

수유 첫 5개월간 모유 영양아의 Na과 K 섭취량에 관한 연구*

이정실[§] · 이영남^{**} · 김을상^{***}

동우대학 식품영양과, 경희대학교 급식산업과, ** 단국대학교 식품영양학과***

Study on Sodium and Potassium Intakes of Breast-Fed Infants during the First 5 Months of Lactation*

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

This study was conducted to investigate the concentrations and infants' intake of sodium and potassium from human milk during the first 5 months of lactation. The sodium concentrations of the milk during the lactation appeared 21.1, 18.1, 15.9, 12.4, 10.6 and 11.4mg/100g at 0.5, 1, 2, 3, 4 and 5 months of lactation respectively. The potassium concentrations of the milk were 48.5, 43.3, 40.8, 39.9, 40.5 and 38.5 respectively. Na/K ratio of the milk were 0.76, 0.75, 0.70, 0.56, 0.46 and 0.53(mEq/mEq). Sodium intakes of breast-fed infants were 106.9, 105.6, 108.4, 90.6, 82.6 and 95.6mg/day during the lactation. Potassium intakes of the infants were 255.7, 276.0, 289.7, 294.6, 320.3 and 318.3mg/day. Sodium and potassium concentrations in infant formula averaged 23.62 and 67.61mg/100g which was 1.90 and 1.69 times as those of breast milk at 3 month of lactation. Commercial whole milks had 39.53 and 135.22mg/100g of sodium and potassium respectively which was 3.19 and 3.39 times as those of the milk. From this study, reevaluation of sodium and potassium intakes of breast-fed infants was merited and the regulation of that minerals in infant formula is need to lower the renal solute load of formula-fed infants. (*Korean J Nutrition* 34(1) : 23~29, 2001)

KEY WORDS : human milk, sodium, potassium, Na/K ratio, breast-fed infant, renal solute load.

서 론

나트륨(Sodium, Na)은 세포 외액의 구성분으로 수분과 산·알칼리의 평형 유지, 혈액의 용적 조절, 세포막과 모세관의 침투성 조절 등의 기능이 있다.¹⁾ 나트륨의 급원은 육류, 곡류, 낙농제품 등인데 고혈압을 완화시키기 위하여 나트륨 제한식을 할 경우 칼슘, 철, 마그네슘 및 비타민 B₆ 등의 영양소 섭취량도 저하되는 문제점이 있다.²⁾ 만성적인 나트륨의 과잉 섭취는 고혈압을 유발하며,³⁾ 또한 위암을 유발시킨다는 보고가 있다.⁴⁾ Faust⁵⁾는 식이 나트륨 섭취가 고혈압에 직접적인 관련은 없으나 성인에서 소변 중 나트륨 배설량이 고혈압 발생에 유의적인 상관성이 있다고 하였다. 또한 van Buul 등⁶⁾에 의하면 임신 14주부터 분만 때까지 식이 나트륨을 제한한 경우 나트륨을 제한하지 않은 그룹에

채택일 : 2000년 12월 19일

*This study was supported by grants from research fund of Dong-u college in 2001.

[§]To whom correspondence should be addressed.

비하여 수유부의 임신기간 중 체중증가가 $6.0 \pm 3.7\text{kg}$ 대 $11.7 \pm 4.7\text{kg}$ 으로 유의하게 낮았다고 하였다.

나트륨은 여러 식품에 다양하게 함유되어 있는데 영아기에는 모유가 주된 나트륨의 공급원이다. 미국의 NRC는 영아의 1일 나트륨 섭취량을 영아전반기에 115~350mg, 영아 후반기에 250~750mg이 적절하다고 책정하였다.⁷⁾ Finberg와 Beauchamp⁸⁾는 영아의 나트륨 섭취 권장량은 393~1180mg/day로 월령에 맞추어 증가하도록 권장하였는데 이 양은 소금으로 환산하면 1일 1~3g에 해당된다. 영아의 신장은 출생 때부터 비교적 나트륨의 처리능력이 비교적 양호하지만 과잉의 소금섭취는 혈장과 세포 외액의 증가와 혈압상승을 유도하게된다.⁹⁾ Szklo¹⁰⁾는 유아의 혈압으로 장래의 혈압을 예견할 수 있다고 하였는데 영아 초기부터 나트륨을 적게 섭취하면 고혈압을 방지할 수 있고 나이가 들면서 혈압이 높아지는 것을 막을 수 있다.¹¹⁾

칼륨(Potassium, K)은 세포 내액의 주요 양이온으로 나트륨과 상호작용을 통하여 신경계의 자극전도, 골격근의 수축과 이완, 혈압의 유지 및 산·알칼리의 평형유지 등의 생

리적 기능을 유지한다.¹²⁾ 체내 칼륨의 항상성은 주로 신장에 의하여 유지되는데 신장에 의한 칼륨의 평형조절은 나트륨의 경우와 같이 크지 않다.¹³⁾ 영아의 경우 섭취한 칼륨의 90% 이상이 위장관을 통하여 흡수되지만 과량 혹은 소량을 섭취하였다고하여 혈장의 칼륨의 농도에 영향을 주지 않는데 이는 신장이 칼륨의 평형을 조절하기 때문이다.

