

昭和50年度 日本体育協会スポーツ科学研究報告

No. VI スポーツ選手における貧血の発生と
予防に関する研究

第1報 貧血発生の実態について

財団法人 日本体育協会

スポーツ科学委員会

スポーツ選手における貧血の発生と予防に関する研究

第1報 貧血発生の実態について

報告者

財)日本体育協会スポーツ科学委員会 スポーツ選手の貧血に関する研究班

班長 長嶺 晋吉¹⁾

班員 井川 幸雄²⁾ 磯貝 行秀³⁾ 香川 芳子⁴⁾
黒田 善雄⁵⁾ 鈴木 一正⁶⁾

担当研究員 伊藤 静夫(財団法人日本体育協会、スポーツ科学研究所)

目次

I 緒言	長嶺 晋吉
II 研究方法	長嶺 晋吉
III 結果	
1. 血液性状	井川 幸雄
2. 発汗による鉄の損失量	鈴木 一正
3. エネルギー消費量	長嶺 晋吉
4. 栄養摂取量	香川 芳子
5. 自覚症状	磯貝 行秀
6. 食欲・体重変動	
食嗜好、月経等の状態	長嶺 晋吉
IV 総括と考察	長嶺 晋吉

I 緒言

スポーツ選手における貧血の問題は、スポーツ自体の生体に及ぼす生理的影響の問題としては勿論のこと、実際的にはスポーツ遂行能の向上あるいは競技力の向上及びスポーツ選手の健康管理の上から重要な課題である。しかし、スポーツ選手における貧血の問題は、そのメカニズムにしても、貧血発生の条件要因についてもその全容が完

全に解明されているわけではない。本研究の目的は、スポーツ選手、特に女子選手において貧血の発生が多いことから、スポーツ選手における貧血の発生とその条件要因との関係を実態的に明らかにするとともに、その予防対策をも検討することにある。

スポーツと貧血に関する研究は、近年には日本において活発に行なわれ、山地¹⁾を始めとして山田²⁾、吉村³⁾⁴⁾、平松⁵⁾、宇佐美⁶⁾、大塚⁷⁾、白木⁸⁾、芦田⁹⁾等により多くの報告がなされている。これらの成績を総括すると、激しい運動はストレスとなってアドレナリンの分泌を増加させ、これが脾臓を収縮させて溶血性因子(リゾレシチン)を血中に放出させ、それによって赤血球膜の抵抗性が弱まり赤血球の破壊を促進する。赤血球の破壊により遊離した血色素はトレーニングに伴う骨格筋の肥大と抵抗性の強い新しい赤血球の産生に利用される(トレーニングに対する適応現象)。しかし、この場合に蛋白質の供給が十分でなければ赤血球の新生が阻害され貧血を生ずるという(いわゆるスポーツ性貧血)。このスポーツ性貧血は激しいトレーニングの初期あるいは筋肉の十分に発達していない未熟練者において顕著に現われるが、蛋白質の補給が十分であれば貧血の発生を防ぐことができるという。

ところで、これら一連の研究は主として蛋白質代謝との関係において実験され観察されているも

1), 6) 国立栄養研究所

2), 3) 東京慈恵会医科大学

4) 女子栄養大学

5) 東京大学

のである。貧血の発生については、蛋白質代謝との関係以外に、鉄代謝との関係の面からも更に追究されなければならない。鉄の吸収利用は食品の構成や他の栄養素のとり方、あるいは生体の要求度によって大きく異なり、鉄の損失は汗や上皮細胞の剥脱により、女子においては月経により個人的に異なる。Mitchell ら¹⁰⁾ や Hussain¹¹⁾ らは高温環境においては汗中への鉄の排泄が増加することを報告しており、Green ら¹²⁾ はこれに反して高温下での作業で鉄の損失は増加しなかったと報告している。何れにしても、鉄の收支についてはスポーツ選手においてもその食事とトレーニングとの関係において研究される必要がある。

本研究は、これらの諸要因について総合的に研究し、その予防対策を考究することにある。本年度（昭和50年）はプロジェクトの初年度として、貧血発生の多いといわれているバレー・ボールチームを対象として、貧血の発生状態について実態的調査研究を行なった。

II 研究方法

1. 対象

対象としては貧血の発生頻度の高いといわれて

表1-1 スポーツ選手種目別貧血受診数及び率
(日本体育協会スポーツ診療所、13年間の成績)

	男	%	女	%	全体	%
陸 上 競 技	14	10.2	35	25.5	49	35.8
ラ グ ビ 一	14	10.2			14	10.2
ス キ 一	6	4.4	6	4.4	12	8.8
バ レ ー ボ ー ル	3	2.2	21	15.3	24	17.5
バ スケッ ト ボ ー ル	3	2.2	13	9.5	16	11.7
ハ ン ド ボ ー ル	2	1.5	3	2.2	5	3.6
ボ ー ト	2	1.5	1	0.7	3	2.2
水 泳	1	0.7	1	0.7	2	1.5
サ ッ カ 一	1	0.7			1	0.7
ホ ッ ケ 一	1	0.7	0	0	1	0.7
卓 球	1	0.7	1	0.7	2	1.5
剣 道	1	0.7	0	0	1	0.7
体 操	0	0	4	2.9	4	2.9
ス ケ ー ト	0	0	2	1.5	2	1.5
テ ニ ス	0	0	1	0.7	1	0.7
計	49	35.7	88	64.1	137	100

表1-2 対象バレー・ボール・チーム

チ ー ム 名	年 令	人 員
女 子	A	20.4
	B	22.3
	C	19.9
	D	19.0
男 子	E	21.0
	F	20.0
	G	20.8
計		82

いるバレー・ボールチームを選ぶこととし、特に貧血の多い女子バレー・ボールチームを主対象として、そのコントロールとして男子バレー・ボールチームについても調査を行なうこととした。因みに、日本体育協会スポーツ診療所における過去13年間の貧血受診スポーツ選手の種目別頻度を示すと表1-1の如く、陸上競技が男女ともに第1位にあり、男女合計で全受診者数の35.8%を占め、次いで女子のバレー・ボール選手において高く、男女合計で17.5%を占める。男女別の受診頻度は男女1に対して女子2の割合となっている。

対象バレー・ボールチームは表2-2の通りである。女子チームは全員が寮内合宿生活であり、男子チームは一部の妻帯者を除いて大部分の選手は寮内合宿であった。

2. 血液検査

(1) 採血及び日時

採血は、女子Bチームが昭和50年8月23日、女子Cチーム8月27日、男子Gチーム9月3日、女子Aチームは9月13日と10月27日の2回実施、D女子大12月18日、男子Fチーム9月6日、男子Eチーム8月30日である。

採血部位は肘正中皮静脈より行ない、採血量は約5mlである。採血時間は早朝空腹時（7～8時）に行なった。（D女子大のみ11～12時）。

(2) 測定項目及び方法

測定項目及び方法は、赤血球数（RBC）、白血球数（WBC）、血色素量（Hb）、赤血球容積値（Ht）、平均赤血球容積（MCV）、平均赤血球血色素量（MCH）、平均赤血球血色素濃度（M

HC), (いずれもコールターカウンターにより自動分析), (白血球像塗沫法により, 好中球桿状核 (Stab), 同分葉核 (Seg), 好酸球 (Eosino), 好塩基球 (Baso), リンパ球 (Lympho), 単球 (Mono) 等の百分率), 網状赤血球数 (Reti) (塗沫法による), 血小板 (plat)(プレッカーフ), 血清鉄 (S. Fe), 不飽和鉄結合能 (UIBC), 総鉄結合能 (TIBC), 鉄飽和率 (いずれも TPTZ 法), 総ビニルビン (T Bili) (ミカエルソン変法), 血清総蛋白値 (TP) (屈折法), 血清蛋白分画値(電気泳動法), LDH 活性値 (自動分析), LDH 分画値 (電気泳動法), GOT, GPT, アルカリホスファターゼ活性値 (AP) (いずれも自動分析), 血清中性脂肪値 (TG) (フレッチャー法), 血清総コレステロール値 (Tchol), (DPA法) 等の合計30項目について実施した。

3. 汗中鉄排泄量の測定

A, B, C の女子 3 チームと男子 F チームチームについて, 発汗による鉄の損失量を測定した。女子 B チームについては 9 月に 2 回, 女子 A チームについては 9 月に 1 回, 女子 C チームについては 10 月に 2 回, 男子 F チームについては 10 月に 1 回, それぞれ測定を実施した。

汗の採取汗は胸部に : 80 (高) × 150 (幅) mm の実効面積を持つ長方形のポリエチレンフィルムを粘着剤で貼りつけて採取した。このフィルムの下部には深さ約 50 mm の袋状の部分が連続し, 分泌された汗はこの部分に貯留する。貼布前には被験者の胸部をスポンジ, 洗剤, 温水で洗浄し, 更に精製水で洗浄した。貼布した状態で運動を続け分析に必要な程度の汗が得られた時にフィルムを剥がした。装着時間は 1 時間前後である。1 回の練習での発汗量は前後の体重差を発汗量とした。

分析: 採取した汗は, 孔径 0.1μ のテフロンメンブランフィルターで沪過し, 汗 (Cell free) と表皮細胞 (Cell) とに分離したものを, 少量の高純度硝酸を加えて加熱したのち, 鉄を DDTC—Xylene で抽出, 原子吸光法で測定した。

4. 消費エネルギーの測定

1 日のエネルギー消費量を知るために, A, B,

C の女子チームについてタイムスタマーを実施した。A と B のチームについては練習時間内のタイムスタマーは調査者が追跡記録を行ない, 練習外の生活時間については選手各自に記録させた。C チームのみは 1 日全時間について各自に記録させた。

練習動作のエネルギー消費を計算するためには女子大のバレーボール部員を被験者として, バレーボール練習における各種の基本動作を実際に行なわせて, そのエネルギー代謝率 (RMR) を測定し, この実測値を用いた。他の一般的な動作及び生活行動については従来の RMR を用いて計算を行なった。

5. 栄養摂取量調査

対象, 調査時期: 全身の栄養状態に影響を与える食生活を調査するには, 日常の生活時に調査することが必要で, 且つ, 摂取量を確実に把握できる対象でなければならない。今回の対象は, 年間を通じて合宿し, ほぼ規則的な生活を続けている次の 3 つの社会人チームである。

チーム名	調査期
A	50年 9月 10日～15日
B	50年 8月 26日～9月 1日
C	50年 9月 2日～8日

調査方法: 共通の食事については材料の実測, 寝外の飲食物については選手自身の記入, また社員食堂については会社栄養士の報告に基づいて摂取量を求め, 栄養量は三訂日本食品標準成分表に基づいて算出した。

6. 自覚症状に関するアンケート調査

貧血と自覚症状との関連をみるために男女 6 チームの選手を対象に, アンケート調査を行った。項目は, 貧血にしばしば伴う自覚症状を中心に, 貧血の既往歴および治療の状態, 家族と貧血あるいは貧血以外の疾患罹病歴など 28 項で, 該当項目を丸印で囲む方式で調査を実施した。アンケート調査項目は表 1—3 に示す。

表1—3 貧血の自覚症状についてのアンケート調査

氏名		生年 月日	・	・	・	才	所属		入社 年数	
----	--	----------	---	---	---	---	----	--	----------	--

