

女子長距離ランナーの鉄代謝と競技力

井本岳秋*・二口 稔**・中根惟武**・米満弘之**・澤田芳男*
(*医療法人寿量会熊本体力研究所)
(**同法人熊本機能病院)

Iron Metabolism and Athletic Performance of a Female Long-Distance Runner

Takeaki INOMOTO*, Minoru FUTAKUCHI**, Nobutake NAKANE**, Hiroyuki YONEMITSU** and Yoshio SAWADA*

**Kumamoto Institute of Total Fitness*

***Kumamoto Kinoh Hospital*

Anemia is a common blood disorder among female athletes, but the mechanism of its development is still unclear. We found selective iron deficiency anemia in a female long-distance runner during a period in which we were providing medical support for her.

We evaluated changes in her athletic performance and the background of her conditioning in relation to changes in the blood profile over the past 6 years. In this case, no evidence of hemoglobin deficiency was observed. We found a highly significant negative correlation between the running period (6 years) and iron concentrations ($r = -0.616$, $p < 0.001$).

Her serum iron level decreased 75 $\mu\text{g}/\text{dl}$ over a period of 6 years at a monthly rate of 1.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Progression of selective iron deficiency with relative stability of the hemoglobin level ($13 \pm 0.6\text{g}/\text{dl}$) is considered to have been a cause of her poor performance in 1991.

第3回陸上競技世界選手権は、1991年8月東京国立競技場で開催された。日本選手は時差ほげや食習慣の面で心配のない好条件の下でレースができたように感じられる。そんな中であって、ある女子長距離ランナー（日本記録保持者31'54"0：89/4/30）の出場する10,000m予選が行われた。結果は、自身のもつベストタイムから37秒遅れて12着（32'31"18）、あえなく落選（通過条件：10着+2）となった。

われわれは、ビッグイベント（1988年ソウル五輪、90年北京アジア大会、91年東京世界陸上）に出場経験をもつ同ランナーの競技力の推移やコンディショニングの背景を血液性状から追究、検討した。

*所在地：熊本市清水町山室534（〒860）

**所在地：熊本市清水町山室534（〒860）

実験方法

1. 対象とグループ分け

18歳から23歳までの実業団女子長距離ランナー11名で、AグループはランナーA、Bグループ(BG.)は残りの所属チームランナー10名である。Cグループ(CG.)はコントロール群である。

2. プロフィール

測定項目はTable 1に示すとおりである。皮下脂肪厚から除脂肪体重(LBM)と体脂肪率(% Fat)を常法により算出した。最大酸素摂取量($\dot{V}O_2 \max$)はトレッドミル走で測定した。また、各ランナーの5,000mの記録を収集した。

3. 血液検査

採血は早朝空腹時に肘部皮静脈より行い、赤血球(RBC)、ヘモグロビン(Hb)、血清鉄(Fe)、不飽和鉄結合能(UIBC)、フェリチンを常法により定量・分析し、平均赤血球容積(MCV)¹⁾、トランスフェリン飽和指数(TSI = Fe/TIBC × 100)¹⁾を算出した。

実験結果

1. ランナーAのプロフィール

プロフィールはTable 1に示すとおりである。身長や体重、LBMはBG.やCG.に比べると劣っている。しかし、 $\dot{V}O_2 \max$ は体重あたり77.0ml/kg・minであった。

2. 戦績の経緯

ランナーAの10,000m戦績はTable 2に示すとおりである。年別タイムは、各年の間で有意の差があるとは認められなかった。平均タイム(回数)は、トラック(32'24"41 ± 20" : 12回)よりロード・駅伝(32'11"70 ± 49" : 17回)のほうが約13秒速い傾向である。

3. 血液性状と競技力の接点

Table 1. Physical characteristics

Group	A		B		C	
	Runner-A	Other runners			Control	
Name (unit)						
Subjects (n)	1	10			212	
Age (years)	23	19.6 ± 1.3			24.1 ± 2.7	
Height (cm)	149	156.5 ± 4.9	N.S.		157.1 ± 5.0	
Weight (kg)	34	48.4 ± 4.4	N.S.		51.6 ± 6.9	
LBM (kg)	32	39.5 ± 3.4	N.S.		39.2 ± 3.7	
% Fat (%)	8.5	18.2 ± 4.0	**		23.5 ± 5.8	
Vital Capacity (l)	2.96	2.96 ± 0.50	N.S.		2.90 ± 0.38	
Maximum oxygen intake (l/min)	2.72	2.87 ± 0.31	***	∥	1.91 ± 0.20	
Maximum oxygen intake (ml/kg・min)	77.0	59.4 ± 3.8	*	∥	39 ± 5.7	

∥ : Maximum oxygen intake in the control was ten subjects.

