

# 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

	北海道大学	宮崎	保
(共同研究者)	同	桜田 恵	右
	同	浜田 結	城
	同	大原 行	雄
	同	前	吉 俊
	同	田中 淳	司

## **Studies on Abnormalities of Iron Metabolism and Myopathy After Exercise in Boy Students of the Public Senior High School, Belonging to Sports Clubs**

by

Tamotsu Miyazaki, Keisuke Sakurada, Yuki Hamada,  
Yukio Oohara, Yoshitoshi Mae, Junji Tanaka  
*The Third Department of Internal Medicine,  
Hokkaido University School of Medicine*

### **ABSTRACT**

Sports medicine has well developed with the generalization of various sports. Since the relationship between sports and anemia is an important problem in the field of sports medicine, we have examined hematological tests and iron metabolism, in addition to them, the ferritin levels in RBC, muscle type aldolase, CPK and myoglobin level in plasma after exercise in high school boy-students who belong to sport clubs. In addition, we have analysed their subjective signs and knowledge, according to a questionnaire. The characteristics of the high school boy-students are as follows:

1. Hematological findings (RBC, Hb level, WBC and its differential count, and platelet count) are within normal limits, however, more

than 20% of them showed hypochromic features.

2. According to the examination of their iron metabolism, elevated TIBC was observed in 26.6% of the first grade students. Furthermore, since most of the students showed decreased serum ferritin levels, it has been suggested that they are in the iron deficiency state.
3. Their RBC ferritin levels are generally decreased, suggesting the presence of iron deficiency.
4. Although increased levels of muscle-derived CPK(creatinine phosphokinase), muscle type-ALD (aldolase) are found, those are quite lower than the levels in patients with muscle diseases. Increased myoglobin levels are found in 16.5% of the first grade students. On the contrary, that is found in only one (2.8%) of the second grade students.
5. About 20% of them recognize their decreased knowledge and concentrating capacity, and fatigue.

Based on these results, it has been suggested that high school boy-students who belong to sports clubs are in the iron deficiency state, in addition to, also in sport-myopathic state in relation to iron deficiency state. Since they may influence upon their school life, it seems like that some treatments are useful for them.

## 要 旨

スポーツの普及につれ、スポーツ医学の研究も盛んになっている。スポーツと貧血の関係も重要視されているが、スポーツクラブ所属高校生においては学校教育や保健衛生の面より、これらの解析は重要である。今回、われわれは前回の報告<sup>3)</sup>に加え、赤血球フェリチン、筋型アルドラーゼ、CRK、ミオグロビンを運動後に測定し、併せて自覚症状、学力などにつき検討して高校スポーツ選手の特徴を検索し以下の結果を得た。

- 1) 血液所見(赤血球数、血色素量、赤血球容積、白血球数と分画、血小板数)は正常値内であったが、赤血球恒数で低色素性を示すものが、約20%に認められた。
- 2) 鉄代謝上の所見では血清鉄、総鉄結合能は

正常範囲内であったが、第1学年で総鉄結合能の増加しているものが26.2%に認められた。血清フェリチン値では第1、第2両学年ともに正常値以下のものが大部分であり、スポーツクラブ所属高校生はほとんど全例が鉄欠乏状態にあることが明らかとなった。

3) 赤血球フェリチンの検討でも鉄欠乏状態を反映して大部分は低値を示した。

4) 筋肉由来のCPK、M-ALDは上昇を示すものが多く、正常値以上であった。しかし、筋疾患を疑わせるほどの高値例は認めなかった。血中ミオグロビン値は第1学年で16.5%と高値を示していたが、第2学年では1名(2.8%)のみであった。

5) アンケート調査では過半数のものは学力、集中力、疲労度に変化はないとしているが、約20

％に学力の低下，集中力の低下，疲労感を自覚していると考えられた。

以上の結果より高校スポーツ選手では自覚症状は少ないが，全例鉄欠乏状態にあり，これが学校生活に影響していることが示唆され，さらにこれに関係して，スポーツ筋症ともいえるごとき状態にあり，何らかの対策が必要であると考えられた。

## 緒 言

スポーツ医学の中で貧血の研究も活発に行われ<sup>1,2)</sup>，われわれも前回，運動部所属の男子高校生における貧血を鉄代謝の面より検討し，次のような傾向を認めた<sup>3)</sup>。

