

## 人乳哺育低出生体重児の栄養代謝研究 第2編 児自身の母親からの人乳で哺育された低出生体重児のアミノ酸摂取量, 血漿アミノ酸濃度および尿中排泄アミノ酸量について

河野 幸治

低出生体重児哺育における児自身の母親からの人乳の栄養学的効果を明確にする目的でアミノ酸摂取量, 血漿遊離アミノ酸濃度, 尿中排泄アミノ酸量などについて検討し, タウリン添加人工乳(蛋白質 2.19 g/dl, アルブミン・グロブリン 0.99 g/dl, カゼイン 1.20 g/dl, 脂肪 2.60 g/dl, 糖質 9.54 g/dl, 灰分 0.38 g/dl, エネルギー 70.4 Kcal/dl, タウリン 3.00 mg/dl)での成績と比較し, 次の結果を得た.

1) アミノ酸摂取量では, **Tau** と **Cys** は人乳群において, これらを除く他のアミノ酸は人工乳群においてそれぞれ有意に高値であった.

2) 必須アミノ酸の血漿濃度はすべてが人工乳群において人工乳群より有意に低値であり, これは摂取量の反映であると解した.

3) **Cys** と **Met** 濃度は人乳群において有意に低値であった. 人乳群の **Cys** 摂取量は高値, **Met** 摂取量は反対に低値であったことからして, **Met** から **CySH** への転換に制限のないことが窺えた.

4) **Glu** と **Gln** 濃度は人乳群において有意に高値であった. これは人乳群におけるエネルギー不足をカバーするためのアミノ酸異化の関与であろうと考察した.

5) **Tau** の血漿濃度は両群間で有意差がなかったが, 摂取量と尿中排泄量は人乳群が有意に高値であった. 人乳中には過量の **Tau** が含有されていることを知った.

6) 尿中排泄量は **Tau** を除くほとんどのアミノ酸が血漿濃度を反映した.

以上, 児自身の母親からの人乳は, 出生体重 1,500 g 以上の低出生体重児においてはアミノ酸代謝の面でも問題なく与え得ると結論した. (昭和62年10月22日採用)

### Nutrition Availability of Human Milk in Low Birth Weight Infant Nutrition Part II. Amino Acid Intakes, Plasma Amino Acid Concentrations and Urinary Amino Acid Excretions in Low Birth Weight Infants Fed Their Own Mothers' Milk

Koji Kohno

In an attempt to elucidate the nutritional availability of human milk feeding in low birth weight infants, 10 low birth weight infants fed their own mothers' milk (group A) were evaluated for amino acid intakes and concentrations of free amino acids in plasma and urine. These results were compared with those for

8 low birth weight infants (group B) fed taurine supplemented formula (protein; 2.19 g/dl, albumine-globulin; 0.99 g/dl, casein; 1.20 g/dl, fat; 2.60 g/dl, carbohydrate; 9.54 g/dl, energy; 70.4 Kcal/dl, taurine; 3.00 mg/dl) in a previous study.

The results obtained were as follows:

(1) The taurine and cystine intakes were significantly higher in group A than B, but conversely, the other amino acids intakes were significantly higher in group B.

(2) The plasma concentrations of all essential amino acids were significantly lower in group A than B. This result was considered to be a reflection of essential amino acid intakes.

(3) The plasma concentrations of cystine and methionine were significantly lower in group A than B, but cystine intake was significantly higher and the methionine intake was significantly lower in group A. These results suggested the ability of premature infants to convert methionine to cysteine.

(4) The plasma concentrations of glutamic acid and glutamine were significantly higher in group A. These appear to be related to the amino acid catabolism in compensation for the lower energy intake of group A.

(5) The plasma taurine concentration was similar in both groups, but the intake and urinary excretion of taurine were significantly higher in group A. Therefore, excess taurine was contained in premature human milk.

(6) The urinary excretion of all amino acids except for taurine reflected the plasma concentrations.

