

수유 초기 모유 중 타우린 함량과 영아의 섭취량 추정*

김을상 · 김중섭 · 조금호

단국대학교 식품영양학과

Taurine Level in Human Milk and Estimated Intake of Taurine by Breast-Fed Infants during the Early Period of Lactation

Kim, Eul-Sang · Kim, Jung-Seup · Cho, Kum-Ho

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

ABSTRACT

Taurine is only supplied to the infants from the breast-fed or formula milks because the enzyme activities of taurine biosynthesis are limited in early stages of infants. The objectives of present study were to quantitate the contents of taurine in human milk and to estimate the intake of taurine by breast-fed infants during early period of lactation. Thirty-three lactating women, volunteered and delivered in R hospital in Seoul, were recruited. Milk samples were collected every day at B1 - B5 day(from 1 to 5 day after start of milk secretion), 15th and 30th day postpartum. Taurine contents were determined by HPLC equipped with RF-detector. The intake of taurine by infants was estimated by multiplization with the infant milk intake reported in our laboratory. The content of taurine was $406 \pm 174 \text{ nmol/ml}$ at B1 - B5 day, and then gradually decreased to $359 \pm 125 \text{ nmol/ml}$ at 15th day and to $304 \pm 94 \text{ nmol/ml}$ at 30th day postpartum. The estimated intake of taurine was almost same as 24 - 25mg/day at B1 - B5 day, and 15th, 30th days postpartum. This result was due to the increase of the intake of milk by infants. (*Korean J Nutrition* 31(3) : 363~368, 1998)

KEY WORDS : taurine content · human milk · taurine intake.

서 론

타우린은 인체에 널리 분포되어 있으며¹⁾, 특히 골격근과 심장근²⁾, 뇌하수체³⁾, 혈소판⁴⁾, 림프아세포⁵⁾, 신장⁶⁾, 망막⁷⁾에 고농도로 분포되어있다. 그것은 조건적인 필수영양소로서 특성화되어있으며⁸⁾, 삼투압조절⁹⁾, 세포증식¹⁰⁾, 칼슘의 유입과 유출(flux)¹¹⁾, 당대사 촉진¹²⁾, 신경 흥분성 조절¹³⁾, 해독작용¹⁴⁾, 세포막 안정성¹⁵⁾과 망막 색소 상피세포증식 촉진¹⁶⁾ 등을 포함한 광범위한 기

능을 가지고 있다.

더욱이 타우린은 두뇌발달에 중요한 역할을 담당하며, 성장조절 인자로서 작용할 수 있다고 제안하였다¹⁷⁾. 장기간 피장영양을 하는 환자에서 타우린의 결핍은 망막전도(electroretinogram)에 이상을 초래하는 것으로 알려져 있다²⁰⁾. 타우린의 주된 생체내 합성경로는 함유황아미노산인 메티오닌과 시스테인의 대사로부터 유도되는데 미숙아와 신생아에 있어서는 이 생합성계가 잘 발달되어 있지 못하여 그 합성이 제한된다. 특히 시스테인 이산화효소(cysteine dioxygenase)와 시스테인 슬핀산 탈수소효소(cysteine sulfinic acid decarboxylase)의 활성이 문제가 된다¹⁷⁾²¹⁾. 따라서 미숙아나 신생아에게는 시스테인이나 타우린이 필수영양소

채택일 : 1998년 4월 14일

*This research was supported by grants from Dong-A Pharmaceutical Co, Ltd.

로서 모유나 영유아식으로부터 공급받아야 할 중요한 영양소이다¹⁷⁻²³⁾.

한국인의 모유 중 타우린에 관한 연구는 본 연구실에서 보고한 몇편²⁴⁻²⁶⁾이 있으나 출산후 초유에 관한 연구는 충분히 되어있지 않다. 그러므로 본 연구에서는 출생 후 모유 분비 시작부터 첫 5일간과 분만 후 15일과 30일에 모유 중의 타우린 함량을 측정하고 그 섭취량을 추정하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

