

## 長期運動鍛練時の血液性状について

—とくに赤血球・白血球の動態—

(昭和50年7月7日受理)

伊藤 孝\*・中井 誠一\*  
大川 栄子\*・松岡 脩吉\*  
阿部 茂明\*\*

## I 緒 言

ヒトに運動訓練をおこなわせて、血液の一般性状から運動の生体に及ぼす影響をとらえようとする報告はかなり古くから検討されており、赤血球ではDill<sup>1)</sup>(1930)が鍛練の程度を赤血球数から判定し得ると推論し、Herxheimer<sup>2)</sup>(1933)はスポーツ鍛練者の赤血球数、血色素濃度が一般健常人より高値を示すことを観察している。以来数多くの報告がみられ、わが国でも山地<sup>3)</sup>(1951)、山田<sup>4)5)</sup>(1958)、平松<sup>6)</sup>(1960)或いは村上<sup>7)8)</sup>(1961, 1965)、山岡ら<sup>9)</sup>(1966)等により一定の知見が報告されているが、長期間に亘るトレーニング負荷の影響並びに負荷直後の連続採血による血液性状の動態を検討した報告は少ない。また、白血球ではEgoroff<sup>10)</sup>(1924)が激運動時の血液像を観察し、負荷直後のリンパ球増加について好中球著増がみられ、その後リンパ球、好酸球の減少が続き、やがて好酸球の消失する事実を明らかにしているが、林<sup>11)</sup>(1938)、奥津ら<sup>12)</sup>(1951)、村上ら<sup>13)</sup>(1963)も白血球内容について検討を加えているが必ずしも同じ見解にたっていない。しかし、内分泌系機能と好酸球の変動を主体として疲労の立場から検討を加えている研究も多く、例えば沢田ら<sup>14)</sup>(1952)、松岡ら<sup>15)</sup>(1955)、宮坂ら<sup>16)</sup>(1955)、里見<sup>17)18)</sup>(1959)等が筋労作による疲労時には循環好酸球が減少するとともに

に、労作強度の増大に伴って漸減する事実をも認めている。

以上、負荷運動に際し血液性状、とくに赤血球数並びに白血球数は運動直後に一過性変動を示すが、赤血球においては長期間の運動鍛練者では一般健常人より高値を示すとする一般知見であり、白血球比率については、好酸球を除き必ずしも一致した見解が得られているとはいえず、長期トレーニング中の白血球比率の動態について検討を加えるとともに赤血球についても併せて追試しようとするものである。

## II 調査対象及び実験方法

1)対象：調査の対象は健康成人男子(うち3名は大学職員、1名は研究生)で年齢構成は23, 24, 26, 33才の4名である。

対象者はいずれも体育専攻大学出身者であるが、過去1年以上とくに運動は行っていない非鍛練者である。また、本実験対象者の体格は表1に示すごとくで、身長は164 cm~171.5 cm、体重は54.5 kg~67.0 kgである。

表1 対象者の体位(身長・体重)

Subj.	Sex	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)
S. A	♂	24	171.5	67.0
K. S	♂	23	167.0	64.0
T. I	♂	33	167.0	54.5
S. N	♂	26	164.0	63.0

2)運動負荷条件：運動は週5日間負荷(うち1日は実験日)とし、自転車エルゴメーターを

\* 日本体育大学衛生学教室

\*\* 日本体育大学体育研究所

用い最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ ) の70%相当の強度で10分間負荷とした。

また、実験日は自転車エルゴメーターによる all-out 運動をおこなわせ、3分間の W-up (2KP, 50rpm) 後2分間の休息をとらせ、W-upと同強度で2分間負荷し、その後は1分間ごとに0.5KP (50rpm) ずつ漸増し、負荷後4分からは更に60rpmに挙げ all-out に負い込む負荷漸増法を採用した。

また、運動を毎日継続することによるトレーニング効果が予想されるため、4週目ごとに最大酸素摂取量を計測し、負荷強度が最大酸素摂取量の70%相当になるよう強度を補強した。

3) 実験の条件：実験前日の午後8時以降の飲食物摂取は一切さけ、10時には就寝するよう指示し、充分睡眠をとらせ翌朝9時より all-out 負荷実験を開始した。

また、実験に際しての血液採取は運動負荷直前、all-out 負荷終了後とし、負荷終了後は図1に示した時間々隔、即ち3分以内、15分、30分、60分、120分後にそれぞれ5mlずつ採血することにした。

