

陸上競技長距離選手の合宿における 血液性状の変動に関する研究

川崎 勇 二

- 〈目次〉
- 1 緒言
 - 2 目的
 - 3 方法
 - (1) 対象
 - (2) 検査項目
 - (3) 検査期間および採尿採血方法
 - 4 結果と考察
 - (1) 検査結果
 - (2) 合宿トレーニングによる血液性状の変化
 - (3) 合宿トレーニングの効果と妥当性
 - 5 まとめ

1 緒 言

陸上競技の長距離種目に限らず，競技スポーツ種目は，年間を通してトレーニングキャンプ，いわゆる“合宿”を行うことは周知の通りである．合宿とは，一般に，一つのグループが，スポーツの練習や共同研究などの目的で，同じ宿舎に泊まり，起居を共にして励むことをいう⁽¹⁾．この合宿の位置付けは，多種多様で，競技種目においても異なる．陸上競技の長距離種目の合宿の位置付けは，多くはシーズン前の強化にある⁽²⁾．特に，社会人である実業団チームを除く，大学や高校等は，授業等の関係で，長期休暇を利用したの強化合宿が大半を占める．

しかし，“強化”という概念にとらわれて，本来の合宿の目的が達成されていないことも多くあると思われる．強化合宿という意味から，選手の肉体的精神的な疲労を軽視し，オーバートレーニング，オーバーユースとなり，合宿の目的の達成とは大きくかけ離れ，スポーツ傷害や強い疲労感に陥ることも多い⁽³⁾．実際に，競技スポーツにかかわる選手は，体力や技能の向上を目指して，毎日激しいトレーニングを行っているのが現状である．長距離選手の場合は，トレーニングの主たる目的は持久的能力の向上にあるが，現在，長距離走のトレーニング内容は，質量ともすでに飽和状態となり，オーバートレーニングの傾向にあると言われている⁽⁴⁾．その結果，選手は，しばしば運動疾患や慢性疲労に陥る．

そこで本研究では，長距離選手の合宿前後における血液性状の変化を観察し，合宿でのトレーニングが血液性状に与える影響について検討し，合宿が効果的効率的に行われているかを分析検討した．

2 目 的

本研究は，陸上競技の長距離合宿に参加した選手の血液を合宿の前と後に

採取し、合宿トレーニングによる血液性状の変化を観察した。また、その変化から、合宿のトレーニング内容の検討を行い、血液性状を考慮しての、より効果的効率的なトレーニング方法等の競技力向上に寄与する有用な知見を得ることを目的とした。

3 方法

(1) 対象

被験者は、1995年3月から1997年4月までに行われた11回の長距離合宿に参加した本学陸上競技部の長距離選手、延べ246名(18~22歳)であった。ただし、各合宿において、怪我や故障等で途中、中止中断した選手は除いた。

(2) 検査項目

- ・白血球 (WBC)/ mm^3
- ・赤血球 (RBC) 万/ mm^3
- ・ヘモグロビン (Hb) g/dl
- ・ヘマトクリット (HCT) %
- ・血小板 (PLT) 万/ mm^3
- ・平均赤血球容積 (MCV) μ^3
- ・平均赤血球色素量 (MCH) Pg
- ・平均赤血球色素濃度 (MCHC) %
- ・血清グルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼ
(GOT) IU/l
- ・血清グルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ
(GPT) IU/l
- ・血清鉄 (S-FE) $\mu\text{g}/\text{dl}$

(3) 検査期間および採尿採血方法

血液検査は、1995年3月以降に行われた11回の長距離合宿に参加した選手を対象に、各合宿の前後に行った。

採血日は、合宿の前日（合宿前）と合宿終了翌日（合宿後）であった。採血は、夕食前（PM6:30~7:00）の安静、空腹状態で行った。

4 結果と考察

(1) 検査結果

検査結果は、各11回（A~K合宿）の合宿別に、参加選手の合宿の前と後の平均値（M）と標準偏差（SD）および有意差（t検定）を表1-a~kに示した。

表 1-a A 合宿前後の血液性状（1995.3.26~4.3）

	前 M	SD	後 M	SD	t
WBC	5783	1134	5953	1144	
RBC	477	26	473	28	
Hb	14.8	0.8	14.7	0.8	
HCT	43.5	2.0	43.0	2.2	
PLT	22.0	3.5	23.7	3.3	
MCV	91	4	91	4	
MCH	31.1	1.4	31.0	1.4	
MCHC	34.0	0.7	34.1	0.8	
GOT	35	11	51	29	*
GPT	28	9	38	19	*
S-FE	104	28	83	30	*

* : $p < 0.05$

** : $p < 0.01$

表 1-b B 合宿前後の血液性状 (1995.5.1~5.7)

	前 M	SD	後 M	SD	t
WBC	5633	1285	8055	1796	**
RBC	469	32	450	30	
Hb	14.4	0.9	14.1	0.9	
HCT	43.4	2.6	41.5	2.4	*
PLT	23.0	3.5	24.2	3.8	
MCV	93	4	92	4	
MCH	30.8	1.4	31.4	1.5	
MCHC	33.2	0.5	34.0	0.5	
GOT	40	19	77	53	*
GPT	28	11	40	16	*
S-FE	106	43	108	22	

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

表 1-c C 合宿前後の血液性状 (1995.7.30~8.9)

	前 M	SD	後 M	SD	t
WBC	10090	2050	5235	1258	**
RBC	452	30	451	34	
Hb	14.3	0.9	14.4	1.1	
HCT	43.0	2.4	42.1	2.7	
PLT	22.0	3.3	22.2	3.4	
MCV	95	4	93	4	
MCH	31.6	1.5	31.9	1.6	
MCHC	33.3	0.8	34.1	0.9	
GOT	27	6	31	12	
GPT	21	7	28	11	*
S-FE	120	43	84	51	**

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

表 1-d D 合宿前後の血液性状 (1995.8.19~8.30)

	前 M	SD	後 M	SD	t
WBC	6896	2176	5525	1307	*
RBC	446	26	463	33	*
Hb	14.3	0.9	14.4	1.0	
HCT	42.5	2.1	43.6	2.5	
PLT	23.1	2.7	23.7	3.2	
MCV	95	4	94	4	
MCH	32.0	1.4	31.2	1.3	
MCHC	33.5	0.8	33.1	0.8	
GOT	32	8	36	14	
GPT	25	7	34	16	*
S-FE	125	49	99	40	**

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

表 1-e E 合宿前後の血液性状 (1995.9.9~9.20)

	前 M	SD	後 M	SD	t
WBC	5800	1464	5333	1102	
RBC	465	37	444	31	*
Hb	14.1	1.0	14.3	0.9	
HCT	43.5	2.8	42.9	2.4	
PLT	23.7	3.4	21.9	2.9	
MCV	94	4	97	4	*
MCH	30.3	1.4	32.1	1.5	**
MCHC	32.4	0.7	33.2	0.6	*
GOT	35	17	36	15	
GPT	28	13	35	12	
S-FE	107	35	102	41	

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

表 1-f F 合宿前後の血液性状 (1996. 3. 26~3. 31)

	前 M	SD	後 M	SD	t
WBC	9909	2448	5370	905	**
RBC	483	30	478	35	
Hb	14.4	0.8	14.5	1.0	
HCT	43.0	2.0	43.2	2.4	
PLT	22.5	2.8	21.6	2.6	
MCV	89	4	91	4	
MCH	29.8	1.3	30.5	1.4	
MCHC	33.4	0.8	33.7	0.9	
GOT	28	7	34	9	
GPT	22	7	27	8	
S-FE	93	28	75	24	*

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

表 1-g G 合宿前後の血液性状 (1996.8.1~8.7)

	前 M	SD	後 M	SD	t
WBC	7485	1617	5474	974	**
RBC	473	31	452	31	*
Hb	14.3	0.9	14.0	1.0	
HCT	43.5	2.6	41.7	2.3	*
PLT	22.2	3.1	22.1	3.2	
MCV	92	4	92	4	
MCH	30.2	1.4	30.9	1.7	
MCHC	32.8	0.7	33.5	0.8	*
GOT	26	5	33	9	*
GPT	20	5	25	7	*
S-FE	78	24	69	22	

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

表 1-h H 合宿前後の血液性状 (1996.8.15~8.23)

