |
| Weight loss after delivery (kg) | 5.57 ± 2.26 |
| Education level | |
| High school or less | 2 (2.0) ³⁾ |
| College or more | 98 (98.0) |
| Employed status | |
| Employed | 37 (37.0) |
| Unemployed | 63 (63.0) |
| Income level (won) | |
| Under 3,000,000 | 46 (46.0) |
| 3,000,000 ~ 5,000,000 | 31 (31.0) |
| Over 5,000,000 won | 23 (23.0) |
| Supplement ⁴⁾ in pregnancy | |
| Yes | 83 (83.0) |
| No | 17 (17.0) |
| Smoking before pregnancy | |
| Yes | 11 (11.0) |
| No | 89 (89.0) |
| Drinking in pregnancy | |
| Yes | 14 (14.0) |
| No | 86 (86.0) |
| Newborn infants | |
| Age (days) | 11.19 ± 2.85 |
| Sex | |
| Male | 51 (51.0) |
| Female | 49 (49.0) |
| Birth weight (kg) | 3.17 ± 0.43 |
| Parity parous | |
| Prime | 81 (81.0) |
| Multi | 19 (19.0) |
| Parturition | |
| Natural | 74 (74.0) |
| Cesarean | 26 (26.0) |

1) Values are Mean ± SD. 2) BMI: Body Mass Index 3) Values are N (%). 4) Supplement: mineral supplement

한 경력이 있었으며, 14.0%의 수유부는 임신기간 동안 음주를 한 적이 있었다. 연구에 참여한 수유부들의 출산 횟수는 대상자의 81%가 1회였다. 출산한 아기의 성별은 남녀 각각 51%, 49%이었으며 조사 시점에 영아들의 평균 나이는 생후 11.19 ± 2.85일이었고 출생 시 평균 체중은 3.17 ± 0.43 kg이었다. 이들 중 74%는 자연분만으로 태어났으며 나머지는 제왕절개로 분만되었다.

Table 2. Instrumental conditions and parameters for vitamin analysis in human milk

| Subject | Vitamin A & E | Vitamin C | Vitamin B ₁ | Vitamin B ₂ |
|-----------------------|-----------------------------|-------------|------------------------|------------------------|
| Analyzer | | | | |
| Model | | 1260 series | | |
| Company | | Agilent | | |
| Manufacturing country | | Germany | | |
| Parameters | | | | |
| Method | HPLC | HPLC | HPLC | HPLC |
| Injection Volume | 50 µL | 20 µL | 50 µL | 50 µL |
| Flow rate | 1.5 mL/min | 1.0 mL/min | 1.5 mL/min | 1.5 mL/min |
| Detector | UV Detector | UV Detector | Fluorescence | Fluorescence |
| Wavelength | 325 nm after 3.5 min 295 nm | UV 254 nm | EX 367 nm, EM 435 nm | E 465 nm, EM 525 nm |

모유 성분 분석 결과

수유부 100명을 대상으로 수집한 출산 후 5~15일 사이의 이행유 내 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방, 비타민 A, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 C, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 B₁₂, 엽산, 칼슘, 철, 칼륨, 나트륨, 아연, 구리, 지방산 (리놀레산, 리놀렌산, 아라키돈산, DHA) 그리고 면역물질인 IgA, 총 IgE의 함량을 분석하고 그 결과를 Table 4에 제시하였다.

모유 내 에너지 농도는 59.99 ± 8.01 kcal/dL이었으며 42.00~89.00 kcal/dL의 범위를 나타냈다. 모유의 단백질의

농도는 1.47 ± 0.27 g/dL이었고 범위는 0.80~2.20 g/dL이었다. 모유의 지방 농도는 2.88 ± 0.89 g/dL이었으며 1.00~6.20 g/dL 사이에 있었다. 지방산의 경우 ω-6 계열의 리놀레산과 아라키돈산의 농도는 각각 181.44 ± 96.41 mg/dL, 28.15 ± 8.89 mg/dL이었고, ω-3 계열의 리놀렌산, DHA의 농도는 각각 5.67 ± 1.86 mg/dL, 5.74 ± 2.57 mg/dL으로 나타났다. 탄수화물의 농도는 6.72 ± 0.22 g/dL이었으며 범

Table 3. Instrumental conditions parameters for copper and zinc analysis in human milk

| Subject | Cu | Zn |
|----------------------------|----------------------|---|
| Analyzer | | |
| Model | NexION 350D | |
| Company | Perkin Elmer | |
| Manufacturing country | USA | |
| Parameters & condition | | |
| Method | ICP-mass | ICP-mass |
| Preprocessing | Microwave | Microwave |
| Mass | Deflect voltage | -12 V |
| Inductively coupled plasma | R.f.power | Forward: 1.1 KW Reflected: <3 W |
| | Gas Flow rates | Plasma argon: 15 L/min Nebulizer argon: 0.87 L/min Auxiliary argon: 0.9 L/min |
| | Sampling cone | Nikel 1.0 mm |
| Interface | Skimmer cone | Nikel 0.9 mm |
| | Hyper Skimmer cone | Nikel 1.0 mm |
| | Ion sampling depth | 8 mm |
| | Sccanning mode | Auto |
| Spectrometer | Dwell time | 330 msec |
| | Number of replicates | 3 |
| | 30 sec | 30 sec |
| | 10.3 sec | 10.3 sec |
| | 150 sec | 150 sec |

Table 4. Concentration of nutrients in human milk (n=100)

