

# 中学生スポーツ選手における血液・ 鉄代謝異常に関する研究

	北海道大学	大原行雄
(共同研究者)	同	前吉俊
	同	小林威夫
	同	上原好雄
	同	桜田恵右
	同	宮崎保
	同	石田祐一

## Hematological and Iron Status in Junior High School Boy Athletes

by

Yukio Ohhara, Yoshitoshi Mae, Takeo Kobayashi,  
Yoshio Uehara, Keisuke Sakurada, Tamotsu Miyazaki,  
Yuhichi Ishida

*The Third Department of Internal Medicine,  
Hokkaido University School of Medicine*

### ABSTRACT

It is well known that iron deficiency, with or without anemia, occurs commonly in athletes. In the present study peripheral blood, serum iron, total iron binding capacity, transferrin saturation, serum ferritin, haptoglobin, creatine phosphokinase, myoglobin levels were observed in 26 junior high school boy athletes. Mean RBC, Hb, hematocrit and serum ferritin levels were significantly lower among athletes compared to non-athletes of the same age. Lower serum

iron and transferrin saturation, higher total iron binding capacity were found in the athletes, but not significant. Serum haptoglobin levels were significantly lower in the athletes suggested increased hemolysis. CPK was increased, but not significant, myoglobin was significantly increased among athletes might suggest so called sport—myopathic state.

These data suggest that the athletes are at increased risk for iron deficiency with or without anemia. Iron supplementation should be performed in some athletes (12%) who showed hypochromic anemia.

## 要 旨

スポーツの普及にしたがい、スポーツ医学の重要性が増してきている。今回、われわれはこれまでの研究、報告をふまえ、スポーツの低年齢化に対処すべく、男子中学生運動選手における血液一般検査、鉄代謝検査、ハプトグロビン、CPK、ミオグロビンを測定し、さらに運動にともなう諸症状のアンケート調査をあわせて行い以下の結果を得た。

1. 血液一般検査では赤血球数、ヘモグロビン値、ヘマトクリット値はいずれも正常範囲内ではあったが、対照群に比して有意に低下しており、また、約12%に低色素性の貧血が認められた。

2. 鉄代謝検査では血清鉄、総鉄結合能、血漿鉄飽和率はいずれも正常対照群と有意差を認めなかった。しかし、血清フェリチン値は、運動群で有意に低下しており、鉄欠乏状態の存在が明らかとなった。

3. 血清ハプトグロビン値は、運動群で有意に低下しており、溶血の存在が明らかであった。

4. CPKは正常対照群との間に有意差は認められなかったが、運動群で高値の傾向を示した。一方、ミオグロビン値は運動群で有意に増加しており、いわゆるスポーツ筋症ともいえる状態を反映しているものと考えられた。

5. アンケート調査の結果、約65%に何らかの自覚症状があり、心身両面からの対策が必要と考えられた。

## 緒 言

近年におけるスポーツの普及は目覚しく、それとともにスポーツ医学に関する研究も盛んに行なわれている。私たちもこれまで、男子高校生スポーツ選手における血液および鉄代謝異常について調査を行ない、高頻度に鉄欠乏状態がみられること、鉄欠乏性貧血が12%にみられることなどを報告<sup>1-3)</sup>した。今回は、スポーツを本格的に始めるであろうと考えられる中学生を対象に、スポーツが生体に及ぼす影響について血液学的検査、鉄代謝検査を施行し、若干の知見を得たので報告する。

### 1. 研究方法

札幌市内の公立中学校に通う男子中学生を対象とした。内訳は、バスケットボール部に所属する26名の運動群と、運動部に所属しない29名の対照群の合計55名で、年齢は12～15歳であった。採血は、午後の授業終了後で、クラブ活動開始前に座位で行なった。各データの統計処理はStudent-t testによった。検査内容は以下のとおりである。

1) 血液一般検査: Coulter Counter Model S II Plus (コールター社)