4) 測定方法：長期間に亘るトレーニングの効果を観察するため all-out time, 最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ ), 換気量 ( $\dot{V}_E$ ), 心拍数 (H.R.) を、また、血液性状として赤血球 (Ery.), 白血球 (Leu.), ヘマトクリット値 (Ht), ヘモグロビン濃度 (Hb) についてそれぞれ測定をおこなった。

呼吸採気はダグラスバッグ法でおこない、ガス分析はショランダーガス分析器を用いた。心拍数については胸部誘導により多用途監視装置 (RM, 45日本光電製) に ECG を記録し毎分心拍数を算出した。一方、赤血球数及び白血球数は Burker-Turk の血球算定盤を用いて算出し白血球については Giemsa 法で染色し顕微鏡油浸で好酸球, 好中球, リンパ球, 単球, 好塩基球に分類しその百分比をもって判定した。またヘマトクリット値については高速遠心による毛

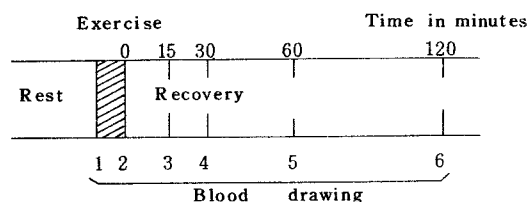


図1 実験における採血計画

細管法、ヘモグロビン濃度についてはシアンメトヘモグロビン法でそれぞれ測定をおこなった。

また、それぞれの測定項目について、週を追うごとの測定値から回帰直線を求め、棄却検定し、その結果から各個人のそれぞれの測定値についての傾向の有意性を検討した。

### III 実験成績

#### (1) 運動鍛練と呼吸循環系機能

表2はトレーニング期間中における個々の週を追うごとの結果を示したものである。

##### 1) all-out 時間

各被検者ともにトレーニング開始後波動的ではあるが、トレーニングが進むにつれ徐々に延長し、第18週間終了時では S.A. 2分25秒, K.S. 1分54秒, T.I. 2分10秒, S.N. 2分34秒それぞれ延長がみられ、S.A.を除く3名については1%の危険率で有意の増加傾向が認められた。また S.A.についてはトレーニング第1週後において11分42秒を記録し、一挙に4分17秒もの延長がみられたが、第2週後では、また7分台に戻る値を示した。

##### 2) 最大酸素摂取量

最大酸素摂取量からみたトレーニングを経ることの増減傾向は、週を追うごとに徐々にではあるが増大し、2名 (K.S., S.N.) については1%水準で、また T.I. については5%水準の危険率で有意の増加傾向が認められた。また体重1kg当りの最大酸素摂取量でも18週間後では凡そ6~9 ml/kg/min. の増加となり、S.N., T.I. は1%水準で、K.S. は5%水準でそれぞれ有意

表 2 - 1 週経過に伴なう all-out test 時の各測定結果

Subj. K.S.

Weeks	All out time	Max. $\dot{V}O_2$ l/min	Max. $\dot{V}O_2$ ml/kg/min	Max. $\dot{V}_E$ BTPS	Max. H.R. Beats/min	Rec. 10 H.R.	Max. R.R. resp/min	O <sub>2</sub> Removal ml/l	O <sub>2</sub> Pulse ml/beat
Before	7' 23"	2.853	46.0	126.51	171	89	53	27.60	16.68
1	7' 25"	2.737	44.1	139.77	177	89	44	23.58	15.46
2	7' 24"	2.735	41.1	127.03	168	86	43	26.09	16.28
3	7' 07"	2.948	47.5	132.89	168	86	43	27.20	17.55
4	8' 35"	3.004	48.5	159.94	178	90	62	22.90	16.88
5	8' 30"	3.151	50.8	170.89	183	100	55	22.70	17.22
6	7' 50"	3.372	54.4	138.42	174	88	46	29.70	19.38
7	7' 53"	3.116	50.2	133.65	182	92	44	28.30	17.12
8	8' 35"	2.806	45.2	156.90	186	100	52	21.80	15.09
9	8' 30"	3.570	57.6	155.99	186	104	56	27.90	19.19
10	9' 00"	2.833	45.6	141.29	186	100	56	24.40	15.23
11	8' 27"	3.211	51.7	148.65	183	96	48	26.40	17.55
12	8' 35"	3.253	52.5	146.79	186	102	47	26.90	17.49
13	8' 42"	3.218	51.9	143.47	184	100	50	27.30	17.49
14	8' 45"	3.470	55.9	146.41	182	90	53	28.80	19.07
15	9' 12"	3.411	55.0	146.40	184	100	53	28.40	18.54
16	9' 10"	3.329	53.7	151.75	184	95	53	26.70	18.09
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	9' 17"	3.333	53.8	146.07	188	105	52	27.70	17.73
	**	**	**		**	**			

\*\* p &lt; 0.01

表 2 - 2

Subj. T. I.

