

総説

稀でない子どもの微量元素欠乏症 ～亜鉛を中心に考える～

帝京平成大学健康栄養学科 児玉浩子

要約

我が国は、すでに飽食の時代に入ったと言われてから久しく、また近年、臨床栄養の進歩は著しい。しかし、微量元素の栄養、特に欠乏については、新たな問題が生じている。栄養素の欠乏は小児で発症しやすい。近年、わが国で問題になっている小児の微量元素欠乏として、セレン、ヨウ素、亜鉛がしばしば報告されている。

セレンが欠乏すると、不整脈、心筋症、免疫能低下、筋力低下、爪の白色変化を生じる。セレン欠乏の要因は、セレン含有の少ない特殊ミルクや経腸栄養剤の使用、静脈栄養でのセレン補充がなされなかった場合である。

ヨウ素が欠乏すると、甲状腺機能低下、甲状腺腫を生じる。ヨウ素欠乏もヨウ素含有の少ない特殊ミルク・経腸栄養剤使用で報告されている。

亜鉛欠乏は、我が国では稀ではない。先天性腸性肢端皮膚炎は稀な疾患であるが、低亜鉛母乳栄養児、低出生体重児の乳児期、難治性下痢症、スポーツ選手などで亜鉛欠乏を発症する。また、低身長小児ではしばしば潜在的亜鉛欠乏があり、そのような小児では亜鉛投与で身長の伸びが改善することが多い。

1. 小児の特徴

“子どもは小さな大人ではない”とよく言われる。小児は日々発育している。図1に示すように、乳幼児期と思春期は特に著しく発育する。乳幼児期の発育にかかわる最大の成長因子は、栄養である(図2)¹⁾。小児が健全に発育するには、3大栄養素のみならず、微量栄養素の適切な摂取が不可欠である。“日本人の食事摂取基準 2010年版”では、それぞれの栄養素毎に各年齢の摂取基準が提示されている。これを体重当たりで換算すると、乳幼児は成人の2～3倍の摂取が必要である(表1)。したがって、偏食、経腸栄養剤使用、静脈栄養、慢性下痢などで適切に栄養が摂取されない場合、乳幼児は摂取不足になり欠乏症が発症しやすい。

近年、わが国でしばしば報告のある微量元素欠乏症は、セレン、ヨウ素、亜鉛などである。以下にこれらの微量元素欠乏について述べる。

2. 近年日本でしばしば報告のある微量元素欠乏

a. セレン

セレンは抗酸化作用のあるグルタチオンペルオキシダーゼや甲状腺ホルモンであるチロキシン(T₄)をトリヨードサイロニン(T₃)に変換する脱ヨード化酵素の構成成分で、セレン欠乏により活性が低下する。わが国では通常の食事を摂取していると欠乏になることはないが、乳児用治療乳