2) 血清鉄 (SI), 総鉄結合能 (TIBC), 鉄飽和率 (Ferrochem Model 3050 II: 二光バイオサイエンス社)

3) 血清フェリチン (IRMA 法: 第一ラジオアイソトープ社)

4) 血清ハプトグロビン (Hp) 値

5) 血清クレアチンホスホキナーゼ (CPK) 値

6) 血清ミオグロビン (Mb) 値

## 2. 研究結果

### 1. 血液学的検査

1) 赤血球数 ( $\times 10^4 / \mu l$ )

運動群の値は  $479 \pm 32$  (MV $\pm$ SD) であり, 対照群では  $518 \pm 30$  と運動群で有意に低値を示した (図1).

2) ヘモグロビン値 (g/dl)

運動群では  $13.9 \pm 1.2$ , 対照群では  $15.5 \pm 0.8$  であり, 運動群で有意に低値を示した (図2).

3) ヘマトクリット値 (%)

運動群  $42.1 \pm 2.9$ , 対照群  $46.1 \pm 2.0$  と運動群で有意に低値を示した. (図3)

4) 白血球数 ( $/\mu l$ )

運動群  $6456 \pm 1112$ , 対照群  $6552 \pm 1498$  で, 両群間に有意差は認められなかった. (図4)

### 2. 鉄代謝検査

1) 血清鉄値 ( $\mu g/dl$ )

運動群では  $104 \pm 26$ , 対照群では  $110 \pm 27$  であり, 両群間に有意差は認められなかった. (図5)

2) 総鉄結合能 ( $\mu g/dl$ )

運動群で  $348 \pm 26$ , 対照群で  $332 \pm 36$  であり, 両群間に有意差は認められなかった. (図6)

3) 血漿鉄飽和率 (%)

運動群で  $29.9 \pm 7.9$ , 対照群で  $33.2 \pm 8.3$  であり, 両群間に有意差は認められなかった. (図7)

4) 血清フェリチン値 (ng/ml)

運動群で  $15.2 \pm 9.8$ , 対照群で  $53.2 \pm 25.3$  と運動群で有意に低値を示した. (図8)

3. 血清ハプトグロビン値 (mg/dl)

運動群で  $59.4 \pm 43.8$ , 対照群で  $92.4 \pm 47.8$  であり, 運動群で有意に低値を示した. (図9)

4. 血清クレアチンホスホキナーゼ値 (IU/l)

運動群  $181 \pm 73$ , 対照群  $143 \pm 94$  であり, 両群間に有意差は認められなかった. (図10)

5. 血清ミオグロビン値 (ng/ml)

運動群で  $36.2 \pm 17.2$ , 対照群で  $21.0 \pm 7.4$  であり, 運動群で有意に高値を示した. (図11)

## 3. 考 案

運動選手が貧血を呈しやすいということは以前より知られており, われわれもこれまで男子高校生スポーツ選手の 90% 以上が鉄欠乏傾向を有すること, そして, その程度は運動の強度が増すに

