

## 高校生スポーツ選手にみられる血液性状の特徴について

前田 雅人 [鹿児島大学教育学系 (保健体育)]

### Blood profiles in high school athletes

MAEDA Masato

キーワード：高校生，スポーツ，アスリート，血液検査，貧血

#### 1. 諸言

高校生スポーツ選手において注意すべき血液疾患として貧血がある。貧血になると赤血球の不足のため、酸素運搬能力が低下し、スポーツ選手のパフォーマンスが下がる(長嶺ほか 1984)。そのため、これまでスポーツ選手の貧血、特に鉄欠乏性貧血についての研究は多くなされている。スポーツによってなぜ貧血になるのかという点、運動によって鉄の需要と排泄が増える一方、鉄供給が不足してくるためである。運動は筋肉に刺激を与え筋肥大をもたらすが、そのために筋肉内にミオグロビンやチトクロームCなど鉄を含む成分が多く合成される。また造血機能も亢進し、赤血球のヘモグロビンを産生するためにさらに鉄が必要となる。一方運動によってかく汗には鉄が含まれており、同様に尿や排便にも鉄が混じっており、鉄の排泄量は増える。従ってスポーツ選手は意識的に食生活を見直し、鉄の摂取を増やさなければ、鉄が不足するため貧血を起こしやすくなる。ただし貧血の診断は難しい。めまい、ふらつき、息切れ、顔色不良等の症状があれば、病院を受診し、検査によって明らかになると思うが、徐々に起こる貧血の場合は症状を特に訴えないことがよくある。

本研究では、公益財団法人鹿児島県体育協会スポーツ医・科学対策事業の「国体選手(候補)メディカルチェック」の調査研究として実施した高校生スポーツ選手を対象とした血液検査の結果から、男子および女子の顕在化している貧血と、ヘモグロビンは基準値内であるが潜在的に鉄が不足している貧血の前段階(前貧血状態)を明らかにし、学校現場における生徒の健康管理・指導に活用してもらうことを目的とした。またスポーツ選手にみられる貧血以外の血液検査上の特徴についても、男女の比較を行い、検討した。

#### 2. 方法

##### 2.1. 研究方法

対象は運動部に所属し、日ごろから激しいトレーニングを行っている鹿児島市内の高校生(男子36名(水球)、女子56名(バレーボールとハンドボール))。平成17年から平成28年にかけて公益財団法人鹿児島県体育協会スポーツ医・科学対策事業の「国体選手(候補)メディカルチェック」の一環として採血検査した。対象者には検査時に事業の内容を説明し、理解してもらい実施した。採血後は鹿児島臨検センターに血液検体の測定を依頼した。

## 2.2. 検査内容

①末梢血液一般検査として白血球数, 赤血球数, ヘモグロビン (血色素量), ヘマトクリット (血球成分の容積比), 血小板数, ②貧血検査として血清鉄, フェリチン (貯蔵鉄を反映する), ③肝機能検査として GOT (肝臓および筋組織から逸脱する酵素, 肝臓障害や筋傷害によって血液中に増える), GPT (肝臓から逸脱する酵素, 肝臓障害によって血液中に増える), ④栄養・代謝の検査として総蛋白, ⑤筋傷害の検査として CPK (筋組織から逸脱する酵素, 筋傷害によって血液中に増える), ⑥脂質検査として総コレステロール, HDL コレステロールを測定した。ただし 12 名の水球男子選手については, ③~⑥の測定は実施しなかった。また 4 名の女子選手は貧血の治療中であるため, 対象から除外した。男子と女子の 2 群間のデータ比較については, 統計ソフト IBM SPSS Statics 23 を用いて t 検定を行い, 危険率 5% 以下を有意水準とした。

## 3. 結果

### 3.1. 末梢血液一般検査と血清鉄, フェリチンについて

白血球数 (基準値:  $35 \sim 93 \times 10^2/\mu\text{l}$ ) の平均値は男子, 女子とも基準値内にあり, 2 群間で差はみられなかった (表 1)。ただし基準値以上の白血球数が男子 1 名 ( $115 \times 10^2/\mu\text{l}$ ), 女子 2 名 ( $120 \times 10^2$ ,  $112 \times 10^2/\mu\text{l}$ ) にみられ, 感染症もしくは運動による白血球動員の可能性が考えられた。

