

## 母乳栄養児および人工栄養児の血清，尿および 糞便中のシアル酸含量

井戸田 正\*，菅原 牧裕\*  
中島 一郎\*，上田 敦生\*\*

\* 雪印乳業株式会社技術研究所  
\*\* 城西病院産婦人科

### Differences in the *N*-Acetylneuraminic Acid Content of Serum, Urine and Feces between Breast-Fed and Formula-Fed Infants

Tadashi IDOTA,\* Makihiko SUGAWARA,\* Ichiro NAKAJIMA\* and Atsuo UEDA\*\*

\* Technical Research Institute, Snow Brand Milk Products Co., Ltd., Kawagoe 350-11

\*\* Department of Obstetrics and Gynecology, Josai Hospital, Yuki 307

Nippon Eiyō Shokuryō Gakkaishi (*J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*) 48, 43~48 (1995)

The content of *N*-acetylneuraminic acid (NeuAc) in serum, urine and feces from breast-fed and formula-fed infants at 2-7 days after delivery was determined. The serum content of NeuAc in breast-fed infants was  $41.2 \pm 8.58$  mg/dl and that in formula-fed infants was  $37.0 \pm 5.45$  mg/dl, the latter being significantly lower ( $p < 0.05$ ). The ratio of NeuAc to creatinine in urine of breast-fed infants was  $0.390 \pm 0.079$  and that of formula-fed infants was  $0.294 \pm 0.081$  ( $p < 0.05$ ). The content of NeuAc in feces of breast-fed infants was  $4.59 \pm 2.10$  mg/g fresh feces, and that in formula-fed infants was  $2.36 \pm 1.00$  mg/g fresh feces. The amount of NeuAc excreted into urine and feces was 18.6 mg/day and 45.9 mg/day in breast-fed infants, and 14.0 mg/day and 23.6 mg/day in formula-fed infants. High-performance thin-layer chromatography revealed little 6'-sialyllactose in urine and feces of formula-fed infants. These differences may be because human milk contains more NeuAc than infant formula.

**Key Words** breast-fed infants, formula-fed infants, NeuAc content in serum, NeuAc content in urine, NeuAc content in feces.

(Received August 5, 1994)

乳児にとって、母親の分泌する乳、母乳が最良の栄養源であることは言をまたない。生後6カ月までの乳児は、母乳を唯一の栄養源として成長する。そのため、ビタミンKの例外はあるものの、母乳は乳児の成長に必要な栄養素を過不足なく含むと考えられている。すなわち、母乳中に見出される成分は、すべてなんらかの生理作用を果たしていると考えられる。

シアル酸も同様に、乳児の栄養生理および感染防御に関与していると考えられている。シアル酸は細胞膜の構成成分である糖脂質および糖タンパク質の成分として脳、中枢神経系に多く含まれている。また、シアル酸の経口あるいは腹腔内投与が中枢神経系の器官形成と機能

発達に関与していると報告されている<sup>1)~5)</sup>。しかし、乳仔、とくに新生仔は、生体内でのシアル酸の合成能が未熟である<sup>6)</sup>。一方、この時期は脳の器官形成と機能の発達が著しく<sup>7)</sup>、多量のシアル酸を必要とする。そのため、乳汁中のシアル酸は、乳仔にとって重要な供給源と考えられている<sup>8)9)</sup>。

また、人乳中に存在しシアル酸を構成成分とするシアルラクトース(SL)、ガングリオシドおよびグリコマクロペプチドには、インフルエンザウイルスや大腸菌の上皮細胞への付着を阻止する作用<sup>10)11)</sup>とコレラトキシンおよび大腸菌の易熱性エンテロトキシンを中和する作用<sup>11)10)12)13)</sup>のほかピフィズ活性<sup>14)</sup>が報告されている。そのため、人乳中のシアル酸は栄養生理的な観点のほか、感染防御の面からも乳児に対して重要な役割を果たしていると考えられている。

\* 〒350-11 川越市南台 1-1-2

\*\* 〒307 結城市上の宮 10745-24

乳児のシアル酸摂取量は、乳児が摂取する乳汁、すなわち、母乳または乳児用調製粉乳（育児用粉乳）によって大きく異なっている。人乳中のシアル酸は、オリゴ糖、タンパク質および脂質と結合して存在し、分娩後3~5日の初乳に約150 mg/100 ml, 分娩後1~2カ月の成乳に約70 mg/100 ml含まれている<sup>15)</sup>。しかし、母乳の代替品である育児用粉乳のシアル酸含量は7~28 mg/100 mlと母乳に比べて著しく少ない<sup>9)16)</sup>ことが報告されている。そのため、人工栄養児のシアル酸摂取量は、母乳栄養児に比べ著しく少ない。しかし、シアル酸摂取量の差異が乳児のシアル酸動態に及ぼす影響については、ほとんど報告されていない。ただ、母乳栄養児と人工栄養児の血清シアル酸含量および尿中のシアル酸含有オリゴ糖には差がないとする報告<sup>9)17)</sup>を見るのみである。