As mentioned above, it was concluded that any low birth weight infants weighing over 1,500 g may safely be fed their own mothers' milk from the aspect of amino acid metabolism. (Accepted on October 22, 1987) *Kawasaki Igakkaishi* 14(2): 180-188, 1988

**Key Words** ① Low birth weight infants ② Low birth weight infants fed their own mothers' milk ③ Amino acid intakes ④ Plasma and urinary amino acid concentration

## I. 緒 言

著者は第1編において、出生体重1,500～2,000 g 前後の低出生体重児をできる限り児自身の母親からの人乳で哺育した結果、窒素出納、尿中排泄溶質量、脂肪出納、糞便中排泄脂肪分画、血液酸塩基平衡、1日体重増加量などの面において優れた成績を得、児自身の母親からの人乳は、出生体重1,500 g 以上の低出生体重児においては問題なく与え得るものと結論

した。

低出生体重児ではメチオニン、シスチン、タウリンなど含硫アミノ酸の代謝が未発達である<sup>1)~4)</sup>が、含硫アミノ酸のほか、チロシン、フェニルアラニン、スレオニン、バリン、ロイシン、イソロイシン、グリシンなどの代謝も未発達であることが知られている。<sup>5),6)</sup>そこで、本編では児自身の母親からの人乳の栄養学的効用をアミノ酸代謝の面から検討する目的で、アミノ

酸摂取量, 血漿遊離アミノ酸濃度および尿中排泄遊離アミノ酸量を測定し, 前に行ったタウリン添加調製粉乳哺育での成績<sup>7)</sup>と比較した.

## II. 研究方法

### 1. 研究対象

前編に報告した低出生体重児10名 (AFD 6名, SFD 4名) を人乳哺育の対象にした (以下人乳群とする). なお, 対照の調製粉乳哺育児は8名 (AFD 3名, SFD 5名) であり, 出生体重は  $1,925 \pm 172$  g, 胎齢は  $35.0 \pm 2.3$  週であった (以下人工乳群とする).

### 2. 授乳方法

人乳の採取, 授乳方法, 哺育条件などは前編に記した. タウリン添加調製粉乳の調乳時組成は蛋白質 2.19 g/dl (アルブミン・グロブリン 0.99 g/dl, カゼイン 1.20 g/dl), 脂肪 2.60 g/dl, 糖質 9.54 g/dl, 灰分 0.38 g/dl, エネルギー 70.4 Kcal/dl, タウリン 3.00 mg/dl である.

### 3. 測定事項

#### (1) 試料の採取

各児の体重が 2,100~2,200g, 2,400~2,500g, 2,700~2,800g に達した時の3回, 代謝ベッドを用いて24時間中に排泄した尿を採取し, また同一日の哺乳前空腹時に静脈血を採取した.

人乳は試料採取日授乳ごとに約2mlずつを集めて混和後測定に供した.

#### (2) 測定項目および方法

a. 遊離アミノ酸の血漿濃度と尿中排泄量および人乳のアミノ酸組成

① アミノ酸分析の前処理: 血漿はヘパリン採血して分離した. 血漿1容に対し6%スルフォサリチル酸2.5容で除蛋白した後, 上清液をpH 2.2クエン酸リチウム緩衝液で2倍希釈して分析に供した. 尿は10 mlに2N-NaOH 0.75 mlを加え, 40°C, 3時間以上加温して脱アンモニア処理した後, 2N-HCl 0.75 mlを加え混和, pH 2.2クエン酸リチウム緩衝液で20 mlに定容し, 3倍希釈して分析に供した.

人乳は蛋白質として2~5 mgを含む試料に6N-HCl 10 mlを加えて封管し, 110°C, 24時間加水分解した. 開管後, 濾液を40°Cで減圧乾固し, pH 2.2クエン酸緩衝液で25 mlに定容して分析に供した.

② アミノ酸分析: 日本電子製JCL-8 AH型アミノ酸自動分析器で行った. カラムは強酸性陽イオン交換樹脂 (JEOL Custom Spherical Resin LCR-2) を用い, 緩衝液はクエン酸リチウム, pH 2.80, 3.15, 3.92, 4.67の4段切替えて分離した. なお, 乳汁中のシスチンの定量は過ギ酸酸化法<sup>8)</sup>によりシステイン酸の面積比から1/2シスチンを求めた.

#### b. アミノ酸摂取量

試料採取日の人乳摂取量に人乳中のアミノ酸濃度を掛けて算出した.