| Nutrient | Mean ± SD | Range |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Energy (kcal/dL) | 59.99 ± 8.01 ¹⁾ | 42.00 ~ 89.00 ²⁾ |
| Protein (g/dL) | 1.47 ± 0.27 | 0.80 ~ 2.20 |
| Carbohydrate (g/dL) | 6.72 ± 0.22 | 5.90 ~ 7.10 |
| Fat (g/dL) | 2.88 ± 0.89 | 1.00 ~ 6.20 |
| LA ³⁾ (mg/dL) | 181.44 ± 96.41 | 72.50 ~ 643.50 |
| ALA ⁴⁾ (mg/dL) | 28.15 ± 8.89 | 4.80 ~ 63.20 |
| AA ⁵⁾ (mg/dL) | 5.67 ± 1.86 | 2.80 ~ 11.60 |
| DHA ⁶⁾ (mg/dL) | 5.74 ± 2.57 | 1.70 ~ 18.10 |
| Vitamin A (µg/dL) | 2.75 ± 1.75 | 0.002 ~ 8.42 |
| Vitamin D (µg/dL) | 2.31 ± 1.12 | 0.88 ~ 8.20 |
| Vitamin E (mg/dL) | 0.74 ± 1.54 | 0.05 ~ 10.80 |
| Vitamin C (mg/dL) | 3.02 ± 1.84 | 0.03 ~ 9.10 |
| Vitamin B ₁ (µg/dL) | 7.51 ± 20.96 | 0.05 ~ 85.74 |
| Vitamin B ₂ (µg/dL) | 61.78 ± 26.78 | 0.05 ~ 135.44 |
| Vitamin B ₁₂ (ng/dL) | 63.71 ± 27.19 | 0.21 ~ 1.94 |
| Folate (µg/dL) | 0.52 ± 0.26 | 0.03 ~ 1.46 |
| Calcium (mg/dL) | 20.71 ± 3.34 | 9.60 ~ 25.80 |
| Iron (mg/dL) | 0.59 ± 0.86 | 0.005 ~ 3.4 |
| Potassium (mg/dL) | 66.71 ± 10.35 | 19.40 ~ 98.50 |
| Sodium (mg/dL) | 27.72 ± 10.16 | 3.00 ~ 71.30 |
| Zinc (mg/dL) | 0.44 ± 0.41 | 0.08 ~ 3.11 |
| Copper (µg/dL) | 70.48 ± 30.41 | 0.50 ~ 233.40 |
| IgA ⁷⁾ (mg/dL) | 61.85 ± 31.97 | 17.50 ~ 262.60 |
| Total IgE ⁸⁾ (IU/dL) | 235 ± 93 | 140 ~ 600 |

1) Values are Mean ± SD. 2) Min ~ Max 3) LA: Linoleic acid
4) ALA: α-Linolenic acid 5) AA: Arachidonic acid 6) DHA: Docosahexaenoic acid 7) IgA: immunoglobulin A 8) IgE: immunoglobulin E

위는 5.90~7.10 g/dL이었다. 모유 속 비타민 A의 농도는 $2.75 \pm 1.75 \mu\text{g/dL}$ 이었으며 범위는 0.002~8.42 $\mu\text{g/L}$ 이었다. 비타민 D는 모유 속 농도가 $2.31 \pm 1.12 \mu\text{g/dL}$ 로 분석되었으며 0.88~8.20 $\mu\text{g/dL}$ 의 범위를 보였다. 비타민 E의 모유 속 농도는 $0.74 \pm 1.54 \text{ mg/dL}$ 이었으며 그 범위는 0.05~10.80 mg/dL 이었다. 비타민 C는 모유 속에 $3.02 \pm 1.84 \text{ mg/dL}$ 의 농도로 존재했으며 0.03~9.10 mg/dL 의 범위를 가지는 것으로 나타났다. 비타민 B₁의 농도는 $7.51 \pm 20.96 \mu\text{g/L}$ 이었으며, 그 범위는 0.05~85.74 $\mu\text{g/dL}$ 이었다. 비타민 B₂는 모유 속 농도가 $61.78 \pm 26.78 \mu\text{g/L}$ 로 나타났으며 0.05~135.44 $\mu\text{g/dL}$ 의 범위를 보였다. 비타민 B₁₂는 $63.71 \pm 27.19 \text{ ng/dL}$ 의 농도로 모유 속에 존재했으며 그 범위는 21.7~194.2 ng/dL 이었다. 엽산의 경우 그 농도가 $0.52 \pm 0.26 \text{ ng/dL}$ 이었으며 범위는 0.03~1.46 ng/dL 로 분석되었다. 무기질 중 칼슘의 농도는 $20.71 \pm 3.34 \text{ mg/dL}$ 이었고 범위는 9.60~25.80 mg/dL 으로 나타났으며, 모유 속 철의 농도는 $0.59 \pm 0.86 \text{ mg/dL}$ 이었고 그 범위는 0.005~3.4 mg/dL 이었다. 칼륨은 그 농도가 $66.71 \pm 10.35 \text{ mg/dL}$ 이었고 19.40~98.50 mg/dL 의 범위로 나타났으며 모유 속 나트륨은 그 농도가 $27.72 \pm 10.16 \text{ mg/dL}$ 이었고, 범위는 3.00~71.30 mg/dL 이었다. 아연과 구리의 모유 속 농도는 $0.44 \pm 0.41 \text{ mg/dL}$, $70.48 \pm 30.41 \mu\text{g/dL}$ 이었고, 그 범위는 각각 0.08~3.11 mg/dL , 0.50~233.40 $\mu\text{g/dL}$ 이었다. 면역성

분인 IgA의 모유 속 농도는 $61.85 \pm 31.97 \text{ mg/dL}$ 이었고, 그 범위는 17.50~262.60 mg/dL 로 분석되었으며, 총 IgE의 농도는 $235 \pm 0.93 \text{ IU/dL}$ 이었고 140~600 IU/dL 의 범위를 보였다.

영아의 섭취량 추정 결과

에너지, 탄수화물, 단백질, 지방, 비타민 A, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 C, 비타민 B₁,비타민 B₂,비타민 B₁₂,엽산, 칼슘, 철, 칼륨, 나트륨, 아연, 구리, 지방산, 그리고 면역물질인 IgA, 총 IgE의 함량을 분석한 결과를 토대로 영아의 하루 섭취량을 추정하고 2010년 한국인 영양섭취기준(Dietary Reference Intakes for Koreans, KDRIs 2010)과 비교한 후 그 결과는 Table 5에 제시하였다.