そこで、乳児期におけるシアル酸摂取の意義を解明する端緒とするために、栄養法が新生児の血清、尿および糞便中のシアル酸含量に及ぼす影響について検討した。また、尿および糞便中のシアル酸含有成分の差異について概観するため、薄層クロマトグラフィー（TLC: thin layer chromatography）を行った。

## 実験方法

### 1. 対象および試料

母乳単独または母体の事情から市販の育児用粉乳単独で哺育された生後7日までの成熟新生児を対象とした。黄疸および初期嘔吐の程度は生理的範囲であり、感染症に罹患している乳児、ハイリスク児および異常児は対象から除外した。母乳栄養児59名（男児25名、女児34名）および人工栄養児47名（男児22名、女児25名）の在胎週数は、おのおの $39.4 \pm 1.09$ 週、 $39.6 \pm 1.39$ 週で、出生体重は、おのおの $3,163 \pm 355$ g、 $3,179 \pm 279$ gである。出生12時間後に5%糖水を5~10 ml与え、その後、4時間ごとに母乳または育児用粉乳を与えた。採血は午前9時にヒールカット法で被験者1名に対して1回行った。糞便および尿は、夕方から翌朝までに自然排泄された全量を1回ごとと滅菌プラスチックカップに採取し、分析まで冷凍保存した。なお、本研究は城西病院倫理委員会の承認を得て行った。実施に際しては、保護者に、目的および方法、危険性、同意しない場合でも不利益を受けないこと、同意した場合でも随時撤回できること、人権保護に対する配慮について事前に十分説明し、同意を得た。

### 2. 方法

1) 育児用粉乳中シアル酸含量の測定 伊井ら<sup>18)</sup>の方法に従って行った。試料1gを蒸留水で溶解した後、50 mlに定容した。この試料溶液9 mlに1 N 硫酸1 mlを加えて密封し、80°Cで45分間加水分解した。流水で室温にまで冷却後、クロマトディスク（ポアサイズ0.45 μm）

で濾過し、カルボン酸分析計（東京理化機械製、S-14）を用いて定量した。

2) 血清中シアル酸含量の測定 血清20 μlを試料として、ノイラミニダーゼによる酵素反応を応用した血清シアル酸測定用キット（極東シアル酸テスト試薬、極東製薬工業）を用いてシアル酸含量を測定した。

3) TLC 尿3 mlをモルカットIIモジュール（分画分子量10,000、日本ミリポア）を用いて限外濾過した。リテンテートに蒸留水7 mlを加えた後、再び同様に限外濾過を行った。濾液をあわせて、DOWEX HCR-W 2(H<sup>+</sup>型)カラム(9×30 mm)に通液し、その後、蒸留水で洗浄して非吸着画分20 mlを得た。次に、この画分をDOWEX 1-X 8(酢酸型)カラム(9×30 mm)に通液し、さらに蒸留水20 mlでカラムを洗浄後、20 mlの0.3 M 酢酸溶液で吸着したシアル酸含有成分を溶出した。減圧下で濃縮乾固した後、残渣を蒸留水50 μlに溶解し、このうち2 μlをTLC分析に供した。TLC分析はHPTLC plate silica gel 60(10×10 cm, MERCK)を用い、*n*-プロパノール:25%アンモニア水:水(120:2.5:57.5)により展開した。レゾルシノール-硫酸銅-塩酸試薬<sup>19)</sup>を噴霧した後、100°Cのホットプレート上で薄層板を加熱し、シアル酸を検出した。

糞便はその0.5 gに蒸留水5 mlを加えホモジナイズした後、30,000×*g*, 15分間遠心分離し上清を得た。沈澱は3 mlの蒸留水に懸濁し遠心分離して上清を得た。この操作を3回繰り返した後、すべての上清は、DIAFLO Ultrafiltration membrane YM 10(分画分子量10,000, Amicon)を用いて限外濾過した。リテンテートに蒸留水30 mlを加えた後、再び同様に限外濾過を行った。濾液をあわせて、DOWEX HCR-W 2(H<sup>+</sup>型)カラム(9×30 mm)に通液し、その後、蒸留水で洗浄して非吸着画分70 mlを得た。次に、この画分をDOWEX 1-X 8(酢酸型)カラム(9×30 mm)に通液し、さらに蒸留水20 mlでカラムを洗浄後、20 mlの0.3 M 酢酸溶液でシアル酸含有成分を溶出した。減圧下で濃縮乾固した後、残渣を蒸留水500 μlに溶解し、このうち1.5 μlをTLC分析に供した。TLC分析は尿と同じ方法で行った。