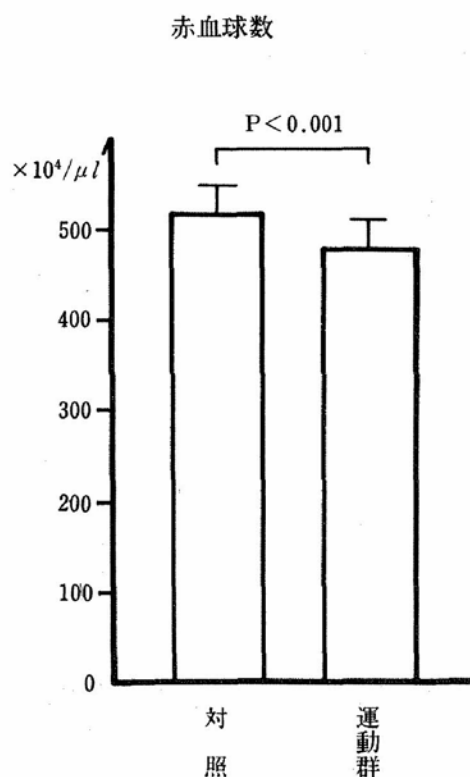


図1

ヘモグロビン値

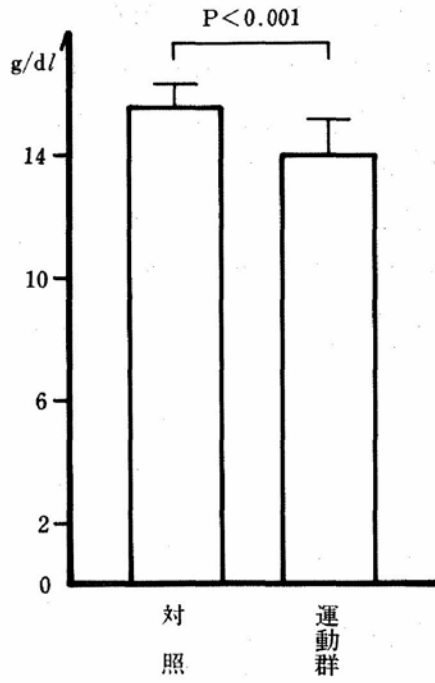


図 2

白血球数

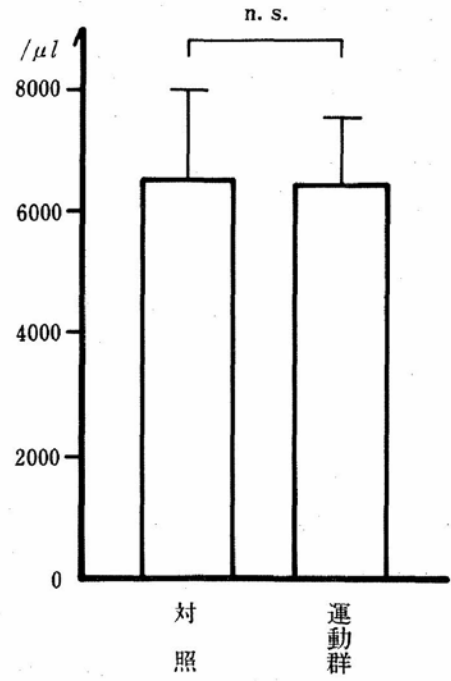


図 4

ヘマトクリット値

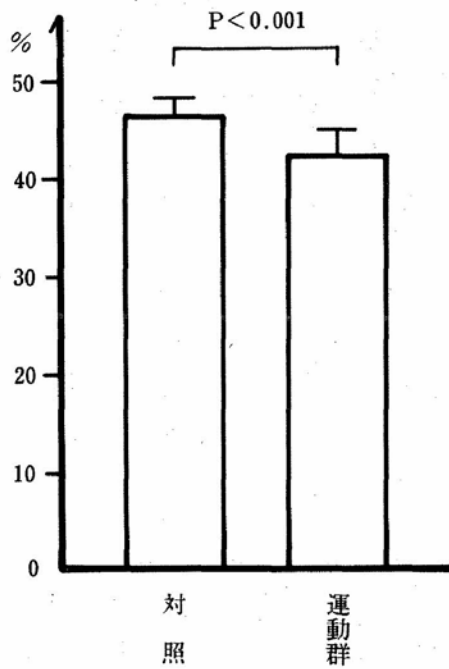


図 3

血清鉄値

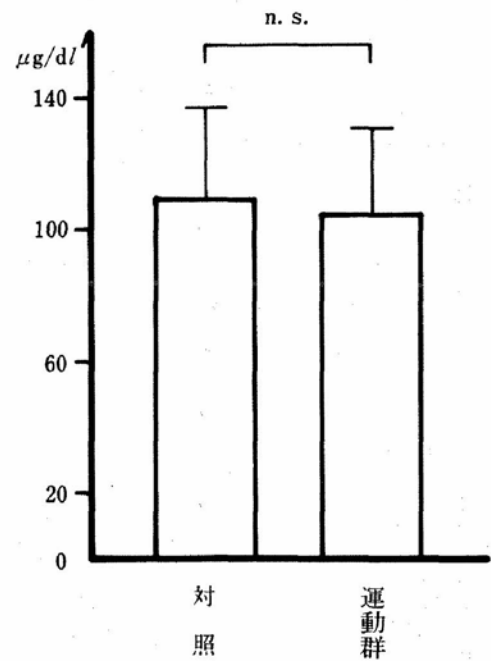


図 5

総鉄結合能

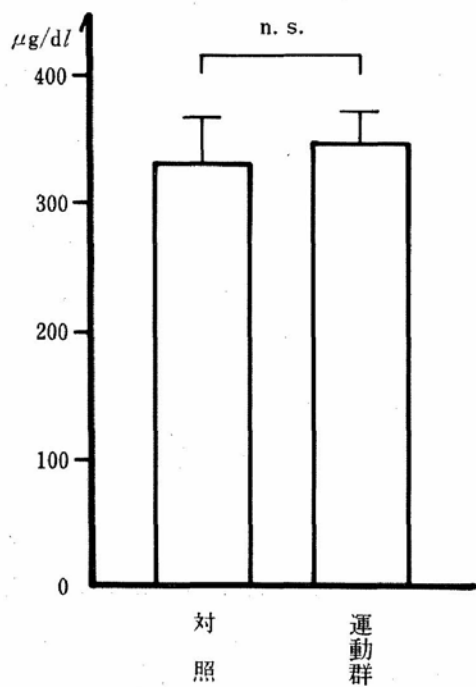


図6

血清フェリチン値

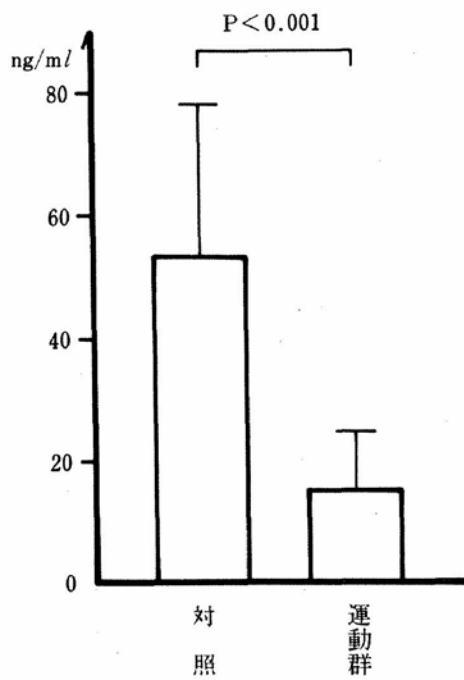


図8

血漿鉄飽和率

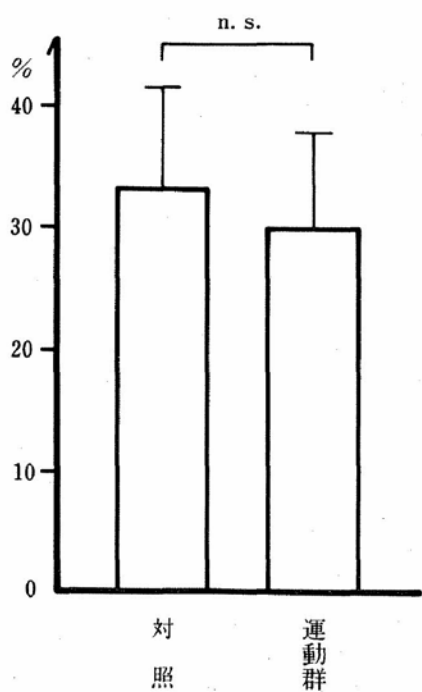


図7

ハプトグロビン値

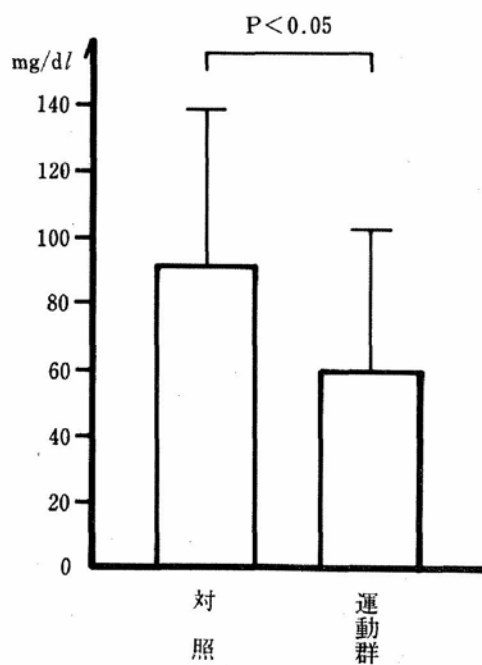


図9

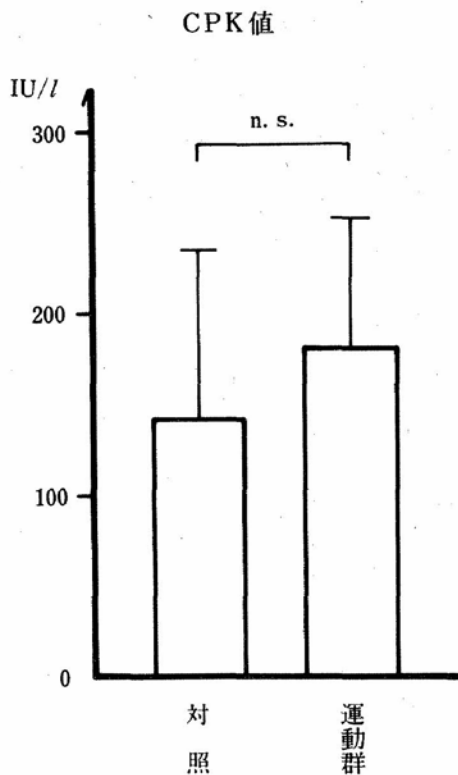


図10