末梢血所見（赤血球数，血色素量，赤血球容積，白血球数および分画，血小板数）は正常値内にあるものの鉄代謝からの検討では，血清鉄は第1学年で低値であり，血清フェリチンも同様の傾向であった。自覚症状との関係では血清鉄低値のものは集中力低下を自覚するものが多く，血清フェリチン低値例では学力の低下を自覚するものが多かった。

以上の結果は成長期にある高校生の運動による学校教育への影響が少なからざることを示唆しており，健全な心身の発育と学校教育の立場より鉄代謝の重要性をうかがうことができる。そこで今回は血液学的検査および鉄代謝を運動後の面より検討するとともに，鉄代謝の主要な一面を担っている筋肉について，血中ミオグロビン，筋型アルドラーゼ，クレアチンフォスホキナーゼをも検討し，さらに赤血球内フェリチンの面よりも検討を加えた。

## 研究方法

1. 対象：市内某公立高校生で運動部に所属する男子高校生 116名（第1学年81名，第2学年35名）を対象とした。第3学年ならびに女子は人数が少なく今回の検討より除外した。採血は運動後

3～4時間で行った。

## 2. 方 法

1) 血液一般と赤血球恒数：Coulter Counter Model S II Plus.

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

3) 血清フェリチン（RIA法）：第一ラジオアイソトープキット

4) 赤血球フェリチン（R-PHA法）：山之内製薬製キット

5) ミオグロビン（RIA法）：第一ラジオアイソトープキット

6) M-ALD（RIA法）：当学部で開発<sup>4)</sup>

7) CPK（NADH 増加法）Hitachi 736-60（Auto Analyser）

## 研究結果

### 1. 血液学的検査（表1）

1) 赤血球数（ $\times 10^4/\mu\text{l}$ ）：第1学年（81名）では平均  $515.0 \pm 37.2$  であり第2学年（35名）は  $529.0 \pm 30.7$  と両群に有意差を認めず，正常値内であった。当大学の正常値は  $486 \pm 41$ （ $M \pm 2SD$ ）であるが，415以下のものは両群ともに認められず，上限の527以上のものは第1学年25名（31%），第2学年20名（57%）であり，第2学年で増多を示すものが多かった。

2) 血色素量（g/dl）：第1学年（81名）では平均  $15.1 \pm 1.2$ ，第2学年（35名）では  $15.7 \pm 1.0$  とやはり両群に差は認めなかった。正常値の平均は  $15.5 \pm 2.1$  であるが，下限値の13.4未満のものは第1学年で3名（3.7%）に認められたが，第2学年では認められなかった。上限値の17.6以上のものは第1学年で3名（3.7名）に認めたが，第2学年では認めなかった。

3) 赤血球容積（%）：第1学年（81名）では平均  $45.6 \pm 3.4$  であり，第2学年（35名）は  $47.4 \pm$

表1 血液学的所見

	第1学年 (n=81)	範 囲	第2学年 (n=35)	範 囲
RBC ( $\times 10^4/\mu l$ )	515 $\pm$ 37.2*	446~619	529 $\pm$ 31*	477~608
Hb (g/dl)	15.1 $\pm$ 1.2	10.0~19.0	15.7 $\pm$ 1.0	14.2~18.2
H.t (%)	45.6 $\pm$ 3.4	31.8~56.0	47.4 $\pm$ 2.8	43.6~55.4
MCV (fl)	88.6 $\pm$ 3.4	71.1~95.4	89.6 $\pm$ 2.6	84.4~94.1
MCH (pg)	29.4 $\pm$ 1.4	22.4~32.8	29.6 $\pm$ 1.1	26.9~31.6
MCHC (g/dl)	33.2 $\pm$ 0.7	30.3~35.5	33.1 $\pm$ 0.5	31.6~33.5
plt ( $\times 10^4/\mu l$ )	27.7 $\pm$ 5.6	17.0~44.5	28.1 $\pm$ 5.4	17.9~40.8
WBC ( $\times 10^3/\mu l$ )	6,198 $\pm$ 1,405	3,400~11,600	5,986 $\pm$ 1,071	4,400~9,000

\* M  $\pm$  SD

2.8 と第2学年に高い傾向が認められ、第2学年では赤血球数増多のものが多く一致していた。正常値は44.8 $\pm$ 0.9であるが、下限値の38.9未満のものは第1学年では1名、第2学年は認められなかった。上限値の49.7以上のものは第1学年で10名(12.3%)、第2学年では6名(17%)であったが有意差は認められなかった。