영아의 하루 에너지 섭취 추정량은 309.0~319.2 kcal이었으며, 이는 2010년 한국인 영양섭취기준에서 제시한 0~5개월 영아의 에너지 충분섭취량인 550 kcal의 56.2~58.0%에 해당하였으나, 이행류 섭취로 환산한 결과 81.8%였다. 영아의 하루 단백질 섭취량은 7.6~7.8 g로 추정되었으며 2010년 KDI의 단백질 충분섭취량인 9.5 g의 79.7~82.4%에 해당되었으나, 이행류 섭취로 환산한 결과 116.1%였다. 모유를 통한 영아의 하루 탄수화물의 섭취량은 34.6~35.7 g로 추정할 수 있었고 이것은 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량인 55 g의 62.9~64.9%에 해당했으나,

Table 5. Daily human milk intakes estimation of infant and comparison with KDRi¹⁾ (n = 100)

| Nutrient | Daily intake estimation ²⁾ | AI ³⁾ in KDRi | %AI in KDRi | Adjusted %AI in KDRi ⁴⁾ |
|--|---------------------------------------|--------------------------|---------------|------------------------------------|
| Energy (g/day) | 309.0 ~ 319.2 | 550* | 56.2 ~ 58.0 | 81.8 |
| Protein (g/day) | 7.6 ~ 7.8 | 9.5 | 79.7 ~ 82.4 | 116.1 |
| Carbohydrate (g/day) | 34.6 ~ 35.7 | 55 | 62.9 ~ 64.9 | 91.6 |
| Fat (g/day) | 14.9 ~ 15.3 | 25 | 59.4 ~ 61.4 | 85.6 |
| Vitamin A ($\mu\text{g/day}$) | 141.7 ~ 146.3 | 300 | 47.2 ~ 48.8 | 68.8 |
| Vitamin D ($\mu\text{g/day}$) | 11.9 ~ 12.3 | 5 | 237.9 ~ 245.7 | 346.4 |
| Vitamin E (mg/day) | 3.8 ~ 3.9 | 3 | 126.6 ~ 130.8 | 184.3 |
| Vitamin C (mg/day) | 15.6 ~ 16.1 | 35 | 44.5 ~ 45.9 | 64.8 |
| Vitamin B ₁ ($\mu\text{g/day}$) | 38.7 ~ 40.0 | 200 | 19.4 ~ 20.0 | 28.2 |
| Vitamin B ₂ ($\mu\text{g/day}$) | 318.2 ~ 328.7 | 300 | 106.1 ~ 109.6 | 154.5 |
| Vitamin B ₁₂ (ng/day) | 328.4 ~ 339.3 | 300 | 109.5 ~ 113.1 | 159.4 |
| Folate (ng/day) | 26.6 ~ 27.5 | 65 | 40.9 ~ 42.3 | 59.6 |
| Calcium (mg/day) | 106.6 ~ 110.2 | 200 | 53.3 ~ 55.1 | 77.7 |
| Iron (mg/day) | 0.3 ~ 0.3 | 0.3 | 100.7 ~ 104.0 | 146.7 |
| Potassium (mg/day) | 343.6 ~ 354.9 | 400 | 85.9 ~ 88.7 | 125.1 |
| Sodium (mg/day) | 142.8 ~ 147.5 | 120 | 119.0 ~ 122.9 | 173.3 |
| Zinc (mg/day) | 2.3 ~ 2.4 | 1.7 | 134.5 ~ 138.9 | 195.9 |
| Copper ($\mu\text{g/day}$) | 362.8 ~ 374.7 | 230 | 157.7 ~ 162.9 | 229.7 |

1) KDRi: Korean Dietary Reference Intakes 2010 for 0~5 month infants regarding 750 mL as daily milk intake 2) Daily intake of transitional milk was estimated based on transitional milk intake of 515~532 mL/day. 3) AI: Adequate Intake by KDRIs 2010 4) Adjusted %AI in KDRi: considered 515 mL daily transitional milk intake

*EER: Estimated Energy Requirements by KDRIs 2010

이행류 섭취로 환산한 결과 91.6%로 추정된다. 영아의 하루 지방 섭취량은 14.9~15.3 g로 추정되며 이것은 2010년 한국인 영양섭취기준에서 제시한 지방의 충분섭취량인 25 g의 59.4~61.4%에 해당하였지만 이행류 섭취로 환산한 결과 85.6%였다. 영아의 하루 비타민 A 섭취량은 141.7~146.3 µg로 추정되며 이것은 2010년 한국인 영양섭취기준에서 제시한 비타민 A의 충분섭취량 대비 47.2~48.8%이었으나 이행류 섭취로 환산한 결과 68.8%였다. 영아의 비타민 D의 하루 섭취 추정량은 11.9~12.3 µg이었으며 이것은 2010년 한국인 영양섭취기준에서 제시한 충분섭취량인 5 µg의 237.9~245.7%이었으나, 이행류 섭취로 환산한 결과 346.4%였다. 영아가 하루에 섭취하는 비타민 E는 3.8~3.9 mg으로 추정되었으며 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량인 3 mg의 126.6~130.8%에 해당하였으나, 이행류 섭취로 환산한 결과 184.3%였다. 비타민 C는 하루에 15.6~16.1 mg의 양이 영아에게 섭취되는 것으로 추정되었으며 2010년 한국인 영양섭취기준의 비타민 C 충분섭취량의 44.5~45.9% 정도로 나타났으나, 이행류 섭취로 환산한 결과 64.8%였다. 비타민 B₁의 하루 추정 섭취량은 38.7~40.0 µg이며 이것은 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량에 19.4~20.0%에 해당하는 양이었으나, 이행류 섭취로 환산한 결과 28.2%였다. 영아의 비타민 B₂ 하루 섭취 추정량은 318.2~328.7 µg이었으며 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량과 비교하면 106.1~109.6% 정도였으나, 이행류 섭취로 환산한 결과 154.5%였다. 비타민 B₁₂의 경우 영아의 하루 섭취량을 추정해보면 328.4~339.3 ng이었으며 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량인 300 ng과 비교하면 109.5~113.1%에 해당하였으나, 이행류 섭취로 환산한 결과 159.4%였다. 엽산은 영아의 하루 섭취 추정량이 26.6~27.5 ng이었으며 2010년 한국인 영양섭취기준에서 제시한 충분섭취량인 65 ng의 40.9~42.3%에 해당하였으나, 이행류 섭취로 환산한 결과 59.6%였다. 무기질 중 영아의 하루 칼슘 섭취 추정량은 106.6~110.2 mg이었으며, 이는 2010년 한국인 영양섭취기준에서 제정한 칼슘의 충분섭취량인 200 mg 대비 53.3~55.1%에 해당하였고, 이행류 섭취로 환산한 결과 77.7%였다. 영아의 하루 철 섭취 추정량은 0.30~0.31 mg이었으며 이것은 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량인 0.3 mg의 100.7~104.0%로 나타났으며, 이행류 섭취로 환산한 결과 146.7%였다. 영아의 하루 칼륨 섭취 추정량은 343.6~354.9 mg이었으며 2010년 한국인 영양섭취기준에서 제시한 칼륨 충분섭취량인 400 mg의 85.9~88.7%이었으며, 이행류 섭취로 환산한 결과 125.1%였다. 영아의 하루 나트륨 섭취 추정량은 142.8~147.5 mg으로 2010년 한국인 영양섭

취기준의 나트륨 충분섭취량인 120 mg 대비 119.0~122.9%에 해당되었으며, 이행류 섭취로 환산한 결과 173.3%로 나타났다. 영아의 아연의 하루 섭취 추정량은 2.3~2.4 mg이었고 이것은 2010년 한국인 영양섭취기준의 아연 충분섭취량의 134.5~138.9%에 해당하였고, 이행류 섭취로 환산한 결과 195.9%였다. 구리는 하루 섭취량은 362.8~374.7 µg이었으며 2010년 한국인 영양섭취기준에서 제시한 구리의 충분섭취량의 157.7~162.9%로 나타났으며, 이행류 섭취로 환산한 결과 229.7%였다.

