

## エアロビック・エクササイザーによる トレーニング効果の研究(2)

山 口 敏 夫

### はじめに

PO<sub>2</sub>エアロビック・エクササイザー(高地訓練器)を使用してのトレーニング効果, すなわち, 低酸素下に対する身体の生理的適応反応によるO<sub>2</sub>運搬能力の改良によって競技力(記録)の向上を実験的に試み, その効果を前報で報告した<sup>1)</sup>。しかし, 8週間のトレーニング後全ての被験者でその身体反応と競技力に改善がみられなかった。その原因の1つとして, 被験者が低酸素状態での過激なトレーニングによって血液中の赤血球数とヘモグロビン値に減少が生じ運動性貧血を引き起こしていたことが考えられた。またトレーニング期間が8週間と長かった為か, 被験者が精神面やトレーニング強度の面においてオーバーワークになっていたこと等も考えられる。女子スポーツ選手の過激なトレーニングによる運動性貧血の多くは鉄欠乏によるものが知られている<sup>2)3)4)</sup>。ELLIOTT<sup>5)</sup>等は低酸素下におけるトレーニングでの能力回復に鉄剤投与の必要性を述べている。そこで今回の研究では, 被験者全員にトレーニング期間中鉄剤を投与し, 前回同様エアロビック・エクササイザーを使用してのトレーニングを課し, その効果を検討してみることにした。

### 研究 方 法

1. 被験者: 東京女子体育大学陸上競技部中・長距離部員6名を対象とした。(表1)
2. トレーニング期間: 昭和60年8月26日~9月22日

表 1 被験者の身体特性

被 験 者	年 齢	身 長	体 重	競 技 年 数
A	21 歳	156.0 cm	45 kg	8 年
B	20	159.0	46	7
C	21	159.3	46	8
D	21	149.0	44	8
E	19	165.0	53	6
F	19	155.0	45	6

表 2 4 週間のトレーニング内容

		トレーニング内容 60年8月～9月	
		8月26日～9月8日	9月9日～9月22日
月	A : M P : M	30～40分走(半分PO <sub>2</sub> 60%) 40～50分走(5分Jog+PO <sub>2</sub> :5分走)のくりかえし, 70%	PO <sub>2</sub> : 30分 or 6km走 (60%) 60分走(10分Jog+PO <sub>2</sub> : 10分走)のくりかえし, 70%
火	A : M P : M	PO <sub>2</sub> : 30分 or 6km走, 60% PO <sub>2</sub> : 20分走 Int : 10×300m 85～90% PO <sub>2</sub> : 15分走	PO <sub>2</sub> : 6km走, 65% PO <sub>2</sub> : 20分走 Int : 20×150m 85% (PO <sub>2</sub> : 10回) 3000m Jog
水	A : M P : M	PO <sub>2</sub> : 30分 or 6km走, 60% PO <sub>2</sub> : 9000～12000m, 65%	PO <sub>2</sub> : 30分走, 60% PO <sub>2</sub> : 12000～15000m走, 65%
木	A : M P : M	PO <sub>2</sub> : 30分走, 60% PO <sub>2</sub> : 20分走 P : Run 6×600m, 85% (PO <sub>2</sub> : 2.46回目)PO <sub>2</sub> : 20分Jog	PO <sub>2</sub> : 6km走, 60% P : Run 6×600m, 70% (PO <sub>2</sub> : 全回) 3000m Jog
金	A : M P : M	PO <sub>2</sub> : 30分走, 65% PO <sub>2</sub> : 30分走, 65%	PO <sub>2</sub> : 30分走, 65% PO <sub>2</sub> : 6km走, 65%
土	P : M	Time. Trial	Time. Trial
日	A M	14～18m走(半分PO <sub>2</sub> , 65%)	PO <sub>2</sub> : 15～18km走, 65%

※ PO<sub>2</sub> はエアロビック・エクササイザー使用, %は強度  
Int は Intval・Training, P : Run は Pace・Running