貧血に関する症状を下に記してあります。該当する項目の番号を○でかこみなさい。

1. 顔色があおい（蒼白）

25. きょうだい（同胞）に貧血のものがいる。

2. 爪の形が変っている（割れ易い）

(a) 兄 (b) 弟

3. 運動時の息切れが強い。

(c) 姉 (d) 妹

4. 心臓の動きをはげしく感ずる。

26. 今迄にかかった主な病気の名前とその時の年令を記入。

5. 頭痛がある。

(1) _____ 歳

6. めまい、失神発作（脳貧血）をおこすことがある。

(2) _____ 歳

7. 耳なりがする。

(3) _____ 歳

8. 寒さい弱い。

(4) _____ 歳

9. 疲れやすい。

27. その他、なにか症状があれば記入しなさい。

(1) _____

10. 筋肉の脱力感がある。

(2) _____

11. 食欲がない。

(3) _____

12. ときどきはきけを催す。

(4) _____

13. 嘔吐することがある。

28. 常用薬品（保健剤も含む）の名前を記入しなさい。

(1) _____

14. 腹痛がある。

(2) _____

15. 便秘しがちである。

(3) _____

16. 下痢し易い。

(4) _____

17. 舌に食物がしみる。

18. 微熱がある。

19. 皮膚が出血し易い（あざができ易い）

20. 痒がある。

21. 歯ぐきより出血し易い。

22. 「貧血がある」と医師より言われたことがある。

_____ 歳

23. 貧血の治療を受けたことがある。_____ 歳

24. 貧血のくすりを今ものんでいる。

(a) くすりをのんでから体の調子がよくなつた。

(b) よくならない（変わらない）

5. あなたの月経の状態について次の問い合わせに答えて下さい。

(1)規則的(周期: 日型).不規則.無月経
(2)月経のある日数: 日

(3)主にあなたの用いている生理用品は:
・タンポン 　・ナプキン

(4)月経の量の程度について右の該当するものに月経日順別に○を記入して下さい。

(5)月経の時期をかえる為に薬を飲んでいますか:
・飲まない 　・毎月 　・年に 回位

表1-4 月経に関するアンケート

出 血 の 程 度	月 絏 日											
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1日に生理	数回: 3回以下											
用品をとり	しばしば: 4~6回											
かえる頻度	ひんぱん: 7回以上											
生理用品に	少い											
血液のつく	ある程度											
度程	多い(塊りもある)											

7. 食欲, 体重変動, 食嗜好, 月経等に関するアンケート調査

食欲, 体重の変動等の身体コンディションや食嗜好及び月経状態等に関してアンケート調査をA, B, Cの女子チームについて行なった。特に, 月経については出血量の程度をできるだけ客観的に把握する目的で, 表1-4に示すような方式に従って記入させ, これを点数化する方法を試みた。

出血の程度	月 経 日						
	1	2	3	4	5	6	
(イ) 1点				○	○	○	
	○	○					
	○						
(ロ) 2点							
(ハ) 3点	○						
B	(イ) 1点					○	
	(ロ) 2点				○	○	
	(ハ) 3点	○	○	○			
A × B	9	6	6	2	2	1 計26点	

すなわち, 下記の例示のようにA項とB項の(イ)(ロ)(ハ)の各小項目をそれぞれ段階別に1点, 2点, 3点とし, 被検者によってマークされたA, B項の該当点数を月経日毎にそれぞれ乗じ, これらの乗数値を合計するという方法を行なった。

III 結 果

1. 血液性状

表2-1にバレーボール女子部員の血液性状及

び諸化学成分値を各チーム別, 全体, さらに一般女子大生(201名)を対照に示した。

赤血球数のバレーボール女子部員全体の平均は440.2万個/mm³, 一般女子大生の平均は441.5万個/mm³で両群間に有意差は認められなかった。チーム別平均値をみると最も多く463.1(単位以下省略)でありこの値は一般女子大生より有意($P < 0.05$)である。Bは439.9でD女子大438.4とほぼ同値であり, Aチームが最も少なく429.4で最高値を示したCチームとの間には有意差($P < 0.01$)が認められた。

血色素量のバレーボール部員全体の平均は12.7g/dlで, 一般女子大生の平均13.0g/dlとの間には有意差($P < 0.05$)が認められ, バレーボール部員の方が0.3g/dlとわずかではあるが低値である。各チーム別の平均値を比較すると, 赤血球と同様にCチームが最も高く13.3g/dl, 次いでD女子大チーム12.9, Bチーム12.6, Aチームが最も少なく12.2でCチームより1.1g/dl, D女子大チームより0.5g/dl少なく, この差はいずれも有意($P < 0.001$)である。

赤血球容積値のバレーボール部員全体の平均は38.9%, 38.8%とほぼ同値で有意差なく, チーム別では, やはりCチームが最も多く41.2%で, この値は一般女子大生より有意に高値である。Bチームの平均39.1%は, D女子大チームは38.7%, Aチームが最も少なく37.8%で最も多いCチームとの間には有意差($P < 0.05$)が認められる。

平均赤血球容積(MCV)は, 一般女子学生と有意差がなく, 平均赤血球血色素量(MCH)及

表2-1 バレーボール女子部員の血液性状及び諸化学成分値

	A (n=13)	B (n=11)	C (n=8)	D (n=25)	全体 (n=57)	一般女子大学生 (n=201)	有意差
赤血球数 $10^4/\text{mm}^3$	429.38±26.28	439.90±27.47	463.12±19.40	438.4 ±28.7	440.21±28.55	441.5 ±28.2	P<0.05
赤色素量 g/dl	12.2 ± 1.0	12.6 ± 0.7	13.3 ± 1.1	12.9 ± 0.7	12.7 ± 0.9	13.0 ± 0.9	なし
赤血球容積 %	37.8 ± 2.7	39.13±2.20	41.2 ± 3.3	38.7 ± 2.0	38.9 ± 2.6	38.8 ± 2.4	なし
平均赤血球容積 μ^3	86.2 ± 5.3	87.1 ± 1.6	87.3 ± 6.2	88.9 ± 3.9	87.7 ± 4.5	86.8 ± 5.0	なし
" 血色素量 $\mu\text{g}/\text{dl}$	28.5 ± 2.0	28.8 ± 0.6	28.7 ± 2.5	29.5 ± 1.5	29.0 ± 1.7	30.0 ± 2.1	P<0.01
" " 濃度 %	32.1 ± 0.5	32.1 ± 0.3	32.0 ± 0.6	33.3 ± 0.6	32.6 ± 0.8	33.4 ± 2.2	P<0.01
血清鉄 $\mu\text{g}/\text{dl}$	55.3 ± 24.5	80.8 ± 21.1	76.6 ± 59.1	102.6 ± 38.3	84.4 ± 41.2	103.9 ± 38.8	P<0.01
不飽和鉄結合能 $\mu\text{g}/\text{dl}$	247.9 ± 56.1	244.4 ± 36.6	257.9 ± 33.3	287.6 ± 40.5	266.3 ± 46.7	251.9 ± 61.2	なし
総鉄結合能 $\mu\text{g}/\text{dl}$	304.5 ± 324.3 ±	337.5 ± 390.0 ±	351.4 ±	354.3 ± 51.4			
鉄飽和率 %	19.4 ±	25.4 ±	22.5 ±	26.4 ±	24.0 ±	29.6 ± 10.8	P<0.001
白血球数 / mm^3	5869 ± 776	5336±1170	7188±2551	5824±984	5919±1371	6860±1530	—
好塩基性球 %	0.2 ± 0.4	0.1 ± 0.3	0.4 ± 0.7	0.1 ± 0.3	0.2 ± 0.4		
好中性球 %	4.5 ± 1.7	3.4 ± 1.8	4.6 ± 2.2	4.0 ± 1.5	4.1 ± 1.7		
好粒性球 %	45.8 ± 4.7	44.8 ± 8.1	50.5 ± 6.4	47.1 ± 5.4	46.8 ± 6.1		
好酸球 %	2.5 ± 1.6	2.3 ± 2.1	2.8 ± 2.1	2.5 ± 2.5	2.5 ± 2.5		
単球 %	2.7 ± 1.7	2.2 ± 0.9	2.6 ± 1.2	2.0 ± 0.7	2.3 ± 1.1		
リンパ球 %	44.2 ± 4.9	47.3 ± 7.0	39.1 ± 8.0	44.4 ± 5.0	44.2 ± 6.2		
血清蛋白質 g/dl	7.2 ± 0.3	7.4 ± 0.3	7.6 ± 0.2	7.7 ± 0.3	7.5 ± 0.4	7.9 ± 0.5	P<0.001
" " 分画値アルブミン %	57.6 ± 2.8	58.2 ± 2.7	54.1 ± 2.3				
" " " α_1 グロブリン %	4.9 ± 0.5	4.7 ± 0.3	4.5 ± 0.2				
" " " α_2 %	11.4 ± 1.0	9.7 ± 1.0	12.3 ± 0.7				
" " " β %	9.7 ± 1.3	9.9 ± 0.8	10.4 ± 0.4				
" " " γ %	16.5 ± 2.6	17.6 ± 2.4	18.7 ± 2.3				
血清中性脂肪値 mg/dl	77.9 ± 14.0	91.7 ± 21.8	103.5 ± 17.5				
" 総コレステロール値 mg/dl	172.8 ± 18.4	175.5 ± 16.1	188.8 ± 33.0	206.4 ± 31.8	186.8 ± 38.0		
LDH活性値	273.6 ± 66.4	257.5 ± 38.2	219.6 ± 86.1	271.9 ± 44.7	266.2 ± 50.3		
LDH分画値 1 %	35.9 ± 8.3	45.0 ± 6.0	42.1 ± 4.6	38.1 ± 3.9	39.5 ± 6.6		
" 2 %	32.2 ± 3.5	36.0 ± 4.2	33.8 ± 3.7	34.9 ± 2.8	34.3 ± 3.6		
" 3 %	27.8 ± 8.3	17.8 ± 2.6	23.8 ± 3.2	22.4 ± 2.9	22.9 ± 5.7		
" 4 %	2.5 ± 1.5	0.6 ± 0.8	0.6 ± 0.7	2.0 ± 1.0	1.6 ± 1.3		
" 5 %	1.8 ± 1.4	0.6 ± 0.8	1.0 ± 0.9	2.7 ± 1.3	1.9 ± 1.4		
GOT活性値 mU/ml	15.2 ± 2.7	12.6 ± 3.0	14.9 ± 2.6	12.6 ± 3.5	13.7 ± 2.9		
GPT活性値 mU/ml	10.2 ± 1.9	8.2 ± 1.5	12.9 ± 6.1	9.2 ± 4.0	9.8 ± 3.9		
アルカリホスファターゼ BLu/l	1.28±0.24	1.46±0.27	1.39±0.3	1.87±0.46	1.57±0.48		
網状赤血球数 $^{9/100}$	4.53±3.40	5.72±2.45	6.50±3.58	3.5±3.5	4.54±3.4		
血小板× $10^4/\text{mm}^3$	22.04±7.00	27.98±10.32	25.36±5.71	22.1 ± 3.2	23.67±6.64		