서울시내 R종합병원 산부인과에 산전진료를 받는 임신부 중 본 연구의 취지를 이해하고, 협조에 응한 임신부 중 분만을 위해 입원한 33명의 산모들이었다. 모유 실험에서 초유를 얻는 것은 여러가지 어려움이 있으므로 본 연구에서는 분만 후 1주일 정도 입원이 가능하고, 입원 중에 대부분 모유를 먹이지 않는 사람을 대상으로 하였다. 모유의 채유는 멸균 증류수로 적신 탈지면으로 닦고, 미리 4M 질산에 하룻밤 방치 후 씻고 탈이온수로 충분히 헹구어 말린 폴리에틸렌 병에 오전 10~12시에 손으로 짜서 채유하였다. 채유 후 즉시 마개를 하여 -18℃ 냉동실에 넣어 얼리고, 그 다음 실험실로 옮겨 분석시 까지 -70℃에서 보관하였다. 수유부들의 나이는 28.8±3.6(22~38)세이었고, 신장은 158.2±2.3cm, 분만 직전 체중은 65±2kg이었고, 분만 횟수는 초산이 28명, 경산이 5명이었으며 모두 임신 38~41주에 분만하였고, 분만 형태는 정상자연분만 3명, 유도분만 3명 및 제왕절개술이 27명이었다. 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 23명이, 그리고 4일째 3명이었다. 이 때 분만 후의 경과일을 P로 표시하였다. 그러나 특히 초유 부분에서는 분비 개시일이 2일간의 차이를 나타내지만 분비 첫날의 모유를 B1으로 하고 분비 5일째의 모유를 B5로 하였다. 그러므로 B1-B5는 분만 일로 부터는 2일째부터 8일째까지에 분포되어있다. 2일째에 모유가 분비된 산모는 자연분만 2명, 유도분만 2명 및 제왕절개가 3명이었다. 분만 후 15일째와 30일째는 하루전에 영양사가 전화를 해서 협조를 부탁한 후 모유 시료를 수집하였다.

2. 모유의 타우린 정량

Stocchi 등의 방법²⁷⁾을 수정하여 dansylchloride로 dansyl유도체를 만들어 HPLC로 정량하였다. 즉, Et-

wyn²⁸⁾의 제단백법을 사용하여 모유 중 단백질을 침전시킨 후 250μl를 200μl의 acetonitrile-methanol-triethylamine-water [25 : 22 : 3 : 50(v/v)]에 가한 후 15초간 Vortex로 혼합하였다. 이를 Ultrafree-MC (10000NMWL filter unit, Millipore)를 사용하여 원심분리(2500×g, 15분)하여 얻은 Ultrafiltrate에 10 μl의 dansylchloride(100mg/ml)용액을 가해 상온차광하에서 30분간 반응시켰다. 반응 후 0.35% ethylamine을 10μl가하여 남아있는 dansylchloride를 제거하고, 10μl를 취하여 HPLC를 행하였다. 이 때 column으로는 Capcell pak C₁₈(type 120Å 5μm, size 4.6mmφ×250mm, Shisheido)을 사용하였다. 이동상으로는 1.2ml/min 속도로 acetonitril-glycyl acetic acid-triethylamine [20 : 1 : 0.025(%)]으로 6.59분간 흘린 후, 같은 속도로 acetonitril-glycyl acetic acid-triethylamine [75 : 1 : 0.025(%)]으로 12분간 전개시켰다. 검출기는 Fluorescence detector로 emission wavelength : 530, excitation wavelength : 330에서 측정하였다. 이러한 조건에서 타우린은 7.2분 만에 분리되었다.

모든 data는 평균치와 표준편차를 구하였고, 분산분석을 행한 후 기간별 변화의 유의성은 Duncan의 multiple range test와 Pearson상관계수를 구하여 검증하였다. 유의수준은 5% 수준으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 모유중 타우린 농도의 수유기간별 변화

Fig. 1에서 보는 바와 같이 모유의 타우린 농도는 수유기간의 경과와 함께 유의하게 감소하였다(p<0.05). 모유중 타우린 농도가 수유기간에 따라 감소한다는 보고는 이전의 연구들에서도 보고된바 있다^{24,26)}. 즉 초유에서 농도가 가장 높고 이행유, 성숙유로 되면서 감소하였다.

