

スポーツ選手としての男子高校生 における鉄欠乏症

	北海道大学	宮崎	保
(共同研究者)	同	桜田	恵右
	同	島田	泰栄
	同	小野	英夫
	同	浜田	結城
	同	洞田	克巳
	同	大原	行雄

Iron Deficiency in Boy Students in a Public Senior High School Belonging to Sport Clubs

by

Tamotsu Miyazaki, Keisuke Sakurada,
Yasuhide Shimada, Hideo Ono,
Yuuki Hamada, Katsumi Horada,
Yukio Ohara

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

ABSTRACT

Iron deficiency state are frequently observed in boy students of senior high school, especially in those who were actively engaged in sports after school. This has become an important problem in terms of athletic medicine and health in students. Here we examined hematological findings in boy students who belong to sport club in a public senior high school in Sapporo. Moreover, their physical status and general activities were analysed by questionnaire. Several conclusions obtained were as follows:

1) The red cell count, the hemoglobin level, the white cell count and the platelet count were all within normal limit.

2) Serum iron level in the first grade students was significantly lower than that in the further grade students.

3) Total iron-binding capacity level in the first grade students tended to be higher than that in the further grade students, but not significant.

4) Serum ferritin level in the first grade students was significantly lower than that in the second grade students.

5) Low serum iron level was observed in 17.5, 8.7 and 42.9% in each grade tested respectively, and most of them belonged to the first grade.

6) According to Multivariate Statistical Analysis by the Method of Hayashi's Surgo II, students with low serum iron level showed less physical activity and lowered power of intellectual concentration. Moreover, they appeared to need longer sleeping time as compared with students with normal serum iron level. When students with low serum ferritin level were compared with students with low serum iron level in terms of spending time for sports, it was found that the former used a little longer time for it. It might be suggested that most of them noticed their decreased scholastic ability.

要 旨

近年、男子高校生、殊にスポーツクラブ所属の男子学生において、鉄欠乏症の存在が報告され、スポーツ医学および学校保健上極めて重要な問題となってきた。今回われわれはスポーツクラブ所属男子高校生を対象に血液学的所見、鉄代謝の検討ならびに身体状況、日常活動などにつきアンケート調査を実施し、スポーツ男子高校生の特徴の解明を試み、以下の結果をえた。

1) 血液所見(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、正常値内にあった。

2) 血清鉄値は、第1学年が他学年に比し有意に低値であった。

3) 総鉄結合能値は、血清鉄値とは逆に第1学年が他学年に比し高値であったが、有意差はなか

った。

4) 血清フェリチン値は、第1学年は第2学年に比し有意に低値であった。

5) 血清鉄低値例の頻度を各学年で見ると、第1学年8.7%、第2学年17.5%および第3学年42.9%にみられた。

6) 多変量解析(林の数量化二類)では、血清鉄低値例は総運動時間が少なく、集中力の低下を自覚するものが多く、睡眠をより多く必要とすることが示唆された。血清フェリチン低値例では、総運動時間は血清鉄低値の者より若干長い傾向にあるものの、学力の低下を自覚するものが多くみられた。

緒 言

鉄欠乏性貧血は日常最も多くみられる貧血であり、殊に思春期女子においては成長、月経、食事

の不摂生などによって高率に認められており¹⁾, われわれの検討²⁻⁴⁾でも鉄欠乏性貧血が14%, 鉄欠乏が36.7%, 計約51%に鉄欠乏性貧血ないし鉄減少状態を認めている. 一方近年, スポーツ医学の進歩にともない, スポーツ選手における貧血が明らかにされ, 運動部に所属する男子高校生においても鉄欠乏ないし鉄減少状態が一般男子高校生に比して高率に存在するとされており^{5,6)}, われわれも基礎疾患を有しない男子スポーツ選手で鉄欠乏性貧血および鉄減少状態にある症例を12例経験した. スポーツ選手における鉄欠乏性貧血および鉄欠乏状態は, 選手の運動量の設定やコーチングをいかにするかなど指導方法を含めスポーツ医学上極めて重大な問題であり, 加えて高校生においては将来の高等教育への進学や日常の体育授業をはじめ教育上も重要な課題である.