Weeks	All out time	Max. $\dot{V}O_2$ l/min	Max. $\dot{V}O_2$ ml/kg/min	Max. $\dot{V}_E$ BTPS	Max. H.R. Beats/m	Rec. 10 H.R.	Max. R.R. resp./m.	O <sub>2</sub> Removal ml/l	O <sub>2</sub> Pulse ml/beat
Before	5' 50"	2.312	42.4	102.96	184	92	45	27.60	12.57
1	5' 45"	2.119	38.9	105.86	178	88	46	24.20	11.90
2	5' 50"	2.094	38.4	113.59	182	89	50	22.60	11.51
3	6' 33"	2.402	44.1	106.54	184	98	48	27.69	13.05
4	6' 50"	2.318	42.5	101.82	189	102	57	27.86	12.26
5	7' 00"	2.334	42.8	121.57	194	103	57	23.60	12.03
6	7' 00"	2.627	48.2	118.63	190	94	56	26.99	13.83
7	6' 24"	2.335	42.8	111.54	184	92	47	25.41	12.69
8	7' 02"	2.790	51.2	135.32	188	87	64	25.09	14.48
9	7' 09"	2.288	41.9	123.27	186	91	55	22.70	12.30
10	7' 12"	2.005	36.8	123.26	186	94	57	19.80	10.78
11	7' 21"	2.637	48.4	121.48	187	95	56	26.50	14.10
12	7' 21"	2.599	47.6	129.41	187	93	51	24.40	13.90
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	7' 40"	2.817	51.6	137.44	190	97	54	24.90	14.83
15	7' 48"	2.415	44.3	107.61	189	95	53	27.20	12.78
16	7' 40"	2.534	46.5	128.92	186	91	56	24.00	13.62
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	8' 00"	2.730	50.1	125.98	188	100	55	26.30	14.52
	**	*	*	**					*

\*\* p &lt; 0.01 \* p &lt; 0.05

長期運動鍛練時の血液性状について

表 2 - 3

Subj. S.N.

Weeks	All out time	Max. $\dot{V}_{O_2}$ l/min	Max. $\dot{V}_{O_2}$ ml/kg/m	Max. $\dot{V}_E$ BTPS	Max. H. R. Beats/m	Rec 10 H. R.	Max. R. R. resp/m	O <sub>2</sub> Removal ml / l	O <sub>2</sub> Pulse ml/Beat
Before	5' 32"	2.311	37.3	138.54	180	95	59	20.50	12.84
1	5' 47"	2.337	37.7	136.59	180	106	61	20.70	12.98
2	6' 00"	2.508	40.5	145.75	190	100	65	21.10	13.20
3	6' 33"	2.414	38.9	133.56	184	100	—	22.20	13.12
4	7' 10"	2.291	37.0	124.64	188	94	62	22.50	12.19
5	7' 02"	2.460	39.0	139.34	190	102	65	21.70	12.95
6	6' 46"	2.496	39.6	124.34	185	94	60	24.47	13.49
7	6' 40"	2.875	45.6	132.71	190	100	62	26.30	15.13
8	7' 00"	2.502	39.7	130.68	188	94	60	23.30	13.31
9	7' 33"	2.561	40.6	148.32	184	96	61	21.10	13.92
10	7' 00"	2.953	46.9	139.28	189	93	62	25.80	15.62
11	7' 23"	2.674	42.4	143.85	186	96	60	22.70	14.38
12	7' 10"	2.544	40.4	140.16	192	98	60	22.05	13.25
13	7' 21"	2.855	45.2	138.78	186	96	61	24.99	15.35
14	7' 10"	2.655	42.1	131.12	184	87	60	24.60	14.43
15	7' 35"	2.504	39.7	138.72	182	91	60	22.00	13.76
16	7' 40"	2.691	42.7	142.90	186	91	62	22.99	14.47
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	8' 06"	2.740	43.5	144.40	188	91	60	23.00	14.57
	**	**	*			**			**

\*\* p < 0.01 \* p < 0.05

表 2 - 4

Subj. S.A.

