

## 母乳および人工乳中の微量栄養成分に関する研究

佐藤郁雄・新関嗣郎・細川 優・東條仁美・山口賢次

( 国立栄養研究所母子栄養部\* )

### The Postnatal changes of trace nutrients in human milk

Ikuo SATO, Shiro NIIZEKI, Yu HOSOKAWA,

Hitomi TOJO and Kenji YAMAGUCHI

*Division of Maternal and Child Nutrition, National Institute of Nutrition*

The postnatal changes of Zn, Se, taurine, glutathione, Mg and Ca in human milk were examined.

The contents of Zn and glutathione were sharply decreased within 1 week. The gradual decrease was observed in the contents of Se and taurine. In contrast, the slight increase was observed in the contents of Mg and Ca.

乳児栄養における微量栄養成分の重要性についての研究はいまだに充分ではなく、潜在的欠乏が憂慮されているものもある。

そこで本研究では、数多くの金属含有酵素の構成元素であり、ヒト・乳児においては欠乏症<sup>1,2)</sup>や潜在的欠乏症<sup>3)</sup>が報告されている亜鉛、過酸化物の解毒に関するグルタチオンペルオキシダーゼの構成元素として重要であり、欠乏症も示唆<sup>4)</sup>されているセレン、乳児期ではシスタチオニンからシステインの合成を触媒するシスタチオナーゼ、タウリンの合成の最初の反応を触媒するシステインジオキシゲナーゼの活性が極めて低い<sup>5,6)</sup>ことから、乳児では必須栄養素と考えられているタウリン、システインの貯蔵型と考えられているグルタチオン、およびマグネシウムとカルシウムについて、それらの分娩後の経時変化を検討し、さらに人工乳との比較検討をおこなった。

---

\*所在地：東京都新宿区戸山1-23-1 (〒162)

## 実験材料および実験方法

### 1. 母乳サンプル

東京都内で正常成熟児を出産した分娩後3～198日の母親49人から母乳を採取した。

### 2. 人工乳サンプル

人工乳は市販の5社の一般育児用調整粉乳を、再蒸留水を用いて指定の調乳濃度に調整して分析に供した。

### 3. 分析方法

亜鉛、マグネシウムおよびカルシウムは湿式灰化後原子吸光法、セレンは湿式灰化後2,3ジアミノナフタレン、グルタチオンはオルトフタルアルデヒド、タウリンはDowex 50およびDowex 1カラムで分離後フルオレサミンを用いる蛍光法によって定量した。

## 結果および考察

### 1) 亜鉛について

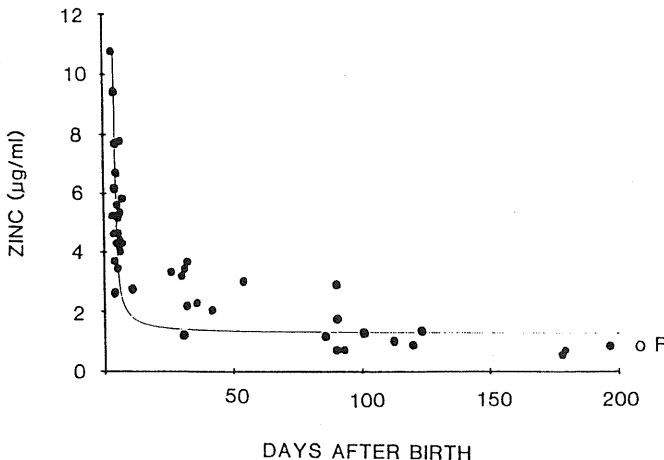


Fig. 1. The postnatal changes of Zn in human milk (●) and the Zn content of infant formula (○F).

図1に示したように、母乳の亜鉛含有量は、分娩後3～11日で2.6～10.7 $\mu\text{g}/\text{ml}$ と大きな個体差がみられた。また分娩後3か月以降になると1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 前後でほぼ一定になり、分娩後の経過日数とともに急激な低下を示した。人工乳の亜鉛含有量の平均値は1.1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ で、分娩後3か月以降の成熟乳の平均値とほぼ同一のレベルを示したが、移行乳初期の平均値5.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の約5分の1と低値であった。

アメリカのRDA<sup>7)</sup>(Recommended Dietary Allowance: 亜鉛は生後0～6か月で3mg/日)に照し合せてみると、人工栄養児では乳摂取量の少ない、生後日齢の短い期間ほど不足の程度が大になる。

### 2) セレンについて

図2に示したように、母乳のセレン含有量は、分娩後3～11日で16～43 $\text{ng}/\text{ml}$ と大きな個

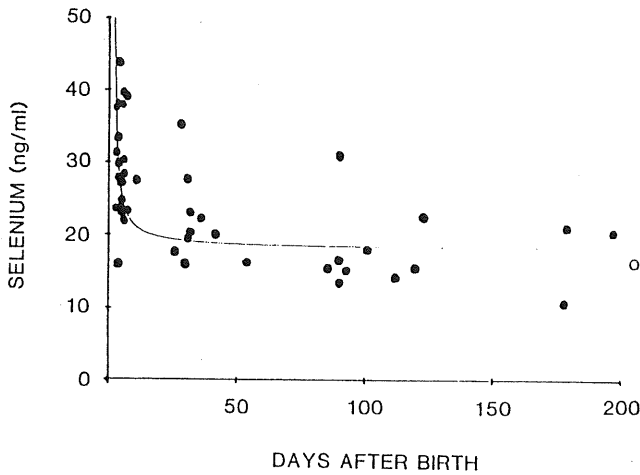


Fig. 2. The postnatal changes of Se in human milk (●) and the Se content of infant formula (○F).