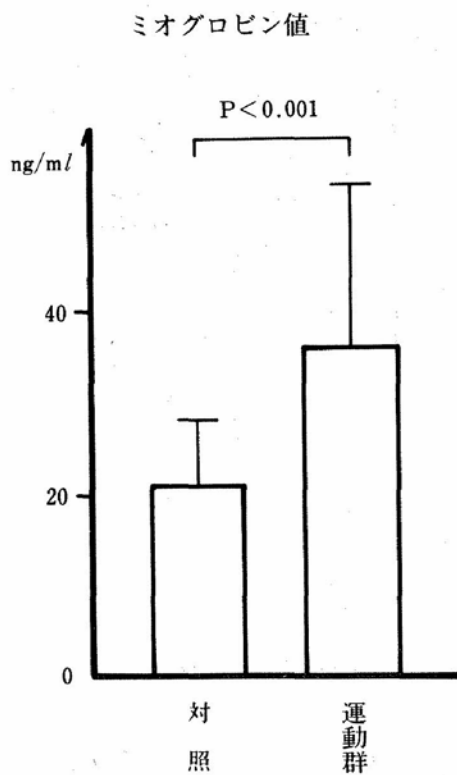


図11

表1

項目	(単位)	対照	運動群	
RBC	$\times 10^4/\mu l$	518 ± 30	479 ± 32	P < 0.001
Hb	g/dl	15.5 ± 0.8	13.9 ± 1.2	P < 0.001
Hct	%	46.1 ± 2.0	42.1 ± 2.9	P < 0.001
WBC	$/\mu l$	6552 ± 1498	6456 ± 1112	N. S.
SI	$\mu g/dl$	110 ± 27	104 ± 26	N. S.
TIBC	$\mu g/dl$	332 ± 36	348 ± 26	N. S.
Sat.	%	33.2 ± 8.3	29.9 ± 7.9	N. S.
s-Ft	ng/ml	53.2 ± 25.3	15.2 ± 9.8	P < 0.001
Hp	mg/dl	92.4 ± 47.8	59.4 ± 43.8	P < 0.05
CPK	IU/l	143 ± 94	181 ± 73	N. S.
Mb	ng/ml	21.0 ± 7.4	36.2 ± 17.2	P < 0.001

MV ± SD

