

長崎県民の健康・スポーツに関する調査研究

——身体活動が中高年女子の有酸素的作業能，体格，
体組成及び自覚症状等に及ぼす影響⁺

田原 靖昭* 神 文雄* 菅原 正志*
今中 国泰* 山内 正毅* 田井村明博*
高原 順子** 小原 達朗*** 栗山 史朗**

（昭和56年10月31日受理）

Investigation of Health and Sports Activity in Nagasaki Prefecture

——Training Effects on Aerobic Work Capacity, Physique,
Body Composition and Subjective Symptoms
in Sedentary Middle-aged Women

Yasuaki TAHARA, Fumio JIN, Masashi SUGAHARA,
Kuniyasu IMANAKA, Masaki YAMAUCHI, Akihiro TAIMURA,
Junko TAKAHARA, Tatsuro OBARA and Shiro KURIYAMA

Abstract

The purpose of the present study was to evaluate the changes in aerobic work capacity in respiration-circulatory responses and anthropometric measures of middle-aged women (29 to 50 years) through one year and nine months of physical training. The training duration was from one and half hours to two hours and the training frequency was two days a week. Those changes and measurements were compared, based on the data of the pre-training and post-training period.

The results were as follows:

1. Body weight and girth of abdomen showed non-significant reduction at post-training.
2. Skinfold thickness showed significant reduction in triceps, scapular and abdomen at

*：本研究の一部を第30回九州体育学会総会（福岡大学 1981.9）に田原が，第18回長崎県総合衛生研究会（長崎市，1981.2）に菅原が発表した内容に加筆したものである。

*：長崎大学教養部保健体育学教室

**：長崎県小浜保健所長

***：長崎大学教育学部

**：長崎女子短期大学

post-training ($P < 0.05$).

3. Flexibility (chest and leg raising) increased significantly at post-training ($P < 0.01$).

4. Step-test score and "all out time" (exhaustive time) of treadmill walking increased significantly ($P < 0.01$).

5. Average values of aerobic work capacity, i. e., $\dot{V}O_2 \text{ max}$ (l/min), $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ($\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$), $\dot{V}E$ (l/min) for maximal work load increased significantly by 28.2%, 28.5% with the habitual physical training. $\dot{V}O_2$ (l/min , $\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$) at a given submaximal work did not change but the corresponding heart rate decreased significantly at post-training. O_2 -pulse of step test and of submaximal work (treadmill walking) increased at post-training.

6. Systolic pressure (mmHg) at resting state and after the step test decreased by 7.0 mmHg, 10.5 mmHg respectively after the training.

7. Vital capacity, timed vital capacity, ratio of second and % of vital capacity increased at post-training ($P < 0.05$).

8. Ratio of complaining of subjective symptoms (lumbago, constipation, breathlessness, shoulder stiffness and wearisomeness) decreased at post training.

Therefore, it may be concluded from these results (1. through 8.) that 50-60% $\dot{V}O_2 \text{ max}$ training over the period one year and nine months was useful to improve aerobic work capacity in both performance and resources of sedentary middle-aged female subjects. It required a long training period to decrease anthropometric measures (body weight, skinfold thickness, girth of abdomen); on the other hand, training effects on aerobic work capacity was evident in a comparatively short training period.

To summarize our interpretation of the results, we can conclude as follows: habitual physical activity has direct effects upon the aerobic work capacity, physique, body composition and subjective symptoms of middle-aged women.

I 目 的

近年生活の機械化, 省力化とともに, ヒトの体力低下, 成人病の増加等が多く報告され, 日本学術会議産業・国民生活特別委員会報告¹⁾にその概要を見ることができる。

H・クラウスやW・ラープは「Hypokinetic Disease」(運動不足症)を1961年に著わし, この著書のサブタイトルが Diseases produced by lack of exercise ということも現代人の運動不足が種々の成人病に関係していることを示している。また, スポーツ活動によって, 有酸素的作業能 aerobic work capacity や各種生理機能, 体組成等にプラスの効果を示すことがこれまでに内外で報告されている。しかしながら, 中高年女子に関するものは余り多くはない。^{3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)}