4) 尿中のシアル酸およびクレアチニン含量の測定 尿0.1 mlに0.1 N 硫酸0.45 mlを加え、80°Cで2時間加水分解した。流水で室温にまで冷却した後、その試料0.2 mlを用いてWarren<sup>20)</sup>のチオバルビツール酸法によりシアル酸含量を測定した。また、尿中のクレアチニン含量の測定は、クレアチニン測定用キット(クレアチニン-テストワコー、和光純薬工業)により行った。

5) 糞便中シアル酸含量の測定 糞便0.1 gに0.1 N 硫酸0.5 mlを加えホモジナイズ後、80°Cで2時間加水分解した。20,000×*g*, 10分間遠心分離して得た上清を

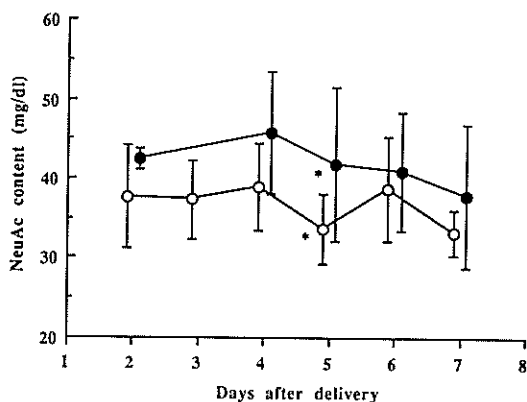


Fig. 1. Changes in the content of sialic acid in serum.

Data expressed as mean  $\pm$  SD. ●, Breast feeding; ○, bottle feeding. Difference between breast feeding group and bottle feeding group was significant at \* $p < 0.05$ .

DOWEX HCR-W 2 (H<sup>+</sup>型) カラム (9×30 mm) に通液し非吸着画分を回収した。この画分を、DOWEX 2-X 8 (酢酸型) カラム (9×30 mm) に通液し、さらに蒸留水でカラムを洗浄した後、1 M 酢酸溶液によりシアル酸を溶出し、10 ml に定容した。この試料 0.5 ml を用いて Warren<sup>20)</sup> のチオバルビツール酸法によりシアル酸含量を測定した。

日齢間の有意差検定は分散分析によって、また、群間の有意差検定は Student's *t*-test により行った。

## 実験結果

### 1. 血清シアル酸含量の日齢変化

分娩後 2 日から 7 日までの母乳栄養児および人工栄養児の血清シアル酸含量の日齢変化を Fig. 1 に示した。なお、今回用いた育児用粉乳中のシアル酸含量は 24 mg/100 ml であった。母乳栄養児の分娩後 2, 4, 5, 6, 7 日目の血清シアル酸含量は、平均  $\pm$  SD で 42.4  $\pm$  1.27 ( $n=2$ ), 45.8  $\pm$  7.68 ( $n=5$ ), 41.8  $\pm$  9.70 ( $n=23$ ), 40.9  $\pm$  7.47 ( $n=19$ ), 37.8  $\pm$  8.99 mg/dl ( $n=10$ ) であった。また、人工栄養児の分娩後 2, 3, 4, 5, 6, 7 日目の平均値  $\pm$  SD は、37.7  $\pm$  6.46 ( $n=7$ ), 37.3  $\pm$  4.91 ( $n=8$ ), 39.0  $\pm$  5.47 ( $n=13$ ), 33.6  $\pm$  4.33 ( $n=7$ ), 38.6  $\pm$  6.58 ( $n=4$ ), 33.2  $\pm$  2.88 mg/dl ( $n=4$ ) であり、両群ともに日齢による有意差を認めなかった。また、いずれの日齢においても、母乳栄養児の血清シアル酸含量が人工栄養児よりも高い傾向を示し、分娩後 5 日目では母乳栄養児で有意に高値を示した ( $p < 0.05$ )。なお、分娩後 2 日から 7 日までの母乳栄養児の血清シアル酸値は、平均  $\pm$  SD で 41.2  $\pm$  8.58 mg/dl ( $n=59$ ) であり、人工栄養児の 37.0  $\pm$

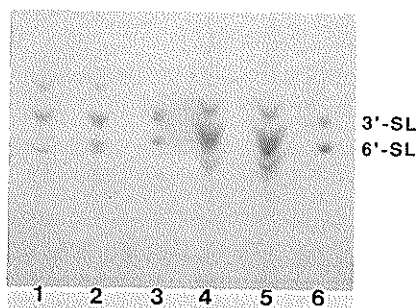


Fig. 2. TLC profiles of NeuAc-containing compounds extracted from urine of breast-fed and formula-fed infants.