4) 白血球数 ( $\times 10^3/ml$ ) : 第1学年(81名)の平均は6,198 $\pm$ 1,405であり、第2学年(35名)は5,986 $\pm$ 1,071と両群の間に差はなかった。正常値は6,400 $\pm$ 2.9であり下限値の3.5以下は両学年ともに認めず、上限値の9.3以上のものは第1学年で2名を認めたが第2学年では認められなかった。白血球分画では両学年に異常のものはみられなかった。\* 一般的に白血球減少症の基準とされる4.0以下のものは第1学年で4名が認められたが、第2学年では認められなかった。

5) 血小板数( $\times 10^4/\mu l$ ) : 第1学年(81名)は平均27.7 $\pm$ 5.6であり、第2学年(35名)は28.1 $\pm$ 5.4と両学年に差は認められなかった。正常値は12~40であるが、12以下のものは両学年ともに認められなかった。40以上のものは第1学年で3名、第

2学年では1名に認められた。

## 2. 赤血球恒数 (Wintrobe)

1) 平均赤血球容積 (MCV : fl) : 第1学年(81名)の平均は88.6 $\pm$ 3.4、第2学年(35名)では89.6 $\pm$ 2.6であり、両学年に差は認められなかった。正常値は93 $\pm$ 8であるが、下限の85fl以下のものは第1学年で6名(7.4%)、第2学年で3名(8.6%)と小球性を呈するのに差はなかった。上限の101fl以上を示すものは両学年を通し認められなかった。しかし正常平均値の93fl未満のものは第1学年で76名(94%)、第2学年では33名(94%)と両学年ともに小球性の傾向にあった。

2) 平均赤血球血色素量 (MCH : pg) : 第1学年(81名)では29.4 $\pm$ 1.4、第2学年(35名)は29.6 $\pm$ 1.1と両学年で差は認められなかった。正常値は平均32.0 $\pm$ 3.2であり、下限の28.8未満のものは第1学年で18名(22.2%)、第2学年では8名(22.9%)と両学年に差はなかった。平均値の32.0以下のものは第1学年80名(98.8%)、第2学年35名(100%)であり、両学年ともに大部分の学生は低色素性の傾向を示した。

3) 平均赤血球血色素濃度 (MCHC : g/dl) :

第1学年(81名)では平均 $33.2 \pm 0.7$ であり,第2学年(35名)では平均  $33.1 \pm 0.5$ と両学年に差はなかった. 正常値の平均は  $34.7 \pm 1.5$ であるが, 下限の $33.2$ 未満のものは第1学年で40名(49.4%), 第2学年は18名(51.4%)と両学年は半数は明らかに低色素性であり, 平均値の $34.7$ 未満のものは第1学年で80名(98.8%), 第2学年は35名(100%)と両学年ともに低色素性の傾向にあった.

### 3. 鉄代謝所見 (表2)

1) 血清鉄 ( $\mu\text{g/dl}$ ) : 第1学年(79名)の平均は $109 \pm 35$  (M $\pm$ SD)であり, 第2学年は $109 \pm 34$ と両学年ともに正常値内にあり, 学年差は認められなかった. 正常範囲は $80 \sim 150$ であるが, $80$ 未満のものは第1学年で17名(21.5%), 第2学年では6名(17.6%)と両学年ともに約20%に血清鉄の低値傾向が認められた. 一方,  $150$ 以上のものは第1学年で6名(7.6%), 第2学年は3名(8.8%)に認められたが, これらの学生はすべて血清フェリチン値(後述)が低値であることより鉄汚染などの要因が関与すると考えられた.

2) 総鉄結合能 (TIBC :  $\mu\text{g/dl}$ ) : 第1学年 (79名)の平均は  $317 \pm 34$  であり, 第2学年 (34名)は  $303 \pm 37$  と両学年ともに正常範囲内であった. 学

年差では第2学年が第1学年より低い傾向にあった. 正常範囲は  $270 \sim 340$  であるが,  $340$  以上の増加例は第1学年で21名(26.2%), 第2学年6名(17.6%)と第1学年に多く認められた.

3) 鉄飽和率 (%) : 第1学年 (79名) の平均は  $34.6 \pm 11.5$ , 第2学年(34名)は $36.3 \pm 11.5$ と両学年ともに正常範囲内にあり, 学年差はみられなかった. 正常人では TIBC の $30 \sim 40\%$ は鉄で飽和されているが,  $30\%$ 未満のものは第1学年で26名(32.9%), 第2学年では10名(29.4%)に鉄飽和率の低下が認められた.  $25\%$ 以下の著しい低値例は第1学年で15名(19%), 第2学年では6名(17.6%)であった.