	前 M	SD	後 M	SD	t
WBC	6506	996	6444	982	
RBC	476	24	456	31	*
Hb	14.3	0.9	14.0	1.0	
HCT	43.2	2.1	41.3	2.8	*
PLT	21.6	2.7	23.0	2.4	
MCV	91	4	91	4	
MCH	30.2	1.6	30.7	1.7	
MCHC	33.2	0.7	33.8	0.7	*
GOT	26	4	48	13	**
GPT	20	4	32	8	**
S-FE	109	32	83	21	**

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

表 1-i I 合宿前後の血液性状 (1996.9.1~9.8)

	前 M	SD	後 M	SD	t
WBC	6147	995	5688	1013	
RBC	483	23	484	28	
Hb	14.5	1.0	14.6	0.9	
HCT	44.0	2.4	44.3	2.3	
PLT	26.0	3.4	21.0	2.3	**
MCV	91	3	92	3	
MCH	30.1	1.6	30.1	1.5	
MCHC	33.0	0.8	32.8	0.6	
GOT	29	7	35	15	
GPT	26	7	30	10	
S-FE	106	29	96	37	

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

表 1-j J 合宿前後の血液性状 (1997.3.11~3.16)

	前 M	SD	後 M	SD	t
WBC	11878	3220	6061	1382	**
RBC	488	30	483	31	
Hb	14.7	0.8	14.7	0.9	
HCT	43.6	2.2	43.6	2.7	
PLT	22.9	3.7	25.4	5.6	*
MCV	89	4	90	4	
MCH	30.2	1.3	30.5	1.3	
MCHC	33.8	0.7	33.7	0.7	
GOT	57	74	41	15	
GPT	27	18	33	12	
S-FE	72	26	69	23	

* : p<0.05

** : p<0.01

表 1-k K 合宿前後の血液性状 (1997.3.27~4.3)

	前 M	SD	後 M	SD	t
WBC	6660	1633	5733	1098	*
RBC	485	32	444	42	**
Hb	14.6	1.0	13.4	1.2	**
HCT	44.2	2.3	40.6	3.4	**
PLT	24.7	5.0	24.2	4.4	
MCV	91	4	92	4	
MCH	30.1	1.5	30.3	1.6	
MCHC	32.9	0.6	33.1	0.7	
GOT	37	11	37	17	
GPT	27	8	28	9	
S-FE	73	27	62	28	

* : p<0.05

** : p<0.01

合宿別にみても、A合宿(1995.3.26~4.3)において、合宿前と合宿後では、WBC、PLT、GOT、GPTが上昇し、HCT、S-FEが低下し、RBC、Hb、MCV、MCH、MCHCはあまり変化がみられなかった(表1-a)。また、合宿の前後で有意差が認められた検査項目は、GOT、GPT、S-FEであった(5%水準)。

B合宿(1995.5.1~5.7)では、WBC、PLT、MCH、MCHC、GOT、GPTが上昇し、RBC、Hb、HCTが低下し、その他の項目については、あまり変化が伺えなかった(表1-b)。また、WBCに1%水準で、HCT、GOT、GPTに5%水準で有意な差が認められた。

C合宿(1995.7.30~8.9)では、MCHC、GOT、GPTが上昇し、WBC、HCT、MCV、S-FEが低下した(表1-c)。また、合宿の前後では、WBC、S-FEに1%水準で、GPTに5%水準で有意な差が認められた。

D合宿(1995.8.19~8.30)においては、RBC、HCT、PLT、GOT、GPTが上昇し、WBC、MCH、MCHC、S-FEが低下した(表1-d)。また、有意な差が認められた項目は、WBC、RBC、GPT、S-FEであった(5%水準)。

E合宿(1995.9.9~9.20)において、合宿前と合宿後では、MCV、MCH、MCHC、GPTが上昇し、WBC、RBC、HCT、PLT、S-FEが低下し、その他については、あまり変化はみられなかった(表1-e)。また、合宿前後で有意差が認められた項目は、MCH(1%水準)とRBC、MCV、MCHC(5%水準)であった。

F合宿(1996.3.26~3.31)では、MCV、MCH、GOT、GPTが上昇し、WBC、PLT、S-FEが低下した(表1-f)。また、WBC1%水準で、S-FEに5%で有意な差が認められた。

G合宿(1996.8.1~8.7)では、MCH、MCHC、GOT、GPTが上昇し、WBC、RBC、Hb、HCT、S-FEが低下し、PLT、MCVにあまり変化はみられなかった(表1-g)。また、WBCに1%水準で、RBC、HCT、MCHC、GOT、GPTに5%水準で有意な差が認められた。

H合宿(1996.8.15~8.23)では、PLT、MCH、MCHC、GOT、GPTが上

昇, WBC, RBC, Hb, HCT, S-FE が低下, MCV にあまり変化はみられなかった (表 1-h). また, GOT, GPT, S-FE に 1% 水準で, RBC, HCT, MCHC に 5% 水準で有意な差が認められた.

I 合宿 (1996.9.1~9.8) では, GOT, GPT が上昇し, WBC, PLT, S-FE が低下した (表 1-i). また, PLT に 1% 水準で有意な差が認められた.

J 合宿 (1997.3.11~3.16) において, 合宿前と合宿後では, PLT, GPT が上昇し, WBC, GOT が低下し, その他については, あまり変化がみられなかった. また, WBC に 1% 水準で, PLT に 5% 水準で有意な差が認められた.

K 合宿 (1997.3.27~4.3) では, 上昇した項目はなく, WBC, RBC, Hb, HCT, S-FE が低下し, その他については, あまり変化がなかった. また, 有意差が認められたのは, 1% 水準で RBC, Hb, HCT, 5% 水準で WBC であった.

以上, A から K の計 11 回の合宿の前後の血液性状で, 有意な差が認められた検査項目をまとめると, WBC は 1% 水準で 5 回, 5% 水準で 2 回であった. RBC は 1% 水準で 1 回, 5% 水準で 4 回であった. Hb は 1% 水準で 1 回のみであった. HCT は 1% 水準で 1 回, 5% 水準で 3 回であった. PLT は 1% 水準で 1 回, 5% 水準で 1 回であった. MCV は 5% 水準で 1 回のみであった. MCH は 1% 水準で 1 回だけであった. MCHC は 5% 水準のみで 3 回であった. GOT は 1% 水準で 1 回, 5% 水準で 3 回であった. GPT は 1% 水準で 1 回, 5% 水準で 5 回であった. S-FE は 1% 水準で 3 回, 5% 水準で 2 回であった.

(2) 合宿トレーニングによる血液性状の変化

表 1-a~k の検査結果で, 合宿前と合宿後において, 有意な差が多く認められた検査項目は, WBC (1% 水準: 5 回, 5% 水準: 2 回), RBC (1% 水準: 1 回, 5% 水準: 4 回), HCT (1% 水準: 1 回, 5% 水準: 3 回), GOT (1% 水

準：1回，5%水準：3回），GPT（1%水準：1回，5%水準：5回），S-FE（1%水準：3回，5%水準：2回）であった。

WBCは，運動負荷が与えられることによって，^{(5) (2)}数値が上昇すると言われている。この上昇の原因は，運動による血流量の増加によって肺や脾臓より循環血液中への移動によるもの，運動による局所組織の炎症反応，体温の上昇による影響であると Gimenez, M. ⁽⁶⁾らや河野⁽¹⁾によって報告されている。

RBCは，酸素や二酸化炭素を運搬する役割を持つ。また，HCTは，全血液量に対する赤血球数の割合を示すものである。青木⁽⁴⁾らは，運動負荷により，RBC，HCT値は低下すると報告している。このことは，既に多くの同様な報告^{(1) (3) (2)}がなされている。したがって，RBC，HCTの低下は，酸素運搬能力の低下を意味し，運動能力の低下の原因となると言っても過言ではないであろう。しかしながら，RBC，HCTの低下は，多量の水分補給によっても⁽⁷⁾おこるとい報告もある。

GOTは，心臓・肝臓・骨格筋・腎臓等に分布し，GPTはその多くを肝臓に分布し，その他心臓の順に分布する。⁽⁸⁾したがって，GOTの上昇は，骨格筋における細胞膜の損傷，または細胞膜の透過性の増大によるもの⁽⁴⁾と考えられている。また，GOTのみならずGPTの上昇は，運動の強度や時間によって，骨格筋だけでなく肝臓にも影響があるものと考えられる。