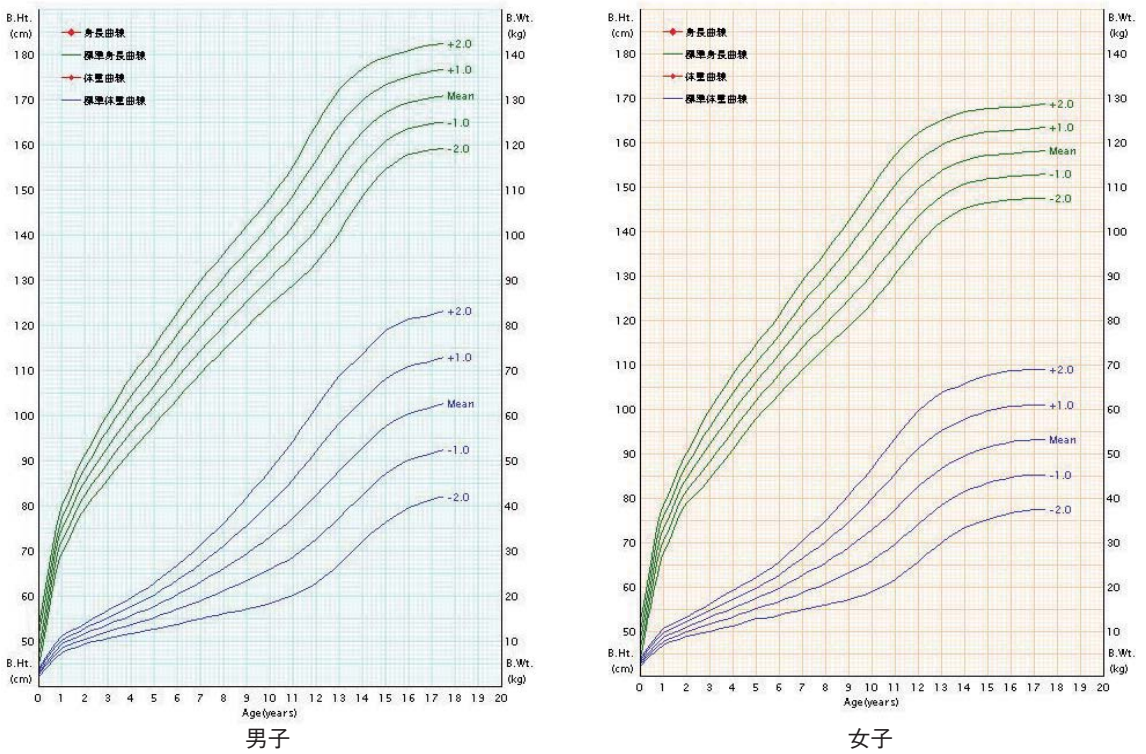


図1 日本人小児の標準発育曲線 (2000年版)

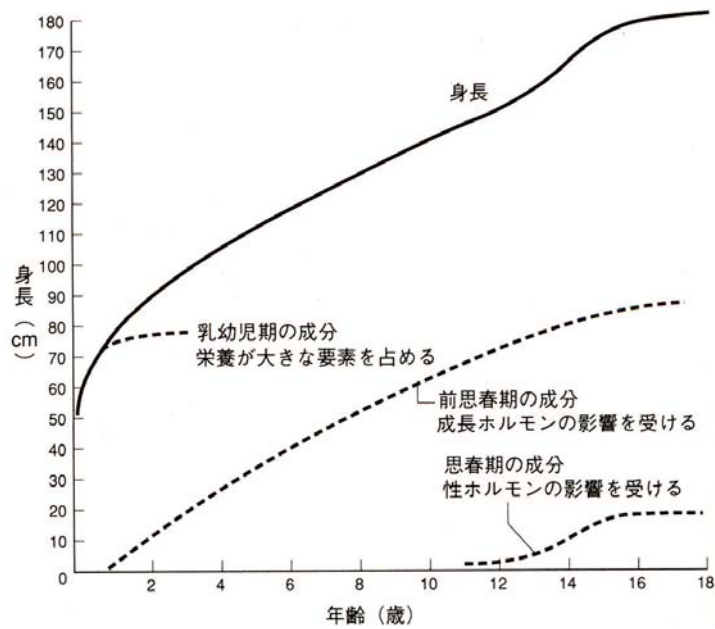


図2 小児の身長発育に関わる成長因子 (ICP モデル) (Karlberg J Eur J Clin Nutr48 : S25-44, 1994 より引用改変)

乳児期～3歳 (I) 栄養, 甲状腺ホルモン
 9ヶ月～前思春期 (C) 成長ホルモン, 甲状腺ホルモン
 思春期～成人 (P) 性ホルモン

表1 日本人食事摂取基準 2010年版より換算

年齢 (体重)	エネルギー kcal/日 (kcal/kg/日)	たんぱく質 g/日 (g/kg/日)	鉄 mg/日 (mg/kg/日)	亜鉛 mg/日 (mg/kg/日)
0-5 (月) (M6.4, F5.9kg)	M550 (85.9)	M10 (1.56)		M2 (0.31)
	F500 (84.7)	F10 (1.69)		F2 (0.33)
6-11 (月) (M8.8, F8.2kg)			M5.0 (0.57)	M3 (0.34)
			F4.5 (0.55)	F3 (0.37)
1-2 (歳) (M11.7, F11kg)	M1,000 (85.5)	M20 (1.71)	M4.0 (0.34)	M5 (0.43)
	F900 (81.8)	F20 (1.82)	F4.5 (0.41)	F5 (0.45)
18-29 (歳) M (63kg)	2650 (42)	60 (1)	7.5 (0.12)	12 (0.19)
18-29 (歳) F (50.6kg)	1,950 (41)	50 (1)	9.0 (0.18)	9 (0.18)

() 内は体重当たりの値

表2 主な特殊ミルクなどのセレン、ヨウ素の含有量 (/100kcal)

	セレン (μg)	ヨウ素 (μg)
CODEX 推奨量	1 ~ 9	10 ~ 60
通常育児用ミルク	1.0 ~ 1.5	5 ~ 12
エレンタールフォーミュラ	ND	ND
ニュー MA1	ND	ND
ペプディエット	NT	NT
ラクトレス	ND	ND
ノンラクト	NT	ND
ケトンフォーミュラ	NT	NT
必須脂肪酸強化 MCT ミルク	NT	NT
糖原病用フォーミュラ	NT	NT
蛋白除去ミルク	未添加	6.6