3. トレーニング方法: PO<sub>2</sub>エアロビック・エクササイザー(高地訓練器)を使用し, 表2に示すようなトレーニング内容を課した。

4. 安静時血球数及び血液成分の測定: トレーニング前後に赤血球, ヘモグロビン濃度及びヘマトリット値を測定した。

5. 鉄剤投与: 被験者全員にトレーニング期間中100mg/dayの鉄剤投与を行った。

6. テッドミルテスト: トレーニング前後に横浜市立大学実験室においてテッドミル走による最大運動を実施しVO<sub>2</sub> max. 血中乳酸濃度を測定した。

7. 競技記録: トレーニング前後に3000mのTime Trialを実施した。

## 結果と考察

### 1. 赤血球数とヘモグロビン値について

表3にトレーニング前後の安静時赤血球数とヘモグロビン濃度の測定結果を示した。各個人にわずかな増減はみられたが5%水準で有意なものでなかった。持久走トレーニングによってヘモグロビン値や赤血球数の増加をみた報告があるが<sup>6)7)8)9)</sup>, 本研究では, 2回の実験トレーニングで有意な増加をみることができなかった。しかし, 前報で赤血球数400万/ml, ヘモグ

表3 トレーニング前後の安静時の赤血球数とヘモグロビン濃度

No	トレーニング前		トレーニング後	
	RBC 10000個/mm	H・B g/dl	RBC 10000個/mm	H・B g/dl
A	414	14.1	418	13.4
B	441	14.9	421	13.3
C	421	13.9	435	13.8
D	415	12.6	454	13.2
E	462	13.6	445	12.7
F	379	11.6	407	12.0
$\bar{x}$	422	13.5	430	13.0
±SD	26	1.1	16	0.6

P 0 > P 0.05

表4 トレーニング前後のトレッドミルテストの測定結果

measures	トレーニング前	トレーニング後
VO <sub>2</sub> max (l/min)	2.57 ± 0.25	2.53 ± 0.22
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	55.7 ± 4.2	55.2 ± 4.2
L・T (VO <sub>2</sub> , l/min)	1.77 ± 0.16	1.83 ± 0.16
L・T (%VO <sub>2</sub> max)	38.5 ± 3.1	39.8 ± 2.8

表5 トレーニング前後の3000m走の記録

No	トレーニング前	トレーニング後	個人最高記録
A	10分32秒5	10分22秒8	10分35秒7
B	10' 22" 5	10' 25" 08	9' 58" 7
C	11' 02" 8	10' 17" 4	10' 28" 0
D	9' 58" 8	9' 46" 57	10' 08" 35
E	10' 35" 6	10' 16" 6	10' 09" 8
F	11' 08" 0	11' 03" 0	10' 56" 8
$\bar{x}$	10' 36" 7	10' 21" 9	P 0 > P 0.05
±SD	25.76	24.48	

ロビン濃度  $12\text{g/dl}$  以下を貧血と判展した結果、トレーニング後にその両方とも減少し、貧血現象をおこしていたのに対して今回は、貧血と判定されるものは1名もいなかった。しかも、トレーニング前に貧血と判定されるFが両方とも増加し正常域に回復していた。これは、トレーニング期間を短縮したことや期間中に貧血予防として鉄剤を投与したことが運動性貧血をひきおこさなかったのではないかと考えられる。

## 2. トレッドミルテストについて

表4にトレーニング前後の漸増負荷運動テスト中に得られた結果を示した。いずれも前回同様トレーニングによる有意差はみられなかった。

## 3. 記録について

表5にトレーニング前後の公式試合や本学陸上競技場での公認のTime Trial における個人の記録を示した。前報では、トレーニング後赤血球数やヘモグロビン値の減少による貧血現象で記録の向上をみた者は、その両方が増加した1名だけであった。しかし、今回は、統計的に有意なものでなかったが、5名の者に記録の向上がみられた。さらに、そのうち3名は自己最高記録を出していた。その記録の増加率は10%であった。持久走トレーニングにおける鉄剤投与<sup>10)</sup>や低酸素環境暴露<sup>11)</sup>などによってパフォーマンスの増加が認められた報告があるが、本研究でもその増加の傾向がみられた。したがって、低酸素状態でのトレーニングが競技力の向上におよぼす影響は大きいと考えられる。