미국 소아과학회에서는 우유와 고형식품을 통하여 섭취되는 칼륨의 섭취량은 2개월 영아에서 780mg/day, 12개월 영아에서는 약 1,600mg/day라고 하였다.¹⁴⁾ 칼륨의 필요량은 아직 정확하게 결정되어 있지 않으나 노로 손실되는 양이 1g/day 정도이므로 적어도 매일 1g 이상 필요로 하는 셈이다. 보통 성인의 칼륨 섭취량은 2~4g/day 수준이며 칼륨이 현저하게 적으면 골격근이 마비¹⁵⁾를 일으키는 것 외에도 cystine 축적증¹⁶⁾을 일으킨다는 보고도 있다. 우리나라 사람은 보통의 식사로 칼륨의 과부족을 일으키는 경우는 거의 없으며 한국인의 칼륨 섭취량은 조리에 의한 손실을 고려하여도 하루에 약 1g정도가 되기 때문에 충분히 섭취하고 있다고 추정된다. 또한 식사 내의 Na과 K의 당량 비율이 중요한데, 포유 동물에 대한 적절한 Na/K의 비율은 0.25~0.5 사이로 알려져 있으나, 영유아 식사의 Na/K의 비율은 보통 0.5이상이다. 영유아기의 식염 섭취량에 대하여 특히 그 과잉 섭취가 장래 고혈압의 발병원인이 될 가능성이 있으므로 식염 섭취를 될 수 있는 한 적게 하는 것이 바람직하다.

본 연구에서는 수유기간별 영아의 모유 섭취량을 통하여 영아의 나트륨과 칼륨 섭취량을 측정함으로써 그 필요량을 산정하여 영아의 전해질 평형을 위한 기초 자료를 제공하고, 영아의 영양권장량 책정과 유가공 산업에서 조제유와 이유식의 제조에 기초 자료를 제공을 목적으로 하였다.

연구대상 및 실험방법

1. 연구대상자 및 실험재료

강원도 도립병원 분만실에서 만기에 정상아를 자연분만 한 사람 가운데 본 연구의 목적과 방법을 설명하여 협조에 응한 사람 중 여러 가지 이유로 중도에 탈락한 자를 제외한 30명의 수유부를 대상으로 하였다. 대상자의 평균 연령은 27.7세, 평균 신장 159.6cm, 분만 전 평균 체중은 62.2kg으로 초산부가 16명 경산부가 14명이고 이들의 영아는 남아가 18명, 여아가 12명이었으며 영아의 출생 시 평균 체중은 3.32kg이었다.

연구재료는 분만 후 0.5, 1, 2, 3, 4 및 5개월 제의 모유와 시판 조제분유 5~6개월용까지의 분유와 일반 시유를 분석

하였다. 즉 분유는 남양분유, 남양분유 로얄, 남양분유 리센트, 남양분유 임페리얼, 남양미숙아용 분유, 남양호프 A, 남양호프 D, 매일맘마, 매일맘마오메가, 매일미숙아용 분유, 매일쏘이 A, 매일 MF-1, 파스퇴르 로히트 분유 등 13종이고 시유는 서울우유, 매일우유, 해태 튼튼우유, 남양3.4우유, 건국우유, 연세우유, 삼육우유 등 7종을 재료로 하였다. 이들 분유와 시유는 제조년월일이 같은 것을 구입하였다.

2. 모유의 채취 및 저장

모유의 채취는 분만 후 0.5, 1, 2, 3, 4 및 5개월 제의 오전 10시경에 수유 이전의 foremilk를 유방의 위치에 상관없이 손으로 직접 짜서 멸균처리 된 용기에 담아 밀봉하고 -18℃의 냉동고에 분석 시까지 보관하였다.

3. 모유의 나트륨과 칼륨 분석

모유의 Na, K함량은 습식 분해 후 원자흡광광도법(Automatic Absorption Spectrophotometer)으로 측정하였다.

1) 시 약

(1) Na 표준용액

원자흡광 분석용 Na 표준용액(Junsei 화학) 1,000ppm을 각각 1, 2, 3, 4, 및 5ppm으로 희석하여 분석에 이용하였다.

(2) K 표준용액

원자흡광 분석용 K표준용액(Junsei 화학) 1,000ppm을 각각 1, 2, 3, 4, 및 5ppm으로 희석하여 분석에 이용하였다.

(3) 질산, 과염소산, 염산

Waco Co. 원자흡광용 시약.

2) 시료의 전처리

냉동 보관된 모유 시료를 해동하여 균질화시키고 50ml 파이렉스 비이커에 모유 시료 5ml를 취하여 저울에 칭량한 후, 산 분해하기 위하여 질산 3ml, 과염소산 2ml를 가하고, hot plate상에서 140~160℃로 가열하여 유기물을 분해시킨다. 분해할 때는 계속적으로 흔들어 주어 유기물의 분해를 촉진시키면 처음에는 붉은 연기가 나고 분해가 진행될수록 흰 연기가 나기 시작하는데 분해액이 0.5~1ml 정도가 될 때까지 계속 분해한다. 분해가 완료되면 20% 염산 3ml를 가하고, 3분간 가열한 후, 이 액을 10ml 메스 플라스크에 채워서 흰 염화물을 완전히 녹이면서 비이커 표면을 헹구어 주면서 용적을 10ml로 맞춘다. 이를 잘 흔들어서 균질화한 후 이 용액을 Na와 K분석용 시험용액으로 한다.

