

일부 모유 영양아와 인공 영양아의 혈중 타우린 함량 비교

조금호^{1*} · 김을상²

¹경희대학교 임상영양연구소, ²단국대학교 식품영양학과

Comparison of Plasma Taurine Levels in Some of Breast-fed Infants and Formula-fed Infants

Kum-Ho Cho^{1*} and Eul-Sang Kim²

¹Research Institute of Clinical Nutrition, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

²Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate taurine intake in formula-fed and breast-fed infants and to estimate the level of taurine of blood and urine in order to determine the requirement of taurine intake in infants. These results will be useful to suggest the guideline of requirement of taurine intake and may contribute toward the proper use of breast milk substitutes. Experimental groups were breast-fed infants ($n=10$) and formula-fed infants ($n=10$) of 20 normal delivery infants in general hospital. This study was longitudinal study from birth up to 16weeks (0 week, 4 weeks, 8 weeks, 12 weeks, 16 weeks). The items of test were anthropometry(weight, height, head circumference, chest circumference), intake of taurine, taurine level of blood and urine in breast-fed and formula-fed infants. There were no significant differences between breast-fed and formula-fed infants in weight, height, head and chest circumference. There is a need for future studies of exclusive infants with larger samples to determine which growth pattern should be considered as the norm. Taurine concentration of plasma and urine did not differ between breast-fed and formula-fed infants. Taurine intake recommendations for infants is about 30mg/day from this study. This data will be useful for production of human-like formula milk and suggestion of an index of selection of a consumer in taurine.

Key words : Taurine, formula-fed infants, breast-fed infants, taurine recommendations.

서론

포유 동물의 젖은 각각 종에 따라서 그 자손의 특별한 필요에 맞는 성분으로 구성되어 있다는 개념은 생화학적인 연구에 의해 더욱 확실시되어 있으며(Blance B 1981) 사람의 모유가 특히 6개월 미만의 영유아 영양에 있어서 가장 이상적인 식품이라는 것은 이미 잘 알려진 사실이다(Ogra & Ogra 1978, Hambraeus L 1977).

모유에 함유되어 있는 타우린은 태아 및 영아기에 중요한 생리 작용을 하는 아미노산으로 미숙아나 신생아에서는 cysteine dioxygenase나 cysteine sulfinic acid decarboxylase의 합성이 낮아 체내 생합성으로서는 필요량이 충족되지 못하여 영아식에 타우린을 공급하지 않으면 안 되는 것으로 보고되었다(Hayes KC 1988a).

타우린(beta-amino ethane sulfonate, 분자량 125.1)은 대부분의 동물 조직에서 가장 풍부한 유리 아미노산으로 일부 식

물계에서도 발견되며 두뇌 발달(Hayes & Sturman 1981, Sturman & Hayes 1980)과 성장 조절 인자로서(Gaull GE 1983, Hayes *et al* 1980a) 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다.

타우린(2-aminoethanesulfonic acid)은 분자 구조에 유황을 함유하는 아미노산으로서 분자량이 적고 자연계에서 쌍극이온으로 존재하며 다른 아미노산과는 구별되는 특이한 화학적, 생물학적 특성을 지니고 있다(Park T 2001). 타우린은 조건적인 필수영양소로서 특성화 되어 있으며(Chipponi JX 1982), 삼투압 조절(Thurston *et al* 1980), 당 대사 촉진(Kulakowski & Maturro 1984), 신경 흥분성 조절(Bernardi N 1985), 해독작용(Emudianughe *et al* 1983), 칼슘의 유입과 유출(Sebring & Huxtable 1985), 세포막 안정성(Pasantes-Morales *et al* 1984), 망막 색소 상피세포 증식 촉진(Cohen *et al* 1973), 담즙산과의 포함, 담즙을체 예방, 부정맥이 일어나지 않게 하는 기능(심장근육의 수축시 심근육을 수축하는 힘 또는 에너지를 조절하는 작용/심장의 수축에 대하여 시간 또는 주기에 영향을 주는 변시성 작용), 내분비계의 대사적 영향과 항산화 작용, 항염증 작용 등의 특성이 있는 특유한 화학 구조

* Corresponding author : Kum-Ho Cho, Tel : +82-2-969-7715, Fax : +82-2-969-7715, E-mail : chokh@khu.ac.kr

(Lourenco & Camilo 2002)로 광범위한 기능을 가지고 있다.

출생 시 타우린이 함유되어 있는 모유가 권장되지만 모체의 건강 상태나 사회 진출 등으로 인한 모유 수유 기회의 감소, 사회·경제적인 요인, 문화적 요인, 아기의 영양 문제 등 영아에게 이러한 모유 수유가 어려운 상황에서 영아의 영양은 유액(milk)을 기본으로 하기 때문에(Jochum *et al* 1995) 엄마들은 영아에게 수유할 목적으로 한 가지의 상업용 분유를 선택하게 된다.