## 4. $\text{PO}_2$ エアロビック・エクササイザートレーニングについて

前報と比較して、今回は $\text{PO}_2$ トレーニングの内容を同じくしたが、トレーニング期間を4週間短縮したこと、トレーニング期間中に鉄剤を投与したことが主な相違である。その結果被験者の赤血球数やヘモグロビン濃度はトレーニング前後で有意な変化を示さなかった(表3)。これは前報において $\text{PO}_2$ トレーニング中に鉄剤投与を行わなかった場合には低酸素トレーニングが赤血球数やヘモグロビン濃度を減少させ貧血状態をひき起こしたという示唆を行ったが、鉄剤投与を実施することにおいてこれが予防できたことを示している。女子選手は持久運動を行ううえで赤血球数やヘモグロビン濃度などの血液学的性質において男子よりも不利な条件である<sup>12)</sup>。したがって低酸素トレーニングを実施するにあたっては男子で行われているトレーニング方法を用いることはできない。特に女子では低酸素トレーニングを実施すると貧血状態をひき起こすことに大いなるデメリットがあった。本研究の結果から、女子選手における低酸素トレーニングにあたって鉄剤供給が不可欠なものであると示唆できる。次に、今回のトレーニングにおいても $\text{VO}_2\text{max.}$ やL.T.などの生理学的パラメーターに有意な改善はみられなかった。しかし、表4に見られるように $\text{VO}_2\text{max.}$ は平均値でみてもトレーニング前後に全く差がみられていないが、L.T.(乳酸性閾値)では統計的に有意差はなかったが増加傾向はみられた。(トレーニング前 $1.77 \pm 0.16\text{ l/分}$ , トレーニング後 $1.83 \pm 0.16\text{ l/分}$ )。これは、低酸素トレーニングが選手の呼吸循環機能の改善よりもむしろ筋における酸化能力の改善をひき起こしたかも知れないことを示唆している。これらについての詳細な研究は筋バイオプシーを含むさらなる研究が必要であろう。

今回の低酸素トレーニングの結果、6名の被験者のうち5名に記録の向上がみられ、さらに3名については自己最高記録が得られたことに注目したい。著者の指導経験から今回の被験者

のように比較的競技年数も長く、高度にトレーニングされた選手が短期間のトレーニングでそう簡単に自己記録に到達するものではない。記録を出す条件にはいくつかの要素があるが、トレーニングはその一番の要素であると考ええる。したがって今回3名の選手で得られた自己最高記録の向上は、低酸素トレーニングそのものの影響によって得られたと考えざるを得ない。

低酸素状態でのトレーニングは短期間で、記録の向上があった。しかし、呼吸に制限があるためか息ぐるしい、このためかランニング中のスピードの持続ができない、疲労が残るなどのデメリットがあった。そこでこれらのデメリットに対してのトレーニング処方の確立がさらなる課題として残っている。また貧血予防として鉄剤投与だけでなくタンパク質やビタミンB<sub>1</sub>等の摂取といった食事内容の変化もあわせて重要であり、生活指導も含めた総合的なトレーニング処方が低酸素トレーニングを行う上で重要であろう。

## ま と め

本研究では、女子中・長距離走者の記録の向上を目的とし、前回に続きエアロビック・エクササイザーを使用しての低酸素トレーニングを実施した。前報で示唆を行ったトレーニング期間の短縮と運動性貧血予防としての鉄剤投与を期間中実施するという2点を改善してトレーニングした結果、