#### c. 測定値の検討

上記各項目測定値と人工乳群の対応する測定値との間で比較し, 推計学的に有意差検定 (t分布)<sup>9)</sup>を行った.

## III. 研究成績

以下, 各測定項目別に人工乳群の個人値 (3回測定した平均値), 平均値 (M) および標準偏差値 ( $\sigma$ ), 人工乳群の平均値および標準偏差値および有意差検定 (t分布) を表示した.

### 1. 乳汁中アミノ酸濃度 (Table 1)

Tau と Cys は人乳中において人工乳より高値であったが, これらを除く他のすべてのアミノ酸は人工乳が高値であった.

### 2. アミノ酸摂取量 (Table 2)

Tau と Cys は人乳群が, これらを除く他のすべてのアミノ酸は人工乳群がそれぞれ有意に高値であった.

### 3. 遊離アミノ酸の血漿濃度 (Table 3)

必須アミノ酸はすべてが人工乳群において人工乳群より有意に低値であった.

非必須アミノ酸では Asn, Cit, Cys, Tyr が人工乳群において有意に低値であったが, Glu と Gln は反対に人工乳群が有意に低値であった.

総遊離アミノ酸 (TAA) 濃度は両群間で有意差がなかったが、総遊離必須アミノ酸 (TEAA) 濃度および総遊離必須アミノ酸濃度の総遊離アミノ酸濃度に占める比率 (TEAA/TAA) は人乳群が有意に低値であった。

4. 遊離アミノ酸の尿中排泄量 (Table 4)

必須アミノ酸は Thr, Ileu, Leu, Lys が人乳群において有意に低値であった。

非必須アミノ酸では Asp, Tyr, Arg が人乳群において有意に低値であったが、Tau, Asn, Gln, Pro は反対に人工乳群が有意に低値で

あった。

TAA 排泄量は両群間で有意差がなかったが、TEAA 排泄量および TEAA 排泄量/TAA 排泄量は人乳群が有意に低値であった。

IV. 考 察

今日の低出生体重児栄養では人工栄養児の100%がタウリン添加調製粉乳に依存している。著者は前編に続き、低出生体重児における児自身の母親からの人乳の栄養学的効用を明確にする目的で、本編では、人乳哺育児 (人乳群) に

Table 1. Amino acid composition of human milk and powdered milk formula ( $\mu\text{mol/dl}$ )

	人										n=30 M σ	人工乳
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Tau	87	155	98	58	80	96	88	100	102	113	{ 101 30	24
Asp	384	998	492	469	474	464	300	417	383	509	{ 493 227	1445
Thr	173	562	236	169	216	172	136	202	185	267	{ 234 137	982
Ser	164	665	257	121	224	144	319	219	198	308	{ 246 179	998
Gul	460	1543	735	698	576	673	420	630	553	787	{ 715 412	3196
Pro	218	1015	475	406	351	386	175	345	307	450	{ 417 295	1729
Gly	258	479	227	273	251	259	208	225	231	259	{ 269 90	537
Ala	327	601	293	347	321	341	272	298	294	323	{ 344 110	979
Val	258	599	296	337	277	314	205	268	244	309	{ 313 136	1181
Cys	133	158	103	121	125	120	98	106	100	102	{ 117 24	100
Met	10	112	23	11	25	9	5	14	21	39	{ 27 35	292
Ileu	233	1188	295	258	371	277	179	264	274	294	{ 370 313	952
Leu	420	1313	609	529	522	501	335	522	447	637	{ 588 322	1656
Tyr	168	380	197	170	176	165	134	179	151	186	{ 191 80	509
Phe	112	337	149	217	130	135	86	128	117	162	{ 159 100	576
Lys	225	631	301	314	271	296	174	259	232	310	{ 304 153	1225
His	68	220	99	87	96	108	37	71	76	103	{ 97 64	364
Arg	137	343	138	127	151	131	112	135	135	167	{ 159 73	395
TAA	3835	11299	5023	4712	4637	4591	3283	4391	4050	5325	{ 5115 2251	17140
TEAA	1431	4742	1909	1835	1812	1704	1120	1657	1520	2018	{ 1975 1006	6864
TEAA/TAA (%)	37.3	42.0	38.0	38.9	39.1	37.1	34.1	37.7	37.5	37.9	{ 38.0 2.0	40.0