4) 血清フェリチン( $\text{ng/ml}$ ) : 第1学年(79名)の平均は $37.6 \pm 19.5$ , 第2学年(34名)では $36.3 \pm 11.5$ と両学年ともに正常値以下であり, 学年差は認められなかった. 正常値は  $135 \pm 58$ と設定されているが,  $77$ 未満のものは第1学年で77名(97.5%), 第2学年では31名(91.2%)であり, 大部分は体内貯蔵鉄が著しく低値であることを示した. したがって全例が正常平均値の $135$ 以下であった.

### 4. 赤血球フェリチン (ag/cell)

第1学年(16名)の平均は  $11.1 \pm 5.2$ , 第2学年

表2 鉄代謝ならびに筋肉関連物質

	第1学年 (n=79)	範 囲	第2学年 (n=34)	範 囲
S.I. ( $\mu\text{g/dl}$ )	$109 \pm 35^*$	$17.0 \sim 228.0$	$109 \pm 34^*$	$32.0 \sim 176.0$
TIBC ( $\mu\text{g/dl}$ )	$317 \pm 34$	$225 \sim 397$	$303 \pm 37$	$245 \sim 398$
Sat (%)	$34.6 \pm 11.5$	$5.4 \sim 65.0$	$36.3 \pm 11.5$	$10.3 \sim 60.4$
S. Ferritin ( $\text{ng/ml}$ )	$37.6 \pm 19.5$	$2.7 \sim 110.0$	$43.1 \pm 20.7$	$5.8 \sim 94.0$
RBC-Ferritin** (ag/cell)	$11.1 \pm 5.2$ (n=16)	$4.6 \sim 21.8$	$15.6 \pm 4.7$ (n=5)	$10.1 \sim 20.3$
CPK (mU/ml)	$223 \pm 167$ (n=77)	$63 \sim 938$	$154 \pm 85$	$71 \sim 368$
M-ALD (ng/ml)	$305 \pm 127$ (n=72)	$112 \sim 1000$	$266.0 \pm 72.6$ (n=28)	$144 \sim 500$
Myoglobin (ng/ml)	$41.3 \pm 29.9$ (n=79)	$16 \sim 140$	$28.4 \pm 13.0$ (n=34)	$17 \sim 84$

\* M $\pm$ SD    \*\* R-PHA 法による測定

(5名)では  $15.62 \pm 4.66$  であり, 成人男子の正常値  $21.3 \pm 9.4^6)$  より低値であった. 赤血球フェリチンは血清鉄値, 貯蔵鉄, 幼若赤血球率, 無効造血などにより影響をうけるが, 血清鉄, 血清フェリチンともに低値例が多いことより, 両学年とも鉄欠乏を示していると考えられた. 赤血球フェリチンの等電点電気泳動による解析は, 赤血球フェリチン量が少なく解析は困難であった.

### 5. 筋肉関連色素および酵素の検討

1) ミオグロビン (ng/l) : 第1学年(79名)の平均は  $41.3 \pm 29.9$ , 第2学年(34名)は  $28.4 \pm 13.0$  と正常値(60以下)内であったが, 60以上のものは第1学年で13名(16.5%), 第2学年で1名(2.9%)に認められ, 運動による血中ミオグロビンの上昇が窺われた.

2) 筋型アルドラーゼ (M-ALD : ng/ml) : 第1学年(72名)の平均は  $305 \pm 127$ , 第2学年(28名)は  $266 \pm 73$  と両学年ともに正常値<sup>4)</sup> (220以下)以上であった. 筋型アルドラーゼは筋肉疾患, 心筋梗塞, 癌溶血などで上昇するが, 運動によっても鋭敏に上昇し, 運動休止後1週間で正常化すると報告されている<sup>4)</sup>. したがって両学年の上昇は運動に関係するものと考えられた.

3) クレアチンホスフォキナーゼ (CPK : mμ/mL) : 第1学年(77名)の平均は  $222.5 \pm 166.5$  であり, 第2学年(34名)では  $154.3 \pm 85.1$  といずれも正常値(5~50)以上であった. CPK は筋疾患, 神経疾患などで上昇するが, 運動によっても上昇することから, 両学年ともに運動のためと考えられた.