つれて強くなること、さらには、これらの生徒において学業成績の低下、集中力の低下等、心身両面において異常の認められることを報告<sup>1~3)</sup>した。このことは、学校教育におけるスポーツのあり方に対して見逃せない問題を含んでいるものと考えられ、その対策も含めて今後さらに検討されねばならない課題と考えられた。そこで今回は、さら

に若年者に目を向け、心身ともに急激な発達をとげ、また、本格的にスポーツを始めるであろう男子中学生運動選手を対象に、スポーツが生体に及ぼす影響を血液、鉄代謝および筋肉生理の面から検討し、その実態を明らかにせんとした。

その結果、末梢血液一般検査の成績では、表1および図1, 2, 3に示すごとく赤血球数、ヘモ

グロビン値、ヘマトクリット値のいずれもが、対照群に比して運動群において有意に低値を示した。このことは運動により赤血球が破壊され、その結果、経尿道的に、また、発汗にともなう表皮細胞脱落とともに鉄分が失われ、体内鉄貯蔵量の低下から低色素性小球性貧血をひきおこす、とする従来の報告<sup>4)</sup>と矛盾しないものと考えられた。事実、ハプトグロビン値の低下(後述)が認められ、溶血の存在を推察するに足るデータが得られている。しかし、以前報告<sup>3)</sup>したように、貧血傾向の原因を溶血のみに求めることは、ヘモグロビン値も低下することから妥当でないように思われ、血液の希釈も関係しているものと考えられた。