S-FEは，血清中の鉄のことで，血清の蛋白質と結合して運搬され，主にヘモグロビン合成に用いられる。また，血清鉄値は鉄欠乏性貧血などの目安ともなる。⁽¹⁾したがって，S-FEは，ヘモグロビン合成の役割があることから，RBC，HCTと同様にS-FE値の低下は，酸素運搬能力の低下を意味するものと思われる。

以上の6項目において，過剰な運動負荷によって，上昇するのがWBC，GOT，GPTで，逆に低下するのがRBC，HCT，S-FEである。この6項目の基準値（正常値）を以下に示す。

[基準値]

WBC 3300～9000/mm³

RBC	430~570 万/mm ³
HCT	42.0~53.0%
GOT	10~40 IU/l
GPT	5~45 IU/l
S-FE	50~200 μ g/dl

合宿前と合宿後において、有意な差が多くみられたこの6項目にのみ注目して、各合宿をしてみると、A合宿では、GOT、GPT、S-FEの3項目に有意差が認められたが、GPT、S-FEは基準値範囲内であった。GOTは 35 ± 11 から 51 ± 29 と基準値を越えている。したがって、A合宿においては、顕著に骨格筋に何らかの影響を与える運動負荷、トレーニングが実施されたことが推測される。

B合宿では、WBC、HCT、GOT、GPTに有意差が認められたが、WBC、GPTは基準値内であった。HCTは 43.4 ± 2.6 から 41.5 ± 2.4 となり、赤血球の割合が大きく低下した。GOTは 40 ± 19 から 77 ± 53 とかなり上昇した。したがって、B合宿においては、筋に与える影響が大きいだけでなく、酸素運搬系にも影響を及ぼすトレーニング内容であったことが伺える。

C合宿では、WBC、GPT、S-FEに有意差が認められたが、3項目とも基準値内であった。しかし、WBCは 10090 ± 2050 から 5235 ± 1258 となり、合宿前までの運動負荷等が大きかったことが推測できる。合宿終了時には基準値内まで低下し、血液状態、身体状況等が良好になったと思われる。

D合宿では、WBC、RBC、GPT、S-FEに有意差が認められたが、全て基準値範囲内であった。基準値内ではあるが、WBCが低下し、RBCが上昇し、また、顕著ではないがHCTやHbも上昇している。C合宿同様、体調を良好にできたトレーニング内容であったことが推測できる。

E合宿では、RBCに有意差が認められたが、基準値内であった。

F合宿では、WBCに有意差が認められたが、これも基準値範囲内であつ

た。しかし、WBC は 9909 ± 2448 から 5370 ± 905 となり、C 合宿と同様な傾向が伺えた。

G 合宿では、WBC, RBC, HCT, GOT, GPT に有意差が認められたが、HCT 以外は基準値内であった。HCT は 43.5 ± 2.6 から 41.7 ± 2.3 となり、赤血球数の比率が大きく低下している。また、基準値内ではあるが、RBC, Hb も低下していることより、G 合宿においては、酸素運搬系に顕著な影響を与えるトレーニング強度だったことが推測できる。

H 合宿では、RBC, HCT, GOT, GPT, S-FE に有意差が認められたが、基準値を越えたのは、HCT ($43.2 \pm 2.1 \rightarrow 41.3 \pm 2.8$) と GOT ($26 \pm 4 \rightarrow 48 \pm 13$) であった。したがって、B 合宿同様、運動負荷が大きかったと思われる。

I 合宿では、有意な差が認められた項目はなく、血液性状に顕著な影響を与えるようなトレーニング負荷でなかったことが伺える。

J 合宿では、WBC に有意差が認められた。これも C・F 合宿と同様に、基準値を越える値から基準値内に低下しており ($11878 \pm 3220 \rightarrow 6061 \pm 1382$)、合宿前の運動負荷がかなり大きかったことが推測される。

K 合宿では、WBC, RBC, HCT に有意差が認められたが、基準値範囲を越えるのは、HCT だけであった ($44.2 \pm 2.3 \rightarrow 40.6 \pm 3.4$)。HCT の低下の割合も大きく、また、基準値内ではあるが RBC も低下し ($485 \pm 32 \rightarrow 444 \pm 42$)、Hb もかなりの割合で大きく低下している ($14.6 \pm 1.0 \rightarrow 13.4 \pm 1.2$)。したがって、K 合宿においては、トレーニング強度が大きく、酸素運搬系に顕著な影響を与えたことが伺える。

以上、11 回の合宿で、トレーニングによる運動負荷が大きかったと推測されるのが、A・B・G・H・K の 5 合宿であった。逆に、合宿トレーニングにより、血液状態、身体状態が良好になった、言い換えれば、運動負荷が小さかった、もしくは、合宿前の運動負荷がかなり大きかったと推測されるのが、C・D・F・J の 4 合宿であった。また、合宿トレーニングにより血液状態の悪化や身体疲労を伴わなかった、つまり、運動負荷が大きくもなく

小さくもなく、中程度の運動負荷だったと思われるのが、E・Iの2合宿であった。

以上のように、本研究においては、各合宿によって血液性状に与える影響が大きく異なった。特に、本学陸上競技部員の場合、GOTとHCTの顕著な上昇とWBCの低下が、トレーニング強度（運動負荷）の大きさを示唆することが伺えた。言うまでもなく、血液性状だけでは、合宿トレーニングの効果や合宿の目的の達成度合は判断できない。しかし、合宿に参加している選手の血液性状の変化を観察し、分析することは、合宿全体のトレーニング効果や目標達成度合の判断、選手の体調の把握の手がかりになり得ることは否定できないであろう。

(3) 合宿トレーニングの効果と妥当性

表2は、11回の合宿の概要を示すものである。陸上競技長距離種目における合宿の位置付けは、多くはシーズン前の強化にあると先に述べたが、その強化も様々である。表2から、本学の長距離合宿も、時期・構成人員・目的等が異なることがわかる。しかし、共通点もあることが伺える。したがって、これらを考慮した上で、11回の合宿を4類に分類した。分類は、以下の通りである。

I群：A合宿	(1995.3.26～4.3)
F合宿	(1996.3.26～3.31)
J合宿	(1997.3.11～3.16)
II群：B合宿	(1995.5.1～5.7)
K合宿	(1997.3.27～4.3)
III群：C合宿	(1995.7.30～8.9)
G合宿	(1996.8.1～8.7)
IV群：D合宿	(1995.8.19～8.30)
E合宿	(1995.9.9～9.20)

H合宿 (1996.8.15~8.23)

I合宿 (1996.9.1~9.8)

本学の合宿は、時期的に春季と夏季にかざられている。また、目的も走り込みとスピード強化、また、その移行とからなる。したがって、11回の合宿(A~K)を上記の4群のように分類した。

I群は、春季の新入生を迎えての新チーム1回目の合宿で、主に走り込みからスピードへの移行が目的である。II群は、春季の新入生を迎えての2回目、スピード強化が目的の合宿である。III群は、夏季前期の全体合宿で、低速での走り込みが目的である。IV群は、夏季中後期の選抜で、中速で

表2 合宿の概要

	期 日	日数	場 所	構成 (人数)	目 的
A合宿	95.3.26~4.3	9	富津市 (千葉県)	選抜+新入生 (30)	距離(量)からスピード(質)への移行
B合宿	95.5.1~5.7	7	富津市 (千葉県)	選抜+1年生 (21)	スピード強化 (質の向上)
C合宿	95.7.30~8.9	11	車山高原 (長野県)	故障怪我以外の 全員 (31)	低速での走り込み (量の追求)
D合宿	95.8.19~8.30	12	士別市 (北海道)	選 抜 (24)	中速での走り込み (質と量の向上)
E合宿	95.9.9~9.20	12	士別市 (北海道)	選 抜 (24)	中速での走り込みと スピード慣れ(実戦練習)
F合宿	96.3.26~3.31	6	富津市 (千葉県)	選抜+新入生 (23)	距離(量)からスピード(質)への移行
G合宿	96.8.1~8.7	7	車山高原 (長野県)	故障怪我以外の 全員 (27)	低速での走り込み (量の追求)
H合宿	96.8.15~8.23	9	士別市 (北海道)	選 抜 (16)	中速での走り込み (質と量の向上)
I合宿	96.9.1~9.8	8	士別市 (北海道)	選 抜 (17)	中速での走り込みと スピード慣れ(実戦練習)
J合宿	97.3.11~3.16	6	富津市 (千葉県)	選抜+新入生 (18)	距離(量)からスピード(質)への移行
K合宿	97.3.27~4.3	8	富津市 (千葉県)	選抜+新入生 (15)	スピード強化 (質の向上)