고 찰

본 연구는 분만 후 5일에서 15일 사이에 분비되는 이행유의 성분을 분석하여 모유의 전반적인 영양소의 함량을 측정하고, 이 결과를 바탕으로 모유영양아의 하루 섭취량을 추정하여 2010년 한국인 영양섭취기준과 비교함으로써 한국 모유영양아의 영양 섭취의 적절성을 파악하고자 하였다. 0~6개월 영아를 위한 2010년 한국인 영양섭취기준은 하루 모유 섭취량이 750 mL인 만 3개월 정도의 영아를 기준으로 한 것이라 본 연구와 섭취량을 단순 비교하기에 무리가 있어 이행유 섭취량 및 분비량을 연구한 국내외 문헌을 검토하여 이행유시기 영아의 하루 섭취량을 515~532 mL로 책정하여 분석하였다.

에너지와 대량영양소 (단백질, 탄수화물, 지방)

본 연구의 모유 속 에너지 함량은 59.99 kcal/dL로 다른 연구 결과와 비교해보면 Kim과 Lee의 연구²⁵에서 보고된 64.2 kcal/dL 보다 다소 낮았다. Table 6에 제시된 연구들의 결과를 살펴보면 같은 이행유 기간 내에서도 출생 후 시일이 지난 연구일수록 에너지 함량이 더 높은 것으로 나타났다. 이행유 영아의 에너지 섭취량은 309.0~319.2 g으로 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준의 필요 추정량인 하루 550 kcal의 81.8% 정도에 그쳐 다소 부족했다. 모유의 단백질 함량은 식이 단백질량이나 체조성에 영향을 받지 않고 일정한 수준을 유지한다고 보고되고 있다.²² 본 연구의 모유 속 단백질 농도는 Bae의 연구²⁶와 비교해 볼 때 매우 높았으며 하루 추정 섭취량 또한 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량에 비해 116.1% 정도로 높게 나타났다. 모유 성분 중 지질은 모유영양아의 주된 에너지원이자 필수지방산, 지용성 비타민 및 콜레스테롤의 공급원이다.²⁷ 선행 연구를 통한 영아전반기의 모유의 평균지방 함량은 3.2 g/dL였고 1일 지방 섭취량은 23.3 g이었다.²² 본 연구에서는 각각 2.88 g/dL, 14.9 g로 다소 낮게 나타났고 이행유 섭취

량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량에 비해서도 85.6%로 낮은 수준이다. 영아기에는 두뇌가 신체 크기에 비해 자라나는 시기로 총 열량 섭취의 60% 정도를 두뇌에서 소모하며 체중당 포도당 대사량이 성인보다 4배 이상 높으므로 탄수화물의 섭취가 중요하다.²² 모유 내에 함유된 탄수화물은 거의 대부분이 유당이며 유당은 영양의 소장에서 쉽게 수화되고 간 문맥으로 흡수되어 열량을 공급하게 된다.²² 같은 이행유 시기의 자료를 조사한 결과 대부분의 연구에서 탄수화물 보다는 유당의 농도

를 측정하였다. 모유 내 탄수화물은 대부분이 유당이므로 본 연구와 비교를 진행하였다. 탄수화물의 하루 섭취 추정량은 34.6 g으로 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준 충분섭취량의 91.6%를 만족하여 양호한 것으로 판단된다. 미국의 연구 결과²⁸에 따르면 유당은 수유 기간에 큰 차이를 보이지 않고 모체의 영양상태와 음식 섭취에 따른 영향을 크게 받지 않으며 일정한 수준을 유지한다고 보고된 바 있으므로 이행유 시기가 지나도 영아의 유당의 섭취량은 크게 부족하지 않을 것으로 예측해 볼 수 있

Table 6. Comparison of nutrients levels in human milk during transitory (5 ~ 15 days after parturition) in referred similar Korean study

| Reference | Number of subjects | Stage of lactation | Nutrients | | | |
|--------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|--------------|---------------------|
| Energy & Macro nutrients | | | Energy (kcal/dL) | Protein (g/dL) | Fat (g/dL) | Carbohydrate (g/dL) |
| Bae et al., 2004 | 6 | 7 ~ 10 day | | 0.7 | 2.00 | |
| Kim and Lee, 2002 | 16 | 15 day | 64.2 | 1.48 | 3.46 | 6.6* |
| Lee et al., 1997 | 42 | 7 day | | | 2.52 | |
| | 38 | 14 day | | | 2.87 | |
| Lee et al., 1997 | | 6 ~ 10 day | 65.26 | | | |
| Choi and Kim, 1997 | 23 | 15 days | | 1.31 | 3.29 | 6.46* |
| Moon et al., 1993 | | 7 day | 59.10 | 1.95 | 2.89 | 6.51* |
| | | 14 day | 68.59 | 1.79 | 2.93 | 7.14* |
| Choi et al., 1991 | 12 | 7 day | | | 1.99 | |
| | 17 | 14 day | | | 3.27 | |
| Choue et al., 1980 | 14 | 7 ~ 28 day | | | 4.91 | |
| Present study | 100 | 5 ~ 15 day | 59.99 | 1.47 | 2.88 | 6.72 |
| Vitamins | | | Vitamin A (µg/dL) | Vitamin E (mg/dL) | | |
| Kim et al., 2004 | 20 | 5 ~ 10 day | 7.83 | | | |
| Kim et al., 2003 | 27 | 5 ~ 10 day | 6.57 | | | |
| Lee and Kim, 1995 | 25 | 7 day | 9.49 | | | |
| | 31 | 10 day | 8.05 | | | |
| | 31 | 15 day | 6.73 | | | |
| Lee and Kim 1998 | 33 | 15 day | | 0.54 | | |
| | 26 | 7 day | | 0.65 | | |
| Moon et al., 1993 | 26 | 14 day | | 0.42 | | |
| Present study | 100 | 5 ~ 15 day | 2.75 | 0.74 | | |
| Minerals | | | Calcium (mg/dL) | Iron (mg/dL) | Zinc (mg/dL) | Copper (mg/dL) |
| Kwon et al., 2004 | 33 | 6 ~ 10 day | 24.52 | 0.87 | 0.29 | |
| Kim et al., 2004 | 12 | 7 ~ 15 day | | 0.48 | 0.37 | 0.43 |
| Lee et al., 2000 | 33 | 15 day | | | 0.39 | 0.61 |
| Yang et al., 1995 | 15 | 7 day | | | 0.42 | |
| Yoon et al., 1991 | 13 | 6 ~ 10 day | 23.67 | | | |
| Choi et al., 1991 | 11 | 7 day | | 0.31 | 0.35 | 0.34 |
| | 17 | 14 day | | 0.28 | 0.34 | 0.32 |
| Present study | 100 | 5 ~ 15 day | 20.71 | 0.59 | 0.44 | 0.71 |
| Immunoglobulins | | | IgA ¹⁾ (mg/dL) | | | |
| Kwon et al., 2004 | 33 | 6 ~ 10 day | 87 | | | |
| Bae et al., 2004 | 6 | 7 ~ 10 day | 17* | | | |
| Kim et al., 1994 | 72 | 7 ~ 14 day | 17* | | | |
| Present study | 100 | 5 ~ 15 day | 62 | | | |