ついてアミノ酸摂取量, 血漿遊離アミノ酸濃度および尿中排泄遊離アミノ酸量を測定し, タウリン添加調製粉乳哺育児(人工乳群)での成績<sup>7)</sup>と比較した。

まず, アミノ酸摂取量は乳汁摂取量(mg/kg/日)が両群間で差がなかったため, 各乳のアミノ酸組成を反映し, TauとCysを除く他のすべてのアミノ酸は人工乳群が有意に高値であった。

つぎに, 血漿遊離アミノ酸濃度では, 必須アミノ酸はすべてが人工乳群において人工乳群より有意に低値であった。また, TAAは両群間で有意差がなかったが, TEAAおよびTEAA/TAAは人工乳群が有意に低値であった。Rassin

ら,<sup>5),10)</sup> Gaullら<sup>11)</sup>は出生体重2,100g以下の低出生体重児を蛋白質の量と質の異なる4種類の人工乳と人乳とで比較哺育し, 血漿および尿中遊離アミノ酸濃度を経時的に測定した結果, 血漿濃度ではほとんどのアミノ酸, 特に必須アミノ酸において人乳哺育群が人工乳哺育群より低値を示し, 各群とも生後数週間経時的に上昇したといい, また, 尿中の濃度は血漿濃度を反映して増減したと報告した。教室の小淵<sup>12)</sup>も6種類の人工乳と凍結人乳とで低出生体重児を哺育し, ほとんどの必須アミノ酸の血漿濃度は凍結人乳哺育群において有意に低値であったとしている。緒言でも述べたように, 低出生体重児は必須アミノ酸とCys, Tau, Tyrなどの代

Table 2. Amino acid intakes in human milk group and powdered milk formula group ( $\mu\text{mol/kg/day}$ )

	人 乳 群										n=30 M $\sigma$	人工乳群 n=23 M $\sigma$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Tau	162	271	191	102	166	182	173	188	200	216	{ 185* 43	{ 41 6
Asp	719	1751	958	823	985	882	590	794	750	977	{ 923 317	{ 2480* 385
Thr	323	985	460	298	448	327	268	385	362	511	{ 427 208	{ 1685* 262
Ser	306	1166	500	212	467	273	274	417	389	590	{ 459 275	{ 1713* 266
Glu	860	2705	1430	1227	1198	1278	827	1200	1084	1509	{ 1338 530	{ 5484* 851
Pro	407	1780	924	713	731	732	344	675	602	846	{ 775 395	{ 2967* 461
Gly	483	841	441	480	522	491	409	429	454	497	{ 505 123	{ 921* 143
Ala	611	1055	571	609	668	647	535	568	577	620	{ 646 149	{ 1680* 261
Val	482	1050	575	592	577	596	404	511	479	592	{ 617 157	{ 2027* 315
Cys	248	278	201	213	260	228	193	202	197	196	{ 222* 30	{ 172 27
Met	19	196	46	19	53	18	98	27	41	74	{ 59 55	{ 501* 78
Ileu	436	2084	575	454	772	526	352	504	537	564	{ 680 505	{ 1634* 254
Leu	785	2303	1186	926	1086	951	660	995	877	1222	{ 1099 456	{ 2842* 441
Tyr	313	666	382	299	367	314	263	339	297	357	{ 360 114	{ 873* 136
Phe	209	591	291	381	271	256	170	243	229	310	{ 295 119	{ 988* 154
Lys	420	1106	585	552	564	562	343	493	456	494	{ 567 206	{ 2102* 327
His	127	387	192	152	200	204	73	135	147	198	{ 182 83	{ 625* 97
Arg	255	602	269	223	314	248	220	258	264	320	{ 297 112	{ 678* 105

\*  $P < 0.01$

謝が未発達であることが知られている。<sup>5),6)</sup> しかし、著者の人乳群では必須アミノ酸の摂取量が人工乳群より有意に低値であったこと、必須アミノ酸の尿中排泄量が血漿濃度を反映していたこと、検体を採取した平均生後日数が26日で人工乳群の24日と差のなかったことなどから、