한국인 수유부의 모유 중 타우린 함량에 관한 연구(Kim *et al* 1993a, Kim *et al* 1998, Kim *et al* 1998a)가 수 편이 있지만 모유 영양아와 인공 영양아 사이의 타우린의 임상 영양학적 비교 연구는 보고되어 있지 않다.

1990년대에는 타우린의 중요성이 인식되어 우리나라에서도 대부분의 조제 분유에 타우린을 첨가하고 있으며 조제 분유 100 g 중 20~30 mg이 첨가되었고 2000년대에는 100 g 당 30~40 mg이 첨가되고 있다. 그러나 이 양이 모유 수준에 해당하는 양이라고 할지라도 실제 임상영양학적인 평가가 없었기 때문에 적절한 양인지는 알 수 없으며 특히 우리나라 영아에 있어서 적절한 양인지 연구된 바가 없다.

본 연구의 목적은 만기 출생한 건강한 영아를 대상으로 모유 영양아와 인공 영양아 두 그룹간의 비교 연구를 통해 혈액 및 소변 중의 타우린 농도를 측정하여 우리나라 영아의 타우린 필요량을 추정하여 조제 분유의 첨가량 결정을 통한 모유화 분유 제품 실현을 할 수 있도록 기초 자료를 제시하고 타우린 영양 권장량 책정의 기초 자료를 마련하여 영유아식 제품 개발을 위한 guideline을 제시하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

서울 종합병원에서 정상 분만된 신생아 20명을 소아과 협조 하에 모집하여 신생아 시기부터 이유식을 시작하기 직전인 생후 4개월까지의 영아를 대상으로 조사하였다. 이들을 모유 영양아군, 인공 영양아군으로 나누어 각 군당 10명의 영아로 출생 시(0주), 4주, 8주, 12주, 16주까지 성장 변화에 대한 연구를 진행하였다.

2. 연구방법

검사 항목은 영아의 신체 계측(체중, 신장, 두위, 흉위) 등을 측정하며 혈액 및 소변의 타우린 농도를 측정하였다.

출생 시와 출생 후 영아의 체중, 신장, 두위, 흉위를 1개월 간격으로 4개월까지 영아가 병원에 올 때 신체 계측을 하였다. 4개월령 모유와 영아의 혈장 및 소변에서의 타우린 함량을 측정하였다. 임상 실험 기간 동안에 영아들은 혼합식을

하지 않았다.

혈장과 소변에서 타우린 측정은 Moore와 Stein에 의한 ionexchange chromatography에 근거한 아미노산 전용 분석기(Biochrom 20, Pharmacia Biotech, Cambridge, England)를 사용하여 측정하였다(Moore & Stein 1963). 4개월령 모유 중 타우린 함량은 Stocchi 등의 방법(Stocchi *et al* 1994)을 수정하여 dansylchloride dansyl 유도체를 만들어 HPLC(High Performance Liquid Chromatography)로 정량하였다. 4개월령 영아의 소변중 타우린 함량은 일회의 소변을 수거하여 분석하였다. 탈염수로 3번 생식기를 잘 닦은 후 깨끗한 일회용 소변 수거용 백에 받아 분석 전까지 70 °C 냉동실에 보관하였다. 영아의 분유 섭취량은 30, 60, 90, 120일 되는 날의 섭취량을 기록하였다. 모유 영양아의 모유 섭취량은 이전 연구(Lee JS 1994a) 결과를 이용하였다. 인공영양아의 조제 분유는 타우린 함량 30 mg/100 g의 분유를 사용하였다.

3. 통계처리

모든 연구 결과의 통계처리는 출생시와 4개월령시의 동일한 영아의 샘플 관측값을 비교하기 위하여 Student's *t*-test로 통계처리 하였고 기간별 인공영양아의 우유 섭취량의 변화는 Duncan's Multiple test로 처리하였다.

결과 및 고찰

1. 영아의 체중, 신장, 두위, 흉위

1) 체 중

모유 영양아와 인공 영양아의 수유기간별 체중 변화(Table 1)에 있어, 인공 영양아는 0, 1, 2, 3, 4개월에 체중이 각각 3.38, 4.42, 5.85, 6.83, 7.58 kg이었고 모유 영양아는 3.3, 4.4, 5.81, 6.86, 7.48 kg으로 모유 영양아와 인공 영양아 사이의

Table 1. Weight change of breast-fed and formula fed infants during the first 120 days postpartum of mothers

Month	Weight (kg)	
	Formula fed infants	Breast fed infants
0	3.38±0.17 ¹⁾	3.30±0.18
1	4.42±0.15	4.40±0.12
2	5.85±0.14	5.81±0.24
3	6.83±0.22	6.86±0.11
4	7.58±0.19	7.48±0.23

¹⁾ Values are Mean±SD.