1) IgA: immunoglobulin A

*lactose concentration in breast milk

다. 그러나 전반적으로 영아의 발육에 직접적으로 관련이 있는 에너지와 대량영양소가 단백질을 제외하고는 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준을 만족시키지 못하였다. 특히 두뇌 성장에 필수적인 지질과 성장을 위한 원동력이 되는 에너지의 함량의 부족이 눈에 띄므로 이를 개선하기 위한 방안의 연구가 요구된다.

지방산

성장에 있어 필수불가결한 필수지방산인 리놀레산과 리놀렌산은 지방산 합성과정에서 n-6와 n-3 자리에 이중결합을 생성시킬 효소가 없어 반드시 식사로 섭취해야 하는 지방산이다.²² 영아의 경우 리놀레산이 결핍되면 다변, 항문주변, 염증, 성장부진, 피부염, 지방간 등이 발생하고 피부가 건조해지고 두터워지다가 결국 박리된다. 지방산의 모유 속 농도는 이행유 시기의 한국인의 모유를 다룬 연구가 부재하여 타 연구 결과와 비교해 볼 수 없었다. 그러나 지방산의 경우 가장 산모의 식이에 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있으므로 수유부일 경우 이러한 필수지방산의 급원 식품을 섭취하는 등의 노력이 유익하다고 판단된다.

비타민

비타민은 지방산과 더불어 산모의 식이에 영향을 받은 영양소로 알려져 있다. 그러나 한국 산모의 모유 성분 연구는 대부분 다량 영양소나 일부 무기질에 대하여 이루어져 왔으며 모유의 속 비타민 성분과 관련한 국내 연구는 매우 부족한 실정이다.²⁹ 모유 중 비타민 A는 레티놀 (retinol), 레티닐에스테르 (retinyl ester) 및 베타카로틴 (β -carotene)의 형태로 존재하나³⁰ 본 연구에서는 이를 구분하지 않고 비타민 A로 분석 결과를 나타내었다. 본 연구의 결과는 Kim³¹의 연구 결과와 비교해 볼 때 비교적 낮은 결과를 보여준다. Kim에 따르면 모유 중 비타민 A의 함량은 출산 후 0.5개월 시점에 65.7 RE/mL이었고 이후 시간이 흐를수록 점차 감소하는 경향을 보였다. Kim 등의 후속 연구와 Lee와 Kim 등의 연구와 비교하여도 가장 낮은 결과를 보여 주었으며 섭취량 추정 결과도 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량에 못 미치는 68.8% 수준이었다. 한국인 모유를 대상으로 한 모유 내 비타민 D 농도 및 0~5개월 영양 전기의 1일 섭취량에 대한 자료도 부족한 실정이다. 신생아들은 보통 출생 후 수개월까지 필요한 비타민 D를 체내에 저장하고 태어난다.²² 최근 연구들에서 임신부에서 태아로의 비타민 D 이동은 태아와 신생아의 성장 속도에 영향을 미친다. 2007년 Na 등³²의 연구에서 모유에는 비타민 D의 함량이 낮고 영아의 비타민 D 영양 상태는 햇빛에 대한 노출의 영향을 받으므로

햇빛으로 충분한 비타민 D를 공급받지 못하는 1세 이하의 모유수유아의 경우 비타민 D 보충에 대한 의견이 제시되기도 하였다. 그러나 본 연구에서는 모유의 비타민 D 농도는 23.09 ng/mL로, 영아의 하루 추정 섭취량이 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량의 346.4%로 매우 높게 나타났다. 이는 상한섭취량의 절반에 해당하는 수치로 주의가 필요할 것으로 사료된다. 비타민 E는 항산화제로 세포막의 불포화 지방산들 사이에 존재하면서 불포화 지방산의 과산화 작용을 방해한다.³³ 모유수유를 하는 미숙아에게 비타민 E를 경구적으로 투여하여 혈장 내 비타민 수준을 정상화한 사례가 있었으며,³⁴ 비타민 E가 부족하고 불포화지방산은 많은 분유를 섭취한 조산아에게서 부종과 빈혈 증세가 발생했다는 보고가 있었다.³⁵ Lee와 Kim³⁶의 연구에서는 출산 후 7~14 사이에 비타민 E의 농도가 6.48~5.39 mg/L이었으며, Moon 등²⁷의 연구에서는 4.21 mg/L로 보고되었으나 본 연구에서의 농도는 이보다 낮은 3.77 mg/L로 나타났다. 모유영양아의 하루 동안의 비타민 E의 섭취량은 3.8~3.9 mg으로 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준 충분섭취량인 3 mg의 184.3%에 달해 모유를 통한 비타민 E 섭취에는 부족함이 없었다. 본 연구 결과에서는 이행유 시기에 모유수유아가 하루 동안 섭취하는 비타민 C의 양은 15.6~16.1 mg으로 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량인 35 mg에 비해 많이 부족한 것으로 나타났으나 괴혈병을 방지하기 위해 필요한 비타민 C의 양은 하루 7~12 mg이므로 모유를 통해 섭취할 수 있는 양이면 충분한 것으로 보인다.²² 비타민 B₁은 영아의 정상적인 성장과 발달의 필수 요소로 알려져 있다.²⁹ 비타민 B₂는 지방, 아미노산, 탄수화물의 대사경로에서 조효소로서 중요한 역할을 하며,³⁷ 엽산은 아미노산과 핵산 합성에 필수적인 영양소로서 적혈구의 생성 및 세포 성장에 관여하는 것으로 알려져 있다.³⁸ 비타민 B₁₂는 호모시스테인으로부터 메티오닌의 합성과정에서 조효소로 작용하면서 엽산 대사와 상호 연관되어 정상적인 적혈구 생성 및 신경 조직의 발달과 기능 유지에 사용된다. 모유 속 비타민 B의 농도를 보고한 국내 논문이 소수 있었으나, 7일 이내 초유에 해당하거나 성숙유의 범주에 있는 등 본 연구와 비슷한 이행유 시기의 연구는 부재하여 타 연구와 비교가 불가능하였다. 모유영양아가 하루 동안 섭취한 양을 추정한 후 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량과 비교 한 결과 영아는 모유를 통해 비타민 B₂와 비타민 B₁₂는 충분섭취량의 1.5배 이상을 섭취하는 것으로 나타났다. 반면 비타민 B₁과 엽산의 섭취 추정량은 충분섭취량 대비 각각 28.2%, 59.6%로 매우 부족한 것으로