Weeks	All out time	Max. $\dot{V}_{O_2}$ l/min	Max. $\dot{V}_{O_2}$ ml/kg/m	Max. $\dot{V}_E$ BTPS	Max. H. R. Beats/m	Rec 10 H. R.	Max. R. R. Resp/m	O <sub>2</sub> Removal ml / l	O <sub>2</sub> Pulse ml/beat
Before	7' 25"	2.642	38.3	99.20	174	83	38	32.70	15.18
1	11' 42"	2.854	41.4	100.13	187	109	50	34.32	15.26
2	7' 55"	2.689	39.0	97.11	174	86	42	33.89	15.45
3	7' 30"	2.784	40.0	98.66	176	87	38	34.60	15.82
4	8' 31"	2.791	40.4	115.73	180	86	42	29.40	15.51
5	8' 28"	3.095	44.8	98.99	185	94	40	38.49	16.73
6	8' 50"	3.208	46.5	100.30	180	91	38	38.99	17.82
7	8' 17"	3.043	44.1	92.36	184	90	39	40.00	16.54
8	9' 04"	2.781	41.5	105.61	182	110	39	32.10	15.28
9	8' 47"	2.895	43.2	98.85	182	94	37	35.70	15.19
10	9' 33"	2.869	42.8	138.54	188	104	38	25.19	15.26
11	8' 45"	2.849	42.5	112.31	186	92	32	31.00	15.32
12	9' 35"	2.964	44.2	132.76	190	91	41	27.10	15.60
13	8' 55"	2.756	41.1	144.45	192	97	55	23.20	14.35
14	9' 00"	3.312	49.4	150.16	186	100	54	26.80	17.81
15	9' 00"	2.385	35.2	125.00	187	100	52	19.08	12.75
16	8' 40"	2.880	42.9	116.07	186	86	43	30.20	15.48
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	9' 50"	3.142	46.9	150.11	188	104	57	25.40	16.71
				**	**			**(-b)	

\*\* p < 0.01

の増加傾向が認められた。

3) 最大換気量

最大換気量では、トレーニング開始前値はそれぞれ 100～138 l/min. の範囲であったが、18週間後における値は 126～150 l/min. でトレーニングの週を重ねるごとに波動的に増量し、それぞれ S.A. 50.9 l, K.S. 19.5 l, T.I. 23.0 l, S.N. 5.8 l の増量が認められ、S.A. 並びに T.I. については 1% の危険率で有意な増加傾向が認められた。

4) 最大心拍数及び回復時心拍数

毎分当りの最大心拍数では、凡そ毎回 180 拍に終始するが、S.A., K.S. についてはトレーニングを経ることによる増加傾向が認められ、トレーニング第18週間後では、それぞれ14拍、17拍の増加を示し 1% の危険率で有意な増加傾向が認められた。

また回復10分後の心拍数では、安静時水準よりやや高めの値を示し、18週間にわたるトレーニングによって有意な低下傾向を示したのは S.N. 1名で、K.S. についてはむしろ増加の傾向に有意の値が得られた。

(2) 運動鍛練と血液性状

図2は18週間に亘るトレーニング期間中の赤

血球数並びに白血球総数の変動を2週間間隔でプロットしたものである。

1) 赤血球数の変動

赤血球数の変動をみると、トレーニング開始前値では all-out 直後に急激な増加を示し、2～19% (平均11%) の増加がみられ、2例については回復15分後値で一担安静時水準若しくはそれ以下に低下する傾向が認められたが、all-out 直後の増加割合の少ない他の2例については回復15分乃至60分後まで増加のきざしがみとめられた。またトレーニング開始後も、all-out 直後値には最高値を示し、回復15分乃至30分後には安静時のレベルに戻り、その後も略一定の低値を変動する定型的動態を示した。

また、週を追うごとの個々の測定値についての傾向の有意性をとらえてみると T.I. (▽印) のみ 5% の危険率で有意の増加を示した。

2) 白血球総数の変動

安静時レベルでの白血球総数は一般正常値、凡そ 6,000/mm<sup>3</sup> 乃至 7,000/mm<sup>3</sup> とされているが、2例についてはトレーニング開始前より低減傾向がみられ、トレーニングが開始されてからもその傾向はとくに変わらなかった。