Williamsら<sup>5)</sup>によると、運動により循環血漿量の増加が生じ、そのためにヘマトクリット値の低下が起きるとしているが、前にも報告<sup>3)</sup>したように、強い運動を続けた高校スポーツ選手の12%に典型的な鉄欠乏性貧血を認めたことは、そのみでは説明の出来ないことを示すものと考えられる。今回の検討でも26名中3名(約12%)に低色素性の貧血を認めており、血液の希釈以外にも原因が求められるべきものと考えられた。

白血球については、運動群と対照群との間に有意差は認められなかった(図4)。一般に、運動後には白血球数の増加がみられるが、今回の検討は運動前に施行したものであり、それ以前に増加があったとしてもすでに回復していたものと考えられる。

鉄代謝検査では血清鉄値、総鉄結合能、血漿鉄飽和率のいずれも対照群とのあいだに有意差を認めなかった(図5, 6, 7)。しかし、血清鉄は低下傾向、総鉄結合能は増加傾向、血漿鉄飽和率は低下傾向と鉄欠乏を示唆する結果を得たことは、運動群において鉄欠乏傾向を示す示唆的所見として興味深く思われる。さらに、血清フェリチン値が運動群で有意に低値を示した(図8)ことは、鉄欠乏状態の存在を強く裏付けるものと考えられ