2. 모유중 타우린 농도

수유기간별 타우린농도는 Table 1에 나타내었다. B는 모유분비 시작부터 날짜를 나타내고, P는 분만후 날짜를 나타낸다. 수유부에 따라 모유분비 시작일이 차이가 있으므로 B와 P는 2일간의 차이가 있다. 모유분비후 5(B5)일 이내 초유의 타우린 농도는 개인적인 차이가 심하였으나 날짜별 유의적인 차이는 없었고, 그 평균 농도는 분만후 15일째의 모유중 타우린 농도보다 높았으나 유의적인 차이는 아니었고, 분만후 30일 째의 모유중 타우린 농도보다는 유의하게 높았다(p<0.05).

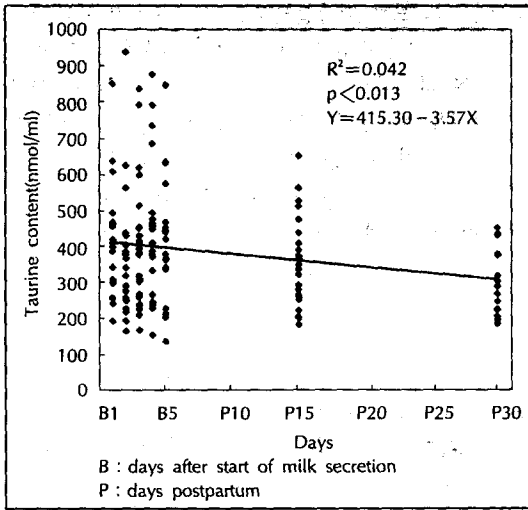


Fig. 1. Changes in the taurine levels of human milk during the course of lactation. The taurine level significantly decreased with the course of lactation period($p < 0.05$).

Table 1. Taurine concentration in human milk

	B1-B5	P15	P30
nmol/ml	405.8 ± 174.4 ^a	358.9 ± 125.3 ^{ab}	304.4 ± 93.8 ^c
n	104	25	18

Mean ± SD. B : days after start of milk secretion.

P : days postpartum.

Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different($p < 0.05$).

Taurine concentration from B1 to B5 day was not statistically different between days.

30일째의 모유는 15일째에 비하여 감소하였으나 유의적이지는 않았다. Kim 등²⁴⁾은 모유의 타우린 농도가 분만 후 3~5일째의 초유에서 434nmol/ml이었던 것이 그 이후 30일까지 점차적으로 감소함을 보고하였고, Rassin 등²⁵⁾은 분만 후 5일 이내에는 410nmol/ml이었고 5일 이후에는 340nmol/ml이었다고 보고하였으며, 미국의 수유부를 대상으로 한 Shubat 등³⁰⁾의 연구에서는 초유에서 400nmol/ml의 타우린이 검출되었고, 그 이후 차츰 감소한다고 하였으며, Erberdobler 등³¹⁾도 독일 여성의 분만 후 3~6일의 초유의 타우린 농도는 458mg/kg(dry matter)이라고 하였다. 이를 환산하면 본 결과와 같다. 최근 Pasantes-Morales 등³²⁾은 0.5~2개월에 멕시코시(20명)와 시골지역(40명) 수유부의 모유 중 타우린함량을 측정하였는데 멕시코시 수유부에서 유의하게 높았다고 보고하였다. 그러나 본 연구결과와 비교할 때 그 중 멕시코시 수유부의 결과는 332.2 nmol/ml로 본 연구의 15일과 30일의 평균치 336.1 nmol/ml와 같았다. Harzer 등³³⁾은 10명의 영양상태

가 좋은 독일인 수유부에서 분만 후 1~8일에는 19시료에서 500nmol/ml, 5~15일에는 30시료에서 513 nmol/ml, 22~36일에는 29시료에서 480nmol/ml로 본 연구에서 보다 높았고, Svanberg 등³⁴⁾은 2~5개월 제의 에티오피아와 스웨덴 수유부 각각 8명을 대상으로 모유 중의 타우린 함량을 분석한 결과 648nmol/ml라고 보고하였으며, Sato 등³⁵⁾은 35명의 일본인 수유부에서 분만 후 1개월까지는 360~940nmol/ml로 개체차가 컸지만, 2개월을 지나면 400nmol/ml 전후로 된다고 하였다. 이들의 분석 방법은 Dowex Column으로 분리 후 fluorescamine을 쓰는 형광법이었다. Pamblanco 등³⁶⁾은 임신 36주 이후에 정상분만한 스페인 수유부 11명의 초유에서 192nmol/ml, 6명의 정숙유에서 228nmol/ml로 본 연구결과보다 낮았다. 이러한 결과의 차이는 인종간의 차이인지, 섭취식이의 영향인지 또는 대상자수의 차이인지, 실험방법의 차이인지 알 수 없으나 앞으로 원인 규명이 필요한 것으로 생각된다. Stipanuk 등³⁷⁾은 초기모유로 분비되는 타우린의 급원은 거대한 간의 타우린 pool로부터 유래한다고 하였다.