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.005$, *: $p < 0.01$, N.S. = no significant (Comparison of other runners and controls)

Table 2. Record list of the runner-A (10,000m: min' sec")

Year		1987	1988	1989	1990	1992
Track	Game No.		2	3	4	2
	Mean		32'26" ±8"	32'19" ±28"	32'21" ±30"	32'33" ±3"
	Max		32'19"57*	31'54"00**	32'56"93***	32'31"18****
	Min		32'32"74	32'49"34	33'04"55	32'35"06
Road · Ekiden	Game No.	1	4	5	5	3
	Mean		32'23" ±40"	32'04" ±28"	32'10" ±45"	32'57" ±81"
	Max	32'17"	31'38"	31'38"	30'59"	31'50"
	Min		32'59"	32'49"	32'58"	34'27"

(*: Seoul Olympic Games, **: National Record in Kumamoto Championships, ***: Peking Asia Sports, ****: 3rd World Championships in Tokyo)

3-1: Hb からみた競技力 (5,000m) の背景

Fig. 1 は5,000m タイムと Hb (A), % Fat (B), $\dot{V}O_2 \max$ (C) の関係をランナー別に示したものである。Hb 高値の背景の1つは、ランナーAのような理想にちかい体組成 (% Fat : 8.5) と高い有酸素パワーを兼ね備えているタイプ。2つ目は、Hb がランナーAより高値安定 (No.10 : 13.9, 11 : 13.2g/dl) であるが % Fat (ともに23%) はCG.と同じであり、結果として $\dot{V}O_2 \max/\text{kg}$ は低くなるタイプである。また、17分以内のランナーのうち No. 2, 3 の Hb の標準偏差はランナーAの標準偏差とオーバーラップしているが、 $\dot{V}O_2 \max/\text{kg}$ の差が大きく容易にはランナーAの記録に近づけない傾向である。

3-2: 貧血パラメータからみたランナーAの10,000m レース

スピードと Hb, Fe, TSI の推移は Fig. 2 に示すとおりである。タイム (スピード) は年々更新しながらも、最低記録との差も広がるいっぽうである。Hb は、1989年6月 (延べ日数900日) までの間に漸次減少する傾向が認められるが、いずれも正常範囲 (11.3-15.2g/dl)²⁾ のことである。転機として、Fe は100 $\mu\text{g}/\text{dl}$ を下回るような傾向が観察されはじめた。観察日数と Fe の関係を検索したところ、回帰直線 $[y(\text{Fe}) = -0.042 \times (\text{日数}) - 129.27, r = -0.616, p < 0.001]$ から10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ の Fe が減少するのに約240日を要すると計算される。これは、早朝空腹時の血中濃度が1ヵ月に1.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ の割合で、通算6年間に75 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 減少したことになる。TSI は90年6月 (>30.0%) 頃から減少傾向があらわれはじめ、翌91年4月21日9.2%、5月15日6.0%まで減少した。Fig. 2-Dの矢印 (←) は鉄剤投与から血中濃度が一過性に上昇したところをとらえているが、これがかえって監督や本人に安心感を与えたため、練習量を制限することはなかった。

考 察

貧血の一次スクリーニングは、Hb, RBC, Ht, MCV などによって診断される³⁾ことが多い。しかし、鉄欠乏の病像では Hb や MCV 減少を招来する以前にフェリチン, Fe, UIBC などの異常を認める³⁾傾向にある。

