

## 女子長距離ランナーの貧血に対する亜鉛の治療効果

西山宗六<sup>1)</sup>・中村俊郎<sup>1)</sup>・井本岳秋<sup>2)</sup>・澤田芳男<sup>2)</sup>・松田一郎<sup>1)</sup>  
(<sup>1)</sup>熊本大医学部小児科\* <sup>2)</sup>熊本体力研究所\*\*)

### Zinc Kinetics Study in Female Endurance Runner

Soroku NISHIYAMA, Takeaki INOMOTO, Toshiro NAKAMURA, Yoshio SAWADA, Ichro MATSUDA

*Department of Pediatrics, Kumamoto University, Medical School*

*Kumamoto Total Fitness*

Zinc deficiency associated with iron deficiency anemia was first recorded by Prasad in 1961. The precise role of zinc in the hematological abnormalities in man is not certain. Endurance runner have been known to suffered from anemia that simulated iron deficiency anemia. We conducted zinc kinetic study using total body zinc clearance in 21 female endurance runner, and studied relationship between zinc status and anemia. Seven athletes showed severe zinc deficiency (Zinc clearances were more than 25ml/kg/hour), and fourteen athletes were normal zinc status. Hemoglobin, serum total protein and Fe were significantly lower in zinc deficiency group than in normal group. Zinc status might partly accounted for hematological abnormality in female endurance runner.

亜鉛がヒトにおいて必須微量元素であることを提唱したのは1961年 Prasad<sup>1)</sup>であった。その時の症状は亜鉛欠乏による鉄欠乏性貧血と性腺機能の発育不全に伴う小人症であった。しかし亜鉛欠乏と貧血の関係はその後、臨床例がなく、両者の関係は明らかにされていなかった。今回、我々は女子長距離ランナーにおいて total body zinc clearance 法を用いて亜鉛動態を解析した。それらのランナーには高度の亜鉛欠乏が存在し、同時に存在した鉄欠乏性貧血との関連を検討した。

### 1. 対象と方法

女子実業団ランナー21名を対象にした。年齢は $20.3 \pm 3.2$ 歳 (平均 $\pm$ 標準偏差), 体重 $48.2 \pm 4.1$ kg, 身長 $161.7 \pm 4.5$ cmであった。運動選手の3日間の摂取食品の分析では総カロリー $2895 \pm 423$ kcal, 蛋白

---

\*所在地：熊本市本荘1-1-1 (〒860)

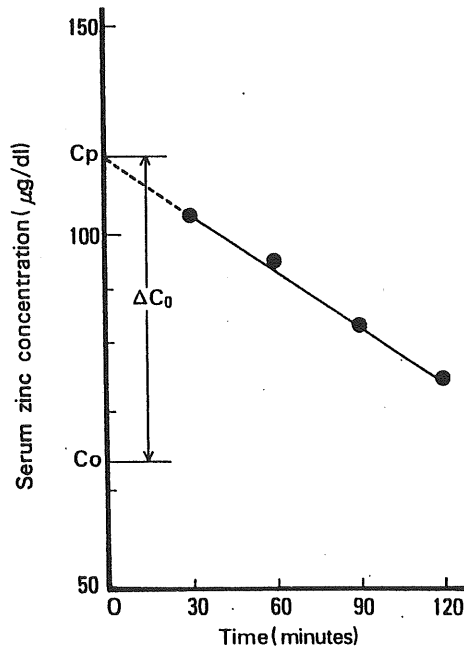
\*\*所在地：熊本市清水町山室534 (〒860)

質 $145.3 \pm 16.6$ gr, 脂肪 $91.1 \pm 18.4$ gr, 炭水化物 $364 \pm 51$ gr, Ca  $1229 \pm 451$ mg, Fe  $23.4 \pm 4.4$ mg, Zn  $15.6 \pm 2.2$ mg, Cu  $1.98 \pm 0.46$ mgであった。Total body zinc clearance (ZnCl) は空腹時に  $1 \mu\text{mol/kg}$  の亜鉛を静注し, 前, 30, 60, 90, 120分に採血し, 分布容量と半減期より求めた(図1)<sup>2)3)</sup>。同時に Fractional excretion of zinc (FEZn), Fractional excretion of copper (FECopper) を求めた。ヘモグラムと医化学検査, Tmp/GFR (尿細管磷最大再吸収率), IGF-1 (インスリン様成長因子) と  $E_2$  (エストラジナル) の測定をおこなった。亜鉛, 銅の測定は原子吸光度計でおこなった。