血漿濃度での両群の差はアミノ酸代謝の違いというより、むしろ、摂取アミノ酸量を反映したものであろう。

つぎに、非必須アミノ酸の血漿濃度は Asn, Cit, Cys, Tyr が人乳群において有意に低値であった。中でも Cys の差は人乳群の 0.5 μmol/dl

**Table 3.** Plasma amino acid concentrations in human milk group and powdered milk formula group (μmol/dl)

	人 乳 群										n=30 M σ	人工乳群 n=23 M σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Tau	8.3	6.9	11.4	10.8	9.4	9.9	7.1	9.7	7.5	7.1	{ 8.8 2.6	7.3
Asp	0.7	1.3	1.3	1.5	1.8	2.4	1.4	1.1	0.8	0.9	{ 1.3 0.6	3.0
Thr	8.9	9.2	8.0	11.3	9.9	8.3	13.1	10.4	14.6	11.3	{ 10.5 3.6	1.7
Ser	16.4	7.9	9.9	13.9	11.4	9.3	12.6	11.4	13.3	14.3	{ 0.6 12.0	0.7
Asn	3.0	8.7	7.2	7.4	9.7	6.4	—	—	2.5	—	{ 2.9 4.5	24.4*
Glu	26.6	21.4	20.1	22.9	31.9	11.4	17.5	35.1	21.5	24.6	{ 3.6 23.3*	6.4
Gln	48.1	32.3	21.3	37.0	33.2	38.6	39.2	43.5	88.0	66.0	{ 7.9 43.9*	11.7
Pro	23.8	22.8	13.5	33.3	34.9	23.0	18.5	27.4	22.8	33.0	{ 21.5 25.3	2.4
Gly	19.7	16.3	17.8	23.6	21.1	17.0	25.3	21.4	22.3	24.5	{ 7.5 20.9	9.1*
Cit	2.4	2.2	1.4	2.7	1.6	1.8	1.9	1.9	2.0	—	{ 4.0 1.7	1.3
Ala	27.5	29.9	34.2	64.2	44.9	30.7	22.5	23.8	21.3	30.1	{ 0.9 23.6	15.2
Val	10.6	12.8	9.6	13.0	12.2	9.8	9.0	12.8	12.1	12.9	{ 19.4 11.5	2.9
Cys	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	1.0	0.4	0.4	0.5	0.5	{ 2.3 0.5	28.6
Met	1.4	1.6	1.7	2.1	1.8	1.7	1.7	2.5	2.1	1.9	{ 0.3 1.9	5.8
Ileu	4.3	3.6	3.6	5.1	4.5	4.1	4.1	4.7	4.3	4.1	{ 0.6 4.2	20.6
Leu	7.9	9.4	7.7	10.6	10.2	8.9	7.1	9.1	9.2	8.8	{ 0.8 8.9	7.2
Tyr	6.0	6.3	7.3	8.9	7.1	9.1	2.7	5.7	9.9	7.3	{ 1.6 7.0	20.5
Phe	4.0	3.2	4.2	4.5	3.8	3.0	2.9	4.0	5.2	4.4	{ 2.6 3.9	2.9
Orn	9.2	10.7	6.8	9.3	5.9	4.3	6.8	5.6	9.4	8.0	{ 1.1 7.6	3.2*
Lys	7.4	8.6	10.8	14.5	9.1	11.1	6.1	9.2	10.2	10.5	{ 0.7 9.8	0.7
His	5.9	5.3	3.7	5.2	5.5	7.0	6.2	7.5	6.8	8.3	{ 2.3 3.1	27.8
Arg	8.8	4.5	7.4	10.8	6.4	9.9	6.5	7.1	10.4	8.3	{ 0.9 8.0	8.9
TAA	248.2	234.6	217.0	321.1	286.9	235.6	212.4	253.3	298.8	286.7	{ 11.5 255.0	18.7*
TEAA	44.5	48.4	45.5	61.1	51.0	46.8	43.9	52.6	57.7	53.8	{ 2.3 44.1	3.6
TEAA/TAA	17.9	20.6	21.0	19.0	17.8	19.9	20.6	20.8	19.3	18.8	{ 9.1 50.5	3.5*
											{ 2.7 19.9	1.0
											{ 2.7 2.3	3.1*
											{ 2.7 2.3	0.8
											{ 2.7 2.3	6.2*
											{ 2.7 2.3	1.8
											{ 2.7 2.3	11.5*
											{ 2.7 2.3	2.8
											{ 2.7 2.3	11.6*
											{ 2.7 2.3	3.2
											{ 2.7 2.3	5.0*
											{ 2.7 2.3	1.0
											{ 2.7 2.3	8.5
											{ 2.7 2.3	4.3
											{ 2.7 2.3	19.8*
											{ 2.7 2.3	5.4
											{ 2.7 2.3	6.5
											{ 2.7 2.3	1.1
											{ 2.7 2.3	9.5
											{ 2.7 2.3	2.3