ND, 感度以下; NT, 分析値なし

(日本小児科学会栄養委員会, 日誌; 116, 2012 注意喚起文²⁾ より引用改変)

表3 主な経腸栄養剤等のセレン、ヨウ素の含有量 (100kcal 当たり)

	セレン (μg)	ヨウ素 (μg)
成人 (日本人の食事摂取基準 2010 版)	30 (男), 25 (女)	130
エンシュアリキッド	ND	ND
エレンタール	ND	6.5
エレンタール P	ND	10.6
ラコール	2.5	ND
MA-8	1	2
MA-8 プラス	3	13
テルミール	5	29
CZ-Hi	4	15
アイソカル 1.0 ジュニア	3.0	10

(日本小児科学会栄養委員会, 日誌; 116, 2012 注意喚起文²⁾ より引用改変)

表4 経腸栄養剤によるセレン欠乏症

年齢	基礎疾患	症状	栄養剤	期間	報告	年
7 ~ 42 7例		心電図異常	成分栄養剤	不明	朴	2002
13 ± 4	炎症性腸疾患	不明	エレンタール	1Y1M	河本	2003
9 ± 1 4例	難治性下痢	不明	エレンタール P	不明	河本	2003
5	短腸症候群	爪変化, 筋力低下	エレンタール P	2Y7M	増本	2007
6M	肺低形成	脱毛, 体重増加不良	成分栄養剤	不明	増本	2007
8M	心疾患	脱毛, 体重増加不良	成分栄養剤	不明	増本	2007
2		拡張性心筋症	経管栄養剤	不明	米田	2008
2	食道閉鎖	顔面浮腫, 心筋症, 心不全	成分栄養剤	2Y4M	健部	2008
6M	ミルクアレルギー	心拡大, 心機能低下	エンシュアリキッド	5M	古川	2009

(児玉浩子ら³⁾ 日誌より引用改変)

や経腸栄養剤にはセレンを含有していない物が多く(表2, 3)²⁾, それらを使用してセレン欠乏をきたした患者が報告されている(表4)³⁾. 報告例は氷山の一角で, これらの治療乳や経腸栄養剤を使用している多くの患者は, 潜在的な欠乏になっていると考えられる. 現在, 市販されている静脈栄養剤や高カロリー輸液用微量元素製剤にもセレンは含有されていない(表5). 欠乏症状は, 不整脈, 心筋症, 免疫能低下, 筋肉痛, 筋力低下,

発がん性, 爪の白色変化(図3)などで, セレン補充により速やかに改善する⁴⁾. セレンの補充は, 市販のテゾンを使用するか, 院内で調剤したものを使用する. 今後, セレンを適切に含有する乳児用治療乳や経腸栄養剤の開発が望まれる.

b. ヨウ素

食事に含まれるヨウ素は, ほぼ100%吸収される. 生体内のヨウ素の約80%は甲状腺組織に存

表5 高カロリー輸液用微量元素製剤

容量 (mL)	元素 (μmol)				
	Fe	Mn	Zn	Cu	I
2	35	1	60	5	1

(商品名: ミネラリン注, エレミンミック注, エレジェクト注など)



図3 セレン欠乏による爪の変化
(増本幸二ら⁴⁾: 静脈経腸栄養 22: 195, 2007 より引用 (掲載許可))



図4 エンシュアリキッド使用後に発症した甲状腺機能低下・甲状腺腫

TSH: 126.9 μIU/ml (基準<4.7); fT₃: 2.4pg/ml (基準2.5-4.3); fT₄: 0.2ng/dl (基準1.0-1.8); 血清総ヨード値: 1.4 μg/dl (4~9 μg/dl 正常); 尿中総ヨード値: 2.8 μg/dl (21 ± 2 μg/dl 正常) と血清および尿中ヨード値は著明に低下していた. みそ汁などの流動食摂取で甲状腺機能も改善した.

在し、ヨウ素は甲状腺ホルモンの構成成分である。体内からの排泄は尿中であり、尿中のヨウ素を測定すれば、体内の欠乏・過剰状態が大まかに評価できる。ヨウ素の摂取不足および摂取過多は、甲状腺機能低下をきたす。ヨウ素の摂取不足・過多により、甲状腺ホルモン値 (T_3 , T_4) が低下し、甲状腺刺激ホルモン (TSH) が上昇し、甲状腺腫が見られる。わが国では、通常の食事でヨウ素欠乏になることはないが、ヨウ素含有が著しく少ない治療ミルクや経腸栄養剤 (表 2, 3) の使用で、ヨウ素欠乏による甲状腺機能低下症が報告されている (表 6, 図 4)^{3,5)}。現在、わが国では尿中ヨウ素が臨床検査機関で測定できる。セレンと同様に、ヨウ素を適切に含有する治療乳や経腸栄養剤の開発が望まれる。