表 2-2 男子バレーボール部員血液性状及び諸化学成分値

		G (n = 8)	F (n = 11)	E (n = 6)	全体 (n = 25)
G O T	mU/ml	22.6 ± 11.8	15.4 ± 4.0	17.7 ± 4.2	18.2 ± 8.1
G P T	mU/ml	25.3 ± 20.8	12.7 ± 3.1	14.5 ± 6.0	16.7 ± 13.8
L D H	mU/ml	239.0 ± 27.1	379.2 ± 135.2	355.7 ± 63.6	328.7 ± 114.3
A L P	BLu/l	1.63 ± 0.38	1.84 ± 0.34	1.73 ± 0.39	1.74 ± 0.38
L D H ₁	%	33.6 ± 4.0	42.3 ± 5.5	34.0 ± 2.2	37.7 ± 6.5
" 2	%	33.6 ± 2.5	23.0 ± 3.0	36.5 ± 4.8	32.2 ± 4.6
" 3	%	30.1 ± 4.6	26.5 ± 5.3	23.8 ± 1.2	27.0 ± 5.1
" 4	%	1.1 ± 0.8	1.5 ± 0.9	2.0 ± 0.8	1.5 ± 0.9
" 5	%	1.5 ± 1.1	0.8 ± 0.6	2.0 ± 1.2	1.3 ± 1.0
T. P	g/dl	7.3 ± 0.4	7.5 ± 0.3	6.9 ± 0.1	7.3 ± 0.4
Alb	%	58.2 ± 2.3	60.0 ± 1.7	59.2 ± 2.0	59.2 ± 2.1
α ₁	%	3.3 ± 0.2	3.8 ± 0.6	4.8 ± 0.5	4.1 ± 0.6
α ₂	%	9.5 ± 1.1	10.0 ± 1.4	9.9 ± 1.3	9.8 ± 1.3
β	%	10.8 ± 0.9	10.2 ± 1.8	10.4 ± 1.0	10.4 ± 1.4
γ	%	17.6 ± 2.2	16.0 ± 1.8	15.7 ± 5.9	16.4 ± 2.1
T. G	mg/dl	89.4 ± 15.8	77.8 ± 21.5	81.7 ± 15.9	82.4 ± 19.2
T. C	mg/dl	147.3 ± 16.7	142.5 ± 15.5	156.0 ± 30.2	147.2 ± 19.1
赤血球数 × 10 ⁶ /mm ³		498.01 ± 23.96	509.50 ± 15.5	496.7 ± 12.0	497.4 ± 22.2
血色素量	g/dl	15.11 ± 0.96	14.35 ± 1.99	14.8 ± 0.3	14.78 ± 0.92
赤血球容積	%	44.83 ± 2.60	45.35 ± 3.35	45.7 ± 1.22	45.19 ± 2.50
平均赤血球容積	μ ³	89.18 ± 3.99	87.25 ± 4.16	90.0 ± 3.5	89.56 ± 3.48
" " 血色素量	μg	31.10 ± 1.06	28.22 ± 1.50	29.9 ± 1.0	29.88 ± 1.68
" " " 濃度	%	33.64 ± 0.43	31.41 ± 0.51	32.1 ± 0.3	32.56 ± 3.48
血清鉄	μg/dl	127.4 ± 56.5	108.1 ± 48.4	114.2 ± 42.5	115.7 ± 50.5
不飽和鉄結合能	μg/dl	216.4 ± 69.9	220.8 ± 46.0	206.2 ± 47.4	215.9 ± 55.4
総鉄結合能	μg/dl	343.8 ± 38.7	328.9 ± 30.9	320.4 ± 59.4	331.6 ± 42.7
鉄飽和率	%	37.8 ± 17.9	33.4 ± 13.2	35.6 ± 11.2	35.3 ±
白血球数	/mm ³	5800 ± 892	6787 ± 1769	6200 ± 1628	6212 ± 1380.5
好塩基性球	%	0 ± 0	0.25 ± 0.46	0 ± 0	0.08 ± 0.27
	%	3.4 ± 1.4	3.00 ± 1.50	4.0 ± 1.8	3.36 ± 1.52
	%	48.8 ± 3.7	42.12 ± 11.84	49.0 ± 10.5	46.72 ± 8.6
	%	2.54 ± 1.8	3.25 ± 2.25	1.9 ± 1.4	2.72 ± 1.89
单球	%	2.2 ± 1.1	2.87 ± 1.24	1.5 ± 0.5	2.24 ± 1.10
リンパ球	%	43.5 ± 3.8	49.66 ± 10.88	43.2 ± 8.7	45.04 ± 7.84
網状赤血球数	%	2.45 ± 2.16	5.12 ± 5.16	4.50 ± 3.93	3.8 ± 3.7
血小板	× 10 ⁶ /mm ³	17.12 ± 3.97	23.87 ± 5.17	19.40 ± 3.51	19.83 ± 4.97

び平均赤血球血色素濃度 (MCHC) は一般女子学生より平均値で1.0, 0.8とわずかではあるが有意に低値を示した。各チーム間の差はMCV, MCH, MCHC いずれも D女子大チームが最も高値で、Aチームが最も低値を示した。

血清鉄はバレー部員が有意に低値でその差も $19.5\mu\text{g}$ に達したが、不飽和鉄結合能、(UIB C), 総鉄結合能(TIBC), 鉄飽和率はいずれも有意差がない。

白血球はバレー部員が有意 ($P < 0.001$)

に少ない。

血清総蛋白についても同様の ($P < 0.001$) 有意差が認められ、各チームの比較では、D女子大チームが 7.7g/dl で一般女子大生の 7.2g/dl と有意差がない。Aチームは 7.2g/dl で最も少なく、一般女子大生、D女子大チーム、Cチームより有意に低値となっている。

中性脂肪値、総コレステロール値についてはAチームが最も少なく (77.9mg , 172.8mg/dl), Bチームとは有意差はないがCチームとは中性脂

表2-3 バレーボール女子部員と一般女子学生のHb12g/dl以下の者の血液性状の比較

	バレーボール 女子選手 (n=10)	一般女子 学生 (n=20)	有 意 差
赤 血 球 数	414.7 ± 24.3	429.0 ± 37.4	な し
ヘモグロビン値	11.3 ± 0.7	11.2 ± 0.8	な し
ヘマトクリット値	35.3 ± 1.7	34.2 ± 2.0	な し
平均赤血球容積	84.2 ± 6.3	79.3 ± 8.7	な し
" " 血色素量	27.5 ± 2.5	26.7 ± 3.3	な し
" " " 濃度	31.9 ± 0.8	32.8 ± 0.7	$P < 0.01$
血清総蛋白値	7.4 ± 0.3	7.8 ± 0.6	な し
血 清 鉄	66.8 ± 61.0	74.3 ± 48.9	な し
不飽和鉄結合能	290.8 ± 60.3	332.4 ± 67.3	な し
総 鉄 "	$357.5 \pm$	393.8 ± 64.4	
鉄 飽 和 率	$18.7 \pm$	17.3 ± 9.7	
白 血 球 数	5330 ± 1004	6640 ± 1600	$P < 0.05$
網 状 赤 血 球	$6.8 \pm$		
血 小 板	$24.4 \pm$		
総ビリルビン	$0.35 \pm$		

表2-4 バレーボール女子部員と一般女子学生のHb14g/dl以上の血液性状の比較

	バレーボール 女子選手 (n=4)	一 般 女 子 学生 (n=20)	有 意 差
赤 血 球 数	486.3 ± 25.2	481.2 ± 23.4	な し
ヘモグロビン値	14.5 ± 0.2	14.4 ± 0.3	な し
ヘマトクリット値	43.7 ± 1.2	42.6 ± 1.0	な し
平均赤血球容積	89.3 ± 3.3	87.7 ± 3.0	な し
" " 血色素量	30.0 ± 1.6	30.4 ± 1.1	な し
" " " 濃度	33.1 ± 1.3	33.7 ± 0.5	な し
血清総蛋白値	8.0 ± 0.6	8.0 ± 0.6	な し
血 清 鉄	137.3 ± 70.4	104.1 ± 41.8	な し
不飽和鉄結合能	$275.5 \pm$	248.9 ± 44.7	
総 鉄 "	$412.8 \pm$	354.6 ± 42.3	
鉄 飽 和 率	$33.3 \pm$	29.6 ± 10.5	
白 血 球 数	$6675 \pm$	7460 ± 1150	
網 状 赤 血 球	$5.3 \pm$		
血 小 板	$22.0 \pm$		
総ビリルビン	$0.45 \pm$		

表2-5 バレーボール男子部員Hb値別比較

	13.5g/dl以下 (n=4)	13.6~15.5 (n=16)	15.6以上 (n=5)
赤 血 球 数	480.3 ±17.6	496.4 ±27.2	514.2 ± 9.0
ヘモグロビン値	13.2 ± 0.3	14.8 ± 0.5	16.0 ± 0.3
ヘマトクリット値	41.5 ± 2.0	45.0 ± 1.2	48.0 ± 2.2
平均赤血球容積	85.0 ± 1.2	89.1 ± 3.4	91.6 ± 2.3
" " 血色素量	27.6 ± 0.5	30.1 ± 1.8	31.3 ± 0.1
" " " 濃度	31.6 ± 1.0	32.8 ± 1.0	33.3 ± 1.1
血清総蛋白値	7.3 ± 0.2	7.2 ± 0.3	7.8 ± 0.3
血 清 鉄	103.0 ±23.8	117.6 ±52.8	119.8 ±56.9
不飽和鉄結合能	248.3 ±37.6	216.1 ±59.1	202.2 ±44.4
総 鉄 "	351.3 ±	333.7 ±	322.0 ±
鉄 飽 和 率	29.6 ±	36.4 ±	36.5 ±
白 血 球 数	4900±543	6790±1352	6120± 966
網状赤血球数	3.5 ±	4.3 ±	2.4 ±
血 小 板	22.4 ±	19.9 ±	17.4 ±
総ビリルビン	0.55±	0.73±	0.98±

肪値に有意差があり、総コレステロールはD女子大チームと有意差が認められた。

LDHは各チーム間に差がなく、いずれも正常LDH₄, LDH₅はヤシカとD女子大チームがなかでもわずかに高く両者に差がないが、Bチーム、Cチームがよく類似している。

GOT, GPTはいずれも正常であるが、なかでもAチーム、Cチームが類似している。

APはD女子大チームが高く、Aチームが低値で有意差があるが、網状赤血球と血小板について各チーム間に有意差がない。

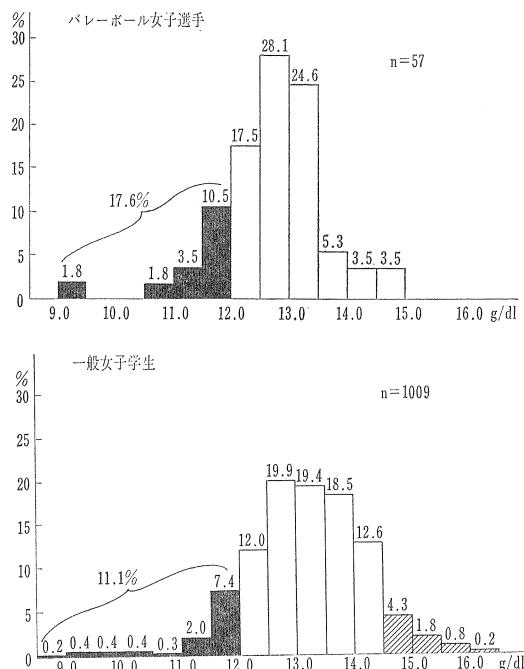
表2-2に男子部員の血液性状及び諸化学成分値を示した。注目されるのは血清総蛋白値で、Eチームが 6.9 ± 0.1 g/dlで他チームより有意に低値、これは正常値を下まわっている。また、LDHが若干高めの値を示した。他の測定項目で問題となるものはなかった。