Urine samples were dissolved in distilled water after being evaporated, and spotted on a TLC plate. The plate was developed with *n*-propanol/25% ammonia water/water (120 : 2.5 : 57.5), sprayed with resorcinol-copper sulfuric acid-hydrochloric acid reagent to visualize components containing NeuAc, and incubated at 100°C for color development. Lane 1: NeuAc-containing compounds in the urine from formula-fed infants; 2: NeuAc-containing compounds in the urine from formula-fed infants, 3'-SL and 6'-SL; 3: 3'-SL and 6'-SL; 4: NeuAc-containing compounds in the urine from breast-fed infants; 5: NeuAc-containing compounds in the urine from breast-fed infants, 3'-SL and 6'-SL; 6: 3'-SL and 6'-SL.

5.45 mg/dl ( $n=43$ ) より有意に高値を示した ( $p < 0.05$ )。

### 2. 尿および糞便中のシアル酸含有成分の TLC プロフィール

分娩後 6 日の母乳栄養児および人工栄養児の尿および糞便の TLC プロフィールを Fig. 2 および Fig. 3 に示した。母乳栄養児の尿中のシアル酸含有成分は、3'-SL および 6'-SL と同じ移動度の画分を含め大きく三つに分かれた。しかし、人工栄養児の場合、6'-SL と同じ移動度を示す画分はほとんど認められず、他の画分もスポットは小さかった。母乳栄養児の糞便中のシアル酸含有成分は、3'-SL および 6'-SL と同じ移動度の画分を含め大きく四つに分かれた。しかし、人工栄養児では 6'-SL 画分はほとんど認められず、また、他の画分もスポットは小さかった。

### 3. 尿中のシアル酸含量の日齢変化

分娩後 4 日から 7 日までの母乳栄養児および分娩後 3 日から 7 日までの人工栄養児の尿中のシアル酸含量の日齢変化をクレアチニンに対する比で Fig. 4 に示した。母乳栄養児の分娩後 4, 5, 6, 7 日目の値は、平均  $\pm$  SD で 0.360  $\pm$  0.027 ( $n=4$ ), 0.395  $\pm$  0.081 ( $n=15$ ), 0.382  $\pm$  0.052 ( $n=5$ ), 0.405  $\pm$  0.121 ( $n=6$ ) であった。また、人工栄養児の分娩後 3, 4, 5, 6, 7 日目の平均値  $\pm$  SD は、

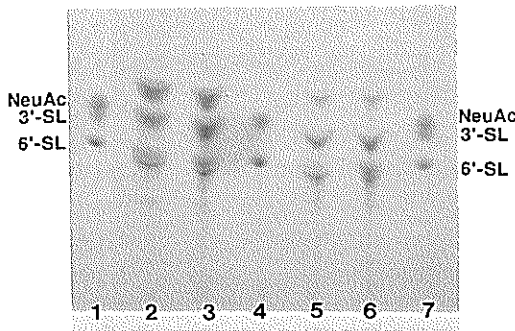


Fig. 3. TLC profiles of NeuAc-containing compounds extracted from feces of breast-fed and formula-fed infants.

Feces samples were dissolved in distilled water after being evaporated, and spotted on a TLC plate. The plate was developed with *n*-propanol/25% ammonia water/water (120 : 2.5 : 57.5), sprayed with resorcinol-copper sulfuric acid-hydrochloric acid reagent to visualize components containing NeuAc, and incubated at 100°C for color development. Lane 1 : NeuAc, 3'-SL and 6'-SL ; 2 : NeuAc-containing compounds in the feces from breast-fed infants ; 3 : NeuAc-containing compounds in the feces from breast-fed infants, 3'-SL and 6'-SL ; 4 : 3'-SL and 6'-SL ; 5 : NeuAc-containing compounds in the feces from formula-fed infants ; 6 : NeuAc-containing compounds in the feces from formula-fed infants, 3'-SL and 6'-SL ; 7 : NeuAc, 3'-SL and 6'-SL.