1. トレーニング前後の赤血球数やヘモグロビン濃度に有意差はなかった。トレーニング後貧血症状をひきおこしている者もいなかった。
2. VO<sub>2</sub> max. L・Tは、前回同様トレーニングによる有意差はなかったが、L・Tで増加の傾向がみられた。
3. トレーニング後5名の者で記録の向上がみられ、そのうち3名が自己最高記録を出していた。

以上のように、本研究で低酸素状態でのトレーニングによる身体的反応に差はみられなかったが、記録成績の上で向上があった。したがって、低酸素トレーニング方法が競技力の向上に大きな影響を与えるものと考えられる。

## 謝 辞

本研究を進めるに当たって多くの方々にご協力を得ましたが、特に鶴見大学歯学部助教授吉田敬義氏に多大のご協力ご指導を得ましたことを深く感謝致します。

## 参 考 文 献

- 1) 山口敏夫：エアロビック・エクササイザーによるトレーニング効果の研究(1)，東京女子体育大学紀・第20号，1985.
- 2) 平松戊辰：筋運動時のヘミン鉄代謝と運動性貧血，日本血液学会雑誌23，852－861，1960.

- 3) 長嶺晋吉, 井川幸雄, 磯貝行秀, 香川芳子, 黒田喜雄, 鈴木一正: 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, 昭和50年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, №Ⅵ: 1-25, 1975.
- 4) 長嶺晋吉, 井川幸雄, 磯貝行秀, 伊藤朗, 香川芳子, 黒田喜雄, 鈴木一正, 吉野芳夫: 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2報, 貧血の発生要因の検討, 昭和51年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, №Ⅲ: 1-40, 1976.
- 5) ELLIOTT, P. R. and H. A. ATTERBOM: Comparisor of exercise responses of malls and females dicsing acute exposure to hypobarica, Auiat, Space, Enuiron Med, 49: 415-418, 1978.
- 6) 山岡誠一, 米田幸雄, 蜂須賀弘久, 榎岡義明: 運動性貧血が競技能力におよぼす影響について, 体育学研究, 4(5) 117-122, 1964.
- 7) 弘卓三, 掘居昭: 身体トレーニングに伴う赤血球分布曲線の研究, 体力科学, VOL.33 №1, 1-7, 1984.
- 8) 井関敏之: 高所トレーニングの身体機能に及ぼす影響について, 大阪市立大学紀要, 第4巻, 1968.
- 9) 猪飼道夫: メキシコ対策研究報告書, 日本体育協会メキシコ対策研究会, 1967.
- 10) Gardner, G. W., Edgerton, V. R., Barnard, R. J. and Bernauer, M.: Cardi-orespirantory, hematolgical and physical performauce resposnes of anemic subjects to iron treatment, Am, J. Clim, Nutr. 28: 982-988, 1975.
- 11) 猪飼道夫: 高地トレーニング, 医学のあゆみ 64: 551-556, 1968.
- 12) Cudkawicz. L., H. Spielvogel, and G. Zubleta. Respiratory studies in women at high altitude (3,600m or 12200ft and 5,200m or 17200ft), Respiration 29: 393-426, 1972.

## A Study of the Training Effects Using an Aerobic Exerciser (2)

Toshio Yamaguchi

The purpose of this study was to examine the effects of training, in a low oxygen state and using an aerobic exerciser, on performance Time in official competitions in middle and long distance runners. The subjects, six female middle and long distance runners, participated in the training by being in a low oxygen state and using the aerobic exerciser for four weeks. During this experiment, the subjects took iron tablets, 100mg per day, to prevent anemia. This was suggested from the previous study. The blood components of the subjects were measured before and after the experiment. Also, the subjects were requested to run on a treadmill to obtain the maximum oxygen intake and lactate threshold measurements. A time trial running was also conducted on a running track before and after the experiment.

As the result, five of the six subjects improved their performance times inspite of the fact that very little differences in blood components and maximum oxygen intake were found between before and after the training. Moreover, three of the five runners recorded their personal best times. Thus, training in a low oxygen state and using the aerobic exerciser seemed to be an effective method to help the middle and long distance runners improve their times.