また、トレーニング開始前後の変動では、トレーニング開始前、後を問わず all-out 直後

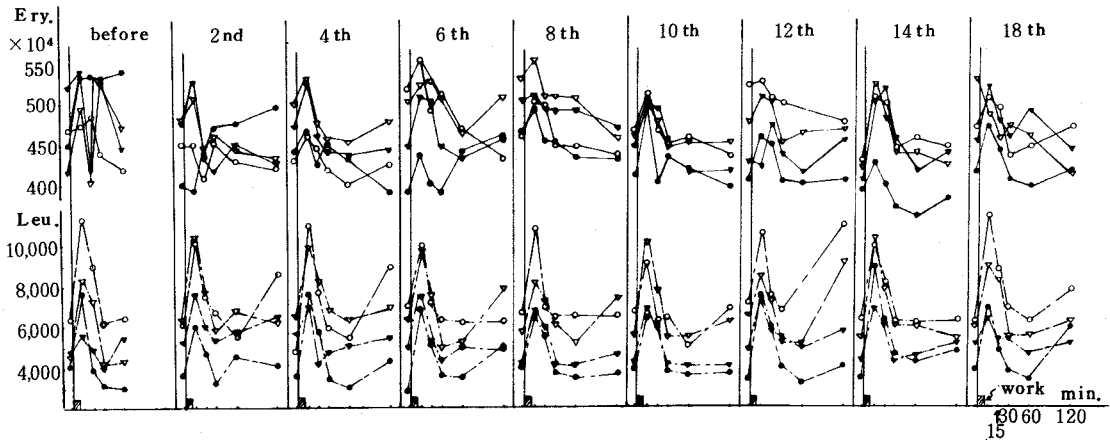


図2 赤血球数、白血球総数からみたトレーニングの影響

値に高値を示し、徐々に低下し30分乃至60分後値において安静時水準よりやや低下して、その後はまた安静時水準を上廻って上昇するきざしが認められた。また、安静時値についての週経過に伴う変化の検定では、いずれも有意な増減傾向は認められなかった。

3) 白血球比率からの検討

図3は週を追うごとの白血球比率の変動を示したもので、負荷運動に対しとくに影響の大きかったリンパ球、好中球、好酸球の変動をプロットしたものである。

a) リンパ球変動

白血球の中で運動刺激に対し著増を示したのはリンパ球であり、all-out 負荷直後に上昇し、15分乃至30分後にはほぼ安静時水準にそれぞれ戻り、時間経過とともにそのまま低下を続ける傾向が示されている。

また、トレーニング週経過とともに増大するごとく見えたがバラツキが大で統計学的に有意と判定されなかった。

b) 好中球変動

好中球はリンパ球とまったく逆の相様を呈し all-out 直後に低減し15分乃至30分後には安静時値に戻っているが、その後も上昇傾向がみられ、上昇割合は時間とともに緩かになる傾向

が認められた。またトレーニング週経過にともなう増減傾向はとくに有意と認められなかった。

c) 好酸球変動

all-out 負荷後の好酸球変動であるが、凡その傾向として負荷直後値(3分以内)において一時低下し、15分乃至30分後値に至り安静時値より増加する傾向がみられ、1乃至2時間後値においてまた安静時値を割る値を示している。

d) 単球及び好塩基球

単球については負荷直後増加のきざしが見られるものがあるが、大半は略一定の低値で変動を示しており、好塩基球については負荷の影響と思われる変動をとらえることはできなかった。

4) Ht 値及び Hb 濃度

経過ごとの Ht 値及び Hb 濃度の変動を示したものが図4である。

Ht 値では、トレーニング前、後を問わず all-out 負荷直後に最高値を示し、凡そ15分乃至30分後に安静時のレベルに回復するが、その後も低下を続け陰性期ともいふべき時期に入る傾向がみられた。

また、トレーニング開始前の all-out 負荷後の変動幅に比してトレーニング開始後値ではその幅は週経過とともに増大し、とくに10週以降に傾向は大であり、経過に伴う変化の検定で