筆者らの長崎大学教養部保健体育学教室 (代表神 文雄) では, 教室全スタッフにより,^{13,14,15)} '78年より「長崎県民の健康・スポーツに関する調査研究」を推進している。本研究はこれらの調査研究の一環として, 身体活動が有酸素的作業能 (aerobic work capacity), 体格, 体組成, 自覚症状, さらに血液や心電図等への体力医学的な影響について実証的な資料を得るために実施した。

今回の研究は, 体力面の測定を主として担当した長崎大学教養部保健体育学教室, 長崎県小浜保健所, 長崎県加津佐町の三者の共同によって企画, 実行された。つまり, 長崎県小浜保健所 (高原順子所長) が厚生省の「健康づくり」の補助事業としてこの仕事を推進するとともに, 血液, 心電図, 健康診断等の医学的検査を担当し, 加津佐町は, スポーツ教室の開催, 指導面を担当した。

今回は, 運動の経験の全くない新規のNコース (主として健康レクとバドミントン) の資料を中心に報告する。なお, 長崎県下における健康・体力づくりが年々さかんになっているが, 健康・体力づくりの企画, 運営, 測定を大学, 保健所 (行政), 町と三者共同で実施した事業

は初めてのケースであり、これらの資料を長崎県民の健康・体力づくりに資したい。

II 調査方法

A. 被 検 者

事前に小浜保健所によって被検者のメディカルチェックを行ない、身体に異常のない健康な主婦総計60名を選んだ。なおコースは3コースでNコース（運動の経験のない初心者で健康レクとバドミントン教室参加者）、Eコース（運動の経験がある者ですでに1年以上の教室参加者で主としてバドミントンと健康レク教室）、Jコース（主として Jogging 教室参加者で初心者、経験者を含む）。

①回目：1979年7月38名（N、Eコース）

②回目：1980年3月38名（N、Eコース）

③回目：1980年6月40名（N、Jコース）

④回目：1981年3月35名（N、Jコース）

年齢は29歳～50歳の主婦を対象とした。1回目の平均年齢は37.9歳であった。

B. 時期、測定場所

1979年7月を①回目（トレーニング前値）として1981年3月迄4回の測定を実施した。測定場所は、加津佐町及び、長崎大学教養部体育実験室である。

C. 測定項目

1. 形 態

身長、体重、座高、胸囲、腹囲、上腕囲、大腿囲、Rohrer 指数

2. 体組成、皮厚

皮下脂肪（上腕部、背部、腹部）

長嶺¹⁶⁾、Key & Brozek¹⁷⁾ の式より体脂肪（％、kg）

除脂肪組織（LBM ⅔、kg）、LBM 指数（LBM(kg)／身長³(cm)×10⁷）

体密度

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{体密度}^{16)} \quad D = 1.0897 - 0.0133X, \quad X : (\text{上腕} + \text{背部}) \text{皮厚} \\ \text{Fat}^{17)} (\%) = (4.570 / D - 4.142) \times 100 \end{array} \right.$$

3. 体 力

立位体前屈、ステップテスト、トレッドミルテスト

4. 有酸素的作業能（呼吸循環機能）

ステップテスト、トレッドミル歩行時の酸素摂取能、心拍数、呼吸数、換気量、all-out 時間

5. その他の呼吸、循環機能

時間肺活量（1秒量、肺活量、1秒率、⅔肺活量¹⁸⁾）

血圧（安静時、ステップテスト、トレッドミル歩行後）

6. 自覚症状の訴え率

疲れやすさ、息切れ、腰痛・肩痛等、肩こり、便秘等

D. 測定方法

step test, treadmill 歩行 test は図1の通りである。この測定方法(トレッドミル法)は猪飼^{19,20)}、進藤⁷⁾や伊藤らの方法を参考にし、予備実験の結果図1の様な方法を決定した。