の走り込みとスピード慣れが目的の合宿である。

先の通り、合宿前後において、有意な差が多くみられた WBC, RBC, HCT, GOT, GPT, S-FE の 6 項目について、各群別にその変動を示した (図 1~6)。

はじめに、白血球の場合、Ⅲ群・Ⅳ群の合宿はいずれも低下している。Ⅲ群・Ⅳ群は共に夏季で走り込みが主たる目的の合宿なので、白血球のように急性的な反応を示すもの⁽⁹⁾に影響がないと思われる。しかし、Ⅰ群・Ⅱ群の合宿はスピードへの移行、スピード強化が目的なので、合宿後に白血球値が上昇することが予測されたが、顕著に上昇したのは B 合宿のみであった。白血球が基準値を越えて顕著に上昇することは、生体に何らかの影響を及ぼす可能性⁽³⁾があると考えられる。しかし、Ⅱ群の B 合宿の変動は基準値範囲内の上昇である。よって、B 合宿は他の合宿よりも運動負荷が大きく、目的であるスピード強化の達成度合も極めて高いと考えられる。

赤血球の場合、Ⅳ群以外は全て下降傾向が伺えた。特に、Ⅱ群の B, K 合宿の低下は顕著であった。運動負荷により、赤血球が低下することは先に述べたが、Ⅱ群はスピード強化が主たる目的なので、顕著に低下したことから、運動負荷が大きかったことが推測できる。また、顕著に低下したものの、基準値範囲内なので目的の達成度合は高かったと思われる。

ヘマトクリットの場合、Ⅱ群・Ⅲ群は下降傾向が伺えた。ヘマトクリットは赤血球と同様、運動負荷により低下する⁽¹⁰⁾。Ⅱ群・Ⅲ群の 4 合宿の内、B, G, K の 3 合宿が基準値を越えて低下している。これは、運動負荷がかなり大きかったことが推測できる。基準値を越えて低下するということは、運動負荷が強すぎて、疲労が残る可能性も考えられる。したがって、Ⅱ群・Ⅲ群の合宿 (特に B, G, K 合宿) においては、合宿の目的の達成度合も高いとは言いがたいであろう。

GOT の場合、Ⅲ群・Ⅳ群は上昇傾向が伺えた。群としては、上昇傾向にないが、Ⅰ群の A 合宿とⅡ群の B 合宿は顕著に上昇している。また、Ⅰ群の J 合宿においては、下降しているものの、基準値を越えた高い値である。