3) 분석

나트륨과 칼륨은 Hitachi Model Z-8100 AAS(Atomic Absorption Spectrophotometer)로 분석하였다. 기기의 분석 조건은 Table 1과 같다.

실험에 사용된 모든 초자기구와 모유 채취 용기는 오염을 방지하기 위하여 중성 세제로 세척한 후 4M 질산 용액에 담구어 하루를 방치한 후 증류수로 씻고 ultra pure water로 3회 이상 헹구어 사용하였다.

모유를 통한 영아의 1일 나트륨과 칼륨의 섭취량은 영아의 모유 섭취량에 모유의 나트륨과 칼륨 함량을 곱하여 계산하였다.

4. 통계분석

통계분석은 PC SPSS 7.5를 이용하여 모든 결과의 평균치와 표준편차를 구하고, 수유기간별의 성분변화는 ANOVA test를 행하여 유의성이 있는 경우 Duncan의 다중검정법을 시행하고, 영아의 성별에 따른 유의차는 t-test를 실시하였으며 모두 5% 수준에서 유의성을 인정하였다.

결과 및 고찰

1. 모유의 나트륨 및 칼륨 함량변화

수유기간별 모유의 나트륨 및 칼륨 함량변화는 Table 2와 같다.

Table 1. Instrumental conditions for sodium and potassium analysis

	Sodium	Potassium
A.S.S. model	Hitachi Z-8100	Hitachi Z-8100
Lamp current	10.0mA	10.0mA
Wavelength	589.0nm	765.5nm
PMT voltage	744V	744V
Slit	0.4nm	1.3nm
Flame	C2H2-AIR	C2H2-AIR
Feul flow(acetylene)	1.7l/min	1.9l/min
Oxidant press	160kPa	160kPa
Flow	15.0l/min	15.0l/min
Burner height	7.5mm	7.5mm

Table 2. Sodium and potassium contents and sodium/potassium(Na/K) milliequivalent ratio of human milk during the first 5 months of lac-

	Months of lactation					
	0.5	1	2	3	4	5
Na(mg/100g)	21.1 ± 9.2 ^{123a}	18.1 ± 8.2 ^{ab}	15.9 ± 8.4 ^{bc}	12.4 ± 6.4 ^{cd}	10.6 ± 3.3 ^{cd}	11.4 ± 2.8 ^d
(mEq/kg)	(9.2 ± 4.0)	(7.9 ± 3.6)	(6.9 ± 3.7)	(5.4 ± 2.8)	(4.6 ± 1.4)	(5.0 ± 1.2)
K(mg/100g)	48.5 ± 6.9 ^a	43.3 ± 6.8 ^b	40.8 ± 7.5 ^b	39.9 ± 6.4 ^b	40.5 ± 8.0 ^b	38.5 ± 7.5 ^b
(mEq/kg)	(12.4 ± 1.8)	(11.1 ± 1.7)	(10.5 ± 1.9)	(10.2 ± 1.6)	(10.4 ± 2.1)	(9.9 ± 1.9)
Na/K(mEq/mEq)	0.76 ± 0.41 ^a	0.75 ± 0.41 ^a	0.70 ± 0.42 ^{ab}	0.56 ± 0.39 ^{bc}	0.46 ± 0.18 ^c	0.52 ± 0.16 ^c

1) Values are Mean ± S.D.

2) Values with the same alphabet letter(a, b, c and d) in row are not significantly different at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

수유기간별 모유의 나트륨 함량은 각각 21.1, 18.1, 15.9, 12.4, 10.6 및 11.4mg/100g으로 수유기간에 따라 유의하게 감소하는 경향이였다(p < 0.05). Butte 등¹⁷⁾은 분만 1, 2, 3 및 4개월에 모유의 나트륨 함량이 각각 5.9, 4.6, 4.7 및 4.3mEq/l라고 하였으며, Picciano 등¹⁸⁾도 1, 2, 3개월에 각각 6.57, 5.26, 5.48mEq/l라고 하여 수유기간에 따라 감소함을 보였으며 이들에 비하여 본 연구치가 약간씩 높았다. Allen 등¹⁹⁾과 Keenan 등²⁰⁾도 수유기간에 따라서 모유의 나트륨은 감소한다고 하였다. Neville 등²¹⁾은 수유 초기 1~2일에 모유의 나트륨 함량은 변화가 없고 영아에게 이유를 시작하면서 모유 분비량이 감소하고 모유의 나트륨에도 유의적인 감소가 나타난다고 하였다. 반면에 Garza 등²²⁾은 이유를 하면서 모유의 나트륨 농도가 base-line에 비하여 220%로 증가했다고 하였다. 국내의 연구로는 Lee 등²³⁾에 의하면 분만 6~10일의 초기 이행유, 분만 11~29일 및 30일 이후의 성숙유에 나트륨 함량이 각각 15.3, 11.7 및 8.1mEq/l라고 하여 수유기간에 따라 감소한다고 하였으며, Ahn 등²⁴⁾도 수유 2주, 4주, 12주에 각각 251.24, 213.37 및 194.27µg/ml로 수유기간이 경과함에 따라 모유의 나트륨 함량이 감소하나 유의적인 변화는 없다고 하였다. Cho 등²⁵⁾도 수유 0.5, 1, 2 및 3개월에 각각 7.8, 7.3, 6.6 및 6.3mEq/kg으로 수유기간에 따라 유의적인 차이가 없다고 하였다.