図1-1には、女子部員及び一般女子学生のHbの度数分布を示した。いずれも正規分布を示し、12g/dl以下の低Hb者の出現率は、女子部員が17.6%，一般女子学生が11.1%で6.5%の差が認められた。

逆にHb 15 g/dl以上の高Hb者が、女子部員では0%，一般女子学生では2.8%存在した。

図1-2に男子部員のHb値の度数分布を示した

図1-1 バレーボール女子選手と一般女子学生のHb値の分布比較。



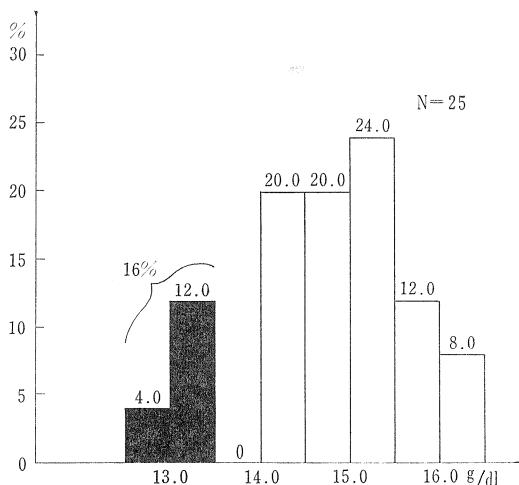
が、女子部員と同様ほぼ正規型を示すといえる。Hb12g/dl以下の低Hb者の出現率は0%であり、以下で切ってみると16%になり、15.6g/dl以上を一応高Hb者とすると20%に相当する。

表2-3にHb12/dl以下の低Hb者女子部員10名

表2-6 バレー・ポール女子部員貧血者

被検者 チ ー ム	M. Y. A	T. W. A	S. K. A	T. Y. A	R. S. C	F. K. B	R. K. B	H. U. B	Y. I. D	Y. A. D
年令	21	19	19	21	18	23	21	19		
身長	174.0	174.0	174	176	162	153	169	160		
体重	68.0	66.0	65.5	68	53.7	53.0	63.0	54.0		
ロー・レル指数	129.1	125.3	124.3	124.7	126.3	148.0	130.5	131.8		
赤血球数	406	402	390	442	474	396	415	403	421	398
ヘモグロビン	11.7	9.4	11.7	11.9	10.6	11.7	11.8	11.4	11.2	11.6
ヘマトクリット	36.0	30.6	36.2	36.9	34.7	36.4	37.4	35.5	34.2	35.3
平均赤血球容量	87	74	91	82	72	90	88	86	82	90
" " 血色素量	28.9	23.5	30.3	27.0	22.5	29.7	28.4	28.3	26.6	29.5
" " " 濃度	32.3	30.6	32.3	32.0	30.5	32.1	31.4	32.0	32.8	32.8
血清鉄	45	4	50	44	6	97	98	46	27	51
不飽和鉄	227	382	255	259	326	220	228	284	343	384
総鉄	272	386	305	303	332	317	326	330	370	435
飽和率	16.5	1.0	16.4	14.5	1.8	30.6	30.1	13.9	7.3	11.7
白血球数	3900	6800	6400	5500	5800	3700	5300	6300	4400	5200
好中球桿状核	5	4	3	8	6	6	5	3	1	4
" 分葉核	38	45	42	40	50	28	39	52	42	52
好酸球	2	3	3	5	3	3	5	1	0	2
好塩基球	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
リンパ球	54	44	49	46	37	60	48	42	55	39
単球	1	4	3	1	4	3	3	2	2	3
網状赤血球	4	11	1	1	11	2	8	10	6	14
血小板	21.6	36.6	19.0	20.6	21.7	22.2	26.6	~8.4	21.6	25.4
血清総蛋白	7.4	7.6	7.1	7.8	7.2	7.1	7.2	7.3	7.9	7.6
アルブミン	56.7	54.6	60.8	54.9	52.3	57.9	52.3	61.6		
α_1 グロブリン	5.3	5.3	4.5	4.2	4.4	4.6	5.4	4.3		
α_2 "	9.5	10.3	11.1	11.3	11.4	10.0	11.3	8.5		
β "	9.8	11.3	9.9	8.4	10.3	10.0	11.5	8.8		
γ "	19.5	18.5	13.7	21.2	21.6	17.5	19.5	16.8		
中性脂肪	97	62	90	116	84	70	68	68	27	51
総コレステロール	151	163	174	158	143	173	185	136	224	200
GOT	18	16	13	15	14	13	8	15	14	10
GPT	9	11	8	14	8	5	8	7	5	6
ALP	1.2	1.1	1.3	1.0	1.2	1.3	1.9	1.5	1.8	1.2
LDH	348	312	298	226	205	250	219	217	260	308
LDH ₁	41	34	47	41	46	38	50	35	46	41
2	36	33	31	31	33	40	30	40	34	31
3	20	29	20	26	28	20	20	21	17	23
4	2	2	1	1	1	1	0	2	1	2
5	1	2	1	1	2	1	0	2	2	3

図1-2 バレーボール男子選手のHb値の分布



と一般女子学生20名の血液性状の比較とHb 14g/dl以上の比較的高Hb者女子部員4名と表2-4一般女子学生20名の血液性状の比較を示した。

RBC, Hb, Ht, MCV, MCHには有意な差がなくMCHCのみわずか0.9であるが女子部員が有意に($P < 0.01$)低値を示した。TP, SFe, UIBD, TIBC, 鉄飽和率などいずれも有意差が認められず、白血球数のみ1310個有意に低値を示した。

Hb 14g/dl以上についてみると全く女子部員も一般女子学生も差が認められなかった。

表2-5に男子部員をHb 13.5g/dl以下(n=4)13.6~15.5g/dl(n=16), 15.6g/dl以上(n=5)の3群にわけて比較した結果を示した。

Hb 13.5g/dl以下群は、RBC, Ht, MCV, MCH, MCHC, SFe, 鉄飽和率, WBC等いずれも最も低値傾向を示した。次いでHb値13.6~15.5g/dl群、最もHb値の高い15.5g/dl以上群の順になっている。血清総蛋白については、Hb 13.5g/dl以下群と13.6~15.5g/dl群に差がなく、15.6g/dl以上群とは有意差があった。血小板は22.4→19.9→17.4と上記と逆の関係となりたった。

表2-6に女子部員のHb 12g/dl以下の低値者個々のデーターを示した。いずれも身長が大きく(1名を除く)体重もあり、ローレル指数も124~132に入る平均を上まわるプロポーションであった。TPも正常で、総コレステロールも正常値で、TGはやや少なめであった。特に、AチームのT.W.はHb 9.4g/dlで最低、Ht 30.6, MCV 74, MCHC 30.6, SFe 4μg, 網状赤血球11個/千個C

表2-7 Aチーム、第1回目検査と第2回目検査における血清鉄とヘモグロビンの比較

被 檢 者	血 清 鉄 μg/dl			ヘモグロビン値 g/dl		
	1 回 目	2 回 目	差	1 回 目	2 回 目	差
T. C.	46	80	+34	12.1	13.0	+0.9
T. W.	4	39	+35	9.4	11.1	+1.7
M. Y.	45	50	+5	11.7	12.8	+1.1
H. U.	103	81	-22	13.1	12.2	0.9
S. K.	50	62	+12	11.7	12.5	+0.8
T. N.	82	79	-3	12.4	13.6	+1.2
H. N.	56	72	+16	13.4	13.7	+0.3
T. Y.	44	49	+5	11.9	12.7	+0.8
A. K.	60	57	-3	12.2	13.0	+0.8
I. K.	94	122	+28	13.1	13.9	+0.8
A. E.	44	49	+5	12.6	12.7	+0.1
Y. C.	45	49	+4	12.6	13.8	+1.2
M. Y.	46	45	-1	12.2	13.3	+1.1
平 均	55.3	64.2	+8.9	12.2	13.0	+0.8
S D	25.5	22.6		1.0	0.8	

第1回目検査：昭和50年9月13日

第2回目検査：昭和50年10月27日

チームではR Sが最低で MCV72, MCHC22.5, SFe μ g 6 μ g と大きく減少している一方網状赤血球は逆に11個/千個と大きい。D女子大チームのY.I.の場合もSFeが少なく、Bチームのも網状赤血球が10個/千個と多く、SFeは46であった。

表2-7にAチーム(女子)の第1回目(9月13日)と第2回目(10月27日)の検査結果のうち、血清鉄(SFe)とHbについて示した。第1回目の検査時のSFeの平均は $55.3 \pm 25.5 \mu\text{g}/\text{dl}$, Hbは $12.2 \pm 1.0 \text{g}/\text{dl}$ であった。第2回目のSFeは $64.2 \pm 22.6 \mu\text{g}/\text{dl}$ でその差+8.9であるが有意ではなく、Hbは $13.0 \pm 0.8 \text{g}/\text{dl}$ でその差+0.8dlは有意($P < 0.01$)の増加である。

2. 発汗による鉄の損失量

汗中の鉄濃度は Mitchell and Hamilton¹⁶⁾によれば、144~205 $\mu\text{g}/\text{g}$ であったという。Johnstonら¹³⁾の報告では24~88 $\mu\text{g}/\text{g}$, Consolazioら¹⁴⁾の報告では25~39 $\mu\text{g}/\text{g}$, Prasd¹⁵⁾によれば、46 \pm 11 $\mu\text{g}/\text{g}$ 、発汗に際しての表皮細胞の剥離物中の量を合計すると $120 \pm 36 \mu\text{g}/\text{g}$ であったという。著者¹⁶⁾の従来の実験では10~30 $\mu\text{g}/\text{g}$ (Cell free)の範囲にあった。これらの値は温熱性発汗時の濃度であるが、運動性の発汗でも同じような濃度を示すものかどうかについては未だ実測値がなく、また、発汗量は個人による違いが非常に大きく、汗

表3-1 Dermal excretion of iron

	$\mu\text{g}/100\text{g sweat}$			B Team
				Sep. 18 1975

Subject	Cell free sweat	Cell	Whole sweat	Perspiration g/hr
A. K.	--	—	—	(420)
T. O.	—	—	—	(460)
T. S.	13	18	31	(460)
K. Y.	4	19	23	(460)
H. Y.	—	—	—	(420)
K. M.	61	29	190	(440)
F. H.	63	91	50	(420)
Y. O.	36	38	74	(480)
S. T.	49	27	76	(580)
F. K.	—	—	—	(230)
R. K.	26	24	50	(300)
H. U.	—	—	—	—
T. S.	—	—	—	(320)

表3-2 Dermal excretion of iron

Subject	Cell free sweat	Cell	Whole sweat	B Team	
				Sep. 19 1975	
A. K.	—	—	—	(390)	
T. O.	—	—	—	(680)	
T. S.	31	39	70	(600)	
K. Y.	14	15	29	(510)	
H. Y.	45	35	80	(370)	
K. M.	15	6	21	(540)	
F. H.	18	9	27	(410)	
Y. O.	17	5	22	(500)	
S. T.	15	15	30	(560)	
F. K.	36	50	86	(440)	
R. K.	42	43	95	(540)	
H. U.	—	—	—	—	
T. S.	48	56	100	(440)	