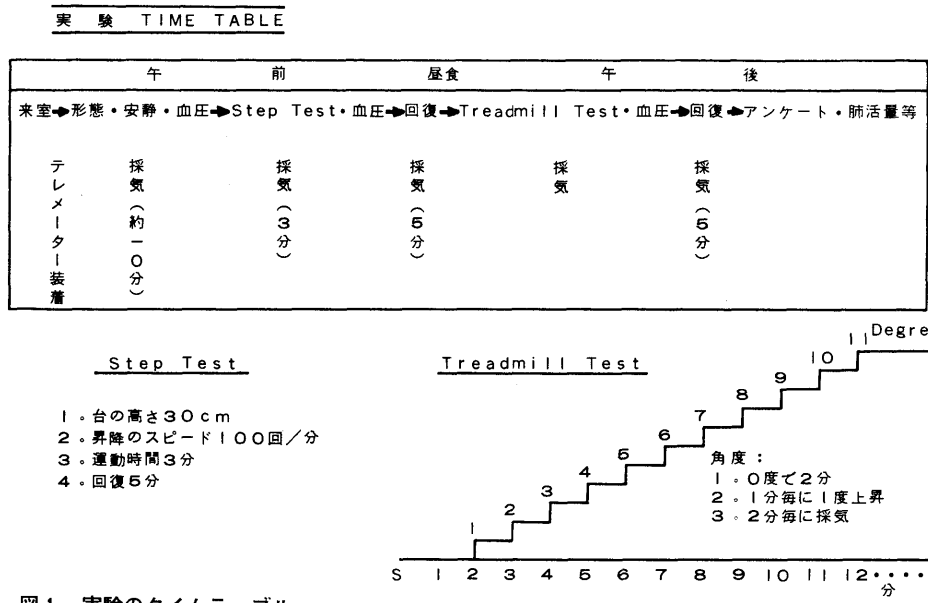


図1 実験のタイムテーブル

E. 測定機器

- 心 拍 数：日本光電テレメーターシステム
- 呼 吸 数：三栄測器サーミスター
- 換 気 量：連続記録呼吸気量計(フクダCR150) 品川製器乾式ガスメーター
- ガス分析器：三栄測器連続呼吸ガス分析装置(1HO6型)にてO₂, CO₂分析
- 時間肺活量：フクダ pulmotester
- トレッドミル：西川鉄工NT12型

F. トレーニング効果の指標

松井²¹⁾らは、トレーニング効果の指標として次の3つを示している。つまり、

1. Performance の推移：exhaustive time (“all-out 時間”)
2. Max. aerobic power の推移：最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2 \cdot \max.$)
3. Efficiency の推移：同一負荷に対する心拍数, 呼吸数, 換気量

として把握できるとしている。筆者らも松井²¹⁾らの知見を参考にしてトレーニング効果の評価を行なった。

III 結果と考察

A. 形 態

1. 体重, Rohrer指数

表1, 図2に結果を示した。体重はNコース(健康レクとバドミントン教室)ではト

表1. 体格，身体組成の推移

Nコース (18~20名)

	① '7 9.7		② '8 0.3		③ '8 0.6		④ '8 1.3	
	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D
体重 (kg)	54.4	5.71	52.8	5.97	52.8	5.99	51.6	5.47
Rohrer 指数	147.8	19.30	144.1	18.78	141.3	16.74	139.3	16.55
腹 囲 (cm)	87.9	9.28	86.6	7.14	83.9	7.19	83.6	6.06
上 腕 囲 (cm)	28.2	2.25	26.8	1.92	26.9	1.88	25.8***	1.81
胸 囲 (cm)	83.5	5.86	82.7	5.78	81.5	5.53	81.0	5.09
皮 厚 (mm)								
上 腕	18.7	4.67	16.8	4.95	14.4**	3.41	14.0***	4.03
背 部	18.1	8.38	16.2	7.36	15.0	6.89	14.9	6.49
腹 部	31.3	9.64	26.7	10.59	25.3	10.16	23.4*	9.03
上部+背部	36.8	12.15	33.2	11.42	29.4*	9.70	28.9*	9.81
上腕+背部+腹部	68.1	20.71	59.9	20.71	54.7*	19.23	52.3*	17.40
体 密 度 (D)	1.041	0.016	1.046	0.015	1.051*	0.013	1.051*	0.013
Fat (%)	25.0	6.91	23.0	6.45	20.9	5.41	19.7**	5.35
LBM (%)	75.0	6.91	77.0	6.45	79.2*	5.41	79.4*	5.44
Fat (kg)	13.9	5.18	12.4	4.76	11.3	4.12	10.8*	3.62
LBM (kg)	40.4	2.68	40.4	3.48	41.5	3.10	40.8	3.82
LBM/Ht.	26.1	1.46	26.2	2.05	26.7	1.71	26.3	2.11
LBM 指数	109.7	8.09	110.1	10.25	111.0	8.59	110.0	9.35
Wt. ratio	35.2	3.75	34.2	3.82	33.9	3.74	33.3	3.40