수유기간별 모유의 칼륨 함량은 각각 48.5, 43.3, 40.8, 39.9, 40.5 및 38.5mg/100g으로 수유 1개월 이후는 유의적인 차이가 없이 일정한 수준이었다. Butte 등¹⁷⁾은 분만 1, 2, 3 및 4개월에 모유의 칼륨 함량이 각각 11.95, 11.56, 11.21 및 10.67mEq/l라고 하였으며, Picciano 등¹⁸⁾도 1, 2, 3개월에 각각 11.92, 10.92, 10.41mEq/l라고 하여 본 연구치와 비교하여 같은 수준이었다. Lee 등²³⁾의 분만 6~10일의 초기 이행유, 분만 11~29일 및 30일 이후의 성숙유에 칼륨 함량이 각각 14.2, 12.8 및 11.2mEq/l라고 하였으며, Ahn 등²⁴⁾도 분만 14~30일과 84~90일에 각각 11.80 및 9.18mEq/l로 본연구의 같은 기간에 비교하여 유사하였다. Cho 등²⁵⁾은 분만 0.5, 1, 2, 3개월에 모유의 칼륨이

각각 13.0, 13.1, 11.6, 10.5mEq/kg로 수유기간에 따라 점차 감소한다고 하였다. 그러나 Keenan 등²⁰⁾에 의하면 수유기간중 모유의 칼륨 함량이 감소는 하지만 유의적인 변화는 없다고 하였다. 한편 Fly 등²⁶⁾은 수유부가 최대 운동을 한 후에도 모유의 나트륨과 칼륨의 함량에는 변화가 없다고 하였다. 또한 수유부가 당뇨에 걸린 경우 모유의 지방질 함량은 낮아 졌지만, 나트륨과 칼륨의 농도는 정상인과 같은 수준이었으며,²⁷⁾ 낭포성 섬유증을 앓는 여성의 모유 중 나트륨은 초유에 11~24mmol/l, 성숙유에는 7~8mmol/l로 정상수준에 속한다고 하였다.²⁸⁾ 이는 수유부가 질병에 감염되면 수유부의 혈청 단백질이나 무기질 농도는 감소하더라도 모유의 단백질이나 무기질 농도에는 변화가 없다고 한 연구와 일치한다.²⁹⁾

2. 나트륨과 칼륨의 당량비율 변화

모유의 나트륨과 칼륨의 당량비율 변화는 Table 2와 같다. 모유의 Na/K의 당량비는 수유기간에 따라 유의하게 감소하였으며($p < 0.05$), 수유 3개월 이후는 유의적인 차이가 없었다. 또한 모유의 나트륨 함량과 칼륨 함량간의 상관관계는 음의 경향은 있으나($r = -0.034$), 유의적인 상관성이 나타나지 않았다. Moon 등³⁰⁾에 의하면 수유 1주와 12주에 Na/K의 당량비는 각각 1.41 및 0.9라고 하였는데, 본 연구에 비하여 높은 값을 보였고, Cho 등²⁵⁾은 수유 0.5, 1, 2, 3개월에 각각 0.61, 0.56, 0.58, 0.60으로 수유기간별로 같은 수준을 나타내었다. 한편 Armstrong 등³¹⁾에 의하면 채식주의자의 혈압은 정상인보다 낮은데, 뇨 중 Na/K의 비율이 낮으며 식이 나트륨만으로는 채식자의 비채식자 사이의 혈압을 설명하는 데는 곤란하다고 하였다. Ahn과 Choi³²⁾에 의하면 나트륨과 칼륨의 농도 사이에는 양의 상관관계($r = 0.263$, $p = 0.014$)를 보인다고 하였고, 이들 두 이온들은 체액에서 유선 조직으로 유즙 분비를 위하여 함께 이동되고 있으며, 특히 유선조직의 세포막 내에는 Na-K pump 기전이 존재하지 않는다는 생리적 연구결과가 있기 때문에 유즙에서 나타난 두 이온 사이의 양의 상관

관계를 잘 뒷받침한다고 하였다.

3. 모유를 통한 영아의 1일 나트륨과 칼륨의 섭취량

영아의 1일 모유 섭취량과 모유를 통한 영아의 1일 나트륨 및 칼륨 섭취량의 변화는 Table 3과 같다.