赤血球数 (基準値: 男性  $410 \sim 560 \times 10^4/\mu\text{l}$ , 女性  $365 \sim 500 \times 10^4/\mu\text{l}$ ), ヘモグロビン (基準値: 男性  $13.1 \sim 17.5\text{g/dl}$ , 女性  $11.0 \sim 15.1\text{g/dl}$ ), ヘマトクリット (基準値: 男性  $39.0 \sim 52.0\%$ , 女性  $33.0 \sim 46.0\%$ ) の平均値はいずれも男子, 女子とも基準値内にあったが, 基準値の差と同様に, 採血結果は有意に女子の値が低かった (表 1)。貧血の定義を男子のヘモグロビン  $13.1\text{g/dl}$  以下, 女子のヘモグロビン  $11.0\text{g/dl}$  以下とした場合, 男子は 0 名, 女子は 3 名 ( $9.5$ ,  $8.3$ ,  $10.5\text{g/dl}$ ), 5.8% に貧血が認められた。

血小板数 (基準値:  $13.0 \sim 36.0 \times 10^4/\mu\text{l}$ ) の平均値は男子, 女子とも基準値内にあったが, 有意に男子の値が高かった (表 1)。男子は 36 名中 5 名 ( $41.3 \times 10^4$ ,  $44.5 \times 10^4$ ,  $38.6 \times 10^4$ ,  $43.3 \times 10^4$ ,  $41.9 \times 10^4 \mu\text{l}$ ), 13.9% に, 女子は 52 名中 2 名 ( $60.7 \times 10^4$ ,  $38 \times 10^4/\mu\text{l}$ ), 3.8% に基準値以上の値がみられた。

血清鉄 (基準値: 男性  $50 \sim 173\mu\text{g/dl}$ , 女性  $40 \sim 158\mu\text{g/dl}$ ), フェリチン (基準値: 男性  $14.5 \sim 332\text{ng/ml}$ , 女性  $5.3 \sim 180\text{ng/ml}$ ) の平均値はいずれも男子, 女子ともに基準値内にあったが, 基準値の差と同様に, 有意に女子の値が低かった (表 1)。

女子は当初 56 名を対象としたが, すでに貧血と診断され, 鉄剤の注射や内服治療を受けている者が 4 名 (7.1%) おり除外した。残りの 52 名のうち, 未治療でヘモグロビンが明らかに低下しており, 今回初めて貧血と診断された者が 3 名にみられた。既に 4 名が治療している結果から, 高校生女子スポーツ選手 56 名のうち 7 名, 約 13% に明らかな貧血がみられることがわかった。さらにヘモグロビンは基準値内だが, 血清鉄もしくはフェリチンが低く, 貧血の前段階 (前貧血状態) にある者が 3 名にみられ, この前貧血状態者を貧血者に加えると 10 名となり, 高校女子スポーツ選手 56 名中約 18% において, つまり約 5 人に 1 人において貧血を注意する必要があると考えられた。男子では貧血治療している者, ヘモグロビンが低下している者はいなかったが, 血清鉄もしくはフェリチンが低い前貧血状態にある者が 36 名中 3 名 (8.3%) にみられた。

### 3.2. 肝機能, 総蛋白, CPK について

肝機能と筋傷害の指標である GOT (基準値: 男性 13 ~ 36U/l, 女性 11 ~ 29U/l) の平均値は男子, 女子とも基準値内にあったが, 基準値の差と同様に, 有意に男子の値が高かった (表 2)。男子は 24 名中 10 名 (41.7%), 女子は 52 名中 16 名 (30.8%) に基準値以上の値がみられた。

肝機能の指標である GPT (基準値: 男性 9 ~ 44U/l, 女性 7 ~ 27U/l) の平均値は男子, 女子とも基準値内にあったが, 基準値の差と同様に, 有意に男子の値が高かった (表 2)。しかし女子のみ 52 名中 5 名 (39, 28, 38, 34, 38U/l), 30.8% に基準値以上の値がみられた。

総蛋白 (基準値: 6.7 ~ 8.3g/dl) の平均値は男子, 女子とも基準値内にあったが, 有意に男子の値が高かった (表 2)。男子は 24 名中 5 名 (8.6, 8.4, 8.5, 8.5, 8.8g/dl), 20.8% に, 女子は 52 名中 5 名 (8.5, 8.6, 8.5, 8.4, 8.7g/dl), 9.6% に基準値以上の値がみられた。