체중은 유의적인 차이없이 비슷한 경향을 보였다. Miller & Jekel(1989)은 영아의 출생 시 체중이 어머니의 신장, 인종, 임신 시 신장 대 체중의 비 및 연령과 영아의 출생 순위, 재태기간(태아가 모태 속에 있는 기간), 성별 등에 따라 차이가 난다고 하였다. Dewey *et al*(1992)은 모유 영양아와 인공 영양아의 성장 비교연구에서 0, 1, 2, 3, 4, 5 및 6개월에 남아와 여아의 체중은 모두 직선적인 증가를 하였고 인공 영양아가 유의하게 체중이 더 높다고 하였다. Rattigan *et al*(1981)은 영아의 출생 시 평균 체중이 3.54 kg이었으며 여아는 수유 기간의 경과에 따라 이상적인 체중 증가를 나타내는데 모유 영양아와 인공 영양아 간에는 체중의 변화에 차이가 없다고 보고하였다. Butte & Calloway(1981)의 연구 영아의 출생 시 체중이 3,514 g으로 1개월 이후에 4,667 g으로 증가하였으며 수유 기간에 따라 직선적인 회귀식으로 나타나며 평균 성장 속도는 35.9 g/day(남아 39.8 g/day, 여아 31.8 g/day)라고 보고하였다. 본 연구 결과는 Rattigan *et al*(1981)의 연구 결과와 유사하게 모유 영양아와 인공 영양아 사이의 체중의 차이는 나타나지 않았다.

2) 신 장

모유 영양아와 인공 영양아의 수유 기간별 신장의 변화는 Table 2와 같다. 인공 영양아는 0, 1, 2, 3, 4개월에 신장이 각각 51.34, 55.25, 59.36, 62.45, 65.52 cm이었고 모유 영양아는 51.00, 55.11, 59.63, 62.62, 65.46 cm로 모유 영양아와 인공 영양아 사이의 신장 변화의 유의적인 차이 없이 비슷한 경향을 보였다.

3) 두 위

모유 영양아와 인공 영양아의 수유 기간별 두위 변화는 Table 3과 같다. 인공 영양아는 0, 1, 2, 3, 4개월에 두위가 각각 34.31, 37.33, 39.16, 40.61, 41.88 cm이었고 모유 영양아는 34.27, 37.38, 39.08, 40.67, 41.55 cm로 기간이 경과할

Table 2. Height change of breast-fed and formula fed infants during the first 120 days postpartum of mothers

Month	Height (cm)	
	Formula fed infants	Breast fed infants
0	51.34±1.12 ¹⁾	51.00±0.78
1	55.25±0.63	55.11±0.94
2	59.36±0.72	59.63±1.07
3	62.45±0.63	62.62±0.59
4	65.52±0.90	65.46±0.55

¹⁾ Values are Mean±SD.

Table 3. Head circumference change of breast-fed and formula fed infants during the first 120 days postpartum of mothers

Month	Head circumference (cm)	
	Formula fed infants	Breast fed infants
0	34.31±0.42 ¹⁾	34.27±0.43
1	37.33±0.37	37.38±0.29
2	39.16±0.30	39.08±0.39
3	40.61±0.47	40.67±0.52
4	41.88± 0.57	41.55±0.60

¹⁾ Values are Mean±SD.

수록 두위가 증가하였으며 모유 영양아와 인공 영양아 사이의 두위 변화의 유의적인 차이 없었다.

4) 흉 위

모유 영양아와 인공 영양아의 수유 기간별 흉위 변화는 Table 4와 같이 인공 영양아는 0, 1, 2, 3, 4개월에 두위가 각각 33.28, 36.53, 39.45, 41.67, 42.69 cm이었고 모유 영양아는 33.37, 36.41, 39.49, 41.6, 42.57 cm로 기간이 경과할수록 흉위가 증가하였으며 모유 영양아와 인공 영양아 사이의 흉위 변화의 유의적인 차이 없이 비슷한 경향을 보였다.

Venkataraman *et al*(1992)과 Sellars *et al*(1971)의 연구에서도 모유군, 액상 대두유군, 조제 분유군에서의 영아의 성장 발육 상태를 비교해 본 결과 체중, 신장, 두위의 증가에서 군간의 유의적인 차이가 없었다.

5) 모유 및 우유 섭취량

모유 영양아와 인공 영양아의 수유 기간별 모유 및 우유

Table 4. Chest circumference change of breast-fed and formula fed infants during the first 120 days postpartum of mothers

Month	Chest circumference (cm)	
	Formula fed infants	Breast fed infants
0	33.28±0.31 ¹⁾	33.37±0.36
1	36.53±0.29	36.41±0.29
2	39.45±0.43	39.49±0.47
3	41.67±0.35	41.6 ±0.43
4	42.69±0.52	42.57±0.60

¹⁾ Values are Mean±SD.