表3-3 Dermal excretion of iron

Subject	Cell free sweat	Cell	Whole sweat	A Team	
				Sep 25 1975	
N. H.	380	41	420	(600)	
I. K.	39	14	53	(540)	
H. U.	68	91	160	(450)	
A. E.	38	23	62	(400)	
Y. C.	230	51	280	(470)	
T. C.	160	46	210	(330)	
M. Y.	120	34	150	(390)	
T. N.	220	14	230	(470)	
A. K.	33	51	84	(400)	
M. Y.	49	7	56	(540)	
T. W.	55	57	110	(290)	
S. K.	130	63	190	(530)	
T. Y.	160	19	180	(200)	

表3-4 Dermal excretion of iron

Subject	Cell free sweat	Cell	Whole sweat	C Team	
				Nov. 6 1975	
M. S.	10	36	47	(1000)	
S. S.	32	51	83	(700)	
N. S.	—	—	—	(330)	
Y. S.	26	17	43	(770)	
M. Y.	11	41	52	(600)	
M. K.	49	45	94	(1300)	
R. S.	104	73	180	(740)	
M. K.	56	28	83	(530)	

表3-5 Dermal excretion of iron

$\mu\text{g}/100\text{g sweat}$ C Team
Nov. 20 1975

Subject	Cell free sweat	Cell	Whole sweat	Perspiration g/hr
M. S.	19	20	39	(930)
S. S.	40	32	72	(750)
N. S.	—	—	—	—
Y. S.	16	11	27	(710)
M. Y.	110	24	130	(550)
M. K.	34	45	79	(970)
R. S.	18	28	46	(590)
M. K.	—	—	—	—

表3-6 Dermal excretion of iron

$\mu\text{g}/100\text{g sweat}$ F Team
Oct. 23 1975

Subject	Cell free sweat	Cell	Whole sweat	Perspiration g/hr
M. S.	54	92	150	(370)
H. K.	71	110	180	(330)
M. N.	26	58	84	(850)
S. M.	24	46	70	(800)
M. Y.	46	110	156	(730)
S. T.	13	20	33	(530)
Y. K.	—	—	—	(560)

中の元素濃度も個人差が大きいので、発汗による鉄の損失量を推定するためには、できるだけ多くの測定値の集積が必要であるので本実験を行なった。

実験の結果は、各チームの個人別の汗中の鉄を濃度で現わすと表3-1～表3-6のように、チーム別の平均を求めると表3-7のようになる。

全チームを通じての汗 (Cell free) 中の鉄濃度の最少値は $4 \mu\text{g}\%$ 、最大値は $380 \mu\text{g}\%$ 、平均 $52.3 \mu\text{g}$ であった。表皮細胞 (Cell) に含まれて失なわれた量は、汗 100g 当り最少 $4 \mu\text{g}$ 、最大 110 、平均 $40.3 \mu\text{g}$ であった。発汗には表皮細胞の剥離が附随するので、両者を合計した皮膚からの排泄量は、汗 100g 当り、最少 $21 \mu\text{g}$ 、最大 $420 \mu\text{g}$ 平均 $92.5 \mu\text{g}$ となる。この実験での4チームの中、最も濃度の高かったものはAチームで、 $130 \mu\text{g}\%$ (Cell free)、細胞中の量を合わせると $170 \mu\text{g}\%$ になに、他のチーム2の倍に近い。特に Cell free の汗中濃度の高い被験者が多いことは興味があるが、その理由は現在のところ分らない。このチームは他のチームに比較して運動が激しかったので、採汗時に、分泌された汗が倒転等の動作によって水分のみが皮膚に再吸収されたのではないかと考えたが、カリウム、亜鉛、銅等のその他鉄以外の元素濃度について調べたところ、これらの元素ではAチームが特に高い傾向は全く見られなかったので、再吸収による濃縮に起因するものではないと考えられる。

Hussain and Patwardhan¹⁷⁾によれば、健康人の汗中 (Cell free) 鉄濃度が $44 \mu\text{g}/100\text{ml}$ であったのに対して、小赤球性貧血者の汗中濃度は零であったという報告もあるが、本実験の中では、汗中の鉄濃度の高低と、共同研究者によって別に行なわれた血清鉄濃度の高低、その他の貧血因子との間には特別な関係は見られなかった。

先に述べた、皮膚からの鉄の排泄量の本実験における総平均値である $92.5 \mu\text{g}\%$ を、仮に 100g の発汗によって失なわれる鉄の量と仮定すると、1

表3-7 汗 中 鉄 濃 度 $\mu\text{g}\%$

Team		Cell free sweat		Whole sweat	
	Exp. No.	min~max	Average ($\pm \text{S.D.}$)	min~max	Average ($\pm \text{S.D.}$)
B	1 st.	4~63	36 (± 21)	23~154	71 (± 41)
	2 nd	14~48	28 (± 13)	21~104	55 (± 31)
A		33~380	130 (± 98)	52~420	170 (± 100)
C	1 st.	10~104	41 (± 30)	43~177	83 (± 43)
	2 nd	16~112	40 (± 34)	27~136	66 (± 36)
F		13~71	39 (± 20)	33~180	110 (± 51)

表4-1 バレーボール動作のRMR

動作	動作内容	R M R
オーバーパス	1対1, 約6m間隔, 20回/分, 2~3m前後左右に移動	6.0 (± 0.85)
ロングバス	1対1, 約9mの間隔, 19回/分	8.9 (± 0.74)
アンダーパス	1対1, 3m間隔アンダーパスと6m間隔水平パスを前進後退して交互に行う。22回/分	10.2 (± 1.54)
レシープ(1)	3人1組, コーチが投げ込むボールを順番に2回位置を変えてレシープし, 3回目はチャンスボールをパス (3~4m走って移動), この動作を1分間3~4回の速度でくり返す。	13.3 (± 1.78)
レシープ(2)	2人1組, コーチの強打したボールを走ってカットし, 次で走り移動してカットされたボールをトスする。これを連続してくり返す。この動作1分間6回の速度。	15.0 (± 0.97)
レシープ(3)	2人1組, コーチが2人を相手に任意の位置へ連続してパスするボールを, 走って行ってレシープする。1分間13回の速度。	14.9 (± 0.61)
アタック	3人1組で順番に, ネット反対側からトスされたボールを, 3~4m走っていってアタックする。7~8回/分	10.3 (± 2.39)
ブロック	3人1組で順番に, 強打されたボールをブロックし, 直ちにサイドステップして (約3m) 助助者が保持したボールをブロックする。この動作を1分間5~6回の速度でくり返す。	14.0 (± 0.57)
サーブ	オーバーサーブを20回/分の割りで3分間継続する。	10.5 (± 0.67)

時間当り500g (表中の発汗量は2~4時間での発汗量を時間で除したもの)の発汗では約460 μg が, 同程度の発汗が1日に4時間あったとすれば1.82mgの鉄が皮膚を通じて失なわれることになる。尿, 尿による鉄の1日当りの排泄量の合計は1~2mgと想定されるので, 皮膚からの排泄量は鉄の総代謝量に大きく影響する可能性がある。

なお, 以上の計算は体表の一部から得た汗中の鉄濃度からの試算であるが, 胸部の汗中濃度が, 必ずしも全身の汗中の鉄濃度の平均に近いかどうかについては, なお慎重に考慮する必要があるしかし, 著者の予備的な実験値では, 胸部の汗中の鉄濃度は他の部分の汗に比較して高い値ではなかった。従って上述の試算値も高い値ではないと考える。が, この点に関しては次期の研究で更に確かめたいと考える。

3. エネルギー消費量

(1) バレーボール基本動作のエネルギー代謝率
女子大生のバレーボール部員を対象モデルとして, バレーボールの基本動作を表4-1に示すよう

な種類に設定し, これらの動作についてエネルギー代謝率(RMR)を実測した結果は, RMRはパスが6~10, レシープが13~15, アタックが10, ブロックが14, サーブが10.5で, 6(オーバーパス)から15(強打に対するランニングレシープ)の間にあった。

(2) エネルギー消費量

エネルギー消費量の計算は, 練習時間内の基本的な主動作については上記実測のRMRをその動作の実動時間に応じてあてはめ, 練習時間外の生活行動については従来のRMRを用いてなされた。計算に当って用いられる各個人の基礎代謝は, 日本人の年令性別基礎代謝基準値の体表面積当たりの値を用い, 本対象の労労強度を「重い労作」として基準値の4%増しとした値が各個人の体表面積から求められた。生活時間調査による1日エネルギー消費量の計算例を示すと表4-2の通りである。

各チームのトレーニング期におけるエネルギー消費量は表4-3(1, 2, 3)に示すようである。練習時間はAチームが360分, Bチームが300分, C

表4-2 タイムスタディによるエネルギー消費量の例

〔身長174.5cm, 体重68kg, 体表1.77m², 基礎代謝(B)1.05Cal/分〕

労作	内容	時間 (t)分	RMR	消費エネルギー[t × (R MR + 1.2) × B] Cal
練習時間	準備体操	33	2.0	111
	トレーニング	20	5.5	141
	馬とび等			
	ボール投げ	3	4.0	16
	オーバーパス	2	6.0	15
	アンダーパス	2	7.0	17
	強打とレシープ	9	8.0	87
	ランニングレシープ	9	10.0	106
	レシープ、パス、アタック	34	6.0	255
	アタック	15	5.3	102
内間休憩	レシープ、パス、アタック	56	5.0	365
	サーブ	15回(3回/分), 軽く	6	26
	練習マッチ		56	423
	食、休けい		39	70
	かたづけ	ボール, ネットのかたづけ	10	34
	待機		41	65
小計		360		1870
練習時間	身仕度	72	0.5	129
	食事	58	0.4	97
	食事準備, 食器洗い	18	1.7	55
	休息, 雑談, テレビ	158	0.2	232
	ひるね	32	0	40
	待機	28	0.3	44
	歩行	24	2.1	83
	急歩	5	3.5	25
	階段昇降	10	4.0	55
	電車内	69	0.5	123
	買い物	20	1.0	46
	洗たくもの干し	12	2.2	43
	洗たくもの整理	4	1.0	9
	掃除, かたづけ	30	2.0	101
	筆記	21	0.4	35
	入浴, シャワー	34	2.0	114
	床あが, しき	5	2.0	17
	睡眠	480	B × 0.9	454
外小計		1080		1702
総計		1440		3572

表4-3(1) 生活時間調査による消費エネルギー

Aチーム

被検者	年令 才	身長 cm	体重 kg	体面 m ²	消費エネルギー Cal			
					練習時間内 (360分)	練習時間外 (1080分)	計	体重 kg 当り
H. N.	23	183.0	82.0	1.99	2106	1843	3949	48.16
T. Y.	21	176.0	68.0	1.78	1892	1633	3525	51.84
M. Y.	21	174.0	68.0	1.77	1874	1690	3564	52.41
Y. T.	21	172.5	64.0	1.71	1791	1626	3417	53.39
T. T.	21	173.0	57.0	1.63	1731	1548	3279	57.53
A. K.	21	176.0	69.0	1.79	1926	1721	3647	52.86
T. N.	21	180.0	74.0	1.88	1999	1711	3710	50.14
I. K.	20	170.0	64.0	1.70	1803	1570	3373	52.70
H. U.	20	168.0	68.0	1.73	1838	1453	3291	48.40
A. E.	20	173.0	68.0	1.76	1867	1704	3571	52.51
S. K.	19	174.0	65.0	1.73	1836	1712	3548	54.58
T. W.	19	174.0	66.0	1.74	1845	1817	3662	55.48
M. Y.	18	174.0	70.0	1.79	1892	1830	3722	53.17
平均	20.5	174.4	67.9	1.77	1877	1681	3558	52.55