$0.310 \pm 0.098$  ( $n=7$ ),  $0.275 \pm 0.054$  ( $n=6$ ),  $0.321 \pm 0.075$  ( $n=8$ ),  $0.300 \pm 0.042$  ( $n=2$ ),  $0.217 \pm 0.110$  ( $n=3$ ) であり、両群ともに日齢間に有意差を認めなかった。また、いずれの日齢においても、母乳栄養児は人工栄養児に比べ高値傾向を示し、分娩後4日および5日目では母乳栄養児が有意に高値を示した ( $p < 0.05$ )。なお、分娩後4日から7日までの母乳栄養児の尿中のシアル酸含量のクレアチニン含量に対する比は、平均±SDで  $0.390 \pm 0.079$  ( $n=30$ ) を示した。また、分娩後3日から7日までの人工栄養児では、 $0.294 \pm 0.081$  ( $n=26$ ) を示し、母乳栄養児は、人工栄養児の約1.3倍と有意に高値を示した ( $p < 0.05$ )。

#### 4. 糞便中のシアル酸含量の日齢変化

分娩後4日から7日までの母乳栄養児および分娩後3日から7日までの人工栄養児の糞便中のシアル酸含量の日齢変化を Fig. 5 に示した。母乳栄養児の分娩後4, 5, 6, 7日目の平均値±SDは、 $4.28 \pm 2.83$  ( $n=5$ ),  $5.08 \pm 1.94$  ( $n=16$ ),  $3.55 \pm 2.04$  ( $n=7$ ),  $4.76 \pm 1.89$  mg/g ( $n=5$ ) であった。また、人工栄養児の分娩後3, 4, 5, 6, 7日目の平均値±SDは、 $2.43 \pm 1.09$  ( $n=6$ ),  $1.82 \pm$

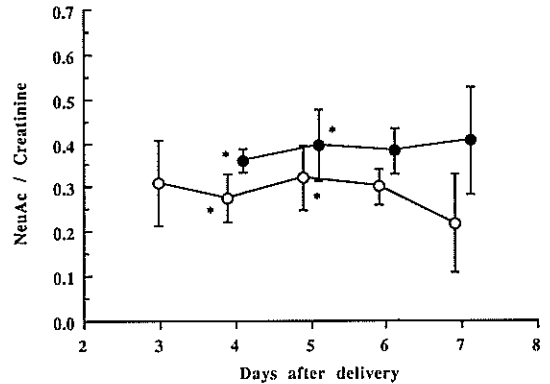


Fig. 4. Changes in the ratio of sialic acid content to creatinine content in urine.

Data expressed as mean±SD. ●, Breast feeding; ○, bottle feeding. Difference between breast feeding group and bottle feeding group were significant at  $*p < 0.05$ .

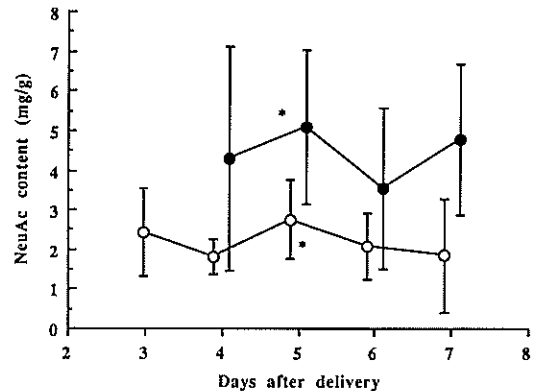


Fig. 5. Changes in the content of sialic acid in feces.

Data expressed as mean±SD. ●, Breast feeding; ○, bottle feeding. Difference between breast feeding group and bottle feeding group was significant at  $*p < 0.05$

$0.44$  ( $n=5$ ),  $2.76 \pm 1.01$  ( $n=11$ ),  $2.08 \pm 0.85$  ( $n=2$ ),  $1.84 \pm 1.45$  mg/g ( $n=3$ ) であり、両群ともに日齢間に有意差を認めなかった。また、いずれの日齢においても、母乳栄養児は人工栄養児に比べ高値傾向を示し、分娩後5日目では母乳栄養児が有意に高値を示した ( $p < 0.05$ )。なお、分娩後4日から7日までの母乳栄養児の糞便中のシアル酸含量は、平均±SDで  $4.59 \pm 2.10$  mg/g ( $n=33$ ) を示した。また、分娩後3日から7日までの人工栄養児では、 $2.36 \pm 1.00$  mg/g ( $n=27$ ) を示し、母乳栄養児は人工栄養児の約1.9倍と有意に高値を示した ( $p < 0.05$ )。