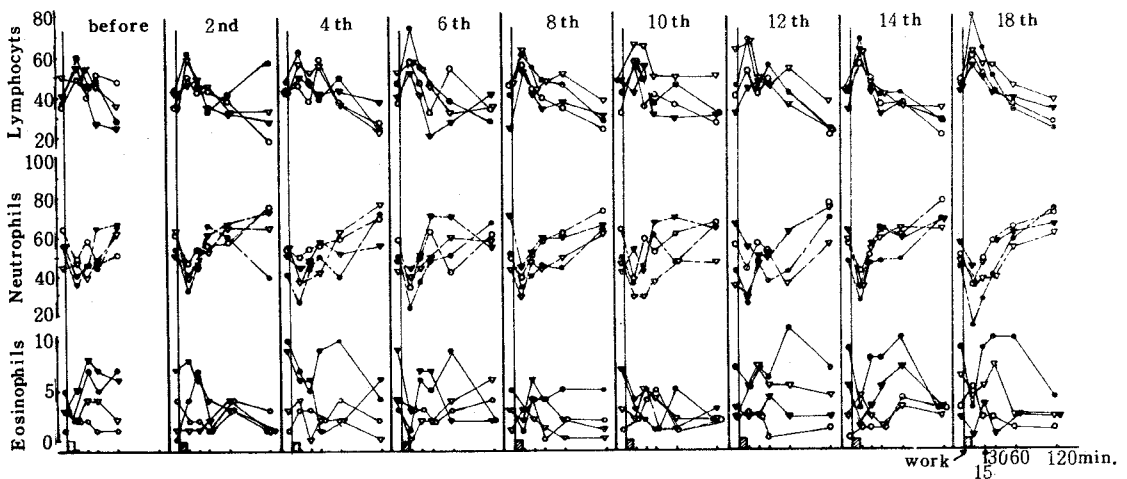


図3. 白血球比率からみたトレーニングの影響

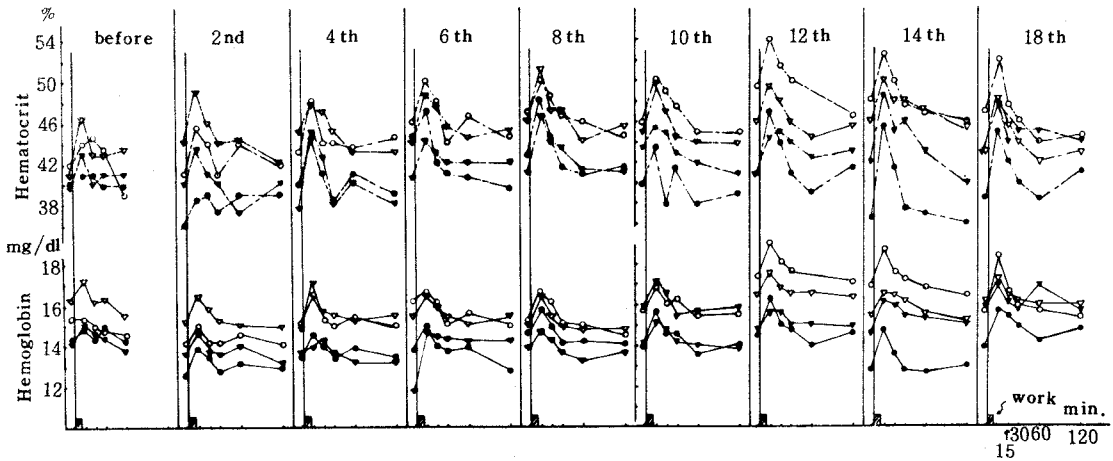


図4. Ht 値, Hb 濃度からみたトレーニングの影響

は2例(T.I., S.A.)については1%の危険率で有意の増加傾向が認められた。

一方, Hb 濃度の変動であるが, 負荷直後値に僅かであるが増加し, 30分後値には安静時値に回復し, その後は略一定の低値で変動するが1例については12週以降増加のきざしがみられた。

#### IV 考 察

##### (1) 運動鍛練と呼吸循環系機能

トレーニング効果の指標として all-out time, 最大酸素摂取量, 最大換気量, 心拍数等から判定する研究は沢山報告されているが, 著者らの実験結果でもトレーニング経過にともないそれぞれの項目において統計学的に増加の傾向が有意と判定される値が得られ, 呼吸循環系機能のトレーニングによる適応が認められた。

##### (2) 運動鍛練と血液性状

###### 1) 運動鍛練と赤血球数変動

運動鍛練時の赤血球消長については, Broun<sup>19)</sup>が犬の実験で運動開始後1週間程度で赤血球破壊が起り, 顕著に低減するが, これとともに赤血球新生が促がされ, 網赤血球が増加するとし, 更に鍛練を継続していると赤血球は漸増し運動

鍛練前の正常値を上廻る値となることを認めているが, 山田<sup>4)</sup>, 平松<sup>7)6)20)</sup>等もこの事実を確め, 赤血球破壊の生理的機序について実験的観察をおこなっているが, 今回著者らの実験ではトレーニング経過にともなう赤血球漸増傾向は被検者1例にのみ有意の増加が認められたが, 他は必ずしも増加を示す結果は得られなかった。これについては Broun<sup>19)</sup>はじめ, Herxheimer<sup>1)</sup>山田<sup>4)6)7)</sup>等の実験では過激な身体運動を継続させたり, 充分トレーニングを積んだものが対象となっているのに対し, 我々の実験計画では最大酸素摂取量の70%程度でのトレーニング負荷であること, 更にはトレーニング時間が短時間であることなどが上述のごとき結果を生んだものと思われ, 運動鍛練により骨髓の機能亢進が高まり, 造血作用が賦活されていると思われるもの1例認められたがこれは運動鍛練による適応現象と思われる。