### 6. アンケートによる検討

1) 学力について : 第1学年(82名)で, 運動部活動によって学力の向上したと感じているものは7名(8.5%), 低下したとするものは14名(17%), 変わらないとするものは61名(74%)であり, 大部分は運動による学力への影響は少ない. 第2学年(34名)では向上したとするものは3名(8.8%),

低下したとするもの10名(29.4%), 不変とするもの21名(61.8%)で第1学年に比較して低下したとするものが増加していた.

2) 集中力について : 第1学年(82名)中集中力がついたとするものは16名(19.5%), 低下したものの13名(15.9%), 不変とするもの53名(64.6%)であり, 大部分は不変と感じているが, 約20%に集中力の向上を認めているのは興味あるところである. 第2学年(33名)では集中力のついたもの6名(17.6%), 低下したもの3名(8.8%), 不変24名(70.6%)で第1学年と同様の傾向にあるが, 低下したとするものが少なく, 運動の継続, 練達度など修練による影響が考えられた.

3) 疲労度について : 第1学年(82名)で疲れなくなったとするものは10名(12.2%), 疲れやすいとするもの16名(19.5%), 不変とするもの56名(68.3%)であり, 大部分は疲労を感じていないと考えられた. 第2学年(33名)では疲れやすいとするもの5名(14.7%), 疲れなくなったとするもの9名(26.5%), 不変とするもの19名(55.9%)であり, 第1学年と差はないが, 疲れなくなったとするものが多いようであった.

4) 自覚症状について : 自覚症状のうち, ①めまい, 脳貧血症状, ②寒さに弱い, ③疲れやすい, ④下痢しやすい, ⑤運動時の息切れが主なものであり, 第1学年(82名)中, ①は14名(17%), ②は20名(24.3%), ③は22名(26.8%), ④は9名(11%), ⑤は5名(6.1%)であった. 第2学年(33名)中①は6名(18.2%), ②, ③, ④ともに6名(18.2%)であり, ⑤は5名(15.2%)であった. ②, ③が第1学年に多く, ⑤は第2学年に多い傾向にあった.

### 考 察

今回は前回報告<sup>3)</sup>に加えて, 筋肉に関連するものとして CPK, M-ALD の 酵素およびミオグロビン, さらに赤血球フェリチンの検討を運動後に

行い、スポーツクラブ所属男子高校生の貧血発症の頻度、鉄代謝、学校教育への影響を解析した。

血液学的所見では、前回報告と同様に赤血球数、血色素量、赤血球容積、血小板数、白血球数および分画、赤血球恒数の平均値は大部分が正常値内にあったが、低色素性赤血球が第1学年、第2学年ともに22%に認められた。

鉄代謝の血では、血清鉄値、TIBC、鉄飽和率の平均値は正常範囲内にあったが、血清鉄が正常値以下のものは第1学年で21.5%、第2学年で17.6%認められた。

TIBCにおいても正常値以上の上昇を示したものは第1学年で26.6%、第2学年で17.6%であった。鉄飽和率では正常値以下のものは第1学年で32.9%、第2学年で29.4%であった。これらのことは赤血球数、血色素量、赤血球容積では明らかな貧血は認められないが、約20%は鉄欠乏状態にあると考えられる。さらにこれを体内貯蔵鉄を反映する血清フェリチン値からみると第1学年、97.5%、第2学年、91.2%が正常値以下にあり、ほぼ全例において鉄欠乏状態にあることが明らかになった。生体の鉄欠乏は貯蔵鉄、血清鉄、血色素の減少など明らかに貧血へ進行するが、高校スポーツ選手においては貧血に到る前段階にあると考えられる。

思春期にある女子においては月経、身体成長などにより貧血をきたしやすく、われわれの検討でも血清フェリチンの低下(貯蔵鉄減少)を認めたものは約70%であった<sup>4)</sup>。

今回の検討では生理的失血のない男子高校スポーツ選手においてほぼ全例に鉄欠乏を認めたことは重大な知見であると思われる。その原因としては食事の不規則や偏食に加え、スポーツにともなう鉄喪失が加わっていると考えられる。しかし、アンケートで調査した限り、学業に支障を認めるものは約20%であり、大部分は学校生活には支障はないとしている。この点、前報告<sup>3)</sup>とは多少異

なっていた。自覚症状では、日常生活においては疲労感、運動時の動悸、めまい、失神発作、寒さに弱い、下痢をしやすいなどの症状を自覚しているものが約20%存在しており、鉄欠乏を示唆していると考えられる。これらの鉄欠乏状態は赤血球フェリチン<sup>5),6)</sup>にも反映され、全例低値であった。