\* P<0.01

に対して人工乳群の 3.5  $\mu\text{mol/dl}$  と著しかった。人乳群の Cys 摂取量は人工乳群より有意に高値であったので、摂取量が血漿濃度に影響したとは思えない。一方、Met の摂取量は Cys 摂取量と反対に人工乳群が有意に高値であった。低出生体重児では cystathionine から CySH への転換酵素 Cystathioninase の活性低下が

あり、Cys は必須アミノ酸であるといわれている<sup>1)~4)</sup>が、著者の成績は Met より CySH への転換に制限のないことを示唆するものであった。対象児の体重が成熟児に近い 2,500 g 前後(生後日数 24日)であり、この頃になると、代謝もかなり発達したのかもしれない。

Tyr の濃度差も人乳群の 7.0  $\mu\text{mol/dl}$  に対

**Table 4.** Urinary excretion of amino acid in human milk group and powdered milk formula group ( $\mu\text{mol/mgCrn}$ )

	人 乳 群										人工乳群	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n=30 M $\sigma$	n=23 M $\sigma$
Tau	4.89	3.68	3.75	3.10	2.78	6.19	4.24	4.37	4.95	2.65	{ 4.07* 1.78	1.01 0.59
Asp	0.15	0.13	0.16	0.20	0.20	0.15	0.02	0.08	0.06	0.05	{ 0.12 0.07	0.35* 0.12
Thr	0.45	0.57	0.70	0.84	0.61	0.77	2.39	1.15	1.31	0.72	{ 0.95 0.57	3.15* 1.37
Ser	2.27	1.65	2.28	2.54	2.43	2.58	4.49	2.84	3.09	2.33	{ 2.65 0.76	3.03 0.80
Asn	0.23	0.33	0.47	0.40	0.35	0.83	1.17	0.67	0.83	0.65	{ 0.59 0.31	1.10* 0.52
Glu	0.27	0.33	0.35	0.53	0.37	0.28	—	—	0.28	0.18	{ 0.23 0.18	0.32 0.12
Gln	1.67	0.16	0.23	0.31	0.20	0.21	4.52	3.36	4.11	2.60	{ 1.74* 1.72	0.35 0.29
Pro	1.30	0.56	1.53	1.50	3.35	6.64	3.52	7.85	3.12	2.62	{ 3.20* 2.37	1.51 0.58
Gly	8.66	5.11	11.68	11.75	11.38	15.78	24.63	19.24	13.12	9.66	{ 13.10 5.62	10.68 2.54
Ala	1.99	1.42	3.03	2.33	1.96	3.19	3.55	2.94	2.39	1.52	{ 2.43 0.74	2.46 0.71
Val	0.47	0.12	0.11	0.11	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.29	{ 0.16 0.13	0.18 0.05
Cys	0.23	0.22	0.17	0.24	0.18	0.24	0.56	0.26	0.16	0.18	{ 0.25 0.12	0.31 0.14
Met	0.04	0.10	0.08	0.07	0.09	0.08	0.05	0.06	0.05	0.04	{ 0.07 0.03	0.06 0.03
Ileu	0.09	0.31	0.35	0.31	0.29	0.36	0.09	0.07	0.09	0.06	{ 0.20 0.13	0.35* 0.12
Leu	0.15	0.12	0.12	0.10	0.10	0.11	0.18	0.16	0.18	0.12	{ 0.13 0.04	0.22* 0.08
Tyr	0.20	0.40	0.60	0.46	0.43	0.60	0.37	0.35	0.44	0.30	{ 0.42 0.14	0.66* 0.17
Phe	0.08	0.14	0.12	0.09	0.15	0.14	0.23	0.11	0.12	0.17	{ 0.13 0.05	0.15 0.04
Orn	0.21	0.21	0.13	0.17	0.15	0.15	0.31	0.04	0.27	0.03	{ 0.15 0.10	0.23 0.13
Lys	0.51	0.53	0.80	0.41	0.23	0.53	1.15	0.68	0.44	0.29	{ 0.56 0.32	1.86* 0.88
His	1.22	1.13	1.08	1.28	1.30	1.73	3.84	2.73	1.82	2.00	{ 1.81 0.88	2.21 0.74
Arg	0.07	0.28	0.19	0.24	0.23	0.14	—	—	—	—	{ 0.11 0.12	0.23* 0.05
TAA	25.07	17.56	28.00	27.04	26.97	40.89	55.55	47.03	36.68	26.25	{ 33.10 11.79	30.60 6.77
TEAA	1.81	1.89	2.28	1.93	1.63	2.14	4.24	2.37	2.33	1.69	{ 2.23 0.75	8.25* 2.76
TEAA/TAA (%)	7.2	10.8	8.1	7.1	6.0	5.2	7.6	5.0	6.4	6.4	{ 7.0 1.7	26.7* 3.1