*... P < 0.05, **... P < 0.01, ***... P < 0.001

レーニング前の①回目 (54.4kg) > ②回目 (52.8kg) = ③回目 (52.8kg) > ④回目 (51.6kg) とトレーニング前から2.8kgの減少を示すがこれは有意な減少ではない。

さらに、肥満の評価に使用される Rohrer 指数 (体重(kg) / 身長(cm)³ × 10⁷) は減少の傾向を示すが有意な減少ではない。進藤らは、自転車エルゴメーター運動による50% $\dot{V}O_2$ max., 60分トレーニング, 週3回, 10週間で平均2.8kg⁸⁾で有意に減少をみているが、青木らの報告では、2年間のスポーツ教室で有意な減少はみなかった。

今回の平均2.8kgの減少は、標準偏差が大きく、個人のバラツキが大で有意な減少とならなかったものの、運動による体重減は先の進藤¹⁰⁾、田原らの他の報告から十分期待できよう。

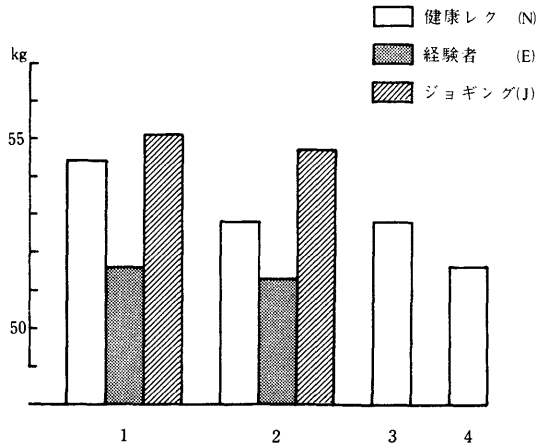


図2 体重の推移

2. 腹囲, 胸囲, 上腕囲, 大腿囲

図3, 表1に示すように, 上記の周育の測定は腹囲, 胸囲は回数毎に減少している。しかし, 有意な減少は示さず個人差が大きい。ここでの腹囲は, 腹部の最大囲であり, 中年女子で脂肪の沈着した者では, 多くの場合, 腸骨の部位の周径より大となり, 臍部

の部位の腹囲は下位に垂れる状態となっている。

腹囲は、トレーニング前の①回目 87.9cm, ②回目86.6cm, ③回目83.9cm, ④回目83.6cmと減少し、1年9カ月間に4.3cmの減少を示している。次の項で示す皮厚(腹部)の有意な減少を示していることと呼応している。

胸囲は有意ではないがわずかに減少の傾向を示しているが、これは背部(肩胛骨下部)皮厚の減少によるものと考えられる。

上腕囲は④回目 $(P<0.001)$ に有意な減少を示しており、運動によるエネルギー消費の結果上腕部皮厚の減少がみられたものと推察される。大腿囲は図表に示してはいるが、減少の傾向を示した。

進藤らの $50\% \dot{V}O_2 \max.$, 60分トレーニングでは頸囲, 胸囲, 腰囲, 上腕最大囲, 大腿囲及び下腿最大囲で有意な減少を示している。今回の成績では、上腕囲を除いては有意な減少を示しておらず、その原因はよくわからないが、個人差が大きいことは明確である。