수유기간별로 영아의 모유 섭취량은 515, 650, 718, 731, 746 및 769g/day로 수유기간에 따라 증가하였으며 수유 2개월 이후는 유의적인 차이가 없이 일정한 수준이었다.

수유기간별 영아의 나트륨 섭취량은 각각 106.9, 105.6, 108.4, 90.6, 82.6 및 95.6mg으로 전기간 중 유의적인 변화가 없었으며 전기간 평균 98.3mg/day를 섭취하고 있었다. 영아의 나트륨 섭취량을 알기 위하여 영아의 모유 섭취량과 모유의 나트륨 함량을 측정하여 나트륨 섭취량을 계산하게 되는데 Butte 등¹⁷⁾은 완전 모유영양아의 분만 1, 2, 3 및 4개월 쯤에 모유를 통한 나트륨 섭취량은 각각 102, 78, 77 및 75mg/day로 수유기간에 따라 점차 감소하였으며 이들 영아의 성장은 만족스러웠다고 하였다. Picciano 등¹⁸⁾도 1, 2, 3개월에 각각 94, 75, 78.2mg/day를 섭취한다고 하여 본 연구 결과 보다 낮은 수준이었다. Droese 등³³⁾은 생후 8~10주와 20~22주된 영아의 나트륨 배설과 축적 양상을 연구하였는데 8~10주된 영아는 1일 나트륨 섭취량이 평균 195mg, 총 배설량은 152mg으로 섭취량의 22%인 43mg이 축적되었으며, 20~22주된 영아에는 13%가 축적되었다고 보고하였다. Ambard와 Beaujard³⁴⁾가 인간의 고혈압과 나트륨의 관련성을 1904년에 언급한 이래 많은 연구가 거듭되어 나트륨의 과잉 섭취가 인간의 고혈압을 유발시키는 중요 인자임이 밝혀졌다.³⁵⁻³⁸⁾ Hofman 등¹¹⁾에 의하면 저염식을 한 영아는 보통 식이를 한 영아보다 혈압이 유의하게 낮았다($p < 0.05$). 영아 초기부터 나트륨을 적게 섭취하면 고혈압을 방지할 수 있으며 나이가 들면서 혈압이 높아지는 것을 막을 수 있다.²³⁾ 한편 Zarkadas 등³⁹⁾에 의하면 고염분식은 소변 중 나트륨과 염소 및 칼슘의 배설량을 증가시키고 혈액 중 나트륨 농도에는 변화가 없다고 하였으며 Castenmiller 등⁴⁰⁾에 의하면 젊은이에게 식이 중

Table 3. Sodium and potassium intake of breast-fed infants during the first 5 months of lactation

	Months of Lactation					Average	
	0.5	1	2	3	4		5
Milk intake (g/day)	515 ± 158 ^{1)2a}	650 ± 217 ^b	718 ± 208 ^{bc}	731 ± 197 ^{bc}	746 ± 219 ^{bc}	769 ± 188 ^c	
Na intake (mg/day)	106.9 ± 45.6 ^a	105.6 ± 45.0 ^a	108.4 ± 51.6 ^a	90.6 ± 50.3 ^a	82.6 ± 38.8 ^a	95.6 ± 33.2 ^a	98.3 ± 10.4
K intake (mg/day)	255.7 ± 81.8 ^a	276.0 ± 120.9 ^a	289.7 ± 94.1 ^a	294.6 ± 85.0 ^a	320.3 ± 116.9 ^a	318.3 ± 76.2 ^a	292.4 ± 24.8

1) Values are Mean ± S.D.

2) Values with the same alphabet letter(a, b and c) in row are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

Table 4. Sodium and potassium concentrations in infant formula and commercial milk

종 류	Na (mg/100g)	K (mg/100g)	Na/K (mEq/mEq)
남양분유	18.70	57.36	0.55
남양분유 로얄	18.30	63.18	0.49
남양분유 리전트	16.37	63.05	0.44
남양분유 임페리얼	19.02	78.14	0.41
남양 미숙아용 분유	19.61	66.03	0.51
남양 호프 A	30.94	69.75	0.75
조제 분유			
남양 호프 D	10.05	65.15	0.26
매일 맘마	16.19	53.71	0.51
매일 맘마 오메가	21.52	55.65	0.66
매일 미숙아용 분유	32.51	68.36	0.82
매일 쏘이 A	29.32	65.93	0.75
매일 MF-1	34.85	78.85	0.75
파스퇴르 로히트 분유	21.94	94.18	0.39
Mean ± S.D.	23.62 ± 8.43	67.64 ± 10.96	0.56 ± 0.17
서울우유	41.57	143.57	0.49
매일우유	39.76	135.26	0.49
해태튼튼우유	39.62	132.61	0.51
시유			
남양 3.4우유	38.94	134.60	0.49
건국우유	39.34	132.58	0.51
연세우유	38.67	131.37	0.49
삼육우유	38.82	136.57	0.48
Mean ± S.D.	39.53 ± 0.99	135.22 ± 4.09	0.49 ± 0.02

나트륨을 추가로 보충한 그룹은 혈압에 영향을 미치지 못하였고, 고칼슘 식이로 혈압을 낮출 수 있었다고 하였다. 국내의 연구⁴¹⁻⁴³⁾에서도 식이 중 칼슘보충이 나트륨 대사에 유효한 영향을 미친 것을 보고하고 있다.