섭취량은 Table 5와 같이 인공 영양아는 1, 2, 3, 4개월에 우유 섭취량이 각각 650, 753, 795, 807 g/day로 수유 기간이 길어짐에 따라 섭취량이 증가하였다. 모유 영양아의 모유 섭취량은 Lee JS(1994)의 연구 1, 2, 3, 4개월에 650, 718, 731, 746 g/day에 비교해 볼 때 인공 영양아가 모유 영양아에 비하여 유즙 섭취량이 많게 나타났다. Neville *et al*(1988)과 Butte *et al*(1984)의 미국 백인의 3개월령까지의 수유량을 각각 694~770 mL/day와 723~751 mL/day로 보고한 바 있으

며 Hofvander *et al*(1982)은 스웨덴인의 3개월령까지의 수유량을 656~776 g/day로 인공 영양아의 수유량은 모유 영양아보다 많았다고 하였다. Borschel *et al*(1986)도 모유 영양아의 유즙 섭취량이 1~6개월에 621~714 mL/day로 인공 영양아의 71~83%이었다고 보고하는 등 인공 영양아의 수유량이 모유 영양아보다 높은 것으로 보고되었다.

Table 5. Daily breast milk and formula milk intake in infants during the first 120 days of lactation

Month	Intake of breast milk and formula milk (g/day)	
	Formula fed infants	Breast fed infants
1	650±120 ^{1)2)b}	650±217 ^a
2	753±111.6 ^a	718±139 ^{ab}
3	795± 68.8 ^a	731±197 ^{ab}
4	807± 77.8 ^a	746±219 ^{ab}

¹⁾ Values are Mean±SD.

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

2. 모유 영양아와 인공 영양아의 1일 타우린 섭취량
2003년 이후 영아들에게 수유되는 조제 분유의 타우린 함량은 Table 6에서와 같이 각 회사마다 30~40 mg/100 g의 타우린이 함유되어 있다.

본 연구는 영아가 모유를 통하여 섭취하는 타우린의 섭취량은 Table 7에서처럼 4개월 모유 영양아의 경우 29.1±8.5 mg/day(233.09±64 μM/day)이고 인공 영양아는 36.3±3.5 mg/

Table 7. Taurine intake in breast-fed and formula fed infants at 4 month

	Taurine intake (mg/day)
Breast-fed infants	29.1±8.5 ¹⁾
Formula-fed infants(taurine suppl)	36.3±3.5

¹⁾ Values are Mean±SD.

Table 6. The components of nutrients and cost in cow's formula milk for 0~4 months old infants (2003. 8)

Name	Company	Weight (g)	Contents (per 100 g)				
			Energy (kcal)	Protein (g)	Fat (g)	Carbohydrate (g)	Taurine (mg)
시 밀 락	Abott	800	526.0	10.9	28.4	56.8	35
베이비웰 프리미	Meail	400	504.0	14.5	26.0	53.0	40
베이비웰 HA	Meail	450	476.0	12.0	20.0	60.0	40
아토크어	Meail	450	506.0	12.0	26.0	56.0	40
프리미엄	Meail	800	513.0	11.5	26.5	57.0	40
매일분유 IQ 1단계	Meail	800	516.0	12.2	27.0	56.0	30
호프닥터	Namyang	350	415.0	17.0	9.2	66.0	40
프리미엄	Namyang	800	510.0	13.5	26.0	55.6	35
사이언스	Namyang	800	516.2	12.5	27.0	55.8	30
쉴(수)	Namyang	920	512.8	12.5	27.4	55.4	30
유기농장100	Pasteur	500	421.0	16.0	9.0	69.0	30
에머랄드	Pasteur	740	509.0	12.8	26.0	56.0	35
로 히 트	Pasteur	515	515.0	12.2	27.0	55.8	35
후디스분유S	Ildong	750	520.0	12.0	27.0	56.0	34

day(290.8±28.0 $\mu\text{M/day}$)이다.

Kim *et al*(1993b)은 모유로부터 영아가 섭취하는 taurine은 15, 30, 60, 90, 120, 150일에 일반 수유부에서는 각각 196±94, 202±74, 212±63, 229±77, 210±62, 169±52 $\mu\text{M/day}$ 였고, 채식 수유부에서는 각각 185±38, 210±54, 177±43, 137±47, 132±35, 106±15 $\mu\text{M/day}$ 였다고 보고하였다. 타우린 결핍은 장기간 피장 영양을 하는 환자에서 망막 전도에 이상을 초래하는 것으로 알려져 있을 뿐만 아니라(Geggel HS *et al* 1985), 혈장과 소변에서 타우린 농도가 낮은 것으로 알려져 있다(Zelikovic *et al* 1990a). 신생아기에는 타우린 생합성 효소의 결핍(Yamaguchi K 1990, Wright *et al* 1986)으로 함유황 아미노산인 메티오닌이나 시스테인이 충분하여도 식이성 타우린결핍을 대체할 수 없는 것으로 알려져 있다. 사람을 포함한 영장류는 정상적인 타우린 농도 유지를 위해 내인성 급원으로부터 타우린의 합성 능력이 제한되기 때문에 모유와 같은 외인성 급원에 의존한다(Jacobsen & Smith 1968).