CPK (基準値: 男性 52 ~ 255U/l, 女性 43 ~ 151U/l) は筋傷害によって筋組織から逸脱する酵素であり, 平均値は男子, 女子とも基準値以上を示し, かつ有意に男子の値が高かった (表 2)。男子は 24 名中 21 名 (87.5%) に基準値以上の値がみられ, しかも 1000U/l を超える値を示す者が 2 名 (1120, 1214U/l) おり, この 2 名については, トレーニングにより中程度以上に筋傷害が引き起こされている可能性が考えられた。女子も同様であり, 52 名中 41 名 (78.8%) に基準値以上の値がみられ, 1000U/l を超える値を示す者も 3 名 (1117, 1527, 1320U/l) みられた。特にこの 3 名の女子については, やはりトレーニングにより中程度以上に筋傷害が引き起こされている可能性が考えられた。

### 3.3. 総コレステロール, HDL コレステロールについて

総コレステロール (基準値: 130 ~ 219mg/dl) の平均値は男子, 女子とも基準値内にあり, 2 群間で差はみられなかった (表 3)。ただし基準値以上の値を示した男子は 2 名 (238, 231mg/dl), 8.3% に, 女子は 8 名 (249, 226, 235, 308, 268, 271, 225, 284mg/dl), 15.4% にみられた。

HDL コレステロール (基準値: 40mg/dl 以上) は過剰なコレステロールを回収するはたらきがあり, 抗動脈硬化因子とも呼ばれるが, 平均値は男子, 女子とも基準値内にあり, 2 群間で差はみられなかった (表 3)。

表 1. 末梢血液一般検査と血清鉄, フェリチンの検査結果

	男子 (36 人)	女子 (52 人)	p value
白血球数 ( $\times 10^2/\mu\ell$ )	61.9 $\pm$ 15.3	63.0 $\pm$ 16.4	n. s.
赤血球数 ( $\times 10^4/\mu\ell$ )	520.6 $\pm$ 29.7	449.0 $\pm$ 39.6	p<0.01
ヘモグロビン (g/dl)	15.2 $\pm$ 0.7	13.0 $\pm$ 1.3	p<0.01
ヘマトクリット (%)	46.1 $\pm$ 2.3	39.9 $\pm$ 3.6	p<0.01
血小板数 ( $\times 10^4/\mu\ell$ )	31.4 $\pm$ 6.1	27.1 $\pm$ 6.6	p<0.01
血清鉄 ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	120.3 $\pm$ 35.8	82.8 $\pm$ 33.8	p<0.01
フェリチン (ng/ml)	63.3 $\pm$ 38.3	36.2 $\pm$ 23.2	p<0.01

数値は平均 $\pm$ 標準偏差

表2. 肝機能, 総蛋白, CPK の検査結果

	男子 (24人)	女子 (52人)	p value
GOT (U/l)	34.4±8.4	27.4±9.6	p<0.01
GPT (U/l)	24.8±5.5	17.9±7.8	p<0.01
総蛋白 (g/dℓ)	8.0±0.4	7.7±0.5	p<0.05
CPK (U/l)	553.6±276.7	364.0±307.2	p<0.05

数値は平均±標準偏差

表3. 総コレステロール, HDL コレステロールの検査結果

	男子 (24人)	女子 (52人)	p value
総コレステロール (mg/dℓ)	180.0±24.5	189.3±37.8	n. s.
HDL コレステロール (mg/dℓ)	81.5±16.4	81.6±17.1	n. s.

数値は平均±標準偏差

#### 4. 考察

赤血球数, ヘモグロビン, ヘマトクリット, 血清鉄, フェリチンについては, 基準値において男女差があり, 今回の血液検査の平均値でもその傾向は変わらず, 女子選手の値が男子選手よりも有意に減少していた。

ただ運動選手の貧血については, 坂本 (2001) は 2001 年の高校生国体選手の血液検査の結果, 男子の貧血 (ヘモグロビン 13.0g/dℓ以下) が 19.7%にみられ, 女子の貧血 (ヘモグロビン 11.0g/dℓ以下) は 13.6%であったと男子に多くみられたことを報告した。今回の対象者では女子に約 13%の貧血者がおり, 女子については同程度の頻度であった。男子には潜在的な貧血の者が 5.8%いたが, ヘモグロビンが低下した貧血者はみられず, 結果は異なるものであった。この相違は何が原因であろう。運動によって起こる貧血の原因には, 鉄の摂取不足以外に蛋白質の摂取不足, 赤血球破壊の亢進などがある (池上 1994)。対象とした男子水球選手のうち 21 名 (58.3%) がプロテインを常用していたので, 蛋白質不足による貧血を防ぐことができた可能性がある。また体重制限が競技に大きく関わる種目では, 過度なダイエットによる栄養摂取不足で貧血をまねくことがあるので注意が必要であるが, 今回対象とした競技種目ではそのような傾向はみられなかった。