表4-3(2) Bチーム

被検者	年令 才	身長 cm	体重 kg	体面 m ²	消費エネルギー Cal			
					練習時間内 (300分)	練習時間外 (1140分)	計	体重 kg 当り
Y. O.	26	170.0	65.5	1.71	1637	1713	3350	51.15
F. K.	22	153.0	53.0	1.46	1401	1545	2946	55.58
K. M.	22	173.0	64.5	1.72	1646	1807	3453	53.53
S. S.	22	170.0	65.0	1.71	1637	1707	3344	51.45
R. K.	21	169.0	63.0	1.68	1609	1858	3467	55.03
F. H.	20	164.0	52.0	1.51	1449	1616	3065	58.94
T. S.	20	171.0	64.0	1.70	1628	1820	3448	53.88
H. Y.	20	167.0	60.0	1.63	1562	1676	3238	53.97
K. Y.	19	164.0	59.0	1.60	1566	1749	3315	56.19
A. K.	19	173.0	67.0	1.75	1714	1973	3687	55.03
S. T.	18	171.0	59.0	1.64	1570	1762	3332	56.47
T. O.	18	174.0	63.0	1.71	1698	1948	3646	57.87
平均	20.6	168.3	61.3	1.65	1593	1765	3358	54.92
H. U. (マネジャー)	19	160.0	54.0	1.51			2417	44.80

表4-3(3) Cチーム

被検者	年令 才	身長 cm	体重 kg	体面 m ²	消費エネルギー Cal			
					練習時間内 (190分)	練習時間外 (1250分)	計	体重kg 当り
M. K.	22	164.0	58.3	1.59	935	1812	2747	47.11
M. Y.	21	160.0	55.7	1.53	901	1645	2546	45.71
N. S.	20	170.4	66.4	1.73	1018	1833	2851	42.94
R. S.	19	162.0	53.7	1.52	916	1800	2716	50.58
S. S.	19	159.0	55.0	1.52	916	1648	2564	46.62
Y. S.	18	171.6	66.0	1.73	1057	2332	3389	51.35
M. S.	18	166.8	57.8	1.60	980	2177	3152	54.53
平均	19.6	164.8	59.0	1.60	960	1892	2852	48.41
S. M. (マ ネージャー)	22	168.0	68.2	1.73			2274	33.40

表5-1 各チームの住居、生活時間、食事概況

	Aチーム	Bチーム	Cチーム
食事担当者	専任 1 パート 1	マネージャー	マネージャーと選手
住居	専用寮	社員用アパート	民間アパート
厨房	専用	アパート標準DK	共同炊事場
勤務時間	7:00~12:00 A.M.	8:30~12:30 A.M.	9:05~4:30
練習時間	13:00~(17~19:00)	13:15~17:45	5:30~6:30
食事	寮食	社員食堂	トースト、コーヒー、サラダ
朝	寮よりの弁当	社員食堂	社員食堂
昼	パン、飲物、差入れ	3時に白牛乳を含めて	社員食堂(17:00)
間食	パン、飲物、差入れ	寮食	寮で自由量
夜	寮食	パン、すし、菓子	アイスクリーム、清涼飲料、菓子
夜食	果物、菓子、清涼飲料		

表5-2 栄養素摂取量

チーム名	A	B	C	所要量
エネルギー Cal	3362	3029	2894	
蛋白質 g	109.6	89.9	77.5	60
動物性蛋白質 g	70.0	44.1	26.6	
脂肪 g	113.4	100.1	88.8	
糖質 g	495.1	439.7	460.7	
カルシウム g	1215.	930	781	600
鉄 mg	14.5	15.8	11.0	12
ビタミンA I.U.	2519	1824	1672	1800
B ₁ mg	1.55	1.17	0.90	
B ₂ mg	2.18	1.54	1.01	
C mg	147	109	79	
動物性蛋白質百分率	63.9	49.0	34.3	
体重1kg当たり蛋白質	1.62	1.47	1.31	1.18
脂肪カロリー比	29.7	29.8	27.0	
1000Cal 当り鉄 mg	4.3	5.2	3.8	
1000Cal 当りビタミンB ₁ mg	0.46	0.38	0.31	0.40
1000Cal 当りビタミンB ₂ mg	0.65	0.50	0.35	0.50

表5-3 エネルギー摂取量と消費量

チーム名	A	B	C
エネルギー摂取量 Cal/day	3362	3029	2894
エネルギー消費量 Cal/day	3558	3357	2852
体表面積当り摂取量 Cal/m ²	1909	1833	1799
体重当り摂取量 Cal/kg	49.5	49.4	48.8

チームが190分で、Aチームが最も長く、Cチームは最も少ない。練習時間内の消費エネルギーは、Aが1877Cal、Bが1593Cal、Cが960Calで、これをそれぞれ体重kg当りでみると28Cal、26Cal 16calとなり、Aの練習量が最も大きい。

1日エネルギー消費量は、Aチームが平均3558 Cal、Bチームが3358Cal、Cチームが2852Cal、であった。

消費エネルギーと摂取エネルギーとの関係については「栄養摂取量の項」で観察される。

4. 栄養摂取量

各チームの住居、生活時間、食事状況について示すと表5-1に記載してある通りであるが、練習の強度、時間等は、Aチームが最も強く、Cチームが最も軽かった。なお、Aチームは、調査最終日は練習がなかったので、平均値には含めていない。

栄養素摂取量を各チームごとに平均すると、表5-2の通りで、鉄を除いて全ての栄養素摂取量が、Aチームで最も高く、Cチームが最も低かった。所要量と比較した場合、Cチームのみが、鉄、ビタミンA、摂取エネルギー当りビタミンB₁とB₂で下回っていた。蛋白質はどのチームでも充分な量であったが、量的にも、動蛋比に於ても、Aチームが最良で、Cチームは最も低かった。脂質の熱量比は27~30%であった。

エネルギー摂取量、体表面積当りエネルギー摂取量、体重当りエネルギー摂取量を示したのが表5-3である。タイムスタディーから求めた消費エネルギーと比較すると、総カロリーで、Aチームは約200Cal、Bチームは330Calの不足であり、Cチームのみが充足している。

図2-1(A. B. C)は、各人の毎日のエネルギー摂取量を示す。横線は各人の推定エネルギー消

図2-1 個人別・遂日・総エネルギー摂取量と間食エネルギー摂取量

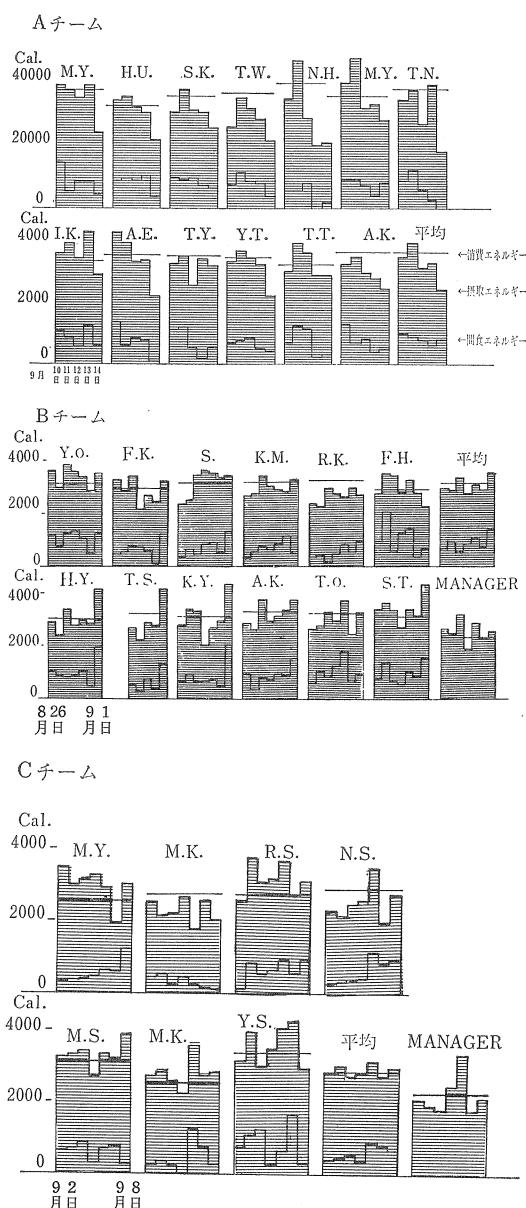
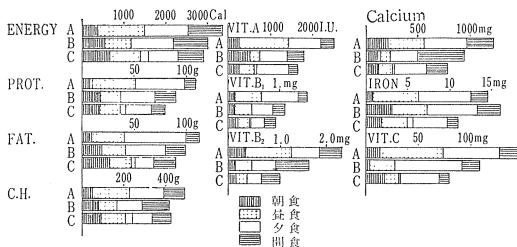


図2-2 各食事におけるチーム別栄養素摂取量

TEAM	ENERGY	Total			40%	Total
		Total	A 20%	B 20%		
	PROTEIN	g 109	90	76		
	Animal Protein	g 70	44	27		
	FAT	g 113	100	89		
	CARBOHYDRATE	g 495	440	461		
	CALCIUM	mg 1215	930	781		
	IRON	mg 14.5	15.8	11.1		
	VIT.A	I.U. 2519	1824	1672		
	VIT.B ₁	mg 1.55	1.17	0.90		
	VIT.B ₂	mg 2.18	1.54	1.01		
	VIT.C	mg 147	109	79		

図2-3 総摂取量に対する間食からの各栄養素摂取比率



費量である。下方のヒストグラムは、間食からのエネルギー量を示す。Hbが12g未満を示したM.Y T.W, S.K, T.Y の内、T.W, S.K は摂取エネルギーが消費エネルギーよりも低かった。

図2-2は、栄養素ごとの摂取量を、朝、昼、夕食と間食に分けて、チーム毎に示したものである。(Cチームは練習前に軽食をとる場合があるので、夕食の中にこの量を示す線を入れた。)

Aチームは、昼と夕の食事が中心で、朝食からは1日中でも、他のチームとの比較でも、少い。

Bチームでは昼食の栄養素量が、3チーム中でも、又、1日の他の食事に比較しても低くなっていた。

夜食を含む間食によるエネルギー量はかなり多い。図2-1の下方の線は、間食からのエネルギー量を各人にについて示している。栄養素1日摂取量中で間食がしめる比率を示したのが図2-3で、どのチームでも、エネルギーに比較して、蛋白質、脂肪が少く、糖質が高い。また、鉄やビタミン類も少い。

考察を加えると、運動選手は消費エネルギーが多いので、摂取栄養素量が相当多くても、必ずしも充分とは限らない。エネルギーに関しては、A B両チームは共に普通の女子よりはるかに多く摂

取しているにも拘わらず、タイムスタディーと比較すると負出納になっていた。エネルギーその他栄養素摂取量が一番少なかったCチームの方が、血清蛋白、血液ヘモグロビン値も、よりも良かった。このチームは、練習量が少く消費エネルギーが少いため、正又は平衡したエネルギー出納状態によるものかもしれない。

栄養素摂取量を成人女子の栄養所要量「重い労作」と比較すると、ほぼ充足されてはいたが、エネルギー当りでみた場合、B₁, B₂, 鉄などでは必ずしも充分ではない。

エネルギーの比率は、何れも脂肪が30%程度であり、摂取エネルギーからみてもう少し脂肪カロリー比が高くても良いように思われた。

高エネルギー摂取のためには、間食も必要であり、現に間食からは20~27%のエネルギーがとられている。しかし、他の栄養素のバランスが悪いことは、図に示す通りで、特に蛋白質、脂肪が少なくて糖質が多く、従って間食量がふえると脂質の比率が下ることが分かる。