수유기간별 영아의 1일 평균 칼륨 섭취량은 기간별로 각각 255.7, 276.0, 289.7, 294.6, 320.3 및 318.3mg/day로 전기간에 걸쳐 유의적인 차이 없이 일정한 수준이었으며 전기간 평균은 292.4mg/day이었다. 칼륨은 그 섭취량과 뇨 중 배설량과 혈압 또는 고혈압의 발생빈도와의 사이에 유의 상관관계가 있어서 그 예방과 치료를 위하여 섭취량을 증가시킬 필요가 있다.⁴⁴⁾

4. 시판 조제분유와 시유의 나트륨 및 칼륨 함량

시판 조제분유를 14%의 농도로 조유하여 나트륨과 칼륨의 농도를 측정된 결과는 Table 4와 같다.

유즙 중의 나트륨 함량은 시판 조제분유를 14%로 조유하였을 때 평균 23.62mg/100g, 시유는 39.53mg/100g으로 수유 3개월 짜의 모유에 비교하였을 때 조제분유는 1.90배, 시유는 3.19배 높아 인공 영양아의 경우 어려서부터 나트륨의 섭취량이 모유 영양아보다 많아 신장의 용질부하

량(renal solute load)이 높아지게 된다. 한국인 수유부의 1일 모유 분비량이 평균 750ml⁴⁵⁾이고 이를 영아가 다 섭취한다고 가정하고 Lim과 Lee⁴⁶⁾에 의하면 남아를 대상으로 한 연구에서 인공 영양아는 모유 영양아보다 수유량이 1.2배정도 많다고 하여 900ml/day가 되며 인공 영양아의 1일 나트륨 섭취량은 모유영양아가 섭취하는 양의 2배인 187.1mg이 된다. 또한 시유는 나트륨 함량이 모유의 3배 수준이므로 영아에게는 적당하지 않다.

칼륨은 시판 조제분유를 14%로 조유하였을 때 평균 67.64mg/100g, 시유는 135.22mg/100g으로 수유 3개월 짜의 39.9mg/100g에 비하여 조제분유는 1.69배, 시유는 3.39배 높아 나트륨과 마찬가지로 인공 영양아가 모유 영양아보다 칼륨을 많이 섭취하게 된다.

Na/K의 당량비는 조제분유가 0.56 ± 0.17, 시유가 0.49 ± 0.02로 수유 3개월 짜의 모유에 비슷한 수준이었다.

체내 수분 필요량을 결정하는 요인으로 신장으로부터 배설되어야 하는 용질을 합쳐 "신장의 용질부하량(renal solute load)"라고 하는데, 주된 용질은 나트륨, 칼륨과 단백질 대사의 최종산물인 요소 등이다. 모유와 같이 나트륨, 칼륨 및 단백질 함량이 낮은 식품은 적은 신장의 용질부하량을 가져온다. Kim 등⁴⁷⁾은 신생아기에 발생한 고장성 탈수증에 관한 임상적 고찰에서 고장성 탈수증 10례 중 7례가 인공영양아였고, 그 중 4례는 고농도의 부적당한 수유 때문이라고 하였다. Kim 등⁴⁸⁾도 소아의 고장성 탈수증의 임상적 고찰에서 입원이전까지의 영양방법에서 인공영양아가 전례의 반을 차지한다고 하여 인공영양아가 신장에 대한 용질부하량을 많이 받고 있음을 나타내었다. 신생아기의 고장성 탈수증은 심한 경우 뇌부종, 경련 등의 중추신경계 합병증을 일으켜 사망률을 높인다. 인공영양의 경우 영아에게 신장의 용질부하량을 낮출 수 있도록 조제분유를 조제할 때 나트륨과 칼륨의 함량이 모유에 가깝도록 재조정하는 노력이 필요하다.

요약 및 결론

완전모유 영양아의 수유기간별 0.5, 1, 2, 3, 4, 및 5개월 짜에 모유 영양아의 나트륨과 칼륨 섭취량을 측정하고 조제분유와 시유의 나트륨 및 칼륨 함량을 측정된 결과는 다음과 같다.

- 1) 수유 0.5, 1, 2, 3, 4 및 5개월 짜 모유의 나트륨 함량은 기간별로 각각 21.1, 18.1, 15.9, 12.4, 10.6 및 11.4mg/100g으로 수유기간에 따라 유의하게 감소하였다(p < 0.05). 모유의 칼륨 함량은 기간별로 각각 48.5, 43.3, 40.8, 39.

9. 40.5 및 38.5mg/100g으로 수유 1개월 이후는 유의적인 차이가 없이 안정되는 경향이었다.

모유의 나트륨과 칼륨의 당량 비율은 기간별로 각각 0.76, 0.75, 0.70, 0.56, 0.46 및 0.52(mEq/mEq)로 수유 3개월까지 유의하게 감소하였으며(p < 0.05). 나트륨과 칼륨 농도 사이에는 유의적인 상관성은 없었다.