## 考 察

シアル酸は、糖タンパク質、糖脂質、プロテオグリカンおよびオリゴ糖の糖鎖構成成分として生体組織や器官、体液、分泌液中に広く存在し、種々の生物学的な機能の発現に重要な役割を果たしている。とくに、細胞膜上に存在するシアル酸は、細胞の分化、情報の伝達、細菌、ウイルスに対するレセプター機能に関与している。

ヒト血清中のシアル酸は、大部分タンパク質と結合したシアロ糖タンパク質として存在し、また、一部は脂質と結合したシアロ糖脂質として存在する。しかし、遊離のシアル酸は存在しないといわれている<sup>21)</sup>。

健康成熟新生児の血清シアル酸含量について、永田ら<sup>22)</sup>は、生後3日目、 $28.8 \pm 6.5$  mg/dl、4日目、 $38.7 \pm 6.4$  mg/dl、5日目、 $38.4 \pm 5.0$  mg/dl、7日目、 $45.4 \pm 4.9$  mg/dlと日齢とともに漸増すると報告している。われわれの結果も永田らの報告に近い値であったが、日齢による変化は認められなかった。

乳児の血清中のシアル酸含量は、母乳栄養児と人工栄養児でほとんど差がないといわれている<sup>9)</sup>。しかし、Wittら<sup>23)</sup>は、ラジオアイソトープでラベルしたSLを新生ラットに経口摂取させた実験で、シアル酸が血液、尿、肝臓、脾臓および脳へ移行することを報告している。また、Morgan and Winick<sup>24)</sup>およびCarlson and House<sup>9)</sup>は、脳ガングリオシドの形成時期にシアル酸を経口投与すると、脳中のシアル酸量が増加することを報告しており、シアル酸の血液への移行を示唆している。われわれの結果では、母乳栄養児の血清シアル酸含量は、 $41.2 \pm 8.58$  mg/dlと人工栄養児の $37.0 \pm 5.45$  mg/dlに比べ有意に高値を示した。分娩後7日までの人乳は、約150 mg/100 mlのシアル酸を含んでいる<sup>15)</sup>が、今回用いた育児用粉乳には約20 mg/100 mlしか含まれていない。そのため、乳児の血清シアル酸含量は、シアル酸の摂取量によって影響されるとも考えられるが、今回、われわれは1日当りの哺乳量を把握していない。そのため、シアル酸摂取量による血清シアル酸含量への影響に関しては、今後さらに検討が必要と考える。

Morganら<sup>24)</sup>は、血清シアル酸含量と脳湿重量、全脳ガングリオシドシアル酸含量および全脳糖タンパク質シアル酸含量との間には直線関係があると報告している。また、シアル酸の経口摂取や腹腔内投与によって、大脳と小脳のガングリオシドや糖タンパク質に含まれるシアル酸含量が増加し、学習能も向上することが報告されている<sup>25-29)</sup>。そのため、脳の形成期にある乳児期のシアル酸摂取は、乳児にとってきわめて重要と考えられる。

ヒトの乳児が生体内でシアル酸を合成できる能力は、未だ明らかにされていない。しかし、①母乳栄養児の血

清シアル酸含量は人工栄養児に比べ高い、②ヒト新生児の血清シアル酸濃度は、小児の血清シアル酸濃度に比べ低い<sup>22)25)</sup>、③ヒト初乳、移行乳には成乳の約5倍のシアル酸が含まれる<sup>15)</sup>、④母乳は離乳食の摂取が始まるまでの間、乳児が必要とするすべての栄養素を供給し、その成分組成も乳児の成長と機能の発達に適合した泌乳期変化を示す、⑤ラットのシアル酸合成酵素の活性は新生仔で低い<sup>6)</sup>、⑥授乳期のラット、マウス、ウサギ、ネコ、モルモットの小腸のノイラミニダーゼ活性は成獣に比べ高く、その活性もシアル酸含量の多い初乳、移行乳の時期ほど高い<sup>26)</sup>ことから推察すると、ヒトにおいても新生児はシアル酸合成酵素の活性が未熟と考えられる。

尿中のオリゴ糖の起源は明らかにされていないが、そのいくつかは摂取された複合糖質やオリゴ糖が尿に移行したものと考えられている。また、一部は生体組織の複合糖質の分解産物と考えられている<sup>27)</sup>。そのため、尿中のオリゴ糖組成は、乳児の栄養法によって影響される<sup>17)28)</sup>。しかし、Kunz and Rudloff<sup>17)</sup>は、3'-SLおよび6'-SLなどのシアル酸含有オリゴ糖には差がないと報告している。