また、鉄、ビタミン類も、エネルギーに比較すると、少ない割合しか供給しないので、間食の増加は、栄養素的バランスを悪化させていると考えられる。

間食以外の3食については、Aチームで朝食が、BチームおよびCチームで昼食が、比較的内容が低い。これは、Aチームが郊外から早朝出勤のため欠食が多いことや、Bチームの場合昼食が一般社員食堂を利用し、しかも低廉なものを選択しているためと推察された。

血液性状との関係については、鉄の摂取量は食物量が多いのに伴って高いので、所要量は満足しているが、FAO, WHOによる良い食事の鉄含量の目安である1000Cal当り6mgよりは低い。従って質の面では良い方とはいえない。もし鉄の要求量が普通の運動をしていない青年女子と等しければ鉄の絶対量は充分であり、且つ吸収に必要とされる蛋白質やビタミンCは欠乏していないのであるから鉄欠乏性貧血は特に多くはないはずと考えられるが、実際にはAチームを始めとしてBチームでも鉄欠乏性とみられる低血清鉄を伴う低色素性貧血が数例あった。とすれば鉄要求量は運動を

表6-1 Hb量と臨床症状

Hb量 g/dl	症 状
7.5	1. 呼吸困難 a) 体動時の呼吸困難 b) 安静時の "c) 心不全 d) 生命の保持が難しい
3	
2~2.5	
2 以下	
6 以下	2. 易疲労性・倦怠感
4 以下	3. 頭 痛 微 热 心 雜 音 (心尖部・肺動脈弁口の収縮期雜音) E C G 異常 (T波の変化が多い)

表6-2 アンケート調査の集計

チーム	人員	アンケート項目 (番号で示してある)																													小計	平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
男子	E	6	1		1	1		2	1	3	3	1				1	1				1					2			18	3		
	G	8	1	1	3	2		1	2	3	2	1		1	2				2			1	1			1	1	23	2.9			
	F	10	1	1	1	2		2	2	3	2	1	1		1	1	2		1	2				1	3	2	1	30	3			
小 計		24	3	2	5	5		5	5	9	7	2	2		2	2	5	1	2	3			2	6	2	1	71	3.0				
女子	B	12	5	2	2	1		2		1	5		1	2		2	2	2		3	1	2	6	2	4	4	4	53	4.4			
	C	8	1	2	3		4	2		1	5				1	2	2		1	2	2						28	3.5				
	A	13	1	1	3	1	4	4		2	4	3	3	4	2	2	4	4		1	4	5	3	1	7	4	1	68	5.2			
小 計		33	7	5	8	2	8	8		4	14	3	4	6	2	5	8	8		5	1	8	13	5	4	1	11	4	5	149	4.5	
																													男子 自覚症状 平均 2.5			
																												女子 3.2				

しない群より多い可能性が考えられるが、この点については更に鉄貯蔵量の測定、皮膚からの鉄の損失についての裏付けが必要であろうと考えられた。

5. 自覚症状

貧血の症状は呼吸および循環器系の機能異常にによる症状と類似したものが多い。因みに、Hb量と症状発現との間には、表6-1のような関連がある。

貧血の症状は、基礎疾患によって大きな修飾をうけることは当然であるが、年令的因子の影響も大きく、小児および青年では驚くべき代償性機構が発動てくる。一方、冠動脈疾患を有する患者が貧血に陥れば容易にうっ血性心不全あるいは心

筋の虚血性変化が現われる。

(1) アンケートのまとめ

アンケート調査の成績は表6-2に示してある。同一人が3~4項目以上の記載を行うことが少くなかった。チーム別に自覚症状その他の貧血関連項目の有所見率(該当する割合)を算出するため、各項目を同等に評価して平均をとると、男子チームでは自覚症状その他の有所見率は、一人当たり3.0であり、女子チームでは4.5であった。男子チームは各チームの平均有所見率は略々同じであるが、女子チームではA・B・Cの順に有所見率が多かった。男女チームの有所見率と貧血との関連は後で触ることにして、ここで男女別に最も多い自覚症状をみてみたい。男子では、No.9疲れ易いと訴えるものが9/24に認められている。

表6-3 アンケート調査と貧血の関連

		アンケート調査			臨床検査の異常		
		人員	自覚症状(+)	貧血の既往歴	貧血	血清鉄の低下	その他
男	E	6名	5名	0名	0	(90μg/dl以下) 2	L D H 増 1名 総ビリルビン増 2
	G	8	7	0	0	2	白血球数増 1 G O T • G P T の 高値 1 総ビリルビン増 1
子	F	10	7	0	1	7	L D H 増 4 総ビリルビン増 4 血小板減少 1
	小計	24	20	0	1	11	
女	B	12	10	6	3 (1) *	(60μg/dl以下) 3	白血球数減少 1 血小板増 1
	C	8	7	1	1 (1) *	3	白血球数増加 1
子	A	13	11	6	4 (2) *	9	
	小計	33	28	13	8 (4) *	15	

() * 内の数は貧血の既往を有するもの

次いで、筋肉の脱力感があげられている。(7/24) 女子では、No. 9・疲れ易い(14/33)がトップで、その他、運動時の息切れ・頭痛がある。めまい失神発作がある。便秘しがち。下痢し易いなどの訴えが同率であげられている。男女いずれも疲れ易いと訴える割合が多かったが、自覚症状は個人平均すると女子の方が多くあげられていた。また、貧血の既往歴については、男子チームは皆無であるが、女子チームは13/38(34.2%)に貧血を医師から指摘をうけたことがある。その中、貧血の治療を受けたことがあるものは5/13である。この既往の貧血がスポーツに起因したものか否かは明瞭でない。

(2) アンケート調査と臨床検査成績との関連。

自覚症状および貧血の既往歴と臨床検査成績とともに貧血との関連をみたのが表6-3である。男子チームでは貧血の既往歴のないことは前に述べたが、ここにHbの男子正常値下限を13.0g/dlとすると1名が貧血があると見做される(Hb12.7g/dlで極めて軽度)。血清鉄については、男子正常値下限を90μg/dlとすると、11名が低値を示した(44%)。一方、女子チームでは、Hd12g/dl以

下のものは8名で、このうち半数は既往歴を有するもので、スポーツ貧血と診断することはとくに慎重を要すると考える。血清鉄60μg/dl以下のものは16名にみられた(50%)。以上を要約すると女子チームでは貧血を有するものは男子チームより明らかに多い。しかし、男女チームいずれも血清鉄の低値を示すことが40~46%に認められている。男女チーム間には有意差はない。なお、ここではアンケート調査と貧血との関連に触れたが、貧血の重症度との関連には言及を避けた。

6. 食欲、体重変動、食嗜好、月経等の状態

A, B, Cの各女子チームの選手について夏季トレーニング期における食欲と体重の状態及び学生時代から現在までにおける食嗜好、現在における月経の状態等についてアンケート調査を行なった結果は表7-1の通りである。

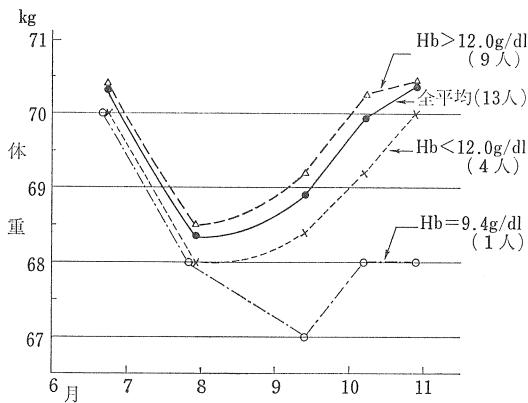
夏季トレーニング期における食欲減退はAチームが13人中8人、Bチームが12人中5人、Aチームが8人中4人にみられ、Aチームにおいて最も多い。

体重減少は各チームにおいて殆ど全員にみられ

表7-1 食欲、体重変動、食嗜好、月経等に關するアンケート(女子チーム)

被検者	年令	入社年数	夏期の体調			あまり食べなかつた食品			月経			血液			液像	
			食欲減	体重減	学年時	現在	規則性(日型)	日数	出血度	Hd(g/dl)	赤血球×10 ⁴	Ht(%)	血漿鉄μg/dl			
A チ	H. N.	23	5	あり	あり	菓子, 油料理	バター, 菓子	不規(30日)	5	25	13.4	448	40.8	56	56	
	T. Y.	21	4	あり	あり	魚, 肉, 豚肉, 卵, チーズ	魚, 菓子, バター	規(28)	7	19	11.9	442	36.9	44	44	
	M. Y.	21	3	あり	あり	肉, 卵, チーズ, バター	卵, チーズ, バター	規(28)	4	12	11.7	406	36.0	45	45	
	T. T.	21	3	なし	あり	肉, チーズ	卵, チーズ	規(28)	5	16	12.6	452	39.1	45	45	
	A. K.	21	3	なし	あり	卵, チーズ	卵, 油料理	規(28)	6	30	12.1	435	37.8	46	46	
	T. N.	21	3	なし	なし	卵, 生乳, チーズ, バター	卵, 果実	規(28)	7	19	12.2	394	37.6	60	60	
	I. K.	20	3	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(28)	7	28	12.4	410	38.6	82	82	
	H. U.	20	3	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(28)	4	12	13.1	443	40.9	94	94	
I ム	A. E.	20	2	あり	あり	チーズ	チーズ, バター	規(22)	5	25	13.1	457	40.4	103	103	
	S. K.	19	1	あり	あり	チーズ	チーズ, バター	規(28)	5	20	12.6	431	38.7	44	44	
	T. W.	19	1	あり	あり	チーズ	チーズ, バター	規(28)	4	11	11.7	390	36.2	50	50	
	M. Y.	18	1	あり	あり	チーズ	チーズ, バター	規(26)	5	27	9.4	402	30.6	4	4	
	Y. O.	26	4	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(28)	4	12	12.2	472	37.7	46	46	
	F. K.	22	4	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(28)	5	23	12.4	433	38.8	54	54	
	K. M.	22	4	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(30)	6	23	11.7	396	36.4	97	97	
	S. S.	22	4	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(28)	6	17	13.3	457	40.6	80	80	
B チ	R. K.	21	4	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(30)	4	9	13.6	468	42.2	69	69	
	F. H.	20	3	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(27)	6	19	11.8	415	37.2	98	98	
	H. Y.	20	3	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(27)	6	19	12.8	457	39.3	57	57	
	K. Y.	19	2	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(27)	6	20	13.4	478	41.5	115	115	
	A. K.	19	1	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(29)	6	23	13.1	447	40.5	83	83	
	S. T.	18	1	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(29)	6	15	12.2	434	37.7	103	103	
	T. O.	18	1	あり	あり	チーズ	チーズ, バター	規(22)	6	28	13.0	471	40.8	46	46	
	H. U.	19	1	あり	あり	チーズ	チーズ, バター	規(22)	6	23	11.4	403	35.5	87	87	
C チ	M. K.	22	4	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(30)	7	23	13.3	465	41.1	70	70	
	M. Y.	21	4	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(30)	6	14	14.6	482	45.3	212	212	
	N. S.	20	1	あり	あり	チーズ	チーズ, バター	規(28)	6	10	12.9	442	39.2	51	51	
	R. S.	19	1	あり	あり	チーズ	チーズ, バター	規(28)	5	24	10.6	474	34.7	6	6	
	S. I.	19	1	あり	あり	チーズ	チーズ, バター	規(24)	7	11	14.2	481	44.0	64	64	
	Y. M.	18	1	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(28)	5	19	13.9	479	43.4	34	34	
	S. M.	18	1	なし	なし	チーズ	チーズ, バター	規(28)	6	33	13.1	450	40.3	122	122	
	M. S.	22	2	あり	あり	チーズ	チーズ, バター	規(28)	5	20	13.4	432	41.7	78	78	