2) 수유기간별 모유를 통한 나트륨 섭취량은 각각 106.9, 105.6, 108.4, 90.6, 82.6 및 95.6mg/day로 전기간 중 유의적인 차이는 없었으며 전기간 평균은 98.3 ± 10.4mg/day이었다. 유를 통한 영아의 칼륨의 섭취량은 기간별로 각각 255.7, 276.0, 289.7, 294.6, 320.3 및 318.3mg/day로 전기간에 걸쳐 유의적인 차이 없이 일정한 수준이었으며 전기간 평균은 292.4 ± 24.8mg/day이었다.

3) 시판 조제분유를 14%로 조유할 때 나트륨은 평균 23.62mg/100g, 칼륨은 67.64mg/100g이었으며, 시유는 나트륨이 39.53mg/100g, 칼륨은 135.22mg/100g이었다. Na/K의 당량비는 조제분유가 평균 0.56 ± 0.17, 시유가 0.49 ± 0.02로 수유 3개월 제의 모유에 비슷한 수준이었다.

이상의 연구에서 인공영양의 경우 영아에게 신장의 solute load를 낮추기 위하여 조제분유를 조제할 때 나트륨 및 칼륨의 함량이 모유에 가깝도록 재조정하는 노력이 필요하다는 것을 알 수 있었다.

Literature cited

- 1) Macrae R Robinson RK, Sadler MJ ed. Encyclopaedia of Food Science: Food Technology and Nutrition. vol 6. pp.4181-4188, 1993
- 2) Morris CD. Effect of dietary sodium restriction on overall nutrient intake. *Am J Clin Nutr* 65(2): 687S-691S, 1997
- 3) Tobian L Jr. The relationship of salt to hypertension. *Am J Clin Nutr* 32: 2739-2748, 1979
- 4) Joossens JV, Gerboers J. Dietary salt and risks to health. *Am J Clin Nutr* 45: 1277-1288, 1987
- 5) Faust HS. Effects of drinking water and total sodium intake on blood pressure. *Am J Clin Nutr* 35(6): 1459-1467, 1982
- 6) van Buul BJ, Steegers EA, Jongasma HW, Rijpkema AL, Eskees TK, Thomas CM, Baadenhuysen H, Hein PR. Dietary sodium restriction in the prophylaxis of hypertensive disorders of pregnancy: effects on the intake of other nutrients. *Am J Clin Nutr* 62(1): 49-57, 1995
- 7) National Research Council. Recommended dietary allowances, 10th ed. National Academy of science. Washington DC, 1989
- 8) Finberg L, Beauchamp GK. Babies need sodium in moderation. *Pediatric Basics* 69: 22-24, 1994
- 9) Freis ED. Salt volume and the prevention of hypertension. *Circulation* 53: 589-595, 1976
- 10) Szklo M. Epidemiologic patterns of blood pressure in children. *Epidemiol Rev* 1: 143-169, 1979
- 11) Hofman A, Hazebroek A, Valkenburg HA. A randomized trial of sodium intake and blood pressure in newborn infants. *JAMA* 250: 370-373, 1983
- 12) Macrae R Robinson RK, Sadler MJ ed. Encyclopaedia of Food Science:

- Food Technology and Nutrition. vol 6. pp.3662-3686, 1993
- 13) Luft FC Sodium, Chloride and Potassium. In: Brown ML. Present Knowledge in Nutrition. 6th ed., International life Science Institute Nutrition Foundation. Washington DC., pp.233-240, 1990
- 14) American Academy of Pediatrics. Sodium intake of infants in the United States. *Pediatrics* 68: 444-445, 1981
- 15) Shils ME, Olson JA, Shikke M. Modern nutrition in health and disease 8th ed. Lea & Febger. Philadelphia, pp.127, 1994
- 16) Cherry JD, Surawicz B. Unusual effects of potassium deficiency on the heart of a child with cystinosis. *Pediatrics* 30(3): 414-424, 1962
- 17) Butte NF, Garza C, Smith EOB, Wills C, Nichols BL. Macro- and trace mineral intakes of exclusively breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 45: 42-48, 1987
- 18) Picciano MF, Calkins EJ, Farrick JR, Deering RH. Milk and mineral intakes of breast fed infants. *Acta Paediatr Scand* 70: 189-194, 1981
- 19) Allen JC, Keller PR, Archer P, Neville MC. Studies in human lactation: milk composition and daily secretion rates of macronutrients in the first year of lactation. *Am J Clin Nutr* 54(1): 69-80, 1991
- 20) Keenan BS, Buzek SW, Garza C, Potts E, Nichols BL. Diurnal and longitudinal variations in human milk sodium and potassium: implication for nutrition and physiology. *Am J Clin Nutr* 35(3): 527-534, 1982
- 21) Neville MC, Allen JC, Archer PC, Casey CE, Seacat J, Keller RP, Lutes V, Tasbach J, Neifert M. Studies in human lactation: milk volume and nutrient composition during weaning and lactogenesis. *Am J Clin Nutr* 54(1): 81-92, 1991
- 22) Garza C, Hohnson CA, Smith EO, Nichols BL. Changes in the nutrient composition of human milk during gradual weaning. *Am J Clin Nutr* 37(1): 61-65, 1983
- 23) Lee BR, Ma JS, Sohn C. Changes in Na and K concentrations in human milk. *Korean Pediatrics* 25(1): 1-7, 1982
- 24) Ahn HS, Choi MK, Pyo YH. Changes in the contents of major minerals and trace elements of human milk. *Kor J Nutrition* 25(2): 123-131, 1992
- 25) Cho KH, Moon J, Keum HK, Kim ES. Sodium and potassium intakes of breast-fed infants during lactation. *Kor J Nutrition* 28(7): 612-619, 1995
- 26) Fly AD, Uhlin KL, Wallace JP. Major mineral concentrations in human milk do not change after maximal exercise testing. *Am J Clin Nutr* 68(2): 345-349, 1998
- 27) Bitman J, Hamosh M, Hamosh P, Lutes V, Neville MC, Seacat J, Wood DL. Milk composition and volume during the onset of lactation in a diabetic mother. *Am J Clin Nutr* 50(6): 1364-1369, 1989
- 28) Shiffman ML, Seale TW, Flus M, Rennert OR, Swender PT. Breast-milk composition in women with cystic fibrosis: report of two cases and a review of the literature. *Am J Clin Nutr* 49(4): 612-617, 1989
- 29) Zavaleta N, Lanata C, Butron B, Peerson JM, Brown KH, Linnerdal B. Effect of acute maternal infection on quantity and composition of breast milk. *Am J Clin Nutr* 62(3): 559-563, 1995
- 30) Moon SJ, Kang JS, Lee MJ, Lee JH, Ahn HS. A longitudinal study of macro-mineral concentrations in human milk. *Kor J Nutrition* 26(9): 1098-1109, 1993
- 31) Armstrong B, Clarke H, Martin C, Ward W, Nroman N, Masarei J. Urinary sodium and blood pressure in vegetarians. *Am J Clin Nutr* 32(1): 2472-2475, 1979
- 32) Ahn HS, Choi MK. Influence of maternal diet on mineral and trace element contents of human milk and relationships between level of these milk constituents. *Korean J Nutrition* 26(6): 772-782, 1993
- 33) Droese W, Stollely H, Schlage C, Worthberg B. Significance of the salt level in food for infants and children. *Bibl Nutr Dieta* 18: 215-223, 1973
- 34) Ambard L, Beaujard E. Cause of arterial hypertension. *Arch Gen Med* 1: 520-525, 1904
- 35) Dahl LK. Salt and hypertension. *Am J Clin Nutr* 25: 231-244, 1972

- 36) Dahl LK, Love RA. Etiologic role of sodium chloride intake in essential hypertension in humans. *JAMA* 164: 397-400, 1957
- 37) Dahl LK. Effects of chronic excess salt feeding: Induction of self-sustaining hypertension in rats. *J Exp Med* 114: 231-236, 1961
- 38) Meneely GR, Dahl LK. Electrolytes in hypertension: The effects of sodium chlorides. The evidence from animal and human studies. *Med Clin Am* 45: 271-282, 1961
- 39) Zarkada M, Gougeon-Reyburn R, Marliss EB, Block E, Alton-Mackey M. Sodium chloride supplementation and urinary calcium excretion in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 50: 1088-1094, 1989
- 40) Casternmiller JJ, Mensink RP, van der Heijden L, Kouwenhoven T, Hautvast JG, de Leeuw PW, Schaafsma G. The effect of dietary sodium on urinary calcium and potassium excretion in normotensive men with different calcium intakes. *Am J Clin Nutr* 41(1): 52-60, 1985
- 41) Sung JA. Effects of calcium intake on calcium, sodium and potassium metabolism in young and adult female rats. *Kor J Nutrition* 28(4): 309-320, 1995
- 42) Kim HS, Yu CH. The effect of Ca supplementation on the metabolism of sodium and potassium and blood pressure in college women. *Kor J Nutrition* 30(1): 32-39, 1997
- 43) Lee JW, Lee EY, Lee BK. Effect of calcium supplementation on blood pressure response to dietary sodium level in normotensive young Korean women with family history of hypertension. *Kor J Nutrition* 32(6): 661-670, 1999
- 44) Holbrook JT, Cottrell SL, Smith JC Jr. Correlations of changes in dietary potassium and sodium with blood pressure during an one-year study. *Am J Clin Nutr* 40(6): 1390-1392, 1984
- 45) Recommended dietary allowances for Koreans, 7th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 2000
- 46) Lim HS, Lee JA. Feeding mode and evaluation pattern of breast-feeding and formula-feeding. *Kor J Nutrition* 26(4): 423-432, 1993
- 47) Kim YS, Chey MJ, Kim KH, Lee HS. Clinical study on hypernatremic dehydration in neonates. *Kor J Neonates* 2(1): 42-49, 1995
- 48) Kim YM, Song KY, Kim SH. Clinical study on hypernatremic dehydration in children. *Kor J Pediatrics* 33(2): 146-152, 1990