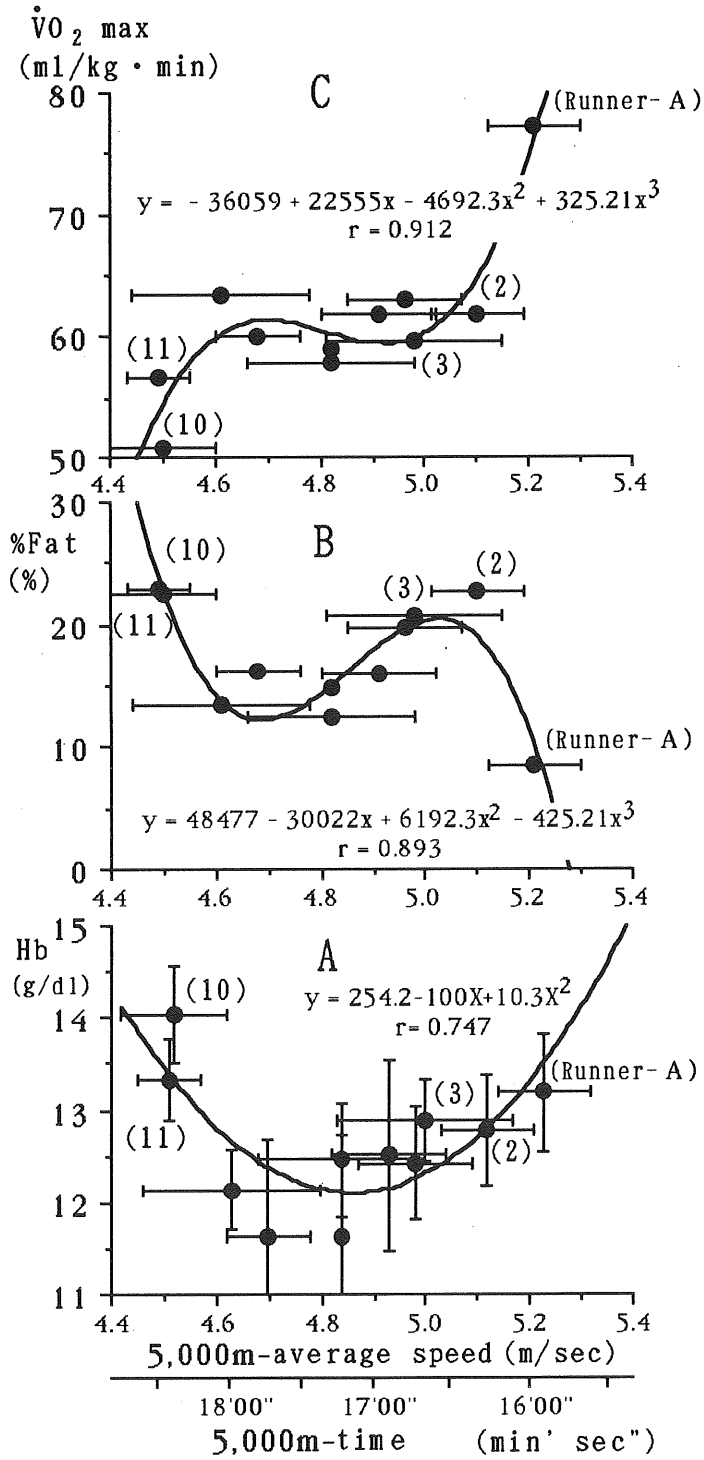


Fig. 1. Relationship between the 5,000m-average speed and the Hb (A), % Fat (B), $\dot{V}O_2$ max (C)