われわれは, 男子高校生を対象にスポーツクラブに所属する者の貧血および鉄欠乏状態の実態を把握, 鉄欠乏状態, 血液学的所見と運動量との関係, 食事との関係, 自覚症状(疲労度, 集中力減退, 学力低下感など)との関連につき多変量解析(林の数量化二類)を用いて検討し, スポーツ男子高校生の鉄欠乏性貧血, 鉄欠乏状態と高校生活とのかかわりの解明を目的とした.

研究方法と対象

1. 血液学的検査(赤血球数, 血色素量, 赤血球容積, 網赤血球, 白血球数と分画, 血小板数, Wintrobe 赤血球恒数): Coulter Counter Model S II Plus (コールター社)

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

3. 血清 Ferritin

1) R-PHA 法(目黒研究所)

2) RIA 法(第一ラジオアイソトープ)

4. 対象

札幌市内の公立高校に在学しスポーツクラブに所属する男子高校生1学年146人, 2学年112人, 3学年18人の計276人である. 但し3学年はクラブ活動は中止している.

結 果

1. 血液学的所見

1) 赤血球数($\times 10^4/\mu\text{l}$)

1学年(125名)は平均 505.5 ± 28.4 (M \pm SD), 2学年(94名)は 507.5 ± 29.8 , 3学年(11名)は 516.8 ± 27.6 であった.

3年生は進学に備えてスポーツクラブ所属は辞退させられており, 例数は少ないが, 非スポーツの高校生としての対照となりうると思われる.

1, 2学年の赤血球数は3学年に比し有意差はないが, 低い傾向を示した.

2) 血色素量(g/dl)

1学年(125名)は 15.1 ± 1.1 (M \pm SD), 2学年(94名)は 15.4 ± 0.8 , 3学年(11名)は 15.3 ± 0.9 であり, 1学年は他学年に比し有意差はないものの低値であった.

3) 赤血球容積(%)

1学年(125名)は 44.0 ± 2.9 (M \pm SD), 2学年(94名)は 44.7 ± 2.4 , 3学年(11名)は 44.7 ± 2.5 と, 血色素量と同じく1学年で最も低値であり, 3学年が他学年より高目であった.

4) 白血球数($\times 10^3/\mu\text{l}$)

1学年(125名)は 7199 ± 1564 (M \pm SD), 2学年(94名)は 6875 ± 1789 , 3学年(11名)は 6082 ± 1147 であり, 学年が進むにつれ白血球数は低い傾向にあったが, 分画には差はなかった(データ省略).

5) 血小板数($\times 10^4/\mu\text{l}$)

1学年(125名)は 25.65 ± 5.52 (M \pm SD), 2学年(94名)は 25.17 ± 4.94 , 3学年(11名)は 24.19 ± 4.55 で, 白血球数と同様に, 学年の上

級化と共に低い傾向を示したが、いずれも正常値内の変動であった。

2. 学年別血液学的所見の異常値出現頻度

1) 赤血球数の正常値は、男子： $486 \pm 71 \times 10^4 / \mu\text{l}$ ($M \pm 2SD$) と設定されているが、 $415 \times 10^4 / \mu\text{l}$ 以下はいずれの学年にも認められなかった。しかし、 $560 \times 10^4 / \mu\text{l}$ 以上のものが、1学年で6例(4.8%)、2学年で5名(5.3%)に存在した。

2) 血色素量の正常値は、男子： $15.5 \pm 2.1 \text{g/dl}$ ($M \pm 2SD$) と設定されているが、 13.4g/dl 以下のものが、1学年に5名(4.0%)、2学年、3学年に1名ずつ認められた。

3) 赤血球容積の正常値は男子： $44.8 \pm 5.9\%$ ($M \pm 2SD$) と設定されているが、38.9%以下の低値のものは、2、3学年では認められなかったが、1学年では3名(2.4%)に存在した。