図3-1 Aチームの体重の変化



る。トレーニング量の最も多いAチームについてトレーニング初期（6月）から秋季（10月）にかけての体重の変化を示すと図3-1のよう、全員の平均で6月の体重に比し7月末の体重は2kg低下し、9月は1.4kg少なく、10月末の体重は6月時の体重に戻っている傾向がみられる。Hb<12.0g/dlの者とHb>12.0g/dlの者に分けてみると、Hd<12.0g/dlの者の体重低下がやや大きく、10月へかけての体重の回復がやや遅れている傾向がみられる。Hbの最も低い9.4g/dlの者の体重を示すと、6月から9月までに3kg減少し、10月に至るも回復を示していない。

食嗜好についてのアンケートの結果は、嫌いであまり食べなかった食品の種類としては表記の通りで、嫌いな食品数は学生時代に比べ現在においては減少している傾向が一般にみられるが、食嗜好と血液像との間には特に関係は見出し難い。

月経状態に関するアンケートの結果と血液像との関係についてみると、規則性や日数と血液像との間に関係はみられず、また、出血量の程度を点数で表示した値（調査法の項参照）との間にも関係はみられなかった。月経量の正確な調査は困難で、調査方法に問題があるのかもしれない。

IV 総括と考察

1. 血液性状

(1)女子チームにおいてHb12g/dl未満の者は、社会人3チームでは32中人8人(25%)、女子大生

チームでは25人中2人(8%)にみられ、社会人男子チームにおいてHb13g/dl未満の者は25人中1人にすぎなかった。社会人女子チームの血液性状は同年令階級の一般女子大生に比較して、Hb, MCH, MCHC, 血清鉄及び血清蛋白において有意に低い状態にあった。特に血清鉄は低く、社会人女子チームで60(μg)/dl以下の者は50%，男子チームで90μg/dl以下の者は44%という高率であった。

(2)チーム別にみると、社会人女子チームでHb12g/dl未満の者はAチームが13人中4人(31%)、Bチームが11人中3人(27%)、Cチームが8人中1名(12.5%)であり、ヘマトクリット37%未満の者はAで31%，Bで18%，Cで12.5%，女子大生チームで12%であり、血清鉄60μg/dl未満の者はAで77%，Bで27%，Cで37%，女子大生チームで12%で、Aチームに貧血状態の者が最も多くみられた。Aチームにおいては赤血球、Hb、ヘマトクリット、血清鉄、血清蛋白のチーム平均値も他のチームの平均値に比し最も低く、これらの値はCチームの平均値との間には有意の差があった。次で、Bチームの赤血球、Hb、ヘマトクリット、血清蛋白がCチームに較べて低かった。

2. 発汗による鉄損失量

汗中の鉄排泄量は表皮細胞の剥離分も含めて、女子のAチームでは平均170μg%，Bチームでは平均63μg%(1.2回の平均)，Cチームでは平均75μg%(1.2回の平均)の濃度を示し、Aチームにおいて排泄濃度が特に高いという特異的な結果がみられた。Aチームにおける発汗量の推定は平均1時間当たり約430gであるので、1時間当たりの発汗による鉄損失量は0.73mgとなり、この程度の発汗が1日に3～4時間もあるとすれば鉄の損失量は2mg以上にも達することになる。男子チーム(Fチーム)における汗中鉄排泄濃度は110μg%，発汗量600g/hrで、鉄損失量は約0.66mg/hrとなる。このように、皮膚からの鉄排泄量は鉄の総代謝量に大きく影響する可能性のあることが窺がえる。しかし、個人の汗中鉄濃度と血清鉄濃度及び貧血因子との間には特に明らかな関係はみられなかった。

3. 消費エネルギーと摂取エネルギー

タイムスタディーによる社会人女子3チームのエネルギー消費量は、練習時間内における消費量がAチーム1877Cal, Bチーム1593Cal, Cチーム960Calで、Aチームの練習量が最大で、Cチームが最低であった。1日総消費エネルギーはAチーム3558Cal, Bチーム3358Cal, Cチーム2852Calであった。これに対し摂取エネルギーはAチームが3362Cal, Bチームが3029Cal, Cチームが2894で、AとBのチームにおいては摂取エネルギーは消費エネルギーを下廻る状態にあった。

4. 摂取栄養量

蛋白質摂取量はAチームが110g(体重kg当り, 1.62g), Bチームが90g(体重kg当り 1.47g) Cチームが77.5g(体重kg当り 1.31g)で、動蛋白質はAチーム64%, Bチーム49%, Cチーム34%で、Aチームが最も高く、Cチームが最低であった。脂肪、カルシウム、ビタミンA, B₁, B₂, Cの摂取量もAチームが高く、Aチームの栄養摂取状態が総体的に最も優り、Cチームは低位にあった。鉄の摂取量はAチームが14.5mg, Bチームが15.4mg, Cチームが11.0mgであった。女子の「重い労作」における栄養所要量からみると、AチームとBチームは各栄養素において所要量を大体に満たしているが、Cチームは、鉄、ビタミンA, B₁, B₂において所要量を下廻っていた。鉄の摂取量は摂取エネルギーの1000Cal当たりにしてみると、AチームもBチームも十分ではなかった。

食事の摂り方において、朝、昼、夕の配分及び間食に改善すべき問題点がみられた。

5. 自覚症状及びその他の所見

アンケートによる自覚症状としては、男女チームともに「疲れ易い」が最も多く、次で男子では「筋脱力感」、女子では「運動時息切れ」、「頭痛」、「めまい」、「失神発作」、「便秘」、「下痢し易い」等が多くみられた。有症率は1人当たり平均して女子が4.5、男子が3で、社会人女子チーム別にはAチームが最も多く、次でBチーム、Cチームの順であった。

貧血の既往歴は社会人女子チームにおいて38人中13人(34.2%)にみられ、Hb 12g/dl以下の者8人中にはその半数が貧血の既往歴を有していた。

8~9月のトレーニング期において食欲減退のあった者はAチームに最も多く、次でB, Cの順で、この傾向は上記の有症率の傾向と一致している。Aチームにおける体重の変動をみると、トレーニング初期の6月の体重に較べ7月末には2kgの減少、9月には1.4kg少なく、10月末には6月の体重に戻っている傾向がみられた。Hb<12g/dlの者の夏期における体重低下はHb>12g/dlの者の変動に較べてやや大きく、秋へ向けての回復もやや遅れた。

月経の状態と血液所見との間には特に関係を見出しえなかった。経血量を把握する方法に問題があったのかもしれない。

6. 考 察

以上の結果を考察すると、社会人女子チームにおいて、血液の貧血性所見はA, B, Cの順にAチームにおいて最も顕著であり、また、チーム別の自覚症状の個人当たり平均有症率も同順位にAチームにおいて最も高くみられたが、これに対応して練習量及びエネルギー消費量も同順位に多く、AチームとBチームにおいては摂取エネルギーは消費エネルギーを下廻り、Cチームではバランスが保たれている傾向にあったことは、トレーニングの量及び強度と、それに伴うエネルギー収支のバランスとも相まって、貧血発生との関係において注目すべき問題の一つである。

第二に、鉄の汗中排泄濃度がAチームにおいて最も高かったことは、運動量と鉄代謝との関係において興味ある新しい問題である。

第三に、Aチームにおいて9月中旬と10月末に血液について追跡測定した結果は、9月に較し10月末には血液所見が好転していたこと、また、体重も夏期には約2kg低下し、10月末には練習開始期の体重に回復したこと、それに、Aチームにおいては夏期における食欲減退者の割合が他のチームに較し多かったこと等より考えて、運動量と併せて季節と貧血発生との関係も考慮されるべき

表8 低ヘモグロビン群と高ヘモグロビン群の比較

項目	Hb 12g/dl以下 (8人)		Hb 13g/dl以上 (12人)		有意差
	M	S D	M	S D	
赤血球 ($\times 10^4/\text{mm}^3$)	416	28.2	461	15.9	<0.01
Hb (g/dl)	11.3	0.9	13.5	0.5	<0.01
Ht (%)	35.4	2.1	41.7	1.5	<0.01
血清鉄 ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	53.9	37.5	87.6	43.5	<0.01
血清蛋白 (g/dl)	7.3	0.2	7.5	0.3	—
汗中鉄 ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	117.1	50.1	65.5	39.6	<0.05
(摂取エネルギー) - (消費エネルギー) (Cal)	-267	37.7	-29	3.1	<0.01
摂取蛋白質 (g/kg, wt.)	1.51	0.2	1.43	0.1	—
摂取鉄 (mg/日)	13.3	2.1	13.2	2.3	—

問題である。

栄養摂取量について蛋白質摂取量と貧血所見との関係をみると、貧血所見の最も顕著なチームの蛋白質摂取量はAチーム中最も高く、体重kg当たり1.6 g、動物性蛋白比64%で、この量はスポーツ性貧血を予防し得る量と考えられ、本対象においては蛋白質摂取量と貧血発生との間に明らかな関係はみられなかった。

更に、社会人女子チームについてHb12g/dl未満の者と13g/dl以上の者に分けて観察すると、表8に示すように、低Hb群において赤血球、Ht及び血清鉄が有意に低い以外に、汗中鉄排泄濃度が有意に高く、エネルギーの負出納も有意に大きい。摂取蛋白質、摂取鉄には有意差はない。

以上の考察から、特に運動量と鉄代謝の関係がスポーツ選手の貧血発生にとって重要な興味ある問題とし考えられ、今後更にこの問題は追究される必要がある。

文 献

- 1) 山地：日本生理誌，13：483，(1951)
- 2) 山田：体力科学，7：231，(1958)
- 3) 吉村：体力科学，8：167，(1959)
- 4) Yoshimura, H. : Nutr. Rev. 28 : 251, (1970)
- 5) 平松：日本血液誌，23：74, 843, (1960)
- 6) 宇佐美：日本生理誌，19…468, (1957)
- 7) 大塚：同志社女子大，学術研究報告
17：81 (1966), 18：157 (1967)
- 8) 白木：日本生理誌，30：1 (1968)

- 9) 芦田：栄養と食糧，25：380 (1972)
- 10) Mitchell, H. H. & Hamilton, T. S. : J. Biol. Chem., 178 : 345 (1949)
- 11) Hussain, R. et al. : Indian J. Med. Res., 48 : 235 (1960)
- 12) Green, R. et al. : Am. J. Med. 45 : 336 (1968)
345 (1949)
- 13) Johnston, E. A. et al. ; J. Nutrition 422 : 85 (1950)
- 14) Consolazio, C. F. et al. ; J. Nutrition 79 : 407 (1963)
- 15) Prasad, A. S. ; J. Lab. & Clin. Med. 86 : 84 (1963)
- 16) 鈴木一正：発汗による金属性元素の排出に関する研究 (1974)
- 17) Hussain, R. & Patwardhan, V. N. ; Lancet, 1074 (1959)