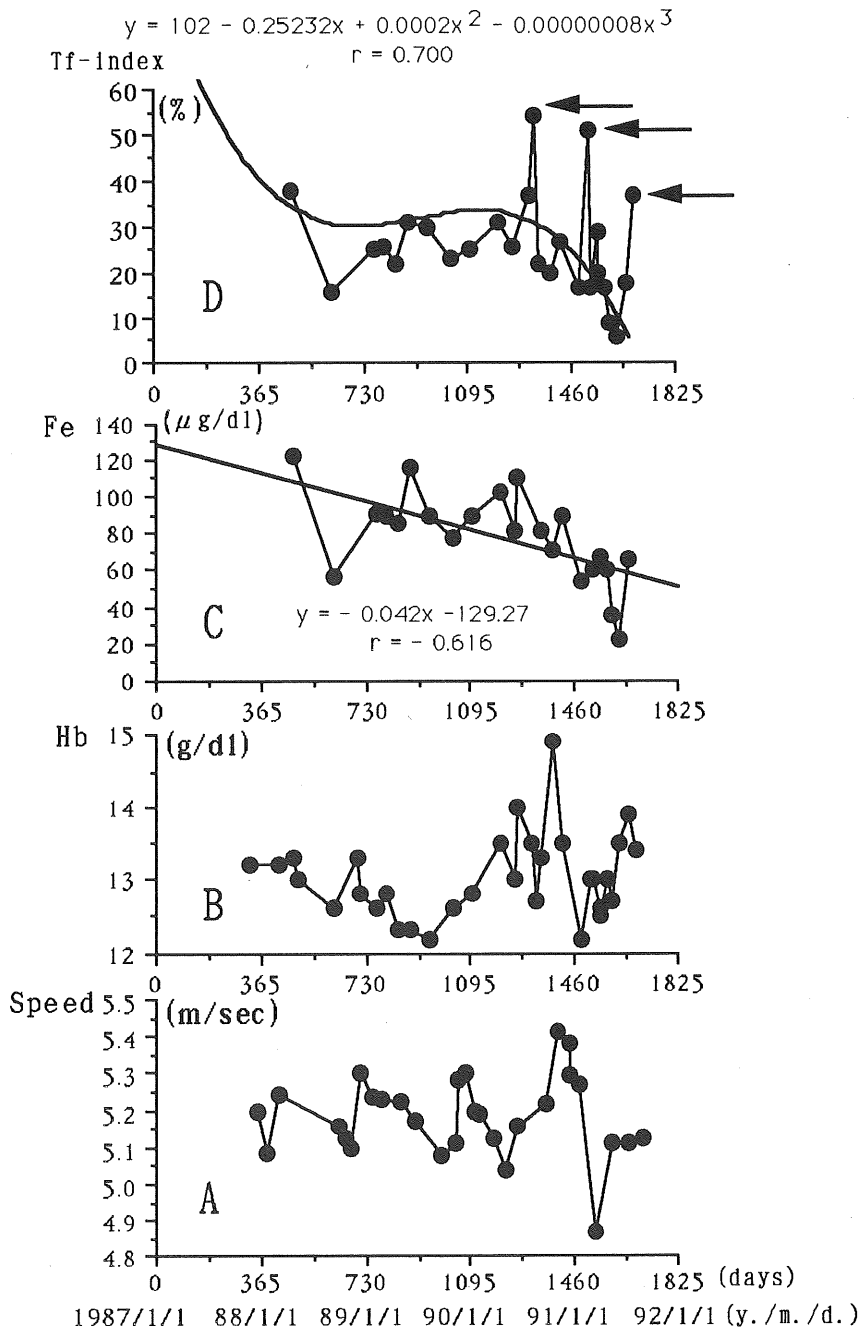


Fig. 2. Resting level of hemoglobin, iron concentration and transferrin index in Runner-A (10,000m-time)

われわれがランナーAに十分な静養を勧められなかった背景にはそれなりの理由がある。まず、競技力は彼女の10,000m レース経験(90年まで計24回)から正常域Hb 1.0g/dlの変化によってタイム差は18秒以内⁴⁾と推定され、B.G.との関係(Fig. 1)からHb, MCVは高位置にあると考えていたからである。つぎに鉄欠乏の増悪について1991年6月第75回日本選手権女子10,000mは2ヵ月後の同年8月東京世界陸上出場のための最終選考会を兼ねていたことと、鉄剤投与(Fig. 2-Dの←印)により血中濃度が一過性に上昇していたところの判断から、これがかえって練習量を思い切って制限したり大会をスキップする判断には結びつかなかった点である。一方、ランナーAがトラック女子10,000mで日本記録(31'54"00)を達成したのは21歳(89年4月30日)⁵⁾の時、当時のFeは85~116 $\mu\text{g}/\text{dl}$ の間を推移している。Feの減少を1987年1月1日を起点に計算したところ、92年3月2日までの約6年間に早朝空腹時の血中濃度が75 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 減少(-1.0 $\mu\text{g}/\text{dl}/\text{月}$)したことになり、現在容易には回復しない傾向が続いている。

日本女子10,000mの歴代5位⁵⁾までの選手の平均年齢もまた21歳の若さであることからすると、本症例にみられるような理由から不調を余儀なくされている女子ランナーは少なからずいるものと推察される。その原因としては腸管からの鉄吸収の減少(ストレス性を含む)、月経、発汗、栄養バランス、足底部の機械的溶血など多くのマイナス要因¹⁾があるが、女子ランナーにはどれ一つとっても無縁とはいえないのが実状かもしれない。

本症例は6年間のHb ($13.0 \pm 0.6\text{g}/\text{dl}$), MCV ($97 \pm 2\text{fl}$)がきわめて安定(分散Hb : 0.33, MCV : 5.0)で、選択的な鉄欠乏の進行した病像が主症状であり、1991年の不調の原因であると考えられる。

文 献

- 1) 竹内重五郎(1991) : 新内科学, 朝倉書店 東京 : p.921-1018
- 2) 金山昭平(1985) : 全国の健康な臨床・衛生検査技師を中心とした血液正常値の現状, 日本臨床衛生検査技師会編, 東京 : p.52
- 3) 磯貝行秀(1986) : 松仁会医誌 25(1) : p.1-14
- 4) 井本岳秋, 岡田正裕, 田井美穂, 本田裕美, 沖汐美由紀, 中島仁子, 桜井洋子, 高沢竜一, 二口稔, 澤田芳男(1992) 臨床スポーツ医学 9(2) : p.173-178
- 5) 池田郁雄(1991) : 陸上競技マガジン41(3) : p.235