C. 亜鉛

小児での亜鉛欠乏は、様々な要因で発症する (表 7)。症状は、皮膚炎、脱毛、発育不全、下痢、貧血、免疫能低下などで、皮膚炎を発症した場合、腸性肢端皮膚炎と命名されており、腸性肢端皮膚炎は先天性と獲得性に分類される。小児期では、皮膚炎以外に、低身長や貧血が主症状として現れる場合もある。

1) 体内での亜鉛代謝

必須微量元素である亜鉛は、成人で体内に約 2mg あり、主に骨格筋、骨、皮膚、肝臓、脳、腎臓などに存在し、大部分はたんぱく質と結合している。特に味蕾や精巣は亜鉛濃度が高い。亜鉛の腸管での吸収は約 30% とされているが、亜鉛

表 6 経腸栄養剤使用によるヨウ素欠乏症の報告

年齢	性別	基礎疾患	ヨウ素欠乏症状	ヨウ素欠乏検査所見	使用栄養剤名	使用期間	報告者	発表年
9歳	女	重症心身障害児	甲状腺腫	TSH 14IU/ml, T_3 1.4g/dL, T_4 1.4g/dL 血清総ヨード 2.3 μ g/dL 尿総ヨード 2.8 μ g/dL, 甲状腺自己抗体陰性	クリニミール	11 ヶ月	山内	1991
4歳	女	Pompe病	甲状腺腫	TSH 73 μ U/ml, T_4 1.4 μ g/dL, T_3 正常	クリニミール	8 ヶ月	山内	1991
不明 (2名)	不明	NICU管理児	1例で甲状腺腫	fT_3 正常, fT_4 低下	ラコール	6年	伊藤	2008
13歳	女	重症心身障害児	記載なし	fT_3 1.9pg/ml ; fT_4 0.57ng/ml 甲状腺自己抗体陰性	不明 (記載なし)	不明	後藤	2008
14歳	男	重症心身障害児	記載なし	fT_3 3.5pg/ml ; fT_4 0.31ng/ml 甲状腺自己抗体陰性	不明 (記載なし)	不明	後藤	2008
8歳	女	脳炎後	甲状腺腫	fT_4 低値, TSH高値, 尿中ヨード感度以下	エンシュアリキッド	6か月	森	2008
4歳	女	重症心身障害児	甲状腺腫	TSH 126.9 μ IU/ml, fT_3 2.4pg/ml ; fT_4 0.2ng/ml 血清総ヨード 1.4 μ g/dL 尿総ヨード 2.8 μ g/dL, 甲状腺自己抗体陰性	エンシュアリキッド	10 ヶ月	Shiga	2011

(児玉浩子ら³⁾ より引用)

表 7 小児の亜鉛欠乏の要因

- 1) 先天性腸性肢端皮膚炎
- 2) 摂取不足：低亜鉛母乳授乳、高カロリー輸液・経腸栄養などでの亜鉛補充不足、神経性食欲不振症、偏食
- 3) 吸収障害：慢性炎症性腸炎、難治性下痢症、フィチン酸 (穀類や豆類の表皮に多く含まれる) 過剰摂取、鉄剤過剰投与
- 4) 代謝亢進：低出生体重児で急激に体重増加がみられる乳児期 (蓄積量も少ない)、過度なスポーツ
- 5) 過剰排泄：キレート薬投与、糖尿病、腎疾患

の摂取量等により変化する。また、腸管での吸収は鉄や銅と拮抗する。亜鉛の排泄は主に便中で、尿中への排泄は少ない。1日摂取必要量は0～5か月乳児では目安量として2mg、6～11か月乳児で3mg、1～2歳の推奨量は5mgで、年齢が大きくなるにつれ増加し、成人推奨量は男性で12mg、女性で9mgである⁶⁾。亜鉛の体内の恒常性は亜鉛トランスポーターで制御されている。

2) 亜鉛トランスポーター

亜鉛トランスポーターにはZIP (Zrt, Irt-related protein, SLC39とも表示される)ファミリーとZnT (Zn transporter, SLC30とも表示される)ファミリーの2種類が知られている。

ZIPファミリーには14種類のZIPがあり、発現細胞・発現細胞小器官が異なる⁷⁾。ZIP蛋白は8個の膜貫通部位を持つ膜蛋白で、細胞膜上では亜鉛の細胞への取り込みおよび細胞小器官では亜鉛の細胞小器官からサイトソルへの輸送に関与している。腸管での亜鉛の吸収はZIP4が司っている⁸⁾。ZIP4遺伝子は染色体8q24に存在し、約4.5kbと比較的小さな遺伝子で、12個のエクソンからなる。