赤血球破壊の亢進による貧血については, その背景として乳酸濃度の上昇による赤血球浸透圧脆弱性の亢進と赤血球膜の抵抗性の低下 (弘 1982) や, 足底に加わる衝撃もしくは毛細血管網を長時間循環することによる破壊, 高体温による破壊促進がある (中野ほか 1999)。例えば長距離走や剣道, バasketボール, バレーボールといった激しくグラウンドや床に足底を打ちつける競技では, 運動による高体温下で赤血球が足底を含め全身の毛細血管を頻回に循環し, そのために赤血球膜が摩耗, 脆弱化し, 破壊されることが考えられる。今回の対象競技である男子水球では, 水中競技である故に強く足底を打ちつける動作が少なく, 赤血球破壊による貧血を起こしにくかった可能性がある。

しかしながら男子水球選手においても, 赤血球数が基準値内ながら, 血清鉄もしくはフェリチンが低い前貧血状態にある者がいた。そもそも鉄欠乏性貧血の場合, 鉄の摂取が少ないからといって, いきなり赤血球産生が低下するわけではない。一般に成人における体内総鉄量は 3~4g であり, 約 70%はヘモグロビン鉄として赤血球中に含

まれ、約30%弱はフェリチンなどの貯蔵鉄として、残りは組織鉄として分布している（杉本ほか 1999）。鉄不足になるとまず貯蔵鉄が使われ減少し、次に血清鉄が減少、そして赤血球産生が減少して貧血となる。したがって、鉄不足の状態が早めにわかり、鉄を補充するなら、貧血になるようなことはない。

一般に女子は月経があるため貧血になりやすいと言われているが、スポーツ選手にみられる貧血の場合は、性別の影響もあるが、競技種目、強度、栄養の関わりも大きい。指導者は日頃から生徒の食事の内容に気を配り、貧血にならないように鉄を多く含む食材の情報を与えるとともに、体調不良がみられたり、めまい、ふらつき、パフォーマンスが上がらないといった選手をみた場合は、医療機関への受診と血液検査を勧めてほしい。また近年は採血しなくても、近赤外線センサーを用いてヘモグロビン濃度を測定できる簡易な機器が開発されてきており、現場において貧血の診断が可能となる環境になりつつある。

一方、貧血には「見かけ上の貧血」という概念もある。持久性トレーニング者では運動により増えた循環血液量が赤血球産生増加量を上回るために血球成分の容積比であるヘマトクリットが低下し、相対的に軽度の貧血所見を示すというものである（Wilmore and Costill 1999）。酸素の運搬能力からみた場合、赤血球が多いほど望ましいわけであるが、血液量がそれに応じて増えなければ、却って血液の粘性抵抗が高まり、血流が遅くなってしまう。したがって、持久性トレーニングによりヘマトクリットが低下すること（見かけ上の貧血）は、酸素運搬効率を上げるための適応現象ともいえ、川原（1989）はヘマトクリットが基準値より若干低めの30～40%あたりが最適であると報告している。運動性貧血の判断の時には、この現象も留意しておく必要がある。

その他の血液性状の特徴としては、白血球数や血小板数が基準値以上に増えている選手がいた。複数名にみられていることから、血液疾患ではなく、運動によって骨髄、脾臓、血管壁などから白血球や血小板が動員され増えている可能性が考えられる。また男子選手に血小板数が多くみられたのは、運動量の多さによる動員量の増大が反映された結果かもしれない。運動による増加は一過性の現象であり、時間がたつと元に戻るが、白血球や血小板が増えたことによる免疫機能や凝固機能への影響については、運動の強度、継続時間によって異なる（大野ほか 2003）。