4) 平均赤血球容積(MCV)の正常値は、男子： $93 \pm 8.5 \text{fl}$ と設定されているが、 85fl 以下は、1学年は25名(20.0%)、2学年は16名(17.0%)、3学年は2名であり、1学年に最も多く、次いで2学年、3学年と上級化と共に少ない傾向にあった。

5) 平均赤血球血色素量(MCH)の正常値は、男子： $32.0 \pm 3.2 \text{pg}$ ($M \pm 2SD$) と設定されているが、 28.8pg 以下は、1学年は18名(14.4%)、2学年は10名(10.6%)、3学年は2名に認められ、1学年に最も多く、次いで2学年、3学年と上級化と共に少ない傾向にあった。

6) 白血球数の正常値は、男子： $6.4 \pm 2.9 \times 10^3 / \mu\text{l}$ ($M \pm 2SD$) と設定されているが、 $10 \times 10^3 / \mu\text{l}$ 以上の増多例は、1学年は9名(7.2%)、2学年は5名(5.4%)であり、3学年では認められなかった。一方、 $4 \times 10^3 / \mu\text{l}$ 以下の減少例は、各学年にそれぞれ1名ずつ認められた。低学年者に白血球増多を示すものが多く、分画では異常がないものの、再検討を要する事項と思われる。

7) 血小板数の正常値は、男女共： $12 \sim 40 \times 10^4 / \mu\text{l}$ 、平均 $26 \times 10^4 / \mu\text{l}$ と設定されているが、 $10 \times 10^4 / \mu\text{l}$ 以下のものは各学年共に認められず、 $40 \times 10^4 / \mu\text{l}$ 以上の増多例は、1学年で2名(1.6%)に認めた。

小 括

以上の末梢血液所見は、いずれの学年もすべて正常値内にあるが、学年間では小差を認め、1学年では他学年に比して赤血球数、血色素量、赤血球容積は低く、白血球数、血小板数は高い傾向にあることが示唆された。

3. 鉄代謝所見

1) 血清鉄値

1学年(137名)は $94.3 \pm 29.3 \mu\text{g/dl}$ ($M \pm SD$)、2学年(104名)は 102.9 ± 27.8 、3学年(17名)は 101.7 ± 27.3 であり、2、3学年では差を認めないが、1学年が低値であった。

2) 総鉄結合能

1学年(137名)は $364.8 \pm 35.6 \mu\text{g/dl}$ ($M \pm SD$)、2学年(104名)は 344.4 ± 33.0 、3学年(17名)は 342.4 ± 42.4 であった。血清鉄値と同様に1学年で高値で、2、3学年では差は認められなかった。

3) 血清フェリチン値

(1) RIA 法

1学年(138名)は $47.4 \pm 24.8 \text{ng/ml}$ ($M \pm SD$)、2学年(103名)は 60.8 ± 35.1 、3学年(14名)は 55.7 ± 34.9 であり、1学年で最も低値を認め、次いで2学年、3学年の順であった。

(2) R-PHA 法

1学年(138名)は $\times 16.3 \pm 11.7$ 倍数希釈 ($M \pm SD$) であり、2学年(103名)は $\times 26.9 \pm 16.8$ 、3学年は $\times 12.9 \pm 9.0$ であり、RIA法の値と相関は極めてよく、2学年で高値、次いで1学

年, 3学年の順であった。

4. 学年別鉄代謝異常値の出現頻度

1) 血清鉄値:

健常男子の正常値は $70\sim 140\mu\text{g/dl}$ に設定されているが, $70\mu\text{g/dl}$ 以下のものは, 1学年 (137名) は24名 (17.5%), 2学年 (104名) は9名 (8.7%), 3学年 (7名) は3名に認められた。

2) 総鉄結合能:

健常男子の正常値は $250\sim 400\mu\text{g/dl}$ に設定されているが, $400\mu\text{g/dl}$ 以上の高値を示したものは, 1学年 (137名) は18名 (13.1%), 2学年 (104名) は5名 (4.8%), 3学年 (17名) は2名 (11.8%) であった。

3) 血清フェリチン値

(1) RIA 法:

健常男子の正常値は $70\sim 250\text{ng/ml}$ に設定されているが, 70ng/ml 以下の低値のものは, 1学年 (138名) は113名 (81.9%), 2学年 (103名) は73名 (70.9%), 3学年 (14名) は11名 (78.6%) と, 各学年共に70%以上の者に血清フェリチン値の低下が認められたことは特徴的所見と思われる。

(2) R-PHA 法値:

健常男子の正常値は, 32倍以上~64倍以下に設定されているが, 16倍以下のものは1学年 (138名) は107名 (77.5%), 2学年 (103名) は51名 (49.5%), 3学年 (14名) は12名 (85.7%) であり, RIA 法による異常値出現頻度と同じく高率であった。

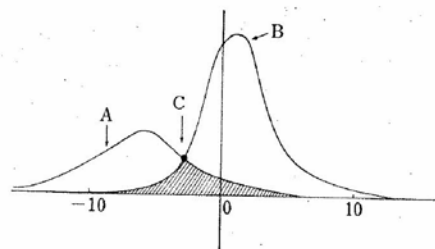
考 察

多変量解析による各検査値とアンケート調査項目との相関性の検討

これまでの検討より, 高率に異常値を示した血清鉄値と血清フェリチン値 (RIA 法) を外的基準として各調査項目との相関性を検討した。

1) 血清鉄値を外的基準 ($70\mu\text{g/dl}$ 未満および $70\mu\text{g/dl}$ 以上の2群に分類) とした場合 (図1, 表1)

図1, 表1に血清鉄値を外的基準とした場合の成績を示したが, 最もよく相関を示すものは, 血清鉄値が低値のものでは総運動時間が150時間以下の項目であり, 次いで“学力が低下したとは思わない”(低下を防ぐため努力を要した)の項目, 学力は低下したと思わないが, “集中力は低下した”の項目であり, “睡眠時間は7時間以上を必要とした”の項目である。したがって血清鉄値の低値のものでは運動時間の増量は望まれず, 集中力は低下しており, 回復のために睡眠を必要としており, 勉学の遅れを来さないために, 相当な努力をしていることが示唆された。各種検査との相関性はいずれの項目とも認められなかった。一方, 血清鉄値の正常者では, “300時間以上運動が出来た”という項目が最も score が高く, 他の項目では相関性は認められなかった。検査項目では血色素量, 血清フェリチン値, 赤血球数, 平均赤血球血色素量, 平均赤血球容積の順位で相関性が認められた。これらの2群間の関係を図に示したが, 血清鉄値を基準にとった場合, 低値のもの誤判別は26名中9名, 正常値の者では157名中11名であった。すなわち183名中173名 (89%)



A : $\text{Fe } 70\geq$ の群
 \bar{m} ; -6.0385 SD ; 7.8612 n ; 26

B : $\text{Fe } 70<$ の群
 \bar{m} ; 1.0000 SD ; 2.9673 n ; 157

11/157 } 誤判別 (146+17)/183 → 89%
 9/26 } 正しく判別

C : min max point -3.9920

図1

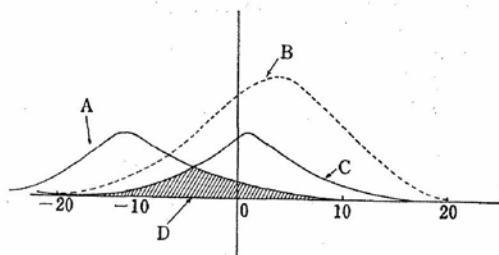
表1 血清鉄を外的基準 (70<, および 70≧ の 2 Group) とした判別 score