ZnTファミリーには、8種類のZnTがあり、発現細胞・発現細胞小器官が異なる⁷⁾。ZnT蛋白は6個の膜貫通部位を持つ膜蛋白で、細胞外への亜鉛の分泌および細胞小器官への亜鉛の取り込みを司っている。ヒトの乳腺細胞では、ZnT2が発現しており、乳腺細胞から母乳への亜鉛分泌を司っている⁸⁾。ZnT2遺伝子は染色体1p23.3に存在し、約8kbの長さで、8つのエクソンからなる。

3) 亜鉛欠乏の病態

亜鉛酵素は、アルカリフォスファターゼ (ALP)、炭酸脱水素酵素、アンジオテンシン変換酵素など生体内に300以上あり、亜鉛欠乏で活性が低下する。さらにDNAポリメラーゼ、RNAポリメラーゼ、zinc finger protein等も亜鉛を必要とする。したがって亜鉛欠乏では蛋白合成全般が障害される。亜鉛欠乏の症状は、皮膚炎、体重増加不良、低身長、味覚異常、性腺機能不全、免疫能低下、易感染性など様々である⁹⁾。

4) 先天性 (1次性) 腸性肢端皮膚炎

ZIP4 (SLC39A4) 遺伝子異常により、腸管での亜鉛の吸収が障害され、亜鉛欠乏になる。常染色体劣性遺伝で、オランダでの発症頻度は50万人に1人と報告されており、稀な疾患である¹⁰⁾。欧米では多くの変異が報告されているが、日本人本症患者の遺伝子解析では、エクソン9の1438G>T変異で480番のアミノ酸がストップコドンになっているホモ接合体変異が2家系の患者で報告されている¹¹⁾。したがって、日本人で本症を疑った場合は、まずエクソン9の解析を行うとよいと思われる。本症の3大徴候は、皮膚炎、脱毛、下痢である。皮膚炎は特徴的に肢端および開口部 (口、眼瞼縁、鼻孔、外陰部など) 周囲に発症し、小水疱・膿疱、Candida感染を伴うことがある。脱毛の特徴は、機械的刺激を受けやすい後頭部に始まり、次第に頭部全体に拡大する。眉毛なども脱落して全脱毛状態になる。さらに爪変化 (爪周囲、爪の変形・萎縮)、眼症状 (羞明、結膜炎、眼瞼炎など)、口腔病変 (口内炎、舌炎)、発育不全、免疫能低下、精神症状 (不機嫌、うつ傾向) などを合併する。大量の亜鉛の経口投与で症状は改善するが、亜鉛投与は生涯必要で、亜鉛投与を行わないと成人になっても発症する¹¹⁾。

5) 低亜鉛母乳授乳による獲得性腸性肢端皮膚炎

母親のZnT2遺伝子異常で、常染色体劣性遺伝と考えられる。ZnTファミリーの内、乳腺細胞で発現しているのはZnT2とZnT4のみで、マウスではZnT4遺伝子異常、ヒトではZnT2遺伝子異常が報告されている。母親の血清亜鉛値は正常で、母親には亜鉛欠乏の症状は全く見られない。母乳成乳の亜鉛濃度の基準値は $178 \pm 86 \mu\text{g}/\text{dl}$ であるが、遺伝子変異を持つ母親の母乳亜鉛濃度は $30 \mu\text{g}/\text{dl}$ 以下と著明に低値である (表8)¹²⁻¹⁵⁾。そのような低亜鉛濃度母乳を授乳していると乳児は亜鉛欠乏になり、先天性腸性肢端皮膚炎と同様の症状を示す (図5)。亜鉛投与で症状は劇的に改善し母乳を続けることができる。母乳には腸管での亜鉛吸収促進因子 (low-molecular-weight zinc binding factor) が存在し、母乳を継続した方が治療に要する亜鉛投与が少量でよいとされて

いる（例：硫酸亜鉛 10mg/日，亜鉛として 2.2mg¹⁴⁾）。または，育児用調整粉乳に変更する。育児用調整粉乳の場合は，亜鉛投与で欠乏が改善すれば亜鉛投与を中止することができる。