Kim *et al*(1998b)의 연구에서 한국인 영아의 모유를 통한 타우린 섭취량은 초유, 이행유, 성숙유로 구분하여 보면 각각 1일 23.7±10.2, 23.9±8.3, 25.3±7.8 mg이었다. 0.5개월부터 5개월까지의 일반 수유부 영아의 수유기간의 모유를 통한 타우린 섭취량은 21.1±6.5에서 28.6±9.6 mg, 채식 수유부 영아는 13.3±1.9에서 26.3±6.8 mg의 범위로 섭취하였고 채식을 하는 수유부의 영아가 모유로부터 섭취하는 타우린량은 일반 수유부의 영아보다 낮게 나타났다(Kim *et al* 1993c).

3. 모유 영양아와 인공 영양아의 혈액과 소변중 타우린 함량

영아에 있어서 타우린의 요구량은 아직 정해지지 않았으나 타우린을 과잉으로 섭취하는 개체에서는 그 과잉의 타우린이 소변으로 배설되는 것으로 알려져 있다(Stipanuk *et al* 1984). 모유 성분으로서 타우린의 중요성은 모유 영양아에 비해서 타우린이 거의 또는 전혀 함유되지 않은 조제 분유 영양아의 혈장과 소변에서 타우린의 농도가 낮다는 연구로부터 시사되었다(Gaull *et al* 1977). 시중에 판매되는 조제 분유는 Table 6과 같이 조제 회사마다 타우린을 30~40 mg/100g으로 첨가하고 있어서 모유 영양아가 1일 모유를 통하여 섭취하는 타우린의 양보다 인공 영양아가 섭취하는 양이 더 많은 경향을 나타내고 있다. 본 연구에서 모유 영양아와 인공 영양아의 혈중 타우린 농도(Table 8)는 각각 8.14±1.9 $\mu\text{M/dL}$, 7.01±1.24 $\mu\text{M/dL}$ 이었으며 소변중 타우린 농도는 각각 36.8±11.27 $\mu\text{M/dL}$, 34.9±8.9 $\mu\text{M/dL}$ 로 모유 영양아가 인공 영양아에 비하여 높은 경향을 나타내었으나 통계적 유의성은 없었다.

Gaull GE(1981)은 만기 출산 모유 영양아에서 혈장 타우린 농도는 10 $\mu\text{M/dL}$, 소변 중의 타우린 농도는 40 $\mu\text{M/dL}$ 로

Table 8. Comparison of plasma and urine taurine concentration in infants fed formula and human milk at 4 month

	Plasma taurine ($\mu\text{M/dl}$)	Urine taurine ($\mu\text{M/dl}$)
Breast fed infants	8.14±1.90 ¹⁾	36.8±11.27
Formula fed infants	7.01±1.24	34.9± 8.90

¹⁾ Values are Mean±SD.

보고하였고, Lindblad *et al*(1978)은 1~5개월령의 모유 영양아에서 혈장 타우린 농도는 9 $\mu\text{M/dL}$ 라고 하였다. 또한 Riihä *et al*(1996a)은 타우린을 보충하지 않은 3개월령 인공 영양아군과 타우린을 6 mg/dL로 보충한 인공 영양아군, 모유 영양아군에서 혈장 타우린의 농도가 각각 2.2±2.1 $\mu\text{M/dL}$, 8.6±3.4 $\mu\text{M/dL}$, 4.3±1.7 $\mu\text{M/dL}$ 로 보고하였고 소변 중의 타우린 함량은 타우린을 보충하지 않은 인공 영양아군이 4.2±1.2 $\mu\text{M/dL}$ 로 타우린을 보충한 인공 영양아군의 33.5±14.9 $\mu\text{M/dL}$ 와 모유 영양아군 40.7±12.1 $\mu\text{M/dL}$ 에 비해 유의적으로 낮았음을 보고하였다.

타우린을 보충한 인공 영양아군이 똑같이 고단백질을 섭취되 타우린을 보충하지 않은 인공 영양아군에 비하여 BUN은 물론 혈장과 소변 중의 아미노산 농도가 낮거나 정상이었다고 보고하며, 타우린이 고단백식의 인공 영양아에서 고 아미노산 혈증이 일어나지 않도록 예방해 준다고 보고하였다(Riihä *et al* 1996b).

4. 모유 영양아와 인공 영양아의 타우린 영양과 권장량

지난 15 여년 전부터 인공 영양아를 위한 조제 분유에 타우린이 첨가되기 시작하였는데 이 첨가량은 우유를 원료로 하는 조제 분유에서 타우린 함량이 낮다는 것이 보고되면서 부터이다(Gaull GE 1989). 미숙아와 정상아에게 타우린이 첨가되지 않은 분유를 수유한 결과 이 영아들의 혈중, 소변중 타우린 함량이 모유 영양아에 비하여 그 농도가 낮음이 보고된 바 있다(Jarvenpaa *et al* 1982). 동물의 경우, 타우린 결핍은 쥐(van Gelder & Parent 1981)와 원숭이(Hayes *et al* 1980b)에서는 성장 지연, 고양이의 경우는 망막 장애(Hayes *et al* 1975), 어린 고양이의 경우는 뇌발달 장애(Sturman *et al* 1985) 등이 보고되었다. 사람의 경우는 만기 출생한 영아에서 타우린 결핍에 관한 연구가 보고되었고(Rassin *et al* 1990), 이 연구들은 미숙아에서 타우린 결핍에 관한 연구가 대부분이다(Jarvenpaa *et al* 1983, Zelikovic *et al* 1990b).