われわれは、TLCの各スポットの成分を同定していないため、母乳栄養児と人工栄養児の尿中の3'-SLおよび6'-SLの多少については論議できない。しかし、両者のシアル酸含有成分には量的に大きな違いが認められた。今回、われわれは1日尿を対象として尿のシアル酸含量を測定していない。そのため、尿へのシアル酸排泄量の栄養法間での比較をクレアチニンで補正することによって行った(クレアチニンに対するシアル酸含量の比)<sup>29)</sup>。乳児が1日に尿へ排泄するクレアチニン量を15.3 mg/kg体重<sup>30)</sup>として、母乳栄養児が1日に尿へ排泄するシアル酸量を今回の結果から算出すると18.6 mgになる。同様に、人工栄養児のシアル酸排泄量を算出すると14.0 mgとなり、母乳栄養児の排泄量に比べ約25%少ない。このことは、TLCの結果とも一致しており、前述したように、母乳および育児用粉乳中のシアル酸含量の違い、すなわち、シアル酸摂取量の差によるものと考えられた。

また、Kunz and Rudloff<sup>17)</sup>は、母乳栄養児の場合、尿中に排泄されるオリゴ糖は摂取したオリゴ糖の約1%と報告している。初乳のシアル酸含量を150 mg/100 ml<sup>15)</sup>、1日当りの哺乳量を500 ml<sup>31)</sup>として、摂取シアル酸に対する尿中への排泄率を算出すると、母乳栄養児で約2.5%になり彼らの報告<sup>17)</sup>に比べ、やや高い結果となった。

Sabharwalら<sup>32)</sup>は、母乳哺育されている未熟児の糞便から3'-SLおよび6'-SLを含めて5種類のシアル酸含有オリゴ糖を同定している。また、生後4週から8週にかけて母乳栄養児の糞便中のシアル酸含有オリゴ糖および遊

離シアル酸含量が増加することを報告している<sup>33)</sup>。しかし、糞便中の総シアル酸含量については報告していない。われわれは、糞便の TLC 上の各シアル酸含有成分の同定を行っていないが、人工栄養児では 6'-SL はほとんど見られず、また、他の画分についても母乳栄養児とは量的に大きな差を認めた。乳児が 1 日当りに排泄する糞便量を約 10 g<sup>34)</sup> として、母乳栄養児が 1 日に糞便中へ排泄するシアル酸を今回の結果から算出すると 45.9 mg になる。また、初乳中のシアル酸含量を 150 mg/100 ml<sup>15)</sup>、1 日当りの哺乳量を 500 ml<sup>31)</sup> として、摂取シアル酸に対する糞便中へのシアル酸の排泄率を算出すると約 6.1% となる。一方、人工栄養児の糞便中へのシアル酸排泄量は 23.6 mg となり、母乳栄養児の約 51% と少なく、この差も、シアル酸摂取量の違いに起因するものと考えられた。

以上より、母乳中のシアル酸は、腸管から吸収された後、血液を通じ生体内で利用されるとともに尿へも排泄され、また、一部は未分解のまま腸管を經由して糞便中に排泄されると考えられた。

## 要 約

分娩後 2 日から 7 日までの母乳栄養児および人工栄養児の血清シアル酸および尿、糞便中のシアル酸含量を測定した。母乳栄養児の血清シアル酸含量は、41.2±8.58 mg/dl であり、人工栄養児の 37.0±5.45 mg/dl に比べ有意に高値を示した。また、母乳栄養児の尿中のクレアチニンに対するシアル酸の含有比は、0.390±0.079 であり、人工栄養児の 0.294±0.081 に比べ有意に高値を示した。母乳栄養児の糞便中のシアル酸含量は、4.59±2.10 mg/g と人工栄養児の 2.36±1.00 mg/g に比べ有意に高値を示した。母乳栄養児の 1 日当りの尿および糞便中への排泄量は、18.6 mg, 45.9 mg, また、人工栄養児では、14.0 mg, 23.6 mg と推定され、いずれも母乳栄養児で高値を示した。薄層クロマトグラフィーの結果、人工栄養児の糞便および尿には 6'-SL 画分がほとんど認められなかった。これらの差は、乳汁からのシアル酸摂取量の差に起因すると考えられる。