\* P<0.01

して人工乳群の 11.6  $\mu\text{mol}/\text{dl}$  と著しかった。低出生体重児は D-hydroxyphenylpyruvic acid oxidase 活性が未発達であるので、一過性高 Tyr 血症がしばしばみられる。小淵<sup>12)</sup> も著者と同様の成績を得、人工乳の Tyr 含量はやや多過ぎるのではないかと述べているが、著者も異論がない。

つぎに、人乳群の Glu と Gln 濃度は人工乳群より有意に高値であった。これは Glu の摂取量とは関係がない。高カゼイン人工乳で哺育された低出生体重児における Asp と Glu の高値、なかでも Glu の異常高値については Rassin<sup>10)</sup>、小林<sup>13)</sup> も報告しており、血漿値は摂取量と相関がなく、代謝性アシドーシスとの関連性を指摘している。また、Fine<sup>14)</sup> は動物実験において代謝性アシドーシス下では肝臓の Gln 代謝が障害され、Gln の肝臓への取り込みが減少し、血漿値が上昇したと述べている。しかし、著者の人乳群では前編に述べたように、代謝性アシドーシスは見られなかった。ほとんどのすべてのアミノ酸は  $\alpha$ -ケトグルタル酸を経て Glu となって代謝されることを考慮すると、Glu と Gln の高値には人乳群におけるエネルギー不足をカバーするための異化が関与したとも言えようが、不明である。

つぎに、Tau の血漿濃度は両群間で有意差がなかったが、摂取量と尿中排泄量は人乳群が有意に高値であった。経口投与された Tau の大半は尿中に排泄され、生体内の Tau 濃度は腎臓において調節されるという。<sup>15), 16)</sup> 小林<sup>7)</sup> は Tau 含量のみを変えた人工乳で低出生体重児

を比較哺育し、血漿濃度がある閾値を超えると、過剰の Tau は尿中に排泄されることをみている。著者の成績からすると、人乳中には過量の Tau が含有されていることになる。しかし、Tau の血漿濃度は著者の成績はもちろん、諸家の成績<sup>11), 13)</sup> をみても、個人差の幅が大きいので、ゆとりをみた過量の Tau が必要であるのかも知れない。

つぎに、上記以外のアミノ酸の血漿濃度はほとんどが摂取量を反映するように思われた。

最後に、Tau を除く各遊離アミノ酸の尿中排泄量は Rassin<sup>5), 10)</sup>、Gaul<sup>11)</sup>、小林<sup>7), 13)</sup>、小淵<sup>12)</sup> の指摘しているように、ほとんどのアミノ酸において血漿濃度を反映していた。