一方, all-out 負荷時の赤血球の経時的消長を見ると, 負荷直後値において著明な増加を示すが時間経過(15~60分後)とともに安静時値若しくはそれ以下の値に戻っている。これについては, 村上ら<sup>8)</sup>或いは高橋<sup>20)</sup>も同様の成績を得ているが, これは負荷運動に起因して脾臓が収縮されることによる赤血球の動員, 或いは

組織への血液水分の移行による血液濃縮等が主要原因と考えられ、短時間負荷時の赤血球増加は必ずしも酸素欠乏等により骨髓機能が刺激され造血作用が亢進して増加がみられたとは考えられない。

## 2) 運動鍛練と白血球数変動

運動負荷に伴う白血球数の変動についてはかなり多くの報告<sup>13)17)21)</sup>がみられ、凡そ一般的傾向として負荷直後値に一過性増加が見られ、15分乃至30分で安静時値に回復し1時間以降に再び増加傾向を示すとされているが、われわれも同様の成績を得ている。

この負荷直後の一過性増加は運動による緊急反応として、環流血量が増大し、毛細血管等の血管壁に停滞していた白血球が動員されたり、リンパ節内からの動員が一時的増加につながるものと考えられる。また、トレーニングを経ることによる増減傾向はとくに認められなかったが、白血球の場合負荷運動に際し緊急反応時のみ動員されるもので運動鍛練度とはとくに関係がなさそうである。

一方、白血球比率からの検討で、われわれは負荷直後リンパ球著増、好中球著減、好酸球減少が認められ、その後リンパ球は減少し、好酸球は一時増加するが1～2時間後にはまた安静時水準に戻る傾向を示したが、前述の Egoroff<sup>10)</sup>は激運動直後、リンパ球著増について好中球増加がみられ、やがてリンパ球、好酸球は減少するが好酸球は更にそのまま減少を続け消失する事実を認めており、村上<sup>13)</sup>もほぼ同様の傾向を観察しているが、好酸球変動については沢田<sup>14)</sup>、松岡<sup>15)</sup>ら或いは里見<sup>18)</sup>が更に運動強度に比例して減少の度合も強いことを認めている。また、林<sup>11)</sup>は疲労困憊に陥った者に短時間の軽運動を与えてその直後にリンパ球著増、好中球減少、好酸球減少を認めているが、これらの結果からして短時間での急速運動に際し、運動負荷直後におけるリンパ球増加、好酸球減少については一致点がみられるが、好中球ではそれ

ぞれ相反する成績が得られており、これは負荷条件の相違からくるものかどうか今後更に検討を加えたい。

## 3) 運動鍛練とHt値、Hb濃度

運動直後のHt値、Hb濃度の変動については、負荷直後赤血球同様増加傾向が認められるが、その増加割合は赤血球に較べやゝ緩かであるとする報告<sup>20)22)</sup>が多いが、われわれもほぼこれに近似した値を得たが、この負荷直後の増加は運動刺激による血液水分の組織移行であろうと考えられるが、Hb濃度の場合はこの他脾臓よりの赤血球遊離にともなう増加であろうと考えられる。

また、トレーニングによる影響であるが、Ht値については2例(T.I., S.A.)について1%の危険率で有意の増加傾向が認められているが山岡<sup>23)</sup>らは一般学生と運動鍛練者とを比較し運動鍛練者に高値を示していることを認めており、山田<sup>4)</sup>もラグビー熟練者と較べ有意の増加を認めているが、トレーニングによりHt値は増加するものと思われる。またHb濃度についても運動鍛練者にとっては赤血球と同様、増加するとする報告<sup>24)20)23)24)</sup>が多く、これは毎日繰返されるトレーニングにより常に造血機能が賦活されており、組織との酸素運搬を有利にせしめている結果と考えられる。