## 2. 結 果

中等度以上の亜鉛欠乏を示す  $\text{ZnCl} > 25 \text{ml/kg/hour}$  が7名(A群)で,  $\text{ZnCl}$  が正常とされたランナーが14名(B群)であった。両者の間には血清亜鉛, 銅に差はなく, FEZn, FECopper も同様であった。A群, B群のRBC ( $10^4/\text{mm}^3$ ), Hb (g/dl), Fe ( $\mu\text{g/dl}$ ) はそれぞれ  $380 \pm 29$  vs  $426 \pm 20$  ( $p < 0.001$ ),  $11.6 \pm 1.6$  vs  $13.1 \pm 0.75$  ( $p < 0.01$ ), そして  $56.9 \pm 39.7$  vs  $101.6 \pm 42.1$  ( $p < 0.05$ ) であった。亜鉛欠乏群の方がRBC, Hb, Feのいずれも低下していた。これらの所見は一見鉄欠乏性貧血のようにみえるが, RBCも亜鉛欠乏群で低下している事実は, これらの貧血が典型的な鉄欠乏性貧血でないことを示唆している。

医化学検査においては, 総蛋白 (g/dl), 無機磷 (mg/dl), Tmp/GFR, IGF-1 ( $\mu\text{g/dl}$ ) はそれぞれ



**Fig. 1** 亜鉛静注後の減衰曲線  $\Delta C_0 = C_p - C_0$ , ここで  $C_p$  は亜鉛静注直後の理論的亜鉛値,  $C_0$  は前の血清亜鉛値。Vd (分布容量) = 静注亜鉛量/ $\Delta C_0$  で表わされる。Kel (減衰定数) =  $0.693/t_{1/2}$  で表わされる。 $t_{1/2}$  は, 静注亜鉛の半減期時間。そこで  $\text{ZnCl} = \text{Kel} \times \text{Vd}$  で表わされる。

$6.5 \pm 0.36$  vs  $6.9 \pm 0.26$  ( $p < 0.05$ ),  $3.3 \pm 0.73$  vs  $3.7 \pm 0.34$  (NS),  $2.5 \pm 0.64$  vs  $3.0 \pm 0.31$  ( $p < 0.005$ )  
 そして  $211 \pm 96$  vs  $273 \pm 70$  (NS) であった。亜鉛欠乏群の方が総蛋白, Tmp/GFR が低下し, 血清磷,  
 IGF-1 が低下する傾向がみられた。亜鉛欠乏時に IGF-1 が低下したり, その生理的作用としての血清  
 磷, Tmp/GFR が低下するのはよく知られた事実である<sup>2)4)</sup>。ZnCl と総蛋白, ヘモグロビンの関係をみ  
 てみると両者の間には  $p < 0.05$  の正の相関が見られた。亜鉛は RNA ポリメラーゼ, DNA ポリメラーゼ  
 をはじめ多数の蛋白合成に関与しているので, 亜鉛欠乏時に蛋白が低下するのは妥当な所見かもしれな  
 い。E<sub>2</sub> と IGF-1 の関係をみてみると,  $p < 0.01$  で正の相関が見られた (図2)。IGF-1 は成長因子の代  
 表的なものであるが, 栄養バランスやヒトの生理機能をみる上で重要な因子のひとつである。女子運動  
 選手で無月経や E<sub>2</sub> の低下はよくみられるが, その原因として過度の練習により体脂肪の低下, 間脳下  
 垂体ホルモンの乱れが考えられているが, IGF-1 も低下していることは, 女子長距離ランナーにおいて  
 は, 栄養バランスや, 生理機能の乱れがあることが示唆された。又, 亜鉛欠乏が間接的に E<sub>2</sub> の低下を  
 もたらすことも考えられた。