3. 수유기간별 영아의 타우린 추정 섭취량

우리나라에서 초유의 섭취량에 관한 보고는 없고, 7일 이후 섭취량만 보고되어 있다. 그러나 모유분비후 5일까지 즉 B1-B5는 연구대상에 설명한 바와 같이 분만 후 P7과 P8도 포함되므로 B1-B5의 타우린 섭취량 평균치와 7일째의 모유 섭취량으로부터 타우린 섭취량을 추정하였다. 분만후 7일째와 15 및 30일째의 한국인 영아의 모유 섭취량에 대한 본 실험실에서의 보고치^{38, 41)}를 모두 평균하여 Table 2에 나타내었다. 모유 섭취량은 30일째까지 유의하게 수유기간에 따라 증가한다. 모유 중 타우린 농도와 한국인 영아의 모유 섭취량(Table 2)으로부터 계산한 추정 타우린 섭취량은 B1-B5의 평균치에서의 섭취량과 15일, 30일간에 차이없이 24~25mg/day로 추정된다. 그러나 분만 후 1, 2, 3, 4일째의 모유로부터 타우린 섭취량은 모유 섭취량이 더 낮으므로 여기서 추정한 B1-B5에서 섭취량보다 약간 낮을 것으로 추정된다. 영아에 대한 타우린의 섭취량에

Table 2. Intake of human milk by infants¹

Days postpartum	7	15	30
g/day	468 ± 159 ^a	532 ± 140 ^b	665 ± 169 ^c
n	48	113	113

Mean ± SD.

§ : These data are mean value of data reported in our laboratory³⁸⁻⁴¹⁾

Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different($p < 0.05$).

Table 3. Estimated intake of taurine during the early periods of lactation

Days postpartum	B1-B5	P15	P30
$\mu\text{mol/day}$	190 ± 83	191 ± 67	202 ± 62
mg/day	23.7 ± 10.2	23.9 ± 8.3	25.3 ± 7.8

Mean \pm SD.

The estimation of taurine intake was calculated as the taurine content of milk multiplied by the mean milk intake of infants.

The estimation of taurine intake from B1 to B5 day was calculated from mean milk intake at P7 day because data from B1 to B5 day were not available.

관한 보고는 거의 없으나 이전에 보고한 본 연구실의 15일째와 30일째의 결과²⁴⁾와 매우 유사하였다.

영아에 있어서 타우린의 요구량은 아직 정해지지 않았으나 타우린을 과잉으로 섭취하는 개체에서는 그 과잉의 타우린이 소변으로 배설되는 것으로 알려져있다³⁷⁾. 모유성분으로서 타우린의 중요성은 모유영양아에 비해서 타우린이 거의 또는 전혀 함유되지 않은 조제분유 영양아의 혈장과 소변에서 타우린농도가 낮다는 연구로부터 시사되었다⁴²⁾. 그러나 본 연구에서는 소변중 타우린을 정량하지 못하였다. 타우린은 두뇌발달¹⁸⁾¹⁹⁾과 성장조절인자로서⁴³⁾⁴⁴⁾ 중요한 역할을 하는 것으로 알려져있다. 또한 타우린결핍은 장기간 피장영양을 하는 환자에서 망막전도(electroretinogram)에 이상을 초래하는 것으로 알려져 있을 뿐만 아니고²⁰⁾, 혈장과 소변에서 타우린 농도가 낮은 것으로 알려져있다⁴⁵⁾. 신생아기에는 타우린 생합성효소의 결핍¹⁹⁾²¹⁾⁴⁶⁾으로 함유황아미노산인 메티오닌이나 시스테인이 충분하여도 식이성 타우린결핍을 대체할 수 없는 것으로 알려져 있다. 사립을 포함한 영장류는 정상적인 타우린농도 유지를 위해 내인성 급원으로부터 타우린의 합성능력이 제한되기 때문에 모유와 같은 외인성 급원에 의존한다⁴⁷⁾. Gaull 등⁴⁸⁾은 모유는 신생아의 낮은 타우린 생합성 능력을 보상하기 위한 타우린의 급원이라고 했다. 그러므로 미숙아를 포함한 신생아의 타우린 섭취에 관하여는 특별한 관심이 요구된다고 할 수 있다. 이를 위해 미숙아나 영아의 모유를 통한 타우린의 섭취량을 기초로 한 권장량 책정이 필요하다고 생각된다.