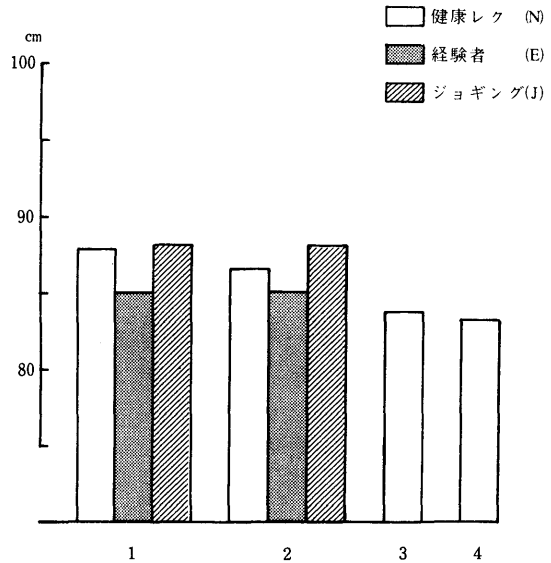


図3 腹囲(最大囲)の推移

B. 皮脂厚及び体組成

1. 皮 脂 厚

結果は表1, 図4, 5に示した。上腕部皮厚が①回目の18.7mmから、④回目の14.0mmと有意な減少を示し $(P<0.01)$ 、腹部皮厚は①回目 $31.3 \pm 9.64mm$, ②回目 $26.7 \pm 10.59mm$, ③回目 $25.3 \pm 10.16mm$, ④回目 $23.4 \pm 9.03mm$ と④回目で有意な $(P<0.05)$ 減少を

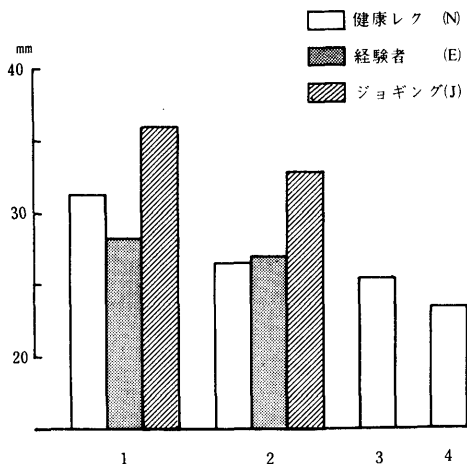


図4 皮厚(腹部)の推移

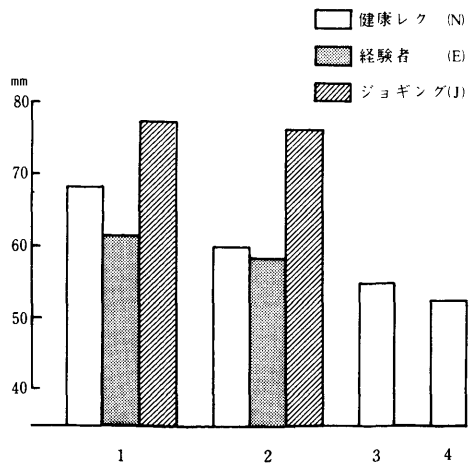


図5 皮厚(上腕+背+腹)の推移

示している。背部皮厚は減少の傾向を示すものの有意な減少ではない。

(上腕+背部)皮厚は①回目36.8mmから③回目の29.4mm ($P < 0.05$), ④回目の28.9mm ($P < 0.05$)への減少である。さらに、(上腕+背部+腹部)皮厚値は①回目の68.1mm, ③回目の54.7mm ($P < 0.05$), ④回目の52.3mm ($P < 0.05$)への有意な減少は、次の項の体組成 Body Composition の体脂肪(%、kg)の減少と除脂肪組織(LBM%、kg)の増加を意味する。

Moody, Mohr,²³⁾ 田原²⁴⁾らの報告でも、いずれもトレーニング後に皮脂厚の減少を示しており、身体活動が皮厚を減少させたものといえよう。

2. 体組成 Body Composition

成績は表1, 図6, 7に示した。体脂肪(%)推定は皮脂厚(上腕+背部)を長嶺¹⁶⁾の式から体密度(Density)を算出し、この体密度(D)を Keys & Brozek¹⁷⁾の式に算入して求めた。