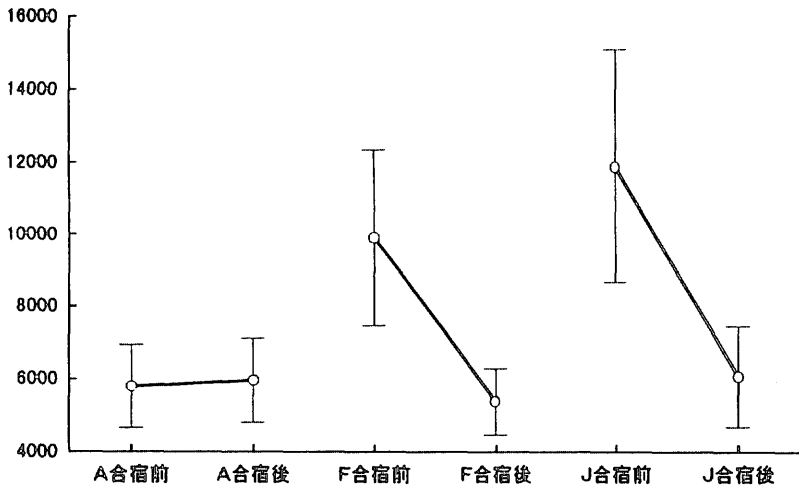


図 1-I I 群の白血球の変動

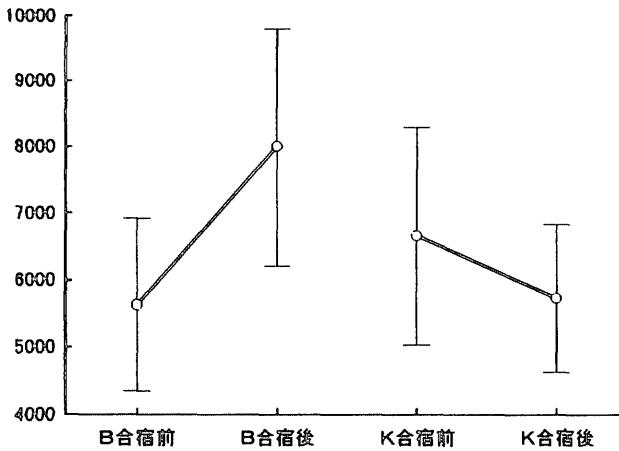


図 1-II II 群の白血球の変動

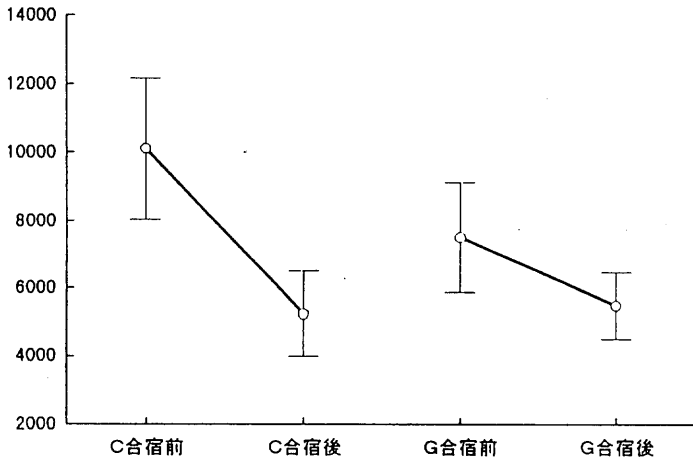


図 1-III III群の白血球の変動

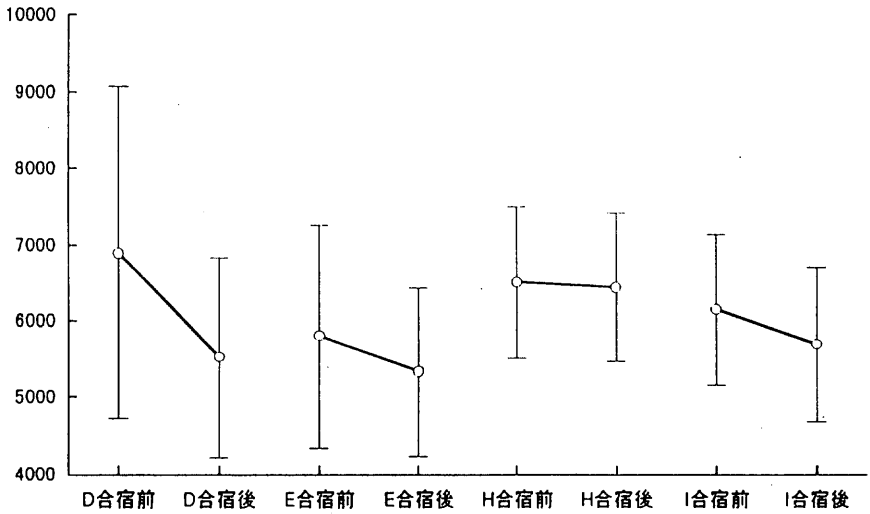


図 1-IV IV群の白血球の変動

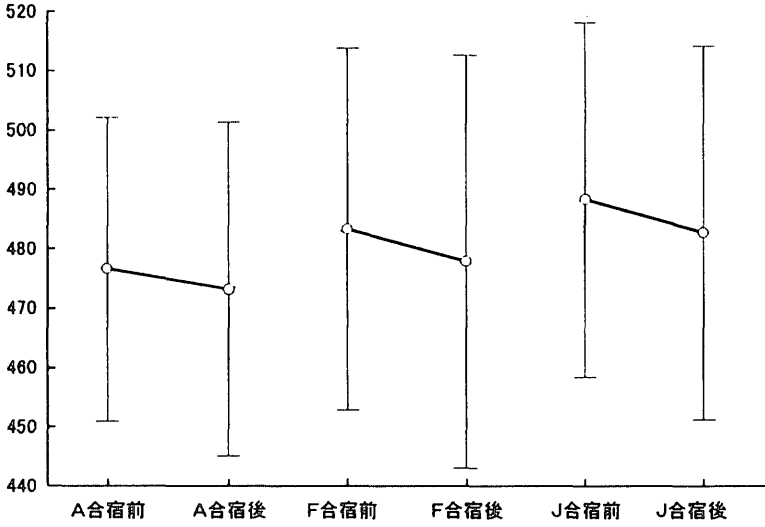


図 2-I I 群の赤血球の変動

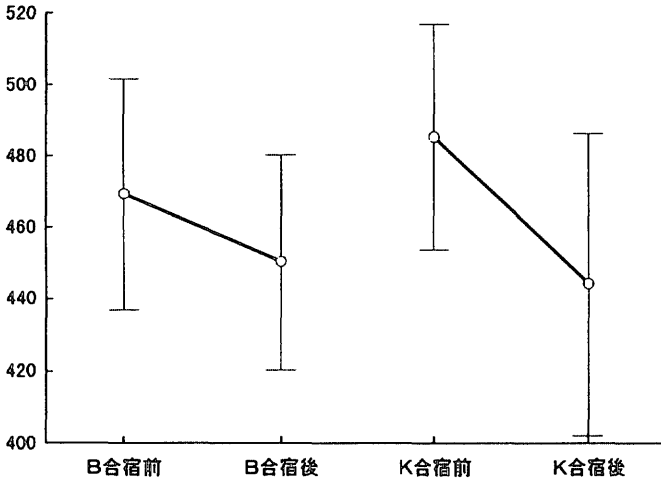


図 2-II II 群の赤血球の変動

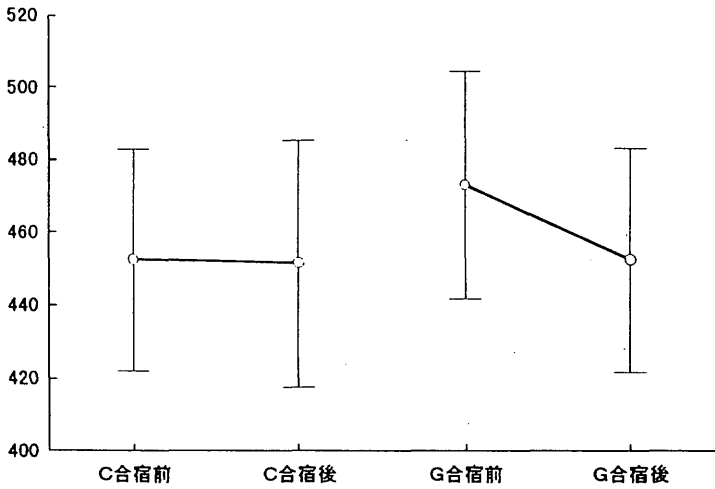


図 2-III III群の赤血球の変動

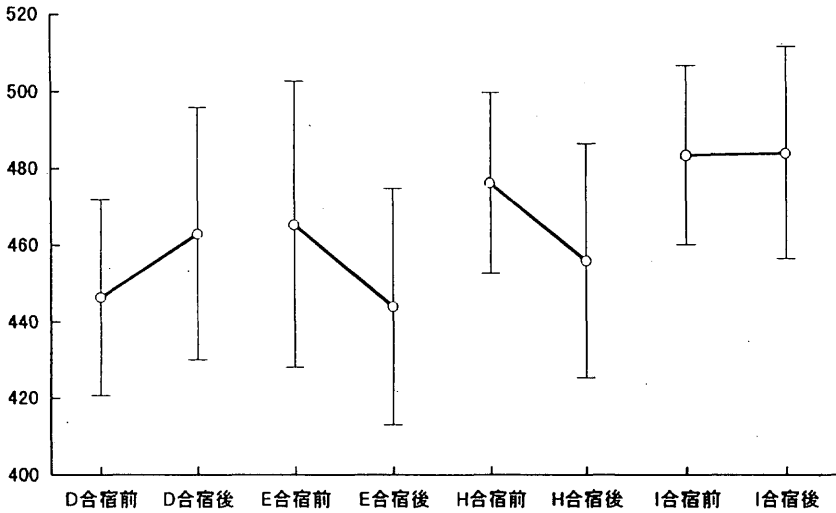


図 2-IV IV群の赤血球の変動

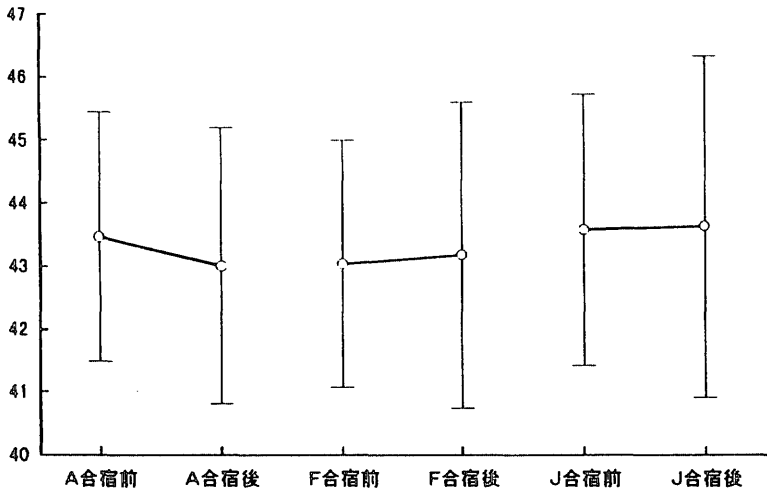


図 3-I I 群のヘマトクリットの変動

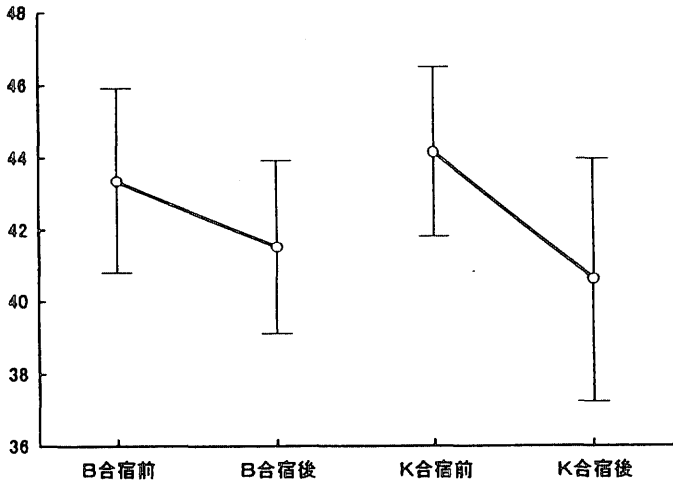