현재 영아용 조제분유의 표시 및 정량 결과에 의하면⁴⁹⁾ 영아용 조제분유에 첨가되는 타우린은 100g당 24~27mg/100g정도이다. 그러므로 조제분유 제품의 설명대로 14g을 100ml의 물에 타서 하루 7회정도 먹이면 모유에서 섭취하는 양과 비슷하나 흡수율에서 차이가 있으리라 생각된다. 본 연구에서는 초유를 수유하는 수유부의 모유는 영아가 섭취하도록 하기 위해 수집하지

않았다. 그러므로 제왕절개술을 받은 수유부가 26명이나 되었고 그의 수유부 6명도 초유를 수유할 수 없는 대상으로 하였다. 이로 인하여 초유분비 시기가 약간 지연되었을 가능성과 타우린 함량에 영향을 미쳤을 가능성은 배제할 수 없다고 생각된다. 그러나 타우린의 농도는 이전의 본 연구실에서 측정하였던 일부 결과²⁴⁾와 상당히 유사한 수준이었다.

요 약

수유 초기 모유중 타우린 함량 변화와 영아의 섭취량을 추정하기 위하여 서울시내 종합병원에서 분만한 수유부 33명의 모유를 초유(B1-B5), 15일째, 30일째로 나누어 타우린을 HPLC로 정량하고 영아의 타우린 섭취량을 추정하였다.

1) 모유중 타우린 농도는 초유의 평균치(B1-B5)에서는 $406 \pm 174 \text{ nmol/ml}$, 15일째는 359 ± 125 , 30일째는 $304 \pm 94 \text{ nmol/ml}$ 로 수유기간에 따라 감소하면서 초유의 타우린 농도가 30일째의 타우린 농도보다 유의하게 높았다($p < 0.05$).

2) 타우린의 추정 섭취량은 모유의 섭취량이 증가하면서 초유의 평균치(B1-B5)에서부터 30일째까지 24~25mg/day로 거의 동일하였다.

이러한 결과를 기초로 영아의 타우린 권장량 책정이 필요하다고 생각된다.

Literature cited

- 1) Kendler BS. Taurine : an overview of its role in preventive medicine. *Prev Med* 18 : 79-100, 1989
- 2) Huxtable RJ. Biochemistry of Sulfur. Plenum Press, New York. p121, 1986
- 3) Vellan EJ, Gjessing LR, Stalsberg H. Free amino acids in the pineal and pituitary glands of human brain. *J Neurochem* 17 : 699-701, 1970
- 4) Ahtee L, Boullin DJ, Paasonen MK. Transport of taurine by normal human blood platelet. *Br J Pharmacol* 52 : 245-251, 1974
- 5) Wright CE, Tallan HH, Lin YY, Gaull GE. Taurine : biological update. *Annu Rev Biochem* 55 : 427-453, 1986
- 6) Jacobsen JG, Smith LH, Jr. Biochemistry and physiology of taurine and taurine derivatives. *Physiol Rev* 48 : 424-511, 1968
- 7) Pasantes-Morales H, Kleithi J, Ledig M, Mandel P. Free amino acids of chicken and rat retina. *Brain Res* 41 : 494-497, 1972
- 8) Chipponi JX, Bleier JC, Santi MT, Rudman D. Deficien-