体密度(D)はトレーニング前の①回目1.041, ②回目1.046, ③回目1.051 ($P < 0.05$), ④回目1.051 ($P < 0.05$)とトレーニング前に比べて1年後、及び1年9カ月後に有意に増加している。

体脂肪率(%)は①回目の25.0±6.91%, ②回目23.0±6.45%, ③回目20.9±5.41%, ④回目19.7±5.35

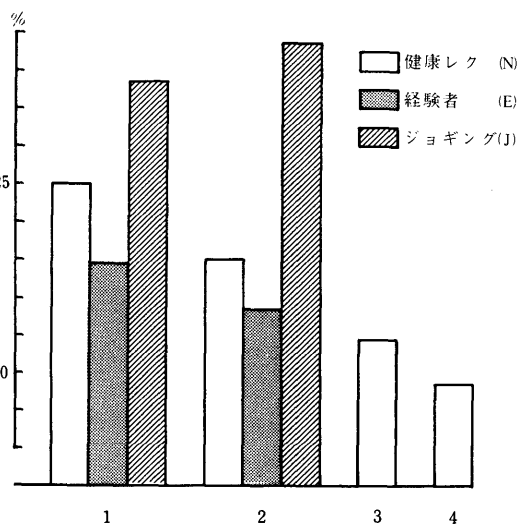


図6 体脂肪率(%)の推移

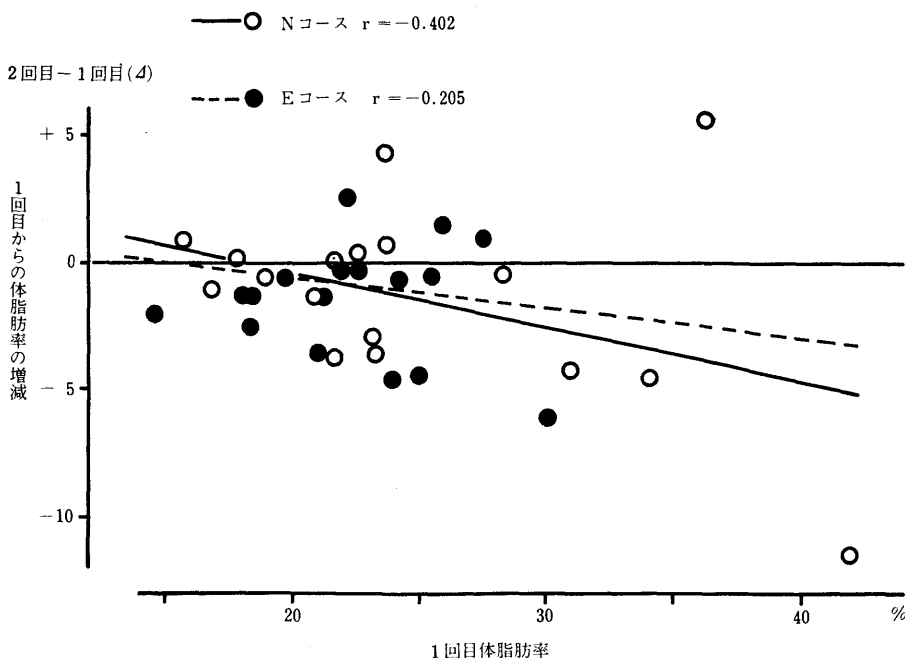


図7 体脂肪率(%)の8カ月後の変動(②回-①回目)

% (P<0.01) と有意な減少を示した。特に初期効果が大きい(図7)。この体脂肪(%)の減は、逆に除脂肪組織(LBM%)の増加を意味する。つまり、①回目75.0±6.91%から④回目の79.4±5.44%へと有意(P<0.05)な増加を示している。

体脂肪の重量(体脂肪kg)でみると、①回目の13.9±5.18kgから②回目の12.4±4.76kg, ③回目の11.3±4.12kg, ④回目10.8±3.62kgと3.1kgの有意な(P<0.05)減少を示し、先の体重2.8kgの減少がほとんどこの体脂肪の減少によっているといえる。