나타나 수유부의 식이나 보충제 등을 통한 보강 방법이 필요할 것으로 사료된다.

무기질

칼슘은 타 연구결과에 비해 낮은 농도를 보이는데 이것은 타 연구들의 채유 시기가 6~10일경으로 본 연구의 그것보다 약간 앞서 있는 이유로 추정된다. 칼슘의 하루 섭취 추정량 또한 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량에 77.65%에 불과하다. 칼슘은 한국인에게 부족하기 쉬운 영양소로 모유 성분에도 그 양이 충분하지 못하다는 결과를 보이고 있다. 본 연구에서는 타 연구 결과에 비해 아연의 농도가 가장 높게 나타났다. Kim과 Cho¹⁶의 연구에서 모유 속 무기질 성분 중 철과 구리는 수유기간에 따른 유의한 차이가 없었으나 아연은 수유기간이 진행될수록 유의하게 감소하는 경향이 보고되었다. 다른 연구에서도 이러한 아연 함량의 변화는 구리 철 뿐 아니라 다른 무기질 성분인 마그네슘, 망간에 비해서도 매우 큰 것으로 보고된 바 있다.³⁹ 철과 구리의 경우도 비교적 높은 농도를 보여주고 있는데, 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량과 모유를 통한 이들 무기질의 섭취 추정량 비교해보면 철이 기준치 대비 146.67%이고 구리는 무려 229.67%로 매우 높게 나타났다. 이렇게 철의 섭취 추정량이 높은 것은 산모의 83%가 미네랄 보충제를 섭취하고 있었던 것에 영향이 있었음을 유추할 수 있었다. 구리는 성장에 필요한 영양소이지만 다량으로 섭취할 경우 독성이 있어, 소화기 장애를 일으킬 수 있다고 알려져 있다.⁴⁰ 영아의 구리 상한 섭취량은 영아에 있어 구리의 섭취량에 따라 변화하는 체내 구리 수준을 반영해 주는 기능적인 지표가 없어 상한 섭취량은 제정되지 않은 상태이다. 그러나 1~2세 유아의 구리 상한 섭취량이 1,500 $\mu\text{g}/\text{day}$ 임을 고려할 때 본 연구의 528.58 $\mu\text{g}/\text{day}$ 은 심각히 우려할 수준은 아니나 더 이상 높아지지 않도록 수유부의 구리 급원식품 섭취에 대한 주의가 필요할 것으로 여겨진다.

면역성분

모유에는 질병에 대한 저항성을 증진시키는 여러 가지 면역물질이 포함되어있어, 소화기와 호흡기 감염, 알레르기 질환으로부터 아기를 보호하며 성인이 된 후에도 심장병, 고혈압, 골다공증 등의 만성 질환의 발병을 지연시킨다는 보고되었다.⁴¹ 33명의 수유부를 대상으로 한 Kwon 등의 연구⁴²에서는 모유 속 IgA의 농도가 0.87 g/L로 보고되었으며 본 연구의 결과는 이보다 낮게 측정되었다. total IgE의 경우 이행유 시기에 이 성분 분석한 타 연구가 부재

하여 비교가 불가능 하였다.

연구의 제한점과 의의

모유수유가 영아의 성장에 미치는 영향을 정확히 이해하기 위해서는 모유성분과 양에 관한 지식이 요구되며 그 지식은 모유의 조성과 모유의 분비량 또는 섭취량의 측정으로부터 유도되어야 한다.¹⁵ 모유조성을 확인하기 위해서 정확하고 신뢰할 수 있는 모유 분석 방법이 필요하다. 그러나 모유 성분을 분석하는 기존 연구들은 수집 저장된 모유를 사용하거나 모유 수유부 선정의 문제로 정확한 연구결과를 얻기 어려웠으며, 또한 모유의 수집절차, 생화학적 분석법에 있어 동일성과 정확성에 차이를 보이는 제한점이 있어 각 연구간 연구결과 비교가 쉽지 않았다.⁵ 본 연구에서도 모유 성분의 분석 결과를 타 연구들과의 비교에 있어서 모유 분비 시점은 이행유로 동일하나 수유부의 임신기 및 수유기의 영양상태, 사회 경제적 상황, 식사 섭취 정보를 고려하지 못한 점이 제한점이 될 수 있다. 또한 본 연구에서는 모유 수유기간 중 한 시점의 모유만으로 검사가 이루어졌으며, 1회 수유량 및 수유시간이나 방법에 적극적인 통제가 없었다. 모유 섭취량 측면에서는 이행유의 모유섭취량을 별도로 측정해 봄이 바람직하나 산모와 아기에 부담이 되는 등 절차상의 문제로 선행연구검토를 통해 모유 섭취량을 채택하여 분석에 이용하였다. 이행유 시기의 모유 섭취량을 근거가 될 수 있는 자료의 수가 매우 제한적인 이유로 실제 추정량과 실제 섭취량과의 격차가 다소 존재할 수 있다고 보이며, 타 연구와 비교하기 위해 자료를 수집하는 과정에서 국내 모유 성분 및 섭취량을 보고한 연구가 매우 부족함을 확인하였다. 모유영양아의 영양 섭취의 적절성을 더욱 정확히 평가하기 위해 이행유의 조성, 분비량과 섭취량에 대한 후속 연구가 요구된다.