## V 摘 要

最大酸素摂取量の70%相当で、4名の被検者について18週間のトレーニングをおこなわせ次のごとき成績を得た。

(1) all-out time, 最大酸素摂取量, 最大換気量, 最大心拍数等において、それぞれ有意の増加傾向が認められた。

(2) 赤血球数は負荷直後値に最高値を示し30分後には平常値に回復した。またトレーニングにより1例については5%の危険率で増加傾向を示した。

(3) 白血球総数についても負荷直後に最高に



達し、60分後には平常値若しくはそれを下廻りその後また平常値を上廻る二相性の動きがみられたが、トレーニングによる増減傾向はとくに有意と認められなかった。

(4) 白血球比率についてみると負荷直後、リンパ球著増、好中球減少、好酸球減少の傾向がみられ、凡そ30分以内に平常値に回復した。

(5) Ht 値並びに Hb 濃度も負荷直後増加を示し、30分後には平常値に戻るが、Ht 値は更に陰性期に入る傾向が認められた。またトレーニングにより2例について1%の危険率で有意とみなされた。

#### 参 考 文 献

- 1) Dill, D. B. : The Physiology of Muscular Exercise ( 1930 )
- 2) Herxheimer, H. : Grundriss der Sportmedizin ( 1933 )
- 3) 山地廉平 : 日本生理学雑誌13. 476. ( 1951 )
- 4) 山田敏男 : 体力科学7. 231. ( 1958 )
- 5) " : 体力科学7. 242. ( 1958 )
- 6) 平松茂辰 : 日本血液学会誌23. 843. ( 1960 )
- 7) 村上長雄 : 体育学研究7. 1. 168. ( 1961 )
- 8) " : 体育学研究10. 2. 35 ( 1965 )
- 9) 山岡誠一外 : 体育学研究9. 4, 5. 117. ( 1966 )
- 10) Egoroff, A. : Ztschr. f. Klin. Med. 100. 485. ( 1924 )
- 11) 林 定 : 日本生理学雑誌3. 171. ( 1938 )
- 12) 奥津 汪外 : 体力科学1. 76. ( 1952 )
- 13) 村上長雄外 : 第17回日本体力医学会総会口演集 ( 1963 )
- 14) 沢田芳男外 : 体質医学研究所報告2. 443 ( 1952 )
- 15) 松岡脩吉外 : 日本衛生学雑誌9. 4. 226 ( 1955 )
- 16) 宮坂登志子外 : 日本公衆衛生学雑誌2. 237 ( 1955 )
- 17) 里見清次 : 体力科学9. 248. ( 1960 )
- 18) " : 体力科学9. 253. ( 1960 )
- 19) Broun, G. O. : J. Exper. Med. 36. 481 ( 1922 )
- 20) 高橋治男 : 関西学院大学論叢25. 45. ( 1973 )
- 21) 清水益雄 : 十全会雑誌45. 3062. ( 1940 )
- 22) 村上長雄外 : 体育学研究10. 1. 35 ( 1964 )
- 23) 山岡誠一外 : 体育学研究5. 1. 198 ( 1959 )
- 24) 堀居 昭外 : 体育学研究14. 5. 102 ( 1969 )

EFFECTS OF PHYSICAL TRAINING ON BLOOD PROPERTIES  
(Changes in erythrocyte and leucocyte counts during the course of training)

by

Takashi Ito, Seiichi Nakai, Eiko Okawa, Syukiti Matuoka and Shigeaki Abe

Effects of physical training on blood properties were studied in four healthy male subjects. They were trained by bicycle ergometer exercise four times per week (10 minutes exercise at a time) for 18 weeks. The intensity level was kept at about 70% of the maximum oxygen intake.

Measurements were made once a week for the all-out experiment in such items as:  $VO_2$  max.,  $V_{Emax.}$ , max.H.R., erythrocyte and leucocyte counts; percentages of eosinophils, neutrophils and lymphocytes; hematocrit and hemoglobin.

Results are as follows:

1) Data about all-out time,  $VO_2$  max.,  $V_{Emax.}$ , and max.H.R. showed that subjects gradually adapted themselves to physical exercise week after week during the course of training.

2) In case of every all-out test exercise, erythrocyte counts showed a high value after exercise and recovered the initial level in 30 minutes. In only one subject, erythrocyte counts at the initial level gradually increased during the course of training (significant at 5% level).

3) Leucocyte counts showed a high value after the exercise like the erythrocyte counts. Thereafter the recovery showed two patterns, one recovered to the initial level and the other showed a level lower than the initial, 60 minutes after the exercise. The resting level of leucocyte counts did not increase during the course of training.

4) Lymphocytes increased and neutrophils and eosinophils decreased after the exercise, and they recovered the initial level in 30 minutes.

5) Both hematocrite values and hemoglobin concentrations were high after the exercise, and thereafter hematocrit gradually increased during the course of training (significant at 1% level).