타우린의 주된 생체 내 합성경로는 함유황 아미노산인 메티오닌과 시스테인의 대사로부터 유도되며 미숙아와 신생아

에 있어서는 이 생합성계가 잘 발달되어 있지 못하여 합성이 제한되고(Hayes KC 1988b), 미숙아의 경우, 타우린 섭취가 부족한 경우에 비타민 D의 흡수가 저해되므로 조산아들의 분유에는 타우린을 첨가해야만 하는 것으로 되어 있다(Zamboni *et al* 1993).

Gaull *et al*(1982)의 연구 보고에 의하면 모유는 신생아의 낮은 타우린 생합성 능력을 보상하기 위한 타우린의 급원이 라고 할 정도로 영아에서의 타우린의 중요성을 강조하였다.

신생아와 영아기에는 아직 소화 기관의 발달이 미숙하여 소화 흡수 기능이 불완전하므로 신생아에게 쉽게 소화되고 생체 이용성(bioavailability)이 높은 모유나 영아용 조제유의 공급이 필요하다. 최근의 모유에 대한 연구는 미량물질에 대한 것들로 확대되고 있으며 이들 중 몇 가지는 이미 조제분유에 첨가되고 있고 이러한 노력들은 궁극적으로 엄마 젖을 대신할 수 있는 모유 대용품(breast-milk substitute, humanized milk)으로써의 조제분유를 만들어냄으로써 영유아 영양에 상당한 기여를 하게 되었다.

인공 영양아의 경우 타우린 권장 섭취량은 한국영양학회 워킹그룹(1994. 9. 14)과 심포지움(1994. 12. 3)에서 잠정적으로 모유에서의 섭취량을 기준으로 1일 권장섭취량을 25~30 mg으로 하면 좋겠다는 의견이 모아졌고(KRDA, 1995), 제 7차 한국인 영양 권장량 개정을 위한 워킹그룹(2000. 4. 22)과 심포지움(2000. 6. 3)에서도 달리 의견이 없었다.

본 연구에서는 인공 영양아와 모유 영양아의 혈중 타우린 농도는 각각 $8.14 \pm 1.9 \mu\text{M/dL}$, $7.01 \pm 1.24 \mu\text{M/dL}$ 를 나타내어 두 군간의 유의한 차이가 없고, 소변 중 타우린 농도도 각각 $36.8 \pm 11.27 \mu\text{M/dL}$, $34.9 \pm 8.9 \mu\text{M/dL}$ 로 모유 영양아가 인공 영양아에 비하여 높은 경향을 나타내었으나 유의성은 없어 타우린의 1일 권장량은 4개월 영아의 경우 30 mg/day을 권장하는 것이 적당할 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구는 종합병원에서 정상 분만된 신생아 20명을 대상으로 타우린 첨가분유(30 mg/100 g)를 섭취한 인공 영양아군($n=10$)과 모유 영양아($n=10$)군 두 군 간의 혈중 타우린 상태를 비교 분석하여 이상적인 조제 분유 제조 시 타우린 첨가량을 정하기 위한 임상영양학적인 기초 자료를 제공하고자 하였다.

영아의 출생 시(0주), 4주, 8주, 12주, 16주까지 성장 변화에 대한 연구를 진행하면서 4개월령 모유 영양아군과 인공 영양아군 사이의 체중, 신장, 두위, 흉위 등 인체 계측 결과 두 군간에는 유의적인 차이 없이 성장하는 것으로 나타났다.

또한 인공 영양아군과 모유 영양아군 두 군간에 혈중, 소

변중 타우린 농도 사이에도 유의적인 차이가 없었다.

20세기의 기술적인 진보들은 인공 영양을 위한 영아용 조제분유의 대중화를 촉진하는 계기가 되었고 인공 영양은 아직도 이용률이 높고, 모유 대용품(breast-milk substitute, humanized milk) 조제 분유를 통한 인공 영양의 중요성은 더욱 더 강조되고 있는 실정이다. 본 연구는 이상적인 모유화 분유를 만드는 데, 그리고 분유를 선택하는 소비자들에게 분유를 선택할 때 타우린에 관한 정보를 제공하리라 여겨진다. 또한 본 연구 결과를 토대로 영아의 1일 타우린의 권장량은 30 mg/day이 적당할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2002년 한국과학재단의 지원을 받아 연구되었습니다(R03-2002-000-20047-0).