図 3-II II 群のヘマトクリットの変動

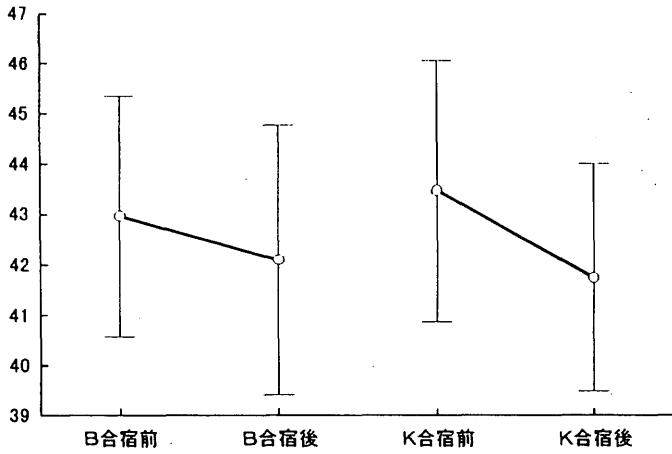


図 3-III III群のヘマトクリットの変動

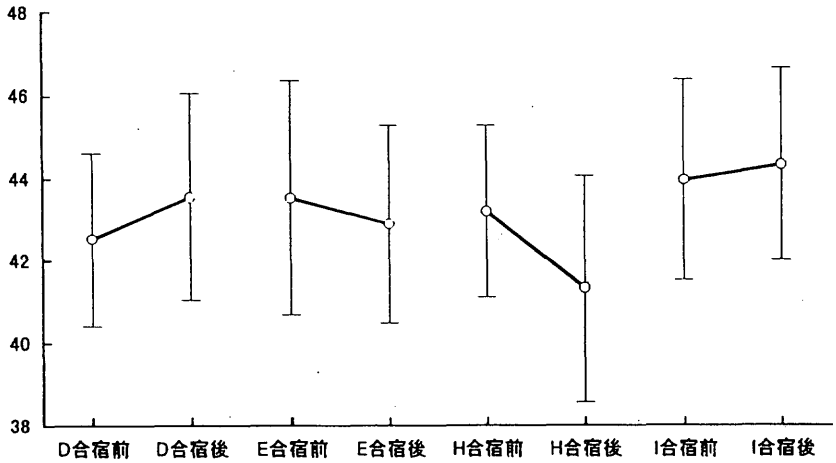


図 3-IV IV群のヘマトクリットの変動

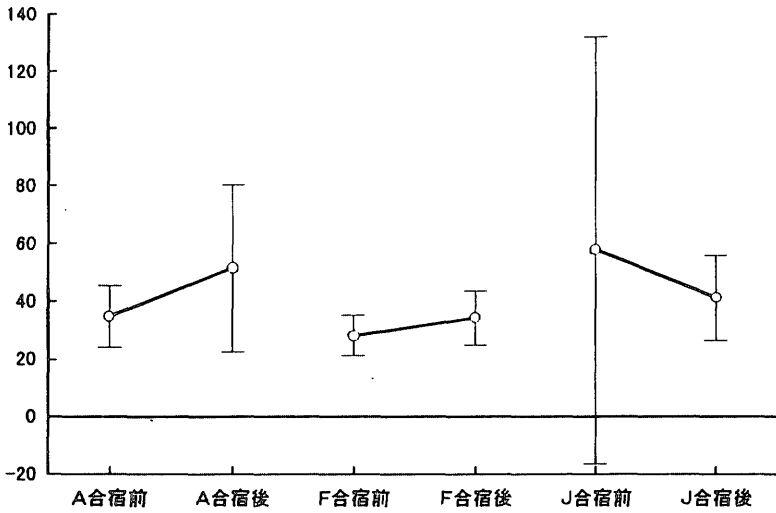


図 4-I I 群の GOT の変動

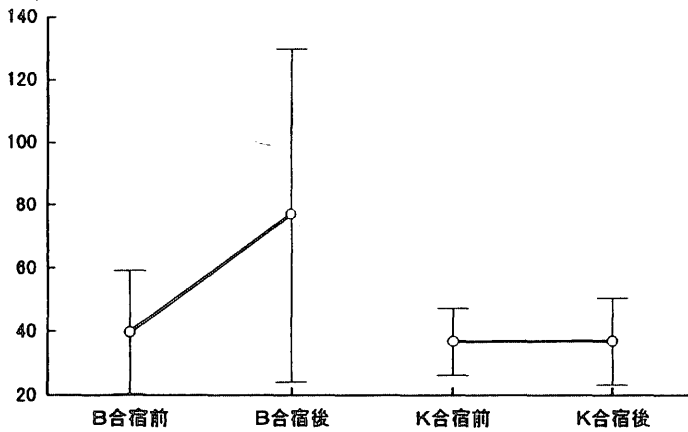


図 4-II II 群の GOT の変動

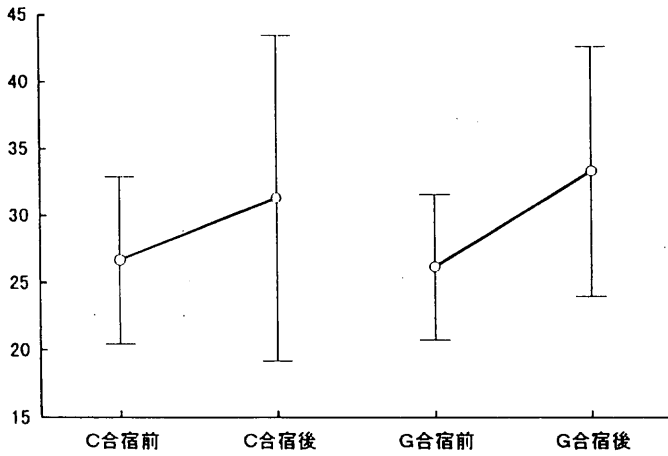


図 4-III III群の GOT の変動

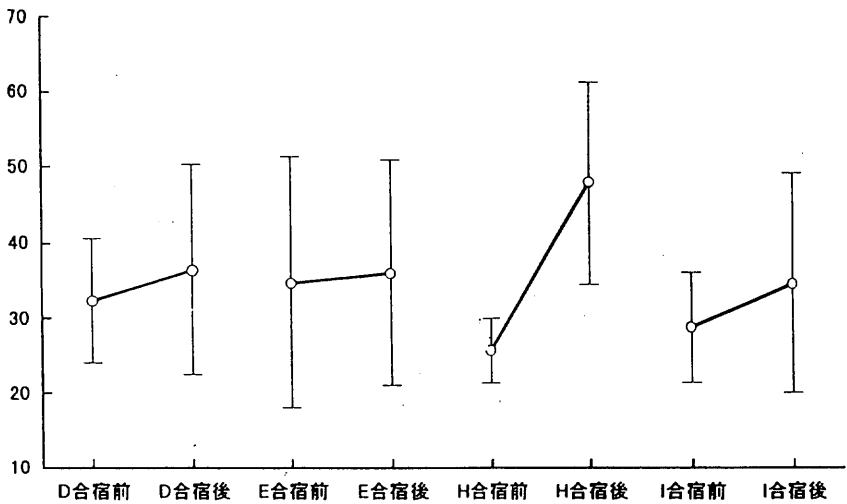


図 4-IV IV群の GOT の変動

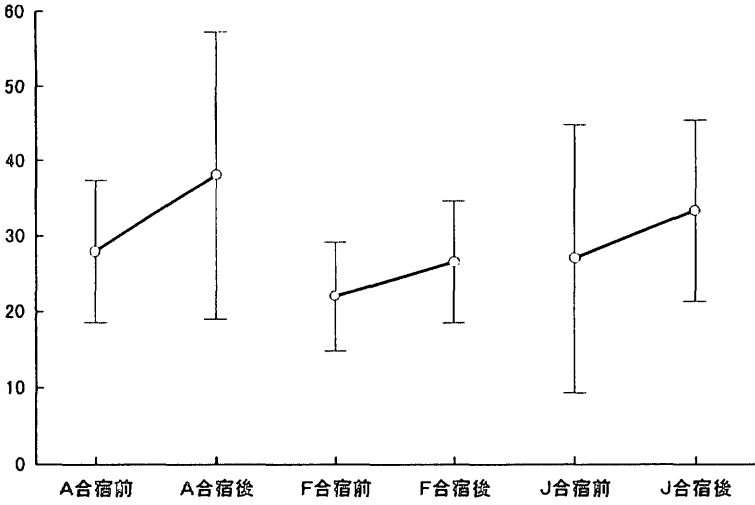


図 5-I I 群の GPT の変動

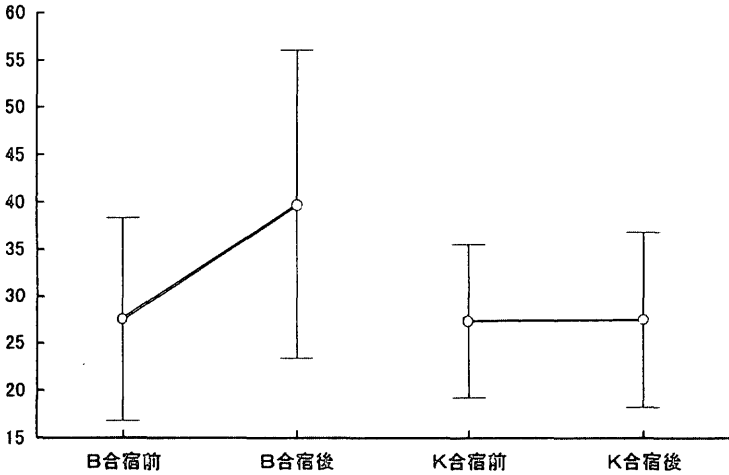


図 5-II II 群の GPT の変動

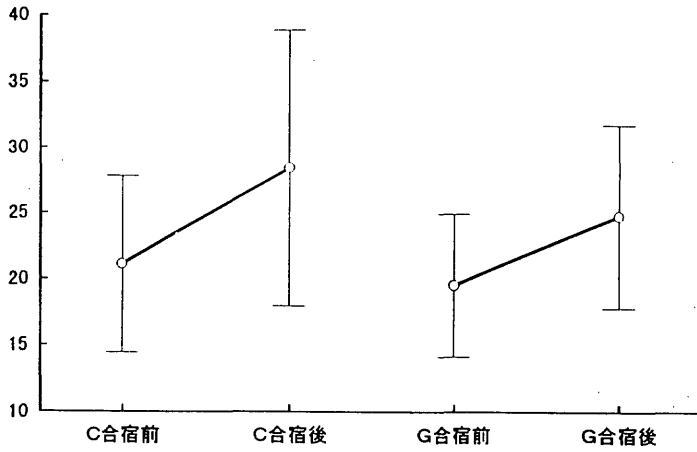