## V. 結 語

著者は出生体重 1,500~2,000 g 前後の低出生体重児をできる限り児自身の母親からの人乳で哺育した結果、アミノ酸代謝の面においても優れた成績を得た。しかし、グルタミン酸やグルタミンなど一部のアミノ酸においては疑問な点もあり、今後なお、検討が必要である。

稿を終えるに臨み、守田哲朗教授の御指導と御校閲を深謝します。また、教室員諸氏と三宅正恵技術員の御協力を感謝します。

なお、本研究は川崎医科大学プロジェクト研究費および糧食研究会研究費の補助によるものである。

本論文の要旨は昭和61年11月、第13回日本小児栄養消化器病学会において発表した。

## 文 献

- 1) Sturman, J. A., Gaul, G. E. and R ih , N. C. R.: Absence of cystathionase in human fetal liver: Is cystine essential? Science 169: 74-75, 1970
- 2) Gaul, G. E., Sturman, J. A. and R ih , N. C. R.: Development of mammalian sulfur metabolism: Absence of cystathionase in human fetal tissues. Pediatr. Res. 6: 538-547, 1972
- 3) Pasgal, T. A., Gillam, B. M. and Gaul, G. E.: Cystathionase: Immunochemical evidence for absence from human fetal liver. Pediatr. Res. 6: 773-778, 1972
- 4) Zlotkin, S. H. and Anderson, G. H.: The development of cystathionase activity during the first year of life. Pediatr. Res. 16: 65-68, 1982
- 5) Rassin, D. K., Gaul, G. E., R ih , N. C. R. and Heinonen, K.: Milk protein quantity and



- quality in low-birth-weight infants: IV. Effects on tyrosine and phenylalanine in plasma and urine. *J. Pediatr.* 90: 356—360, 1977
- 6) R ih , N. C. R.: Protein in the nutrition of the preterm infant. Biochemical and nutritional considerations. *Adv. Nutr. Res.* 3: 173—206, 1980
- 7) 小林嘉一郎: タウリン添加調製粉乳の乳児栄養学的効果に関する研究. 第2編. タウリン含量を異にした3種類の乳汁で比較哺育された低出生体重児の蛋白質代謝, 脂肪代謝, 血漿および尿中アミノ酸濃度について. *日小児会誌* 89: 2319—2326, 1985
- 8) Thompson, E. O. P.: Modification of tyrosine during performic acid oxidation. *Biochim. Biophys. Acta* 15: 440—441, 1954
- 9) 仮谷太一: 医学・生物学の統計学. 東京, 共立出版. 1979, pp. 146—171
- 10) Rassin, D. K., Gaull, G. E., Heinonen, K. and R ih , N. C. R.: Milk protein quantity and quality in low-birth-weight infants: II. Effects on selected aliphatic amino acids in plasma and urine. *Pediatrics* 59: 407—422, 1977
- 11) Gaull, G. E., Rassin, D. K., R ih , N. C. R. and Heinonen, K.: 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, 1977
- 12) 小淵聖子: 低出生体重児栄養における乳汁蛋白質の種類とその効果に関する研究—蛋白質の量と質をかえた6種類の人工乳と凍結人乳で哺育された低出生体重児の血漿アミノ酸濃度および尿中排泄アミノ酸について. *川崎医会誌* 12: 140—151, 1986
- 13) 小林嘉一郎, 横林文子, 金 幸元, 河野幸治, 高木 研, 守田哲朗: 低出生体重児における高ホモエー蛋白質乳の栄養学的効果. *日小児会誌* 89: 140—150, 1985
- 14) Fine, A.: Effects of acute metabolic acidosis on renal, gut, liver and muscle metabolism of glutamine and ammonia in the dog. *Kidney Int.* 21: 439—444, 1982
- 15) Sturman, J. A., Hepner, G. W., Hoffmann, A. F. and Thomas, P. J.: Metabolism of [<sup>35</sup>S] taurine in man. *J. Nutr.* 105: 1206—1214, 1975
- 16) Chesney, R. W., Friedman, A. L., Albright, P. W., Jax, D. K., Gingery, R. and Gusowski, N.: Studies on the renal handling of taurine: Changes during maturation and after altered dietary intake. *Adv. Exp. Med. Biol.* 139: 47—63, 1981