6) 早期産・低出生体重児の乳児期の亜鉛欠乏

胎生期における亜鉛の貯蔵は主に妊娠後期に行われ 30 週以降に急速に増加する。したがって早期産児では体内の亜鉛貯蔵が少ない状態で出生し、

表 8 低亜鉛母乳による亜鉛欠乏乳児（日本報告例）

		発症年齢	診断年齢	血清亜鉛 ($\mu\text{g}/\text{dL}$)	母乳亜鉛 ($\mu\text{g}/\text{dL}$)	亜鉛投与量	治癒経過
中山文子	皮膚病診療 25：303-306, 2003	6か月	8か月	16	15	硫酸亜鉛： 亜鉛として 4.6mg/kg/日	内服 4 日目で皮膚炎は急速に改善，17 日目には完治。血清亜鉛も母乳続行 17 日目には正常
濱崎せり	日皮会誌 20：49-53, 2001	生後2週間	10か月	29	10	硫酸亜鉛 50mg/日	4 週間内服し，著明に改善
八町祐宏	長野赤十字病院医誌 17：50-52, 2003	生後1か月	4か月	15	12	硫酸亜鉛 10mg/日， 母乳続行	5 日目に皮膚炎はほぼ消失，1 カ月後には血清亜鉛正常
岩間彩香	日本新生児学会誌 38：120-124	109 日目（25 週 880g で出生）		10	30	混合栄養に変更	3 日目には皮膚炎改善，15 日目には完治。血清亜鉛値も 15 日目に正常
嶋岡正利	皮膚科診療 24：865-868, 2002	2か月	3か月	13	14	硫酸亜鉛 20mg/日 母乳続行	3 日目に皮膚炎は著明に改善，下痢も治癒。血清亜鉛値は 21 日目には正常
稲毛康二	小児内科 44：131-134, 2012	13日	1カ月	11	9	硫酸亜鉛 3mg/kg/日 母乳続行	1 カ月以内に劇的に改善



図 5 低亜鉛母乳による腸性肢端皮膚炎
(嶋岡正利¹⁵⁾ より皮膚病診療；24：865-868, 2002 より引用 (掲載許可))

血清亜鉛値も正常出生児に比べて低値である¹⁶⁾。一方、母乳中の亜鉛濃度は、初乳中には多く含まれるが、成乳になるにつれて減少し、育児用調整粉乳に比較して少ない(亜鉛濃度：母乳成乳、約 $100\mu\text{g}/\text{dL}$ ；育児用粉乳、 $350\text{--}400\mu\text{g}/\text{dL}$)。早期産・低出生体重児を母乳で栄養する場合、栄養素欠乏を予防するために母乳強化物が使用されることが多いが、母乳強化物には亜鉛は殆ど含まれていない^{12,17)}。したがって、早期産・低出生体重児で、体重が急激に増加する生後2か月～9か月で亜鉛欠乏症が発症しやすい¹⁸⁾。加賀らは、低出生体重児の乳児期の血清亜鉛値を検討し、離乳期以降でも血清亜鉛値は低く、亜鉛欠乏状態であることを報告している(表9、図7)¹⁹⁾。近年、低出生体重児においても母乳栄養が推進されている。このような児では亜鉛欠乏を見逃さない注意が必要である。

7) 亜鉛欠乏による成長障害(低身長)

低身長は標準成長曲線(図1)上で、身長が -2S.D. 以下と定義されている。低身長を主訴に小児科内分泌外来を受診する小児は多い。内分泌疾患などの器質性疾患がない低身長小児の30人中、18人(60%)は潜在的亜鉛欠乏状態で、その内11例は血清亜鉛値が基準範囲より低値($70\mu\text{g}/\text{dL}$ 以下)で、亜鉛投与で身長の伸びの改善が見られる例が多い。特に男子で身長の伸びが著

しいと報告されている(図8)^{20,21)}。このような小児では、皮膚炎や脱毛などの他の亜鉛欠乏症状が見られないことが多い。原因不明の低身長小児では、血清亜鉛値を検査し、低値であれば、亜鉛投与を試みるのが望ましい。

8) スポーツによる亜鉛欠乏

スポーツ選手はしばしば貧血と診断されることがある。多くは鉄欠乏性貧血であるが、中には亜鉛欠乏により貧血になっている。鉄欠乏性貧血と亜鉛欠乏性貧血は血液検査で判断できる。陸上選手の亜鉛欠乏性貧血の出現率は、中学・高校生男子の約10%、女子の約20%と報告されている。亜鉛欠乏による貧血で、疲れやすい、記録が伸びないなどの症状がある²²⁾。亜鉛欠乏が診断された場合は、亜鉛投与により貧血を改善させることが必要である。