문헌

- Bernardi N (1985) On the role of taurine in the cerebellar cortex: a reappraisal. *Acta Physiol Pharmacol Latinoam* 35: 153-164.
- Blance B (1981) Biochemical aspects of human milk-comparison with bovine milk. *Wld Rev Nutr Diet* 36: 1-8.
- Borschel MW, Kirksey A, Hannemann RE (1986) Evaluation of test-weighing for the assessment of milk volume intake of formula-fed infants and its application to breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 43: 367-73.
- Butte NF, Calloway DH (1981) Evaluation of lactational performance of Navajo women. *Am J Clin Nutr* 34: 2210-2215.
- Butte NF, Garza C, Stuff JE, Smith EO, Nichols BL (1984) Effect of maternal diet and body composition on lactational performance. *Am J Clin Nutr* 39: 296-306.
- Chipponi JX, Bleier JC, Santi MT, Rudman D (1982) Deficiencies of essential and conditionally essential nutrients. *Am J Clin Nutr* 35: 1112-1116.
- Cohen AI, McDaniel M, Orr H (1973) Absolute levels of some free amino acids in normal and biologically fractionated retinas. *Invest Ophthalmol* 12: 686-693.
- Dewey KG, Heinig MJ, Nommsen LA, Peerson JM, Lonnerdal B (1992) Growth of breast-fed and formula-fed infants from 0 to 18 months: the Darling Study. *Pediatrics* 89: 1035-1041.
- Emudianughe TS, Caldwell J, Smith RL (1983) The utilization

- of exogenous taurine for the conjugation of xenobiotic acids in the ferret. *Xenobiotica* 13: 133-138.
- Gaull GE (1981) Taurine nutrition in man. *Adv Exp Med Biol* 139: 89-95.
- Gaull GE (1983) Taurine in human milk: growth modulator or conditionally essential amino acid. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1: S266-271.
- Gaull GE (1989) Taurine in pediatric nutrition: review and update. *Pediatrics* 83: 433-442.
- Gaull GE, Rassin DK, Raiha NC, Heinonen K (1977) Milk protein quantity and quality in low-birth-weight infants. III. Effects on sulfur amino acids in plasma and urine. *J Pediatr* 90: 348-355.
- Gaull GE, Sturman JA, Wen GY, Winiewski HM (1982) In membranes in growth and development, progress in clinical and biological research series, Hoffman JF and Giebisch GH, eds, New York. p 91: 349-355.
- Geggel HS, Ament ME, Heckenlively JR, Martin DA, Kopple JD (1985) Nutritional requirement for taurine in patients receiving long-term parenteral nutrition. *N Engl J Med* 312: 142-146.
- Hambraeus L (1977) Proprietary milk versus human breast milk in infant feeding. A critical appraisal from the nutritional point of view. *Pediatr Clin North Am* 24: 17-36.
- Hayes KC (1988) Vitamin-like molecules In: Shils ME, Young VR. Modern nutrition in health and disease, 7th ed. Lea and Febiger, Philadelphia, p 464-470.
- Hayes KC, Carey RE, Schmidt SY (1975) Retinal degeneration associated with taurine deficiency in the cat. *Science* 30: 949-951.
- Hayes KC, Stephan ZF, Sturman JA (1980) Growth depression in taurine-depleted infant monkeys. *J Nutr* 110: 119-125.
- Hayes KC, Sturman JA (1981) Taurine in metabolism. *Annu Rev Nutr* 1: 401-425.
- Hofvander Y, Hagman U, Hillervik C, Sjolín S (1982) The amount of milk consumed by 1~3 months old breast- or bottlefed infants. *Acta Paediatr Scand* 71: 953-958.
- Jacobsen JG, Smith LH (1968) Biochemistry and physiology of taurine and taurine derivatives. *Physiol Rev* 48: 424-511.
- Jarvenpaa AL, Raiha NC, Rassin DK, Gaull GE (1983) Feeding the low-birth-weight infant: I. Taurine and cholesterol supplementation of formula does not affect growth and metabolism. *Pediatr* 71: 171-178.
- Jarvenpaa AL, Rassin DK, Raiha NC, Gaull GE (1982) Milk protein quantity and quality in the term infant. II. Effects on acidic and neutral amino acids. *Pediatr* 70: 221-230.
- Jochum F, Fuchs A, Menzel H, Lombeck I (1995) Selenium in German infants fed breast milk or different formulas. *Acta Paediatr* 84: 859-862.
- Kim ES, Kim JS, Cho KH (1998) Taurine level in human milk and estimated intake of taurine by breast-fed infants during the early period of lactation. *Korean J Nutr* 31: 363-368.
- Kim ES, Kim JS, Cho KH, Lee KH, Tamari Y (1998) Quantitation of taurine and selenium levels in human milk and estimated intake of taurine by breast-fed infants during the early period lactation. *Adv Exp Med Biol* 442: 477-486.
- Kim ES, Lee JS, Choi KS, Cho KH, Seol MY, Park MA, Lee KH (1993) Longitudinal study on taurine intake of breast-fed infants from Korean non-vegetarian and lacto-ovo-vegetarian. *Korean J Nutr* 26: 967-973.
- Kulakowski EC, Maturo J (1984) Hypoglycemic properties of taurine: not mediated by enhanced insulin release. *Biochem Pharmacol* 15: 2835-2838.
- Lee JS (1994) Changes in the volume and α -tocopherol content of Korean human milk during lactation. *Ph. D. Dissertation*. Dankook University, Seoul. p 54-55.
- Lindblad BS, Alfven G, Zetterstrom R (1978) Plasma free amino acid concentrations of breast-fed infants. *Acta Paediatr Scand* 67: 659-663.
- Lourenco R, Camilo ME (2002) Taurine: a conditionally essential amino acid in humans? An overview in health and disease. *Nutr Hosp* 17: 262-270.
- Miller HC, Jekel JF (1989) Malnutrition and growth retardation in newborn infants. *Pediatr* 83: 443-444.
- Moore S & Stein WH (1963) Chromatographic determination of amino acids by the use of automatic recording equipment. In: Colowick SP, Kaplan NO, eds. *Methods in Enzymology* Academic Press, New York, 6: 819-831.
- Neville MC, Keller R, Seacat J, Lutes V, Neifert M, Casey C, Allen J, Archer P (1988) Studies in human lactation: milk volumes in lactating women during the onset of lactation and full lactation. *Am J Clin Nutr* 48: 1375-1386.
- Ogra SS, Ogra PL (1978) Immunologic aspects of human colostrum and milk. *J Pediatr* 92: 546-549.