Item	Category	Discriminant Score	Range
1) TIBC	(1) 400	0.3076	0.3076
	(2) 400	0.0000	
2) FT (RIA)	(1) 70	6.2349	6.2349
	(2) 70	5.6554	
3) RBC	(1) 460	4.5372	4.5372
	(2) 460	0.0000	
4) Hb	(1) 13.4	14.6755	14.6755
	(2) 13.4	0.0000	
5) MCV	(1) 85	0.8062	0.8062
	(2) 85	0.0000	
6) MCH	(1) 28.8	2.6887	2.6887
	(2) 28.8	0.0000	
7) 運動時間	(1) 150 時間	-1.4450	1.4450
	(2) 300	-1.6569	
8) 睡眠時間	(1) 7 時間	-0.6344	0.6344
	(2) 7 時間	0.0000	
9) 学力低下	(1) (-)	-1.0341	1.0341
	(2) (+)	0.0000	
10) 疲労度↑	(1) (-)	0.1167	0.1167
	(2) (+)	0.0000	
11) 集中力↓	(1) (-)	-24.0516	0.6715
	(2) (+)	-24.7231	

は正しく判断されていることが示されている。

2) 血清フェリチン値 (RIA 法) を外的基準 (30≧, 30<≦70, 70< の 3 群) とした場合 (図2, 表2)

血清フェリチン値の低い場合, 調査項目では総



- A : Ft 30≧の群
 \bar{m} ; -11.7666 SD ; 15.9831 n ; 39
- B : Ft 30<≦70の群
 \bar{m} ; 4.1489 SD ; 9.3374 n ; 100
- C : Ft 70<の群
 \bar{m} ; 1.0001 SD ; 9.1276 n ; 44
- D : $\frac{10}{44}$ } 18/83 誤判別 65/83→78%
 $\frac{8}{39}$ } 正しく判別

図2

運動時間が300時間をこえるものではなく, 150時間より300時間内にあるものが多かった。睡眠時間は7時間以上を必要としたものが多く, 更に学力の低下を自覚しているものが多い。検査項目では赤血球数と最もよく相関を示した。血清フェリチン値が正常値を示した群では, 睡眠時間が7時間以内のものが多く, 検査項目では, 血色素量, 血清鉄値, 総鉄結合能, 平均赤血球容積, 平均赤血球血色素量の順位で相関が認められた。これらの3群間の比較を図に示したが, 血清フェリチンの異常低値例での誤判別は39名中8名, 正常値例では44名中10名であり, 両群を83名中65名(78%)の確からしさで判別したといえる。以上の検討より, 血清鉄値, 血清フェリチン値のものでは運動時間が少ないことが示唆され, 途中退部するに至るものいることから支持される興味ある所見である。学力に関しては, スポーツクラブに所属していても必ずしも低下すると思われない

表2 血清フェリチンを外的基準 ($30 \geq$, $30 < \leq 70$, $70 <$ の 3 Group) としての判別 score

Item	Category	Discriminant Score	Range
1) Fe	(1) 70 <	16.0633	16.0633
	(2) 70 \leq	0.0000	
2) TIBC	(1) 400 >	10.1211	10.1211
	(2) 400 \leq	0.0000	
3) RBC	(1) 460 <	-22.3435	22.3435
	(2) 460 \leq	0.0000	
4) Hb	(1) 13.4 <	25.3816	25.3816
	(2) 13.4 \leq	0.0000	
5) MCV	(1) 85 <	9.2171	9.2171
	(2) 85 \leq	0.0000	
6) MCH	(1) 28.8 <	3.5355	3.5355
	(2) 28.8 \leq	0.0000	
7) 運動時間	(1) 150 時間 >	-13.0293	13.9547
	(2) $150 \leq 300$ <	-13.9547	
	(3) $300 \leq$	0.0000	
8) 睡眠時間	(1) 7 時間 <	6.5318	6.5318
	(2) 7 時間 \leq	0.0000	
9) 学力低下	(1) (-)	2.8578	2.8578
	(2) (+)	0.0000	
10) 疲労度↑	(1) (-)	0.0834	0.0834
	(2) (+)	0.0000	
11) 集中力↓	(1) (-)	-31.2253	3.0118
	(2) (+)	-29.2135	