- cies of essential and conditionally essential nutrients. *Am J Clin Nutr* 35 : 1112-1116, 1982
- 9) Thurston JH, Hauhart RE, Dirgo JA. Taurine : a role in osmotic regulation of mammalian brain and possible clinical significance. *Life Sci* 26 : 1561-1568, 1980
 - 10) Gaull GE, Wright CE, Tallan HH. Taurine in human lymphoblastoid cells : uptake and role in proliferation. In "Sulfur Amino Acids : Biochemical and Clinical Aspects", ed. Kuriyama K, Huxtable RJ, Iwata H. AR Liss, New York. pp297-303, 1983
 - 11) Sebring LA, Huxtable RJ. Taurine modulation of calcium binding to cardiac sarcolemma. *J Pharmacol Exp Ther* 232 : 445-451, 1985
 - 12) Kulakowski EC, Maturo J. Hypoglycemic properties of taurine : not mediated by enhanced insulin release. *Biochem Pharmacol* 33 : 2835-2838, 1984
 - 13) Bernardi N. On the role of taurine in the cerebellar cortex : a reappraisal. *Acta Physiol. Pharmacol Latinoamer* 35 : 153-164, 1985
 - 14) Emudianughe TS, Caldwell J, Smith RL. The utilization of exogenous taurine for the conjugation of xenobiotic acids in the ferret. *Xenobiotica* 13 : 133-138, 1983
 - 15) Pasantes-Morales H, Wright CE, Gaull GE. Taurine protection of lymphoblastoid cells from iron-ascorbate induced damage. *Biochem Pharmacol* 34 : 2205-2207, 1985
 - 16) Cohen AI, McDaniel M, Orr H. Absolute levels of some free amino acids in normal and biologically tractinated retinas. *Invest Ophthalmol* 12 : 686-693, 1973
 - 17) Hayes KC. Vitamin-like molecules. In : Shils ME, Young VR. *Modern nutrition in health and disease*, 7th ed. pp 464-470, Lea and Febiger, Philadelphia, 1988
 - 18) Hayes KC, Sturman JA. Taurine in metabolism. In : Darby WJ, Broquist HP, Olson RE. ed. *Ann Rev Nutr* 1 : 401-425, Annual Review Inc. Palo Ato, California, 1981
 - 19) Sturman JA, Hayes KC. The biology of taurine in nutrition and development. In : Draper HH. ed. *Advances in nutritional research* 3 : 231-299, Plenum Press, New York, 1980
 - 20) Geggel HS, Ament ME, Heckenlively JR, Martin DA, Kopppe JD. Nutritional requirement for taurine in patients receiving long-term parenteral nutrition. *N Engl J Med* 312 : 142-146, 1985
 - 21) Yamaguchi K. Nutrition and metabolism of sulfur amino acids. In : Yoshida A, Naito H, Niiyama Y and Suguki T. ed. *Nutrition : Proteins and amino acids*, pp165-183, Japan Sci Soc Press, Tokyo, 1990
 - 22) Munro HN, Pilistine SJ, Fant ME. The placenta in nutrition. In : Darby WJ, Broquist HP, Olson RE. ed. *Ann Rev Nutr* 3 : 97-124, Annual Review Inc. Palo Ato, California, 1983
 - 23) Chesney RW. Taurine : Is it required for infant nutrition? *J Nutr* 118 : 6-10, 1988
 - 24) Kim ES, Lee JS, Choi KS, Cho KH, Seol MY, Park MA, Lee KH. Longitudinal study on taurine intake of breast-fed infants from Korean non-vegetarian and lacto-ovo-vegetarian. *Korean J Nutrition* 26(8) : 967-973, 1993
 - 25) Choi KS, Kim ES. Longitudinal Changes of the taurine content in the human milk of Korean lacto-ovo-vegetarian. *Korean J Nutrition* 22(1) : 34-41, 1989
 - 26) Eul-Sang Kim, Kum-Ho Cho, Mee-Ah Park, Kyu-Han Lee, Jean Moon, Young-Nam Lee and Hee-Kyung Ro. Taurine intake of Korean breast-fed infants during lactation. *Adv Exp Med Biol* 403 : 571-577, 1996
 - 27) Stocchi V, Palma F, Piccoli G, Biagiarelli B, Cucchiari L, Magnani M. HPLC analysis of taurine in human plasma sample using the DABS-Cl reagent with sensitivity at picomole level. *J Liq Chromatogr* 17(2) : 347-357, 1994
 - 28) Elwyn DH. Distribution of amino acids between plasma and red blood cells in the dog. *Fed Proc* 25 : 854-861, 1979
 - 29) Rassin DK, Sturman JA, Gaull GE. Taurine and other amino acid in milk of man and other mammals. *Early Hum Dev* 2 : 1-13, 1978
 - 30) Shubat PJ, Parker D, Huxtable RJ. Effect of suckling and diurnal influences on the concentrations of taurine and other free amino acid in milk. *Eur J Clin Nutr* 43 : 675-680, 1989
 - 31) Erbersdobler HF, Trautwein E, Greulich HG. Determination of taurine in milk and infant formula diets. *Eur J Ped* 142 : 133-134, 1984
 - 32) Pasantes-Morales H, Lopez I, Ysunza A. Taurine content in breast milk of Mexican women from urban and rural areas. *Achi Med Res* 26 : 47-52, 1995
 - 33) Harzer G, Franzke V, Bindels JG. Human milk nonprotein nitrogen components : changing pattern of free amino acid and urea in the course of early lactation. *Am J Clin Nutr* 40 : 303-309, 1984
 - 34) Svanberg Ulf, Gebre-Medhin M, Ljungqvist B, Olsson M. Breast milk composition in Ethiopian and Swedish mother. III. Amino acids and other nitrogenous substances. *Am J Clin Nutr* 30 : 499-507, 1977
 - 35) Sato H, Tada H, Yanagida M, Yamaguchi K. The postnatal changes of trace nutrients in human breast milk. *Sulfur Amino Acids* 6 : 297-300, 1983
 - 36) Pamblanco M, Portoles M, Paredes C, Ten A, Comin J. Free amino acid in preterm milk from mothers delivering appropriate or small for gestational age infants. *Am J Clin Nutr* 50 : 778-781, 1989
 - 37) Stipanuk MH, Kuo SM, Hirschberger LL. Changes in maternal taurine in response to pregnancy and lactation.