栄養児ではこのレベルに達しないように思われる。

妊婦や子供にみられる致命率の高い克山病<sup>4)</sup>や、乳児特発性急死症候群<sup>8)</sup>は、セレンの栄養状態に関係が深いといわれ、これらの疾病のみならず、現在充分知られていない潜在的欠乏をも予防するという観点からみると、乳児にとって母乳栄養は最良の哺育法であろう。

3) タウリンについて

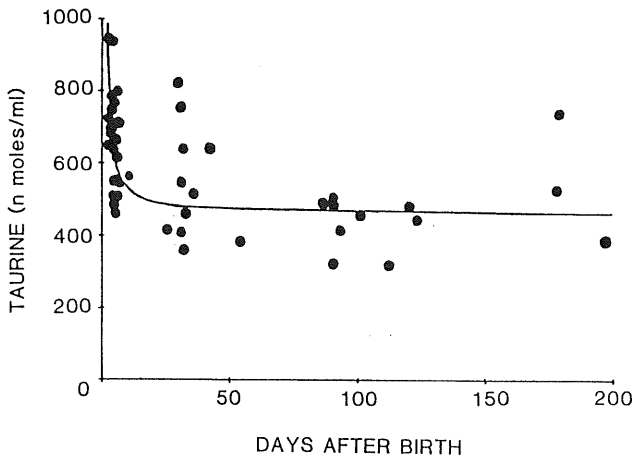


Fig. 3. The postnatal changes of taurine in human milk.

が明らかにされており、また、ヒトではタウリンの生成能力が低く、特に乳児期初期にはラットなどでも低い<sup>5)</sup>ことが認められている。このことから、母乳は乳児の発育に必要なタウリン

体差がみられたが、分娩後3か月以降になると15~20ng/mlとほぼ一定の値を示した。人工乳のセレン含有量の平均値は18.2ng/mlで、分娩後3か月以降の成熟乳の平均値とほぼ同一のレベルを示したが、移行乳初期の平均値29.1ng/mlの約3分の2であった。

アメリカのRDAの示した安全かつ至適な1日のセレン摂取量(生後0~6か月で0.01~0.04mg)に照合してみると、生後日齢の短い人工

図3に示したように、母乳のタウリン含有量は、分娩後1か月までは415~941nmoles/mlと大きな個体差がみられたが、分娩後2か月以降になると400nmoles/ml前後になり、分娩後の経過日数とともに漸減する傾向がみられた。また分娩後長期間高濃度を維持していた。

Gaullら<sup>9)</sup>は、母乳は人工乳の10~40倍のタウリンを含有すると述べている。タウリンが動物の中樞神経組織や網膜の発育に必要なこと<sup>10~12)</sup>

の最も適した供給源であることが推定される。

4) グルタチオンについて

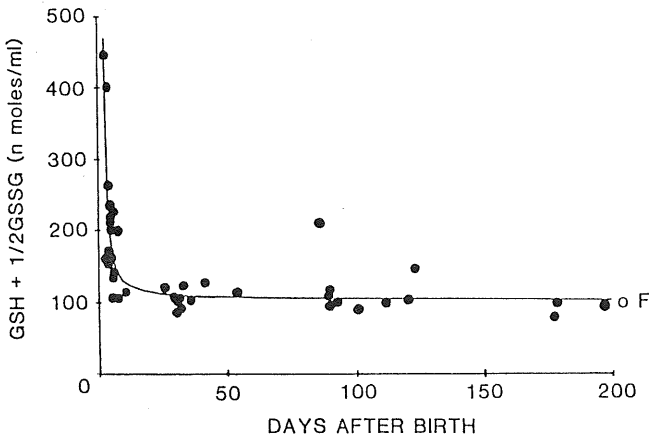


Fig. 4. The postnatal changes of glutathione in human milk (●) and the glutathione content of infant formula (○ F).