る。

鉄欠乏性貧血では酸素運搬能の低下、筋肉における含鉄酵素の働きの低下を通して運動能力が低下するといわれる<sup>6)</sup>。また、精神発達の遅延や学校での成績が低下することなどが報告<sup>7-9)</sup>されている。以前われわれが行なった高校運動選手へのアンケート調査からも、疲労度の上昇、学力が低下したと感ずる者、集中力の低下などを訴える者が多かった。

今回の検討でもアンケート形式で調査を行なったが、運動をしている生徒の約65%に成績の低下、疲れやすい、飽きっぽくなった、眠くなることが多い等と自覚する者が認められた。これらすべてが貧血や鉄欠乏に起因するとは考えられないにしても、注目すべき結果と考えられた。

血清ハプトグロビン値は、運動群で有意に低下しており、運動群での溶血の存在を支持する所見と考えられた(図9)。特に26名中4名で測定感度以下に低下していたことは、溶血の強さを示唆するものと考えられ、スポーツ貧血発生のメカニズムを考えるうえにおいて重要な要因となるものと考えられた。

CPKは筋肉由来の酵素であるが、その値は対照群と比較して有意差は認められなかった(図10)。これは、採血時間が運動前であったことに起因すると思われるが、それでも対照群に比して高値の傾向がみられた。また、運動前の時点において正常値を越えて高値を示した者は8名(約30%)であった。

Mbは筋肉由来のヘム蛋白で、鉄を含有している。その値は、対照群に比較して有意に高値を示した(図11)。このことは、ミオグロビンをとおして鉄の喪失にもつながるものと考えられ、運動選手における鉄欠乏状態の原因のひとつになり得るものと考えられた。以上のCPKおよびMbの上昇はスポーツ筋症ともいい得る状態<sup>2)</sup>を反映するものと考えられた。

## 総 括

高校生男子運動選手についてはすでに報告したが、中学生男子運動選手においても高頻度に鉄欠乏状態にあること、12%に低色素性貧血を認めることなど、高校生における検討とほぼ同様の結果を得た。また、学力低下、飽きっぽくなった、疲れやすい、集中力が低下したなどと自覚する者が多かった(65%)ことなども同様であり、運動が心身両面に与える影響の重大性についてもう一度考える必要性を示すものと考えられた。

最後に、アンケート調査の結果から、骨折や靭帯損傷などの既往を有する者が少なくなかったという事実は、この問題が単にそれだけに止まらない可能性を示すものであることを指摘して終わりとしたい。

## 謝 辞

終りに本研究に御協力いただいた安部寿知子技士および対象中学校関係各位に心から感謝致します。

## 文 献

- 1) 宮崎 保, 他; スポーツ選手としての男子高校生における鉄欠乏症, *デサントスポーツ科学*, **5**, 58-65 (1984)
- 2) 宮崎 保, 他; 高校スポーツ選手におけるスポーツ筋症と鉄代謝異常に関する研究, *デサントスポーツ科学*, **8**, 85-92 (1987)
- 3) 宮崎 保, 他; スポーツによる血液性状変化とその機序に関する研究, *デサントスポーツ科学*, **9**, 24-33 (1988)
- 4) Edward, C., et al.; Low ferritin levels in runners, *J. Sports Med.*, **24**, 13-17 (1984)
- 5) Williams, E. S., et al.; Effect of the exercise of seven consecutive days hill-walking on fluid homeostasis, *Clinical Science*, **56**, 305-316 (1979)
- 6) Newhouse, I. J., et al.; Iron status in athletes, *Sports Medicine*, **5**, 337-352 (1988)
- 7) Walter, T., et al.; Effect of mild iron deficiency on infant mental development scores, *J. Pediatrics*, **102**, 519-522 (1983)
- 8) Webb, T. E., et al.; Iron deficiency anemia and scholastic achievement in young adolescents, *J. Pediatrics*, **82**, 827-830 (1973)
- 9) Soemantri, A. G., et al.; Iron deficiency anemia and educational achievement, *Am. J. Clin. Nutr.*, **42**, 1221-1228 (1985)