Life Science 35 : 1149-1155, 1984

- 38) Seol MY, Kim ES, Keum HK. A longitudinal study on human milk intake in exclusively breast-fed infants. *Korean J Nutrition* 26(4) : 414-422, 1993
- 39) Cho KH, Moon J, Keum HK, Kim ES. Milk, sodium and potassium intakes of breastfed infants during lactation. *Korean J Nutrition* 28(7) : 612-619, 1995
- 40) Lee JS, Lee YN, Kim ES. Changes on breast milk intake and weight of breast-fed infants during the lactation. *Korean J Nutrition* 30(5) : 506-511, 1997
- 41) Lee JS, Kim ES, Kim BN. Changes in transitional milk intakes and body weight of breast-fed infants. *Korean J Nutrition* 27(6) : 591-598, 1994
- 42) Gaull GE, Rassin DK, Raiha NCR, Heinonen K. Milk protein quantity and quality in low birth weight infants. III. Effects on sulfur-containing amino acids in plasma and urine. *J Pediatr* 90 : 348-355, 1977
- 43) Gaull GE. Taurine in human milk : growth modulator or conditionally essential amino acid? *Pediatr Gastroenterol Nutr* 2 : S266-S271, 1983
- 44) Hayes KC, Stephan ZF, Sturman JA. Growth depression in taurine-depleted infant monkeys. *J Nutr* 110 : 119-125, 1980
- 45) Zelikovic I, Chesney RW, Friedman AL, Ahlfors CE. Taurine depletion in very low birth weight infants receiving prolonged total parenteral nutrition : role of renal immaturity. *J Pediatr* 116 : 301-306, 1990
- 46) Wright CE, Tallan HH, Lin YY, Gaull GE. Taurine biological update. *Ann Rev Biochem* 55 : 427-453, 1986
- 47) Jacobsen JG, Smith LH. Biochemistry and physiology of taurine and taurine derivatives. *Physiol Rev* 48 : 424-511, 1968
- 48) Gaull GE, Sturman JA, Wen GY, Winiewski HM. In membranes in growth and development, progress in clinical and biological research series, 91 : 349-355, 1982 Hoffman JF and Giebisch GH, eds, New York : Liss.
- 49) Kim JS, Kim ES. Unpublished data.