CPK、M-ALDは主に筋肉に由来するとされているが、運動後であるため高値を示すものが多く、ミオグロビンの高値例も第1学年の16.5%に認められた。CPK、M-ALDは通常の運動でも上昇をみることが多いが、ミオグロビンは運動のスケジュールや修練度によって上昇しなくなるとされている<sup>8)</sup>。

対象のスポーツクラブ所属の男子高校生において運動後とはいえ血中ミオグロビン上昇は、腎より尿中へのミオグロビン喪失にも関係し、これは鉄含有蛋白の喪失ともなる。このためこれら男子高校生における鉄欠乏状態に関係することが想像される。このことは、運動によるいわゆる行軍血色素尿症の報告<sup>9)</sup>から尿中へのHb喪失すなわち鉄喪失に関係することからも窺われるところである。

以上により思春期(15~16歳)におけるスポーツ教育において何らかの配慮が必要なことを示唆している。

## 結 語

今回、スポーツクラブ所属男子高校生(第1、第2学年)を対象として運動後に血液学的、生化学的検査を行い次のような結果をえた。

1. 血液学的所見(赤血球数、血色素量、赤血球容積、白血球数とその分画、血小板数)は正常値内にあったが、赤血球恒数では低色素性のものが約20%存在した。

2. 鉄代謝所見では、血清鉄、総鉄結合能は大部分において正常範囲にあったが、第1学年では総鉄結合能の増加しているものが、26.6%認めら

れた。血清鉄が正常値以下のものが、両学年ともに約20%認められた。血清フェリチン値は両学年とも90%以上の者が低値を示した。赤血球フェリチンも低値であり、鉄欠乏状態を反映する所見と考えられた。

3. 筋肉に関連するCPK, M-ALDは正常値以上のものが約80%あり、血中ミオグロビン値も第1学年では16.5%上昇を認めた。しかし第2学年では1名(2.8%)のみであった。

4. アンケート調査では大部分の学生は学力、集中力、疲労度に変化を自覚していないが、約20%のものは学力の低下、集中力の低下、疲労感を自覚しており、鉄欠乏状態を示唆するものと考えられた。

以上より、スポーツクラブ所属高校生では自覚症状は少ないがほとんどのものが鉄欠乏であり、ことに第1学年で著しく、このことが学校生活に影響を与えていることが示唆され、スポーツ筋症の見地から何らかの対策が必要であると考えられる。

終りに本研究に御協力いただいた奥野知子技士、窪田久乃技士および対象高等学校関係各位および、本学附属病院検査部新木一夫技師長、武山正男副技師長他諸氏に感謝致します。

#### 文 献

1) 長嶺晋吉, 井川幸雄, 磯貝行秀, 香川芳子, 黒田

善雄, 鈴木一正, 伊藤静雄; スポーツ貧血の発症と予防に関する研究, 第1報, 貧血発症の実態について: 日本体育協会スポーツ科学研究報告書 No. VI, p.1~25, 1975

- 2) 長嶺晋吉, 井川幸雄, 磯貝行秀, 香川芳子, 黒田善雄, 鈴木一正, 吉野芳夫, 伊藤静夫; スポーツ選手における貧血の発症と予防に関する研究, 第2報, 貧血の発症要因の検討: 日本体育協会スポーツ科学研究報告集, No. III, p.1~40, 1976
- 3) 宮崎保; 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
- 4) Asaka, M., et al.; Anon-competitive solid-phase radioimmunoassay for human aldolase A.: *Clinica. Chimia. Acta.*, 125: 31~40, 1982
- 5) Miyazaki, T., Sakurada, K.; Iron deficiency anemia and/or iron depletion state among girls in adolescence and the aged group.: The Proceedings of the International Symposium on Practical Approaches to Eradication of Sub-critical Iron Deficiency, p.140~151, 1982, Tokyo
- 6) 桜田恵石, 宮崎保; 血清フェリチン; 臨床血液, 27(9): 1789~1795, 1986
- 7) Cazzola, M. et al.; Biological and clinical significance of red cell ferritin.: *Blood*, 62, 1078~1087, 1983
- 8) Maxwell, J.H., Bloor, C.M.; Effects of Conditioning on Exertional Rhabdomyolysis and Serum Creatine Kinase after Severe Exercise.; *Enzyme*, 26: 177~181, 1981
- 9) 峠岡健司, 山本和子, 伊勢村卓司, 藤井浩, 和田成雄, 正木清孝; 剣道練習による行軍性血色素尿症の1例: 臨床血液, 25(10): 1680~1685, 1984