위 제한점에도 불구하고, 본 연구결과는 비슷한 시기의 이행유 성분을 연구한 다른 연구 결과와의 비교를 통해 한국인 산모의 모유 성분 연구 및 영양섭취기준 책정의 기초 자료로 쓰일 것으로 기대되며 더 나아가 이러한 결과들 토대로 모유의 부족한 영양 성분을 강화하기 위한 산모의 식이 계획 및 보충제 사용 등을 검토하여 모유의 질적 향상을 도모 할 수 있을 것이다. 또한 환경적 요인이나 건강상의 이유로 부득이 인공영양을 공급받아야 하는 영아에게도 조제분유의 질적 향상을 위한 자료로 쓰일 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 분만 후 5일에서 15일 사이에 분비되는 이행

유의 성분을 분석하여 모유의 전반적인 영양소의 함량을 측정하고, 모유영양아의 하루 섭취량을 추정하여 2010년 한국인 영양섭취기준과 비교함으로써 국내 모유영양아의 영양 섭취의 적절성을 파악하고자 하였다. 연구 대상은 정상 만삭아를 출산하고 서울경기 지역 소재 산후조리원에 서 회복중인 100명의 산모들이었다. 이들은 연구의 취지를 이해하고 참여 동의한 뒤 개인의 특성에 관한 설문지를 작성하고 모유 샘플을 제공하였다. 수유부들의 나이는 평균 32.01 ± 4.08 세였고, 신장은 평균 161.93 ± 4.79 cm, 만삭 체중은 65.92 ± 8.10 kg이었다. 모유 성분 분석 결과 모유 내 에너지 농도는 59.99 ± 8.01 kcal/dL, 단백질의 농도는 1.47 ± 0.27 g/dL, 지방의 농도는 2.88 ± 0.89 g/dL, 탄수화물의 농도는 6.72 ± 0.22 g/dL이었다. 지방산의 경우 ω -6 계열의 리놀레산과 아라키돈산의 모유 속 농도는 각각 181.44 ± 96.41 mg/dL, 28.15 ± 8.89 mg/dL이었고, ω -3 계열의 리놀레산, DHA의 모유 속 농도는 각각 5.67 ± 1.86 mg/dL, 5.74 ± 2.57 mg/dL 로 나타났다. 모유 속 비타민 A, 비타민 D, 비타민 E의 농도는 각각 28.95 ± 17.50 μ g/L, 23.09 ± 11.16 ng/mL, 7.37 ± 15.43 mg/L이었으며, 비타민 C, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 B₁₂, 그리고 엽산의 모유 속 농도는 30.22 ± 18.43 mg/L, 75.14 ± 209.61 μ g/L, 617.82 ± 267.79 μ g/L, 637.74 ± 271.92 pg/mL, 5.16 ± 2.58 ng/mL이었다. 무기질 중 칼슘의 모유 속 농도는 20.71 ± 3.34 mg/dL, 철의 모유 속 농도는 5.86 ± 8.61 mg/L, 칼륨의 모유 속 농도는 66.71 ± 10.35 mg/dL, 나트륨의 모유 속 농도는 27.72 ± 10.16 mg/dL이었으며, 아연과 구리는 모유 속에 각 0.44 ± 0.41 mg/dL, 70.48 ± 30.41 μ g/dL의 농도로 함유되어 있었다. 면역성분인 IgA의 모유 속 농도는 61.85 ± 31.97 mg/dL, total IgE의 모유 속 농도는 2.35 ± 0.93 IU/mL이었다. 영아의 하루 섭취량을 추정한 결과에 의하면 에너지 지방, 탄수화물, 비타민 A, 비타민 C, 비타민 B₁, 엽산, 칼슘의 하루 섭취 추정량은 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량에 미치지 못하였으나, 단백질, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 B₂, 비타민 B₁₂, 철, 칼륨, 나트륨, 아연, 구리 등은 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량을 충족하였다. 대부분의 영양소는 추정 섭취량이 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준과 비교하여 대체적으로 비슷하였으나 비타민 B₁, 엽산, 칼슘, 비타민 D, 구리 등의 영양소는 이행유 섭취량으로 조정된 2010년 한국인 영양섭취기준과 다소 차이가 있었다. 이러한 결과는 한국인 모유의 영양성분과 관련 있는 요소를 파악하는 후속 연구의 필요성을 시사하며, 한국인 모유의 성분함량과 섭취량에 관한 지속적인 연구는 모유의 질

적 향상을 꾀하고 영아의 성장발달을 도모하기 위한 방안을 마련하는 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