が、そのためには相当の努力を必要とし、睡眠時間を7時間以上必要とし、運動による疲労回復の反映と考えられる。血清鉄値の低いものと血清フェリチン値の低下しているものでの調査項目で、運動時間量や学力、集中力、睡眠時間に差を認めるが、血清フェリチン値は貯蔵鉄、組織鉄を反映しており、血清鉄値は造赤血球能に直接関与する鉄分であるが、体内鉄総量が減少すれば、血清鉄、血清フェリチンも低下することが知られており、このことが生体に反映された結果と考えられる。

結 語

今回われわれは、スポーツクラブに所属する男子高校生を対象に血液所見、アンケート調査を検討し、以下の成績をえた。

1) 赤血球数、血色素、赤血球容積、白血球

数、血小板数、白血球分画ではすべて正常値内にあり、学年間に有意の差を認めなかった。しかし、全体的にみれば、1学年のものは血色素量、赤血球容積、平均赤血球容積、平均赤血球血色素量の低下傾向にあることが示唆された。

2) 血清鉄値は、1学年のものは2学年、3学年に比し有意に低値であった(2学年とは $p < 0.01$, 3学年とは $p < 0.05$)。

3) 総鉄結合能値では、血清鉄値とは逆に1学年が2、3学年に比し高値の傾向にあったが、推計学的に有意差は認められなかった。

4) 血清フェリチン値では、1学年は2学年に比し有意に低値であった ($p < 0.01$)。

5) 血清鉄低値例の頻度は、各学年別に第1学年8.7%、第2学年17.5%および第3学年42.9%に認められた。

6) 血清フェリチン値の低値のものは各学年に

高率に認められ、71%~82%のものにみられた。

7) 多変量解析においては、血清鉄低値例では運動時間は少なく、集中力の低下を自覚するものが多く、睡眠をより多く必要とするものの多いことが示唆された。血清フェリチンの低値のものでは、運動時間は血清鉄低値のものより若干長い傾向にあるものの、学力の低下を自覚するものが多くみられた。

8) 3学年は、現在、スポーツクラブにおける活動は中止しているものの、鉄欠乏が高率にみられたことは、過去2年間における活動が影響を与えているものと考えられた。

おわりに

今回の調査では、1学年より3学年まで全くスポーツクラブに所属していない対照がえられていないこともあって、結論的なことは断定しえず、また、尿、汗の分析も未施行であるが、スポーツ男子高校生のスポーツ指導に示唆するところ大なる成績がえられたと思う。

ご後援いただいたデサントスポーツ科学振興財団に深謝するとともに、ご協力いただいたスポーツクラブ所属の男子高校生、学校関係者、検査技師各位に御礼を申し上げます。

文 献

- 1) 内田立身, 田中鉄五郎, 海野政治, 七島勉, 国分令子, 油井徳雄, 木村秀夫, 室井秀一, 松田信,

刈米重夫; 日本人女性における鉄欠乏の頻度と成因に関する研究—福島県における貧血および栄養調査—日内会誌, **70**, 1401—1407 (1981)

- 2) 石川直記, 山英昭, 清野昌孝, 桜田恵右, 齊藤博義, 前川勲, 高橋香織, 宮崎保, 白石忠雄; 成人女子貧血の実態調査基礎と臨床, **10**, 247—255 (1976)
- 3) 桜田恵右, 西嶋修一, 白井修, 小林紀夫, 山田純一, 松嶋喬, 田中英二, 白石忠雄; 女子高校生における貧血および鉄欠乏状態の実態調査と徐放性鉄剤(フェログラ・グメット®), 鉄含有普通錠, Placeboの3剤比較試験, 薬理と治療, **7**, 211—219 (1979)
- 4) T. Miyazaki, K. Sakurada; Iron deficiency anemia and/or iron depletion state among girls in a dolescenece and the aged group. Practical approaches to eradication of subclinical iron deficiency. G. Inoue and R. Suzue, The Proceedings of the Symposium Sponsored by the Malnutrition Panels of the United States-Japan Cooperative Medical Sciences Program, Tokyo p. 140—151 (1983)
- 5) 長嶺晋吉, 井川幸雄, 磯貝行秀, 香川芳子, 黒田善雄, 鈴木一正, 伊藤静夫; 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: 1—25 (1975)
- 6) 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: 1—40 (1976)