還元型グルタチオンと酸化型グルタチオンの和から総グルタチオンを求めた。図4に示したように、母乳のグルタチオン含有量は、分娩後3～7日で106～445 nmoles/mlであったが、それ以降は87～212 nmoles/mlとなり、分娩後早期に大きな個体差がみられた。また平均値でみると、分娩後5日までが237 nmoles/ml、6～25日は123 nmoles/mlとなり、約2分の1に低下した。25日以降は100 nmoles/ml前後でほぼ一定の

値を示した。人工乳の総グルタチオン含有量は平均値99 nmoles/ml (71～133 nmoles/ml)であった。この値は分娩後1か月以降の成熟乳の平均値とほぼ同一のレベルを示しているが、移行乳初期の平均値203 nmoles/mlの約2分の1と低値であった。

人乳中のたん白質のメチオニンとシスチンの比は1.2～1.7であるのに対して、人工乳の場合は0.53にすぎないといわれ<sup>9)</sup>、シスチンの貯蔵型としてのグルタチオンの含有量が高いこと

は、メチオンからシスチンへの代謝が、代謝能力の低いヒト・乳児によく適合していることを示すものと考えられる。

5) マグネシウムについて

分娩後の経過日数が短い期間は個体差が大きく、また、分娩後の経過日数が増すにつれて上昇する傾向(図5)がみられ、前述の微量栄養素とは異なった様相を呈した。

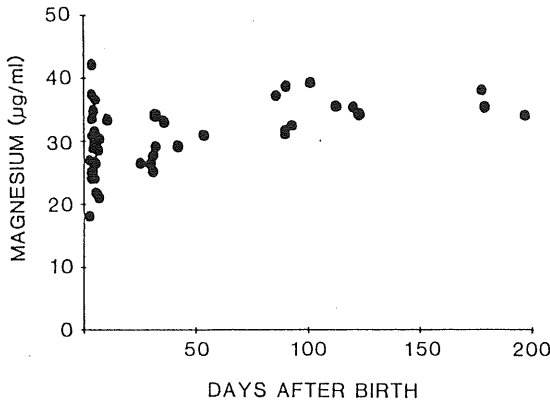


Fig. 5. The postnatal changes of Mg in human milk.

6) カルシウムについて

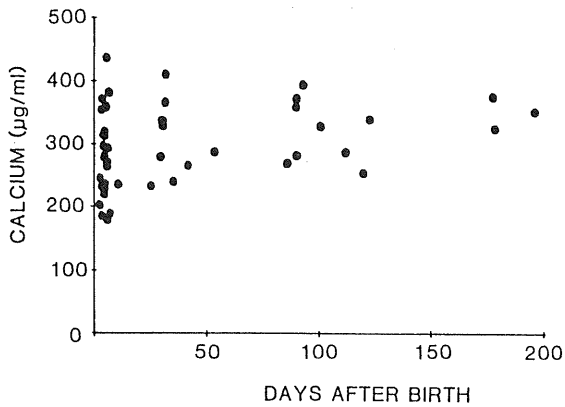


Fig. 6. The postnatal changes of Ca in human milk.

カルシウムもマグネシウムとほぼ同様に、分娩後の経過日数が増すにつれて上昇する傾向（図6）がみられた。

以上のことから、これらの微量栄養素に関しては、乳児の生後日齢に対応した母乳による哺育が、乳児にとって最もすぐれた栄養法であることが考えられる。

ま と め

母乳中の微量栄養成分である亜鉛、セレン、タウリン、グルタチオンおよびマグネシウム、カルシウムを定量し、分娩後の変化ならびに人工乳との比較検討をおこなった結果、微量栄養素である亜鉛、セレン、タウリン、グルタチオンは、程度の差はあるが、移行乳初期から成熟乳期にかけて、分娩後の経過日数とともに含有量は減少した。これに対してマグネシウム、カルシウムの含有量は増加の傾向を示した。また、移行乳期のこれらの微量栄養素の含有量は、人工乳のそれよりも大であった。

文 献

1. 森嶋隆文, 八木 茂, 桑原京介, 遠藤幹夫, 竹村 司 (1980) 医学のあゆみ 112: 37
2. 松田一郎, 東 明正 (1983) 日児誌 87: 710
3. WALRAVENS, P. A. and K. M. HAMBIDGE (1976) Am. J. Clin. Nutr. 29:1114
4. ZHU, L. (1982) Trace element metabolism in man and animals, P514, Springer-verlag, New York
5. HOSOKAWA, Y., K. YAMAGUCHI, O. FUJII and I. UEDA (1980) J. Biochem. 88:389
6. Loriette, C. and F. Chatagner (1978) Experimentia 34:981
7. Recommended dietary allowance-1980 (1980) Nutrition Reviews 38:290
8. MONEY, D. F. L. (1970) New Zealand Med. J. 71:32

9. GAULL, G. E., D. K., RASSIN, N. C. R. REIHE and K. HEINONEN (1977) J. Pediatr. 90:384
10. STURMAN, J. A. (1981) Brain Res. 2:111
11. RASSIN, D. K., J. A. STURMAN and G. E. GAULL, (1981) J. Neurochem. 37:740
12. SCHMIDT, S. Y., E. L. BERSON and K. C. HAYES, (1976) Invest. Ophthalmo. 15:45