9) 亜鉛欠乏の治療

先天性の亜鉛吸収障害であっても、大量の亜鉛経口投与で皮膚炎、体重増加不良、血清亜鉛値などの症状・所見は改善する。亜鉛欠乏症に保険認可されている亜鉛製剤はない。硫酸亜鉛や酢酸亜鉛などを院内で調剤するか、またはLカルノシン亜鉛(プロマック[®]、胃潰瘍薬)を処方する。投与量は乳児で $3\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$ 、幼児 $30\text{--}50\text{mg}/\text{日}$ 、学童以降は $50\text{--}150\text{mg}/\text{日}$ を投与する⁹⁾。皮膚症状や血中亜鉛値を参考に投与量を増減する。

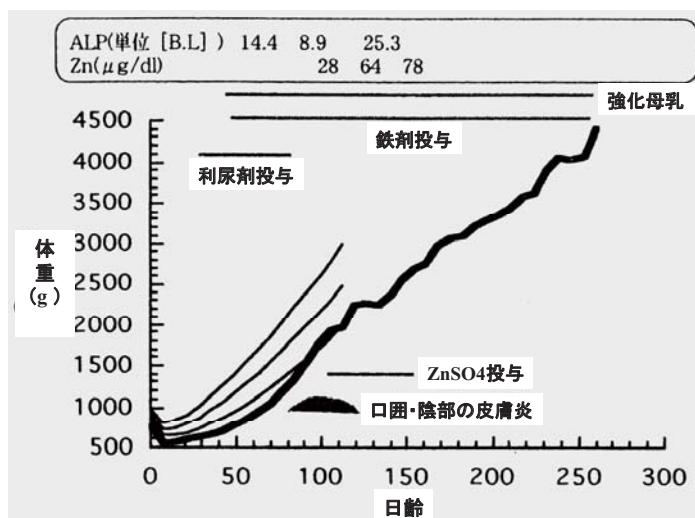


図6 母乳+母乳強化物で亜鉛欠乏をきたした極低出生体重児(斎川紀子ら¹⁷⁾、日本未熟児新生児学会誌、13:51、2001より引用)

表9 低出生体重児の乳児期の血清亜鉛値の変動

低出生体重児の血清	47
在胎週数 (weeks)	28.9 (24-33)
出生時体重 (g)	1292 (708-1768)
採血日齢 (days)	70 (12-217)
栄養方法：母乳+母乳強化物	27%
未熟児用ミルクまたは育児用ミルク	18%
混合栄養	55%
インクレミン投与	90%
亜鉛摂取量	0.36-0.68mg/kg/day
対照 (正常出生児)	11

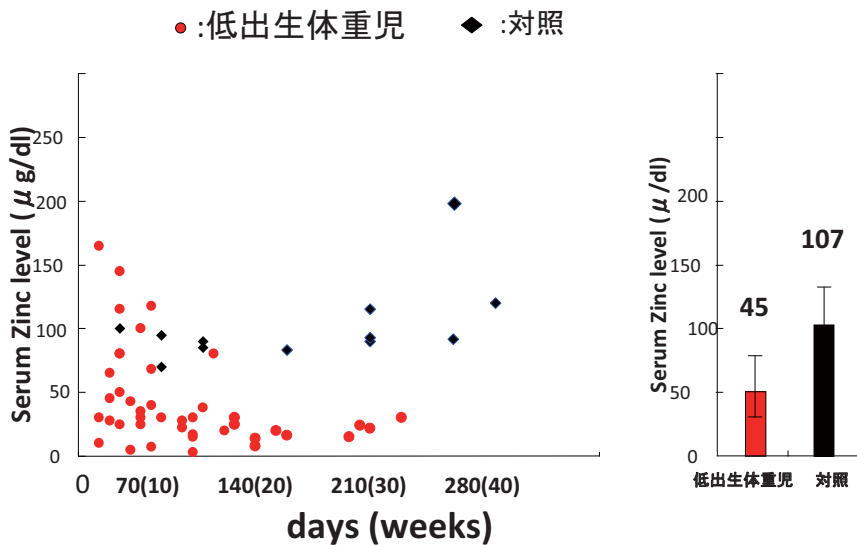


図7 低出生体重児と正常出生児（対照）での乳児期の血清亜鉛値

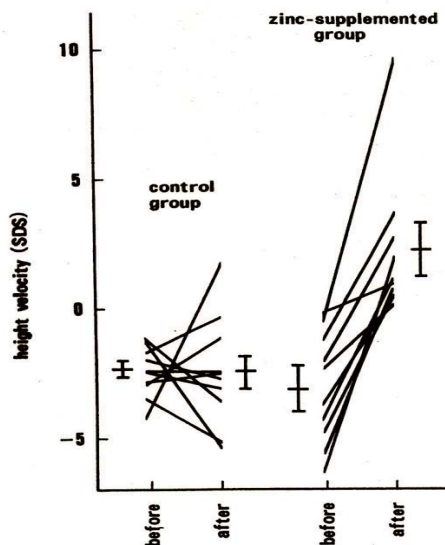


図8 日本人低身長小児への亜鉛投与の効果 (Nakamura, T²¹) J Pediatr. 123: 65-69, 1993 より引用)
 10例の低身長小児 (男5, 女5) に硫酸亜鉛 (亜鉛として2mg/kg/日) を6か月間投与; 対照 (11例) は未治療。