### 3. 亜鉛の投与効果

ZnCl が  $30 \text{ ml/kg/hour}$  以上を示した4名に亜鉛を投与し, その効果を検討した。この4名は選手生活  
 が中学校以来の6-8年にわたり, ここ1年間鉄剤を服用しても血鉄鉄の上昇もなく貧血の改善が見ら  
 れなかった例である。この4例に硫酸亜鉛200mg とクエン酸第1鉄 Na 100mg を2ヶ月間投与したとこ  
 ろ, RBC, Hb, Fe はそれぞれ  $352 \pm 13 \rightarrow 405 \pm 15$  ( $p < 0.05$ ),  $9.8 \pm 1.0 \rightarrow 12.5 \pm 0.1$  ( $p < 0.05$ ),  $25 \pm$   
 $17 \rightarrow 98 \pm 16$  ( $p < 0.005$ ) に改善した。

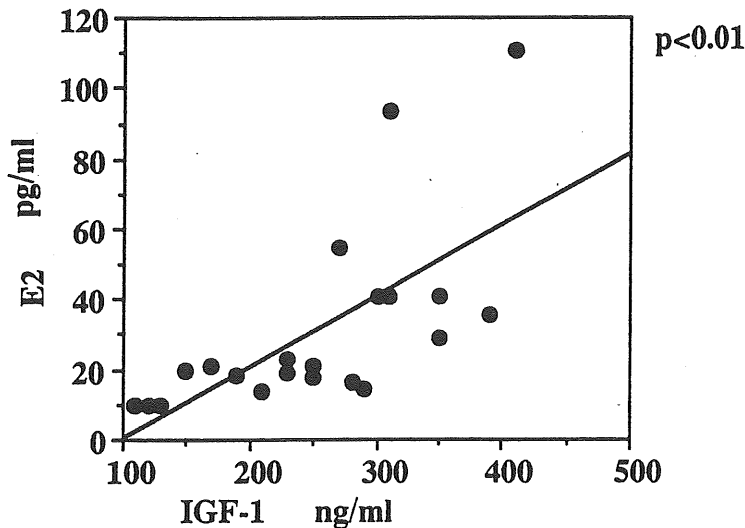


Fig. 2 Relationship between IGF-1 and E2  
 $y = 0.21x - 23$

#### 4. 考 案

長距離ランナーの貧血機序として、赤血球寿命短縮、溶血、鉄吸収障害、赤血球産生低下等が考えられており、鉄欠乏性貧血に類似しているが、そのみで説明するのは困難である。鉄欠乏性貧血では通常RBCの数が増加し、小球性貧血の形になるが、スポーツ貧血の場合はRBCの数も減少するという特徴をもっている。

長距離選手に亜鉛欠乏がおこることは血清レベルでみる限り、低下しているという報告と、正常レベルという意見もあり、必ずしも一定の見解があるわけではない<sup>5)</sup>。これが長い間スポーツ選手の亜鉛欠乏の存在が見逃がされてきた大きな要因と思える。亜鉛欠乏があると赤血球膜の抵抗性も弱くなり、採血時の溶血のためにみかけの血清レベルの亜鉛が上昇することもある。

亜鉛はRNAポリメラーゼ、DNAポリメラーゼを初め多くの蛋白合成に関与しているので、亜鉛投与により、蛋白合成やグロブリン合成が亢進したものと思われた。又、亜鉛は消化管粘膜の修復にも効果があるので<sup>6)</sup>、鉄剤の吸収がよくなったとも考えられた。

#### 文 献

- 1) Prasad, AS. (1961) Am J Medicine 31 : 532
- 2) Nakamura, T. Nishiyama, S. (1993) J Pediatr 123 : 65
- 3) Nishiyama, S. Mathuda, I. (1994) J Am Coll Nutr 13 : 62
- 4) Mulroney, SE. (1989) Am J Physiol 257 : F29
- 5) McDonald, R. (1988) Sports Medicine 5 : 171
- 6) 早川滉 (1992) 薬理と治療 20 : 255