References

1. Worthington-Roberts BS, Williams SR. Nutrition in pregnancy and lactation. St. Louis, MO: Mosby; 1993.
2. Besculides M, Grigoryan K, Laraque F. Increasing breastfeeding rates in New York City, 1980-2000. *J Urban Health* 2005; 82(2): 198-206.
3. Newburg DS. Innate immunity and human milk. *J Nutr* 2005; 135(5): 1308-1312.
4. Oddy WH. The impact of breastmilk on infant and child health. *Breastfeed Rev* 2002; 10(3): 5-18.
5. Min KB, Lee SM, Eun HS, Park MS, Park KI, Namgung R, Lee C. Analysis of the macronutrient composition of breast milk from Korean women and growth of infants. *Korean J Perinatol* 2012; 23(4): 259-265.
6. Lee SW, In YM, Ham JS, Choi JC. Studies on the composition of Korean human milk during lactation period. *Korean J Dairy Sci* 1997; 19(2): 123-130.
7. Adamson ED, Deller MJ, Warsaw JB. Functional EGF receptors are present on mouse embryo tissues. *Nature* 1981; 291(5817): 656-659.
8. Jensen RG, Clark RM, Ferris AM. Composition of the lipids in human milk: a review. *Lipids* 1980; 15(5): 345-355.
9. Isaacs EB, Fischl BR, Quinn BT, Chong WK, Gadian DG, Lucas A. Impact of breast milk on intelligence quotient, brain size, and white matter development. *Pediatr Res* 2010; 67(4): 357-362.
10. Auestad N, Scott DT, Janowsky JS, Jacobsen C, Carroll RE, Montalto MB, Halter R, Qiu W, Jacobs JR, Connor WE, Connor SL, Taylor JA, Neuringer M, Fitzgerald KM, Hall RT. Visual, cognitive, and language assessments at 39 months: a follow-up study of children fed formulas containing long-chain polyunsaturated fatty acids to 1 year of age. *Pediatrics* 2003; 112(3 Pt 1): e177-e183.
11. Lee JS, Lee YN, Kim ES. Study on zinc and copper intakes of breast-fed infants. *Korean J Nutr* 2000; 33(8): 857-863.
12. Davis MK. Breastfeeding and chronic disease in childhood and adolescence. *Pediatr Clin North Am* 2001; 48(1): 125-141.
13. van Odijk J, Kull I, Borres MP, Brandtzaeg P, Edberg U, Hanson LA, Høst A, Kuitunen M, Olsen SF, Skerfving S, Sundell J, Wille S. Breastfeeding and allergic disease: a multidisciplinary review of the literature (1966-2001) on the mode of early feeding in infancy and its impact on later atopic manifestations. *Allergy* 2003; 58(9): 833-843.
14. Sobti J, Mathur GP, Gupta A; WHO. WHO's proposed global strategy for infant and young child feeding: a viewpoint. *J Indian Med Assoc* 2002; 100(8): 502-504.
15. Neville MC. Measurement of milk transfer from mother to breast-fed infant. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1987; 6(5): 659-662.
16. Kim ES, Cho KH. Iron, copper and zinc levels in human milk and estimated intake of the minerals by breast-fed infants during the early lactation. *J East Asian Soc Diet Life* 2004; 14(1): 27-33.
17. Lee MJ. A study on the influencing factors of macronutrient concentrations in human milk. *Korean J Nutr* 1997; 30(6): 715-726.
18. Lee JS, Kim ES, Kim BN. Changes in transitional milk intakes and

- body weight of breast-fed infants. *Korean J Nutr* 1994; 27(6): 591-598.
19. Seol MY, Kim ES, Keum HK. A longitudinal study on human milk intake in exclusively breast-fed infants. *Korean J Nutr* 1993; 26(4): 414-422.
 20. Lee JS, Kim ES. A longitudinal study on human milk volume and lactational pattern. *Korean J Nutr* 1991; 24(1): 48-57.
 21. Choi KS, Kim ES. A longitudinal study on human milk volume and lactational performance of Korean lacto-ovo-vegetarians. *Korean J Nutr* 1991; 24(3): 219-229.
 22. The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans. 1st revision, Seoul: The Korean Nutrition Society; 2010.
 23. Seol MY, Kim ES, Keum HK. A longitudinal study on human milk volume in lactating women during the first 6 months of lactation. *Korean J Nutr* 1993; 26(4): 405-413.
 24. Lee JS, Choi KS, Kim ES. Changes on milk production of lactating women in Kwangwon province during lactation. *Korean J Nutr* 1996; 29(10): 1105-1111.
 25. Kim ES, Lee JS. A longitudinal study on energy, protein, fat and lactose intakes of breast-fed infants. *Korean J Nutr* 2002; 35(7): 771-778.
 26. Bae YJ, Leem EJ, Kim SY, Chang MJ, Lee DT. Influence of exercise participation on changes of body composition, physical fitness and breast milk composition in milk feeding women. *J Exerc Nutr Biochem* 2004; 8(1): 17-22.
 27. Moon SJ, Ahn HS, Lee MJ, Kim JH, Kim CJ, Kim SY. A longitudinal study of the total lipid, total cholesterol, and vitamin E contents and fatty acids composition of human milk. *Korean J Nutr* 1993; 26(6): 758-771.
 28. Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M; Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, The National Academies. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *J Am Diet Assoc* 2002; 102(11): 1621-1630.
 29. Chun YM, Kim YJ, Chang N. Effects of maternal dietary intakes and health-related behaviors on vitamin B concentrations in human milk. *Korean J Nutr* 2005; 38(4): 313-319.
 30. Butte NF, Calloway DH. Evaluation of lactational performance of Navajo women. *Am J Clin Nutr* 1981; 34(10): 2210-2215.
 31. Kim ES. Vitamin A intake of exclusively breast-fed infants in Cheongju and Anseong areas. *Korean J Nutr* 2003; 36(7): 743-748.
 32. Na B, No S, Kim MJ, Han HS, Jeong EH, Han Y, Hyeun T. Nutritional status of vitamin D in Korean mothers and their newborn infants: Vitamin D status of Korean mothers and newborns. *Korean J Perinatol* 2007; 18(4): 399-406.
 33. Farrell PM. Vitamin E deficiency in premature infants. *J Pediatr* 1979; 95(5 Pt 2): 869-872.
 34. Rönholm KA, Dostálová L, Siimes MA. Vitamin E supplementation in very-low-birth-weight infants: long-term follow-up at two different levels of vitamin E supplementation. *Am J Clin Nutr* 1989; 49(1): 121-126.
 35. Oski FA, Barness LA. Vitamin E deficiency: a previously unrecognized cause of hemolytic anemia in the premature infant. *J Pediatr* 1967; 70(2): 211-220.
 36. Lee JS, Kim ES. Study on vitamin E intake of exclusively breast-fed infants. *Korean J Nutr* 1998; 31(9): 1440-1445.
 37. Machlin LJ. Handbook of vitamins. New York, NY: M. Dekker; 1991.
 38. Lim HS, Lee JI, Lee JA. Folate status of Korean pregnant women and their pregnancy outcomes-across-sectional study. *Korean J Nutr* 1999; 32(5): 592-597.
 39. Feeley RM, Eitenmiller RR, Jones JB Jr, Barnhart H. Calcium, phosphorus, and magnesium contents of human milk during early lactation. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1983; 2(2): 262-267.
 40. Pizarro F, Olivares M, Gidi V, Araya M. The gastrointestinal tract and acute effects of copper in drinking water and beverages. *Rev Environ Health* 1999; 14(4): 231-238.
 41. Lönnerdal B. Nutritional and physiologic significance of human milk proteins. *Am J Clin Nutr* 2003; 77(6): 1537S-1543S.
 42. Kwon MS, Yun IS, Cho MS, Lee HS, Kim WY. Effect of maternal factors on the concentrations of minerals and immunological substance in breast milk. *Korean J Nutr* 2004; 37(9): 809-816