先天性本症では、亜鉛投与は生涯必要であり、亜鉛投与を中断すると症状は再発する。低亜鉛母乳により発症した場合は、母乳授乳期間は亜鉛の投与が必要であるが、育児用調整粉乳への変更や

離乳食の開始で、亜鉛投与は不用になる。いずれにせよ、亜鉛投与などで症状・所見が改善すれば、予後良好である⁹⁾。

◆文 献

- 1) Karlberg J, Jalil F, Lam B, Low L, Yeung CY : Linear growth retardation in relation to the three phases of growth. *Eur J Clin Nutri* 48 : S25-44, 1994
- 2) 日本小児科学会栄養委員会：注意喚起：特殊ミルク・経腸栄養剤等の使用中に起こるビタミン、微量元素の欠乏に注意！. *日児誌* 116：冒頭ページ, 2012
- 3) 児玉浩子, 清水俊明, 瀧谷公隆ほか：特殊ミルク・経腸栄養剤使用時のピットホール. *日児誌* 116：637-654, 2012
- 4) 増本幸二, 永田公二, 上杉達ほか：在宅成分栄養管理中にセレン欠乏症を生じた1小児例. *静脈経腸栄養* 2：195-199, 2007
- 5) Shiga K, Kodama H, Kaga F, et al : Hypothyroidism caused by an iodine deficiency and iodine level in enteric formula. *Pediatric Intern* 14 : 501-504, 2011
- 6) 江崎隆年ほか：亜鉛. 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書；日本人の食事摂取基準. 第一出版, 東京, pp227-230, 2010
- 7) 神戸大朋：亜鉛トランスポーターとその分泌系における役割. *細胞工学* 27：231-236, 2008
- 8) 深田俊幸：なぜ亜鉛が必要か？：亜鉛シグナル研究の包括的考察. *亜鉛栄養治療* 2：37-45, 2012
- 9) 児玉浩子：小児の微量元素代謝異常症. *日児誌* 113：795-807, 2009
- 10) Maverakis E, Fung MA, Lynch PJ, et al : Acrodermatitis enteropathica and an overview of zinc metabolism. *J Am Acad Dermatol* 56 : 116-124, 2007
- 11) Nakano H, Nakamura Y, Kawamura T, et al : Novel and recurrent nonsense mutation of the SLC39A4 gene in Japanese patients with acrodermatitis enteropathica. *British J Dermatology* 161 : 184-186, 2009
- 12) 岩間彩香ほか：母乳と人工乳の混合栄養にて軽快した亜鉛欠乏症の1超低出生体重児例. *日新生児学誌* 38：120-124, 2002
- 13) 稲毛康司：まれでない亜鉛欠乏一皮膚炎との鑑別. *小児内科*：131-134, 2012
- 14) 八町祐宏ほか：低亜鉛母乳による腸性肢端皮膚炎の1例. *長野赤十字病院医誌* 17：50-52, 2003
- 15) 嶋岡正利：低亜鉛母乳による獲得性腸性肢端皮膚炎. *皮膚病診療* 24：865-868, 2002
- 16) 東明正, 松田一郎：未熟児と亜鉛. *小児医学* 25：299-313, 1992
- 17) 斎藤紀子ほか：強化母乳哺育中の極低出生児に発症した亜鉛欠乏症の3例. *日未熟児新生児誌* 13：51-57, 2001
- 18) 児玉浩子：小児と亜鉛. *治療87別冊*：16-20, 2005
- 19) 加賀文彩：低出生体重児の乳児期における血清Ca, Mg, P値および血清必須微量元素値の検討. *帝京医誌* 33：25-38, 2010
- 20) Nakamura T, Nishiyama S, Futagoishi-Suginohara Y, et al : Mild to moderate zinc deficiency in short children : Effect of zinc supplementation on linear growth velocity. *J Pediatr* 123 : 65-69, 1993
- 21) Kaji M, Gotoh M, Takagi Y, et al : Studies to determine the usefulness of the zinc clearance test to diagnose marginal zinc deficiency and the effects of oral zinc supplementation for short children. *J Am Coll Nutr* 17 : 388-391, 1998
- 22) 西山宗六：血液疾患と亜鉛. *治療* (別刷) 87：21, 2005