- Park T (2001) Taurine: Its physiological roles and nutritional significance. *The Korean J Nutr* 34: 597-607.
- Pasantes-Morales H, Wright CE, Gaull GE (1984) Protective effect of taurine, zinc and tocopherol on retinol-induced damage in human lymphoblastoid cells. *J Nutr* 114: 2256-2261.
- Räihä NC, Fazzolari-Nesci A, Boehm G (1996) Taurine supplementation prevents hyperaminoacidemia in growing term infants fed high-protein cow's milk formula. *Acta Paediatr* 85: 1403-1407.
- Rassin DK, Raiha NC, Minoli I, Moro G (1990) Taurine and cholesterol supplementation in the term infant: responses of growth and metabolism. *J Parenter Enteral Nutr* 14: 392-397.
- Rattigan S, Ghisalberti AV, Hartmann PE (1981) Breast-milk production in Australian women. *Br J Nutr* 45: 243-249.
- Sebring LA, Huxtable RJ (1985) Taurine modulation of calcium binding to cardiac sarcolemma. *J Pharmacol Exp Ther* 232: 445-451.
- Sellers WA, Halpern SR, Johnson RB, Anderson DW Jr, Saperstein S, Shannon BS Jr (1971) New growth charts: soy, cow, and breast milk comparison. *Ann Allergy* 29: 126-134.
- Stipanuk MH, Kuo SM, Hirschberger LL (1984) Changes in maternal taurine levels in response to pregnancy and lactation. *Life Sci* 35: 1149-1155.
- Stocchi V, Palma F, Piccoli G, Biagiarelli B, Cucchiarini L, Magnani M (1994) HPLC analysis of taurine in human plasma sample using the DABS-CI reagent with sensitivity at picomole level. *J Liq Chromatogr* 17: 347-357.
- Sturman JA, Hayes KC (1980) The biology of taurine in nutrition and development. In: Draper HH. ed. *Advances in nutritional research* Plenum Press, New York, 3: 231-299.
- Sturman JA, Moretz RC, French JH, Wisniewski HM (1985) Postnatal taurine deficiency in the kitten results in a persistence of the cerebellar external granule cell layer: correction by taurine feeding. *J Neurosci Res* 13: 521-528.
- Thurston JH, Hauhart RE, Dirgo JA (1980) Taurine: a role in osmotic regulation of mammalian brain and possible clinical significance. *Life Sci* 12: 1561-1568.
- Van Gelder NM, Parent M (1981) Effect of protein and taurine content of maternal diet on the physical development of neonates. *Neurochem Res* 6: 539-549.
- Venkataraman PS, Luhr H, Neylan MJ (1992) Bone mineral metabolism in full-term infants fed human milk, cow milk-based, and soy-based formulas. *Am J Dis Child* 146: 1302-1305.
- Wright CE, Tallan HH, Lin YY, Gaull GE (1986) Taurine: biological update. *Annu Rev Biochem* 55: 427-453.
- Yamaguchi K (1990) Nutrition and metabolism of sulfur amino acids. In : Yoshia A, Naito H, Niiyama Y and Suguki T. ed. *Nutrition: Protein and Amino Acids*, Japan Sci Soc Press, Tokyo. p 165-183.
- Zamboni G, Piemonte G, Bolner A, Antoniazzi F, Dall'Agnola A, Messner H, Gambaro G, Tato L (1993) Influence of dietary taurine on vitamin D absorption. *Acta Paediatr* 82: 811-815.
- Zelikovic I, Chesney RW, Friedman AL, Ahlfors CE (1990) Taurine depletion in very low birth weight infants receiving prolonged total parenteral nutrition: role of renal immaturity. *J Pediatr* 116: 301-306.

(2005년 6월 20일 접수, 2005년 8월 9일 채택)