GOTとCPKの上昇についてはトレーニングによる筋傷害が原因の一つと考えられ、男子選手の値が女子選手よりも増えているのは、筋肉量や運動強度、運動時間の差によるものと思われる。筋傷害以外の原因として、鈴木（2000）は筋細胞内のATPなどの高分子物質の分解や低酸素による筋細胞膜の透過性亢進が、酵素の細胞外への漏出を促進する可能性を報告している。対象とした競技の継続したトレーニングによるCPKの上昇は、その平均値が男子および女子選手とも基準値上限の2倍程度であることから、筋傷害よりも筋細胞膜の透過性亢進の関与が大きい可能性がある。それでもCPKが1000U/lを超える者については、トレーニングによる筋傷害の程度が大きいのでトレーニングを控える指導が必要と思われる。

GPTについては女子選手に基準値を超える者がおり、GPTが肝臓に多く含まれることを考えるとトレーニングによる肝臓障害を疑わせるが、GPTは肝細胞以外にも微量ながら存在し、CPKやGOTと同様の機序で運動により細胞から逸脱した可能性もある。今回のデータからは、トレーニングがまねくGPT上昇についての原因を明らかにすることはできないが、矢野ら（1995）は一過性の高強度運動後に肝門脈血流量の減少と肝実質細胞および類洞細胞への障害が起こっている可能性を報告している。

コレステロールについては、特に持久性運動をつづけているとHDLコレステロールが高くなることが報告されており（本山ほか 1992）、総コレステロールはHDLコレステロールの増加を反映して高くなる。男子選手と女子

選手が示した HDL 平均値の 81mg/dl は、週 800 分程度の持久性運動に相当し、トレーニングで鍛えている結果とみることができる。またコレステロールには動脈硬化のリスクファクターである LDL コレステロールがあるが、LDL コレステロールについては運動による変化について一定した見解はない。

以上、高校生スポーツ選手の血液性状の特徴を調べた結果、次のことがわかった。①今回の検査では、貧血および鉄不足の前貧血状態の女子選手が約 18% にみられ、また男子選手にも前貧血状態の者がみられた。貧血の発生については性差以外にも、競技種目、運動強度の関わりが考えられることから、女子選手はもとより男子選手についても鉄欠乏性貧血に十分に気をつけ、潜在的な鉄欠乏状態にならないように、日ごろから鉄の摂取を含めた栄養指導をしっかりと行う必要がある。②白血球数と血小板数については、運動によって一過性に増える可能性がある。③継続的なトレーニングにおける血中 CPK、GOT の上昇は筋細胞損傷以外に筋細胞膜の透過性亢進による可能性も考える必要がある。④総コレステロールの上昇は、HDL コレステロールが増えることによる可能性が高い。

#### 付記

本論文では、公益財団法人鹿児島県体育協会スポーツ医・科学対策事業の「国体選手（候補）メディカルチェック」にて得られた採血結果を使わせていただいた。

#### 引用文献

池上晴夫 (1994) スポーツ医学 I, 朝倉書店, pp.211-227

大野秀樹ほか (2003) トレーニング生理学, 杏林書院, pp.286-289

川原貴 (1989) スポーツ選手の貧血の問題と対策. 臨床スポーツ医学, 6 (5), pp.495-498

坂本静男 (2001) 平成 13 年国体選手のメディカルチェックに関する回答結果について. 平成 13 年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 ー国体選手の医・科学サポートに関する研究 (第 9 報), 日本体育協会, pp.9-14

杉本恒明ほか (1999) 内科学, 朝倉書店, pp.1625-1627

鈴木政登 (2000) 運動と CK(CPK). 体力科学, 49, pp.27-32

中野昭一ほか (1999) スポーツ医科学, 杏林書院, pp.515-517

長嶺晋吉ほか (1984) スポーツ選手における貧血の発生と予防に関する研究. 昭和 59 年度日本体育協会スポーツ科学報告, pp.1-25

弘卓三 (1982) 代謝性 acidosis による赤血球浸透圧脆弱性の研究. 体力科学, 31, pp.279-290

本山貢, 角南幸良, 入江尚ほか (1992) Aerobic Dance Instructor の血清脂質およびアポリポ蛋白濃度と有酸素的作業能との関係性と経時的変化. 臨床スポーツ医学, 9 (4), pp.442-447

矢野里佐, 矢野博己, 木下幸文 (1995) 高強度運動が肝機能検査成績に及ぼす影響. 川崎医療福祉学会誌, 5 (2), pp.133-138

Wilmore, J.H. and Costill, D.L. (1999) Physiology of Sport and Exercise (2nd ed), Human Kinetics, pp.289-291