図 5-III III群の GPT の変動

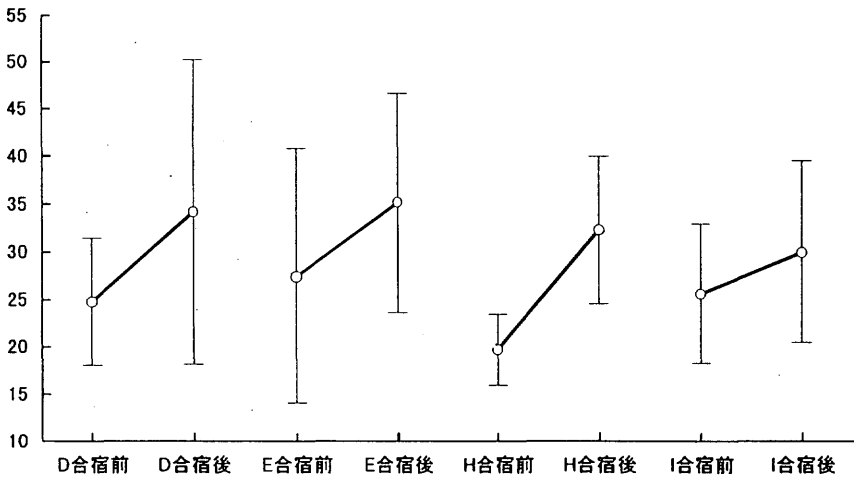


図 5-IV IV群の GPT の変動

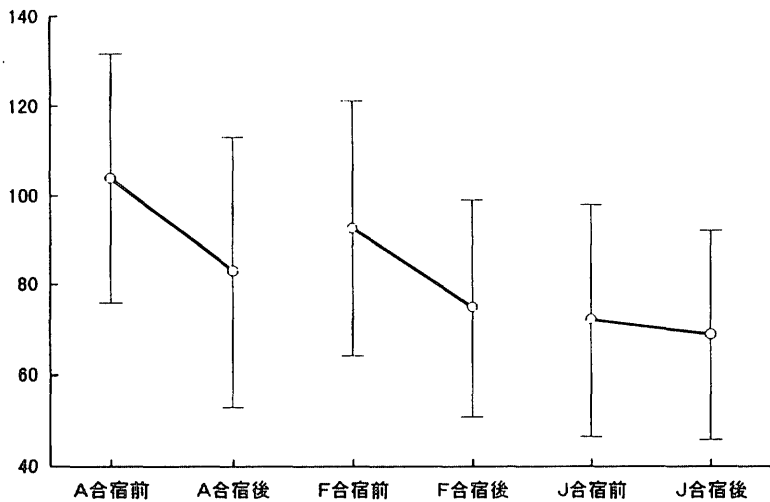


図 6-I I 群の血清鉄の変動

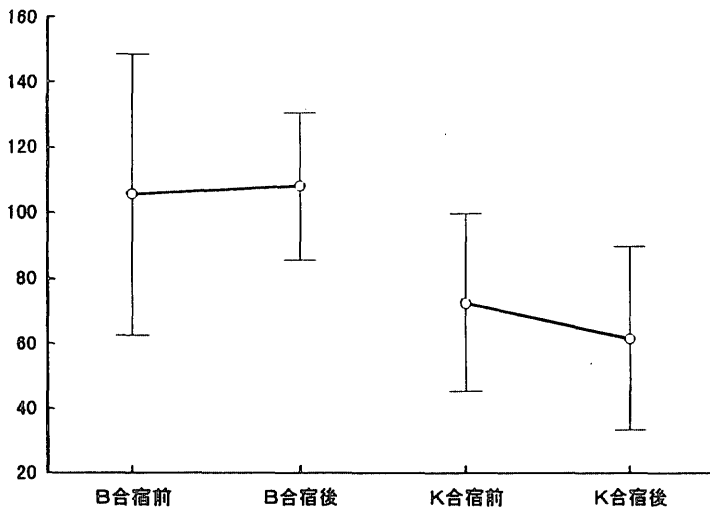


図 6-II II 群の血清鉄の変動

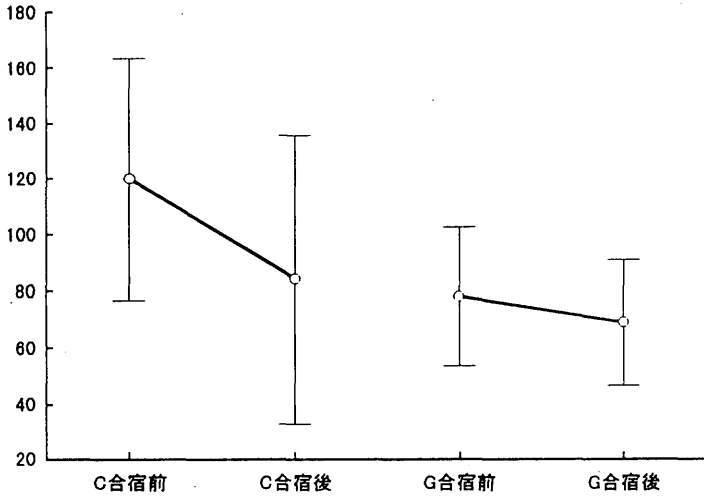


図 6-III III群の血清鉄の変動

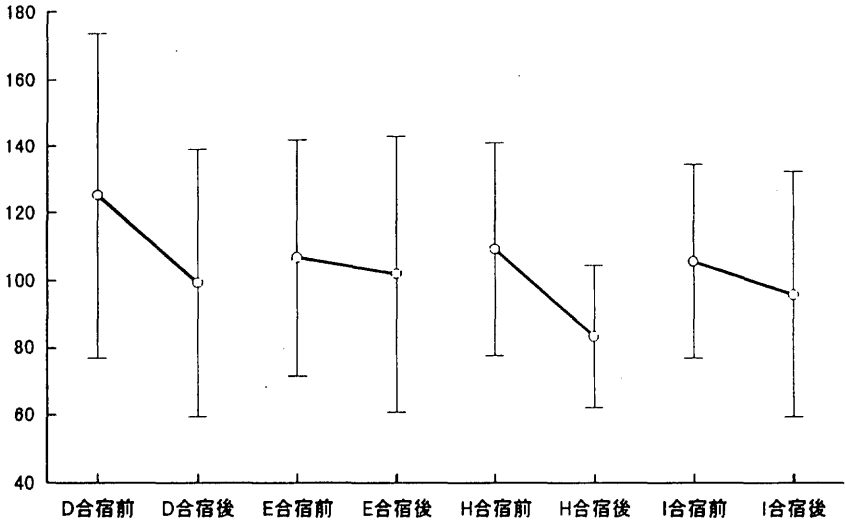


図 6-IV IV群の血清鉄の変動

GOT は骨格筋等に分布しているので、GOT が高くなるということは、運動負荷により筋肉に何らかの影響を及ぼしているものと考えられる。基準値内での上昇はトレーニング効果が期待でき、合宿の目的の達成度も高いと予測されるが、基準値をはるかに越える上昇は運動負荷が強すぎるものが推測できる。以上のことより、Ⅲ群・Ⅳ群は、運動負荷が適度であったと思われる。しかし、Ⅱ群の B 合宿のようにはるかに基準値を越えることは、目的がスピード強化といえども、運動負荷が強すぎて目的の達成は期待できないものと思われる。