## 文 献

- Hurrell, R.F., Berrocal, R., Neeser, J.-R., Schweizer, T.F., Hilpert, H., Traitler, H., Colarow, L. and Lindstrand, K.: Micronutrients in Milk and Milk-based Food Products (Renner, E., eds.), 259 (1989), Elsevier Applied Science (London)
- Morgan, B.L.G. and Winick, M.: *J. Nutr.*, **110**, 416 (1980)
- Morgan, B.L.G. and Winick, M.: *Br. J. Nutr.*, **46**, 231 (1981)
- Morgan, B.L.G. and Winick, M.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **161**, 534 (1979)
- Carlson, S.E. and House, S.G.: *J. Nutr.*, **116**, 881 (1986)
- Kikuchi, K., Kikuchi, H. and Tsuiki, S.: *Biochim. Biophys. Acta*, **252**, 357 (1971)
- Vanie, M.T., Holm, M., Öhman, R. and Svennerholm, L.: *J. Neurochem.*, **18**, 581 (1971)
- Renner, E.: Milk and Dairy Products in Human Nutrition, 265 (1983), W.GmbH (München)
- Carlson, S.E.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **41**, 720 (1985)
- 堂迫俊一, 出家栄記, 川成真美: 乳技協資料, **40**, 117 (1990)
- Kawasaki, Y., Isoda, H., Shinmoto, H., Tanimoto, M., Dosako, S., Idota, T. and Nakajima, I.: *Biosci. Biotech. Biochem.*, **57**, 1214 (1993)
- 高見沢康太郎: 酪農科学・食品の研究, **37**, A-259 (1988)
- Kawasaki, Y., Isoda, H., Tanimoto, M., Dosako, S., Idota, T. and Ahiko, K.: *Biosci. Biotech. Biochem.*, **56**, 195 (1992)
- Idota, T., Kawakami, H. and Nakajima, I.: *Biosci. Biotech. Biochem.*, **58**, 1720 (1994)
- 井戸田正, 松岡康浩, 菅原牧裕, 村上雄二, 伊井直記, 土岐良一, 浅居良輝, 中島一郎: 栄食誌, **47**, 357 (1994)
- Neeser, J.-R., Golliard, M. and Vedovo, S.D.: *J. Dairy Sci.*, **74**, 2860 (1991)
- Kunz, C. and Rudloff, S.: *Acta Paediatr.*, **82**, 903 (1993)
- 伊井直記, 前田忠男, 土岐良一, 藤山勝二, 浅居良輝: 食工誌, **39**, 1093 (1992)
- 大熊誠一: 生化学実験講座 4 糖質の科学(下) (山科郁男, 山川民夫, 鈴木 旺編), 381 (1976), 東京化学同人 (東京)
- Warren, L.: *J. Biol. Chem.*, **234**, 1971 (1959)
- 田岡賢雄: 臨床病理, **54**, 2 (1983)
- 永田 忠, 小坂嘉之, 岡本 蔵, 高田 哲, 山崎武美, 河原恒一: 日児誌, **90**, 1756 (1986)
- Witt, W., von Nicolai, H. and Zilliken, F.: *Nutr. Metab.*, **23**, 51 (1979)
- Morgan, B.L.G., Boris, G.L. and Winick, M.: *Biol. Neonate.*, **42**, 299 (1982)
- 浅見 直, 田中 篤: 日児誌, **88**, 2558 (1984)
- Dickson, J.J. and Messer, M.: *Biochem. J.*, **170**, 407 (1978)
- Lundblad, A.: Methods in Enzymology, Vol. 50 (Ginsburg, V., eds.), 226 (1978), Academic Press (New York)
- Coppa, G.V., Gabrielli, O., Giorgi, P., Catassi, C., Montanari, M.P., Varaldo, P.E. and Nichols, B.L.: *Lancet*, **335**, 569 (1990)
- 長谷川理: 小児の臨床検査指針 '90 小児科診療 1990 増刊号, 753 (1990), 診断と治療社 (東京)
- 佐藤 仁: 小児の正常値(中尾 亨編), 130 (1968), 医学書院 (東京)
- 今村榮一: 育児栄養学(第 6 版), 56 (1991), 日本小児医事出版社 (東京)
- Sabharwal, H., Nilsson, B., Grönberg, G., Chester, M.A., Dakour, J., Sjöblad, S. and Lundblad, A.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **265**, 390 (1988)
- Sabharwal, H., Sjöblad, S. and Lundblad, A.: *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.*, **12**, 480 (1991)
- 中山健太郎: 乳幼児栄養の実際(第 9 版), 38 (1981), 医学書院 (東京)

(1994 年 8 月 5 日受理)