GPT は、Ⅰ群からⅣ群全てにおいて上昇している。GPT は、肝臓に多くを分布していることより、運動負荷により肝臓等に何らかの影響を及ぼしたものと思われる。しかしながら、上昇したにも関わらず、基準値範囲内であることより、運動負荷は適度で、肝臓にも大きく負担を掛けることなく、合宿の目的もある程度達成できたと思われる。

血清鉄の場合、Ⅱ群の B 合宿以外は全て低下している。血清鉄は主にヘモグロビン合成に用いられる。したがって、血清鉄値の低下は、酸素運搬能力に支障をきたす¹⁹。大平は、運動負荷が比較的軽度な状態が続くと血清鉄値は上昇し、その後運動負荷が過剰に加えられる度に低下すると報告している。したがって、Ⅰ・Ⅲ・Ⅳ群の合宿、つまり、スピード強化のⅡ群以外は運動負荷が適度であったと思われる。合宿の目的の達成度も高いと思われる。

以上のように、本学陸上競技部長距離選手の場合、Ⅱ群の合宿に多くの変動が伺えた。Ⅱ群は、春季の新入生を迎えての 2 回目の合宿で、スピード強化が目的である。よって、トレーニング内容も質の高いスピードトレーニングが多い。Ⅱ群の場合、他の群と違い、白血球・赤血球においては、基準値範囲内の変動でトレーニング効果があったと思われる。しかし、ヘマトクリットや GOT においては、基準値を越える変動トレーニング負荷が強すぎて、逆にトレーニング効果が期待できないものと思われる。したがって、スピード強化を目的とする合宿においては、白血球・赤血球の変動のみなら

ず、ヘマトクリット・GOT の変動にも注意をはらい、基準値内の変動に留まるようにトレーニング負荷をコントロールすることが、トレーニング効果を高め、合宿の目的をも達成することになると思われる。

本研究においては、11 回の合宿を時期・目的等から 4 群に分類し、血液性状の変動を分析検討したが、今後は合宿におけるトレーニング効果を高める意味でも、血液性状の変動を更に詳細に観察した上で、トレーニング内容（運動負荷等）を検討することが望ましいと思われる。また、本研究では、合宿参加選手を合宿別に群として扱い分析検討したが、選手個人の血液性状の変動をそれぞれに観察することが、選手個々のトレーニング内容をコントロールでき、ひいてはパフォーマンス向上の一手段となり得ることであろう。

5 ま と め

本研究は、本学陸上競技部長距離選手の血液性状が、合宿前と合宿後にどのように変化するかを分析検討した。

得られた主な結果を以下に示す。

- 1) 11 回の合宿の前後の血液性状で有意な差が多く認められたのは、白血球・赤血球・ヘマトクリット・GOT・GPT・血清鉄であった。
- 2) 合宿前と合宿後の血液性状の変動は、合宿でのトレーニング強度（運動負荷）を推測する一手段となった。特に、ヘマトクリット・GOT の上昇と白血球の低下がトレーニング強度を推測する判断基準となり得た。
- 3) 合宿を時期や目的等で 4 群に分類したが、春季のスピード強化を目的とする合宿に、血液性状の変動が多く認められた。特に、白血球・赤血球・ヘマトクリット・GOT の変動は顕著であった。

以上の結果から、合宿前後の血液性状の変動を分析検討することは、合宿でのトレーニング強度（運動負荷）の大きさを推測でき、トレーニング効果

や目的の達成度合を判断するのに極めて有効な一手段となり得た。

また、血液性状の各検査項目において、その変動が基準値範囲内に留まるように、合宿でのトレーニング強度をコントロールすることが、更にトレーニング効果を高め、合宿の目的の達成度合も高めることになると思われる。

しかしながら、本研究では、合宿参加選手を合宿別に分析検討しているので、選手個人の血液性状の変動の特徴は明らかでない。したがって、今後、選手個人の血液性状の変動を観察し、その特徴を把握することが、選手個々のトレーニング内容を検討でき、競技力向上につながる極めて有効な手段となり得るに違いない。また、選手・指導者においては、血液性状の変動の重要性を認識した上で、トレーニング内容、その強度、頻度等の検討と工夫が今後更に必要であると思われる。

なお、本研究の遂行にあたっては、順天堂大学医学部浜本恒男先生に採血を依頼し、検査測定には株式会社三菱ビーシーエルのご協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表する次第である。

〔引用・参考文献〕

- (1) 秋谷忍, ほか: NANNZANDO'S MEDICAKL DICTIONARY, 588, 南山堂, 1978.
- (2) 青木純一郎, ほか: 血液成分に及ぼす高所トレーニングの影響——第3報 高所トレーニング医・科学サポート, 平成5年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告: 21-25, 1993.
- (3) Convertino, V. A., Brock, P. J., Keil, L. C., Bernauer, E. M. and Greenleaf, J. E.: Exercise Training-induced hypervolemia: role of plasma albumin, renin, and vasopressin. *J. Appl. Physiol.* **48**, 665-669, 1980.
- (4) 江崎和希, 宮上寛之, 圓吉夫: ミドルディスタンス・トライアスロンが血中生化学成分に及ぼす影響, *体力科学* **45**, 429-440, 1996.
- (5) Farber, H., Arbetter, J., Achaefer, E., Hill, S., Dallal, G., Grimaldi, R. and Hill, N.: Acute metabolic effects of an endurance triathlon. *Ann. Sports Med.* **3**, 131-138, 1987.

- (6) Gimenez, M., Mohan-kumar, T., Humbert, J., Talance, N. D. and Buisine, J. : Leukocyte, lymphocyte and platelet response to dynamic exercise. *Eur. J. Applied Physiol.* **55**, 465-470, 1986.
- (7) 平岡秀雄, 田村修治, 鈴木昭寿, 荒川正一: 運動負荷が血液性状に及ぼす影響について, 東海大学紀要 (体育学部) **20**, 59-66, 1990.
- (8) 平田文夫: マラソンの肝機能に及ぼす影響, デサントスポーツ科学 **4**, 68-75, 1983.
- (9) 本郷利憲, 広重力, 豊田順一, 熊田衛編: STANDARD TEXTBOOK OF PHYSIOLOGY, 436-438, 医学書院, 1985.
- (10) 井本岳秋: ランナーの適正運動量と血液性状からみたコンディショニングの試み, 体力科学 **46**, 25-30, 1997.
- (11) 河野一郎: 運動と免疫, 体力科学 **41**, 139-146, 1992.
- (12) L. S. ホメンコフ著, 小野耕三訳: 陸上競技トレーナー用教科, 175-203, ベースボール・マガジン社, 1978.
- (13) 前河洋一, 山本正嘉, 山本利春, 大塚正美: 箱根駅伝出場選手の体力特性, 国際武道大学紀要 **9**, 55-60, 1993.
- (14) 中野昭一, 重田定義編: Co-ordination in Human Body, 456-463, 朝倉書店, 1994.
- (15) 大平充宜: 貧血, 鉄欠乏および両者の併合が運動能力に及ぼす影響, 臨床スポーツ医学 **6**, 501-508, 1989.
- (16) 大森重宜, 親谷均二, 関岡康雄: 高校生スプリンターの血液性状, 陸上競技研究 **13**, 20-23, 1993.
- (17) 尾尻義彦, 猪狩淳, 大城勝, 外間政哲, 森久恒, 宮林達也: マラソンにおける血液成分の変動, 体力科学 **35**, 328, 1986.
- (18) 新村出編: 広辞苑 (第四版), 岩波書店, 505, 1991.
- (19) 鈴木政登, ほか: ジョギング愛好家のフルマラソン後の血液・尿成分の変化, 臨床スポーツ医学 **7**, 813-820, 1990.
- (20) 宇佐美彰朗: 高所トレーニングにおける血液性状の変化——第1報 赤血球・ヘモグロビンの推移, 東海大学紀要 (体育学部) **9**, 181-189, 1979.
- (21) Wells, C. L., Stern, J. R. and Hecht, L. H. : Hematological changes following a marathon race in male and female runners. *Eur. J. Applied Physiol.* **48**, 41-49, 1982.