1年9カ月のトレーニングで、LBM(kg)の増加はみられなかったが体脂肪(kg)が減少した。Zvigli²⁵⁾, 田原²²⁾によると、体脂肪の減少は肥満の程度が大なる者ほど減少量は大きく、減少しやすい。Mohr²⁴⁾, Moody²³⁾, 田原²²⁾はトレーニング後にLBM(kg)の増加を若い学生で報告している。今回の被検者のLBM(kg)の増加が認められなかったことについては、年齢がほぼ38歳ということと、トレーニングの内容がaerobicな運動時間が長く、筋力トレーニング等は余り実施されなかったことが考えられる。さらに、今回程度の運動負荷、内容は脂肪の減少、有酸素的作業能の向上には大きく貢献するものの、LBM(kg)増加までには及ばなかったものと言えよう。

体組成に係る他のLBM(kg)/身長, LBM指数, それに比体重は特別に目立った変動は見られなかった。

C. 体 力

1. 伏臥上体そらし

成績は表2, 図8に示す。この伏臥上体そらしは体柔軟性を示すパラメーターとして測定した。トレーニング前の①回目が46.1±6.13cm, ②回目52.1±6.23cm, ③回目56.6±4.76cm, ④回目50.4±5.10cmと特に③回目に有意(P<0.001)に増加を示した。③回目で最も高い値を示し、④回目は①回目比べて約4.3cmの伸びである。

柔軟性はトレーニング効果

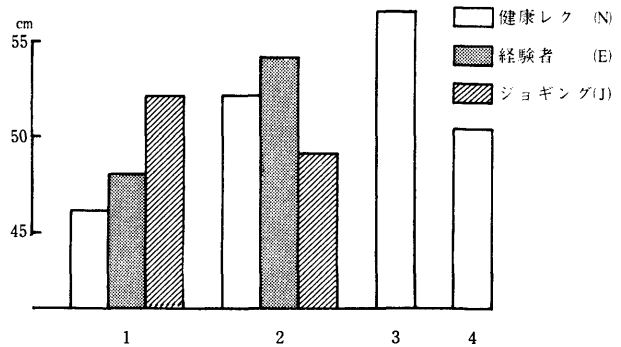


図8 伏臥上体そらし(体柔軟性)の推移

表2. 上体そらし, ステップテスト, all-out時間の推移

Nコース(18~20名)

	① '7 9.7		② '8 0.3		③ '8 0.6		④ '8 1.6	
	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D
伏臥上体そらし	46.1	6.13	52.1**	6.23	56.6***	4.76	50.4*	5.10
ステップテスト (拍90")	174.1	23.10	155.5*	18.75	156.7*	19.28	146.6**	24.32
ステップテスト・ スコア	52.6	7.11	58.8*	7.62	58.3*	7.36	63.2**	11.23
ステップテスト 積算心拍数	1078.5	99.00	985.2**	86.36	1035.6	87.59	932.7***	106.56
all-out時間(分)	9.4 (9' 24")	1.84	11.0*	1.51 (11' 00")	11.7***	1.57 (11' 42")	12.0***	1.31 (12' 00")

*... P<0.05, **... P<0.01, ***... P<0.001

が大きいことが従来からいわれており、今回のNコースのトレーニング内容に柔軟運動が長時間含まれていることを考慮すると、十分納得できる結果と言える。

2. ステップ・テストの得点

表2, 図9, 10に結果を示した。このステップ・テストは回復期の1分目から30秒, 2分目から30秒, 3分目から30秒の合計90秒の心拍数値より得点を算出する。この90秒間の心拍数をみると、トレーニング前の①回目 174.1 ± 23.1 拍/90秒, ②回目 155.5 ± 18.8 ($P < 0.05$), ③回目 156.7 ± 19.3 ($P < 0.05$), ④回目 146.6 ± 24.3 ($P < 0.01$)と有意な減少を示しており、身体トレーニングの生理機能面への response は、形態的な面に比べて早期に出現するものと言えよう。

上記の心拍数を得点化すると、トレーニング前の①回目 52.6 ± 7.11 , ②回目 58.8 ± 7.62 ($P < 0.05$), ③回目 58.3 ± 7.36 ($P < 0.05$), ④回目 63.2 ± 11.23 ($P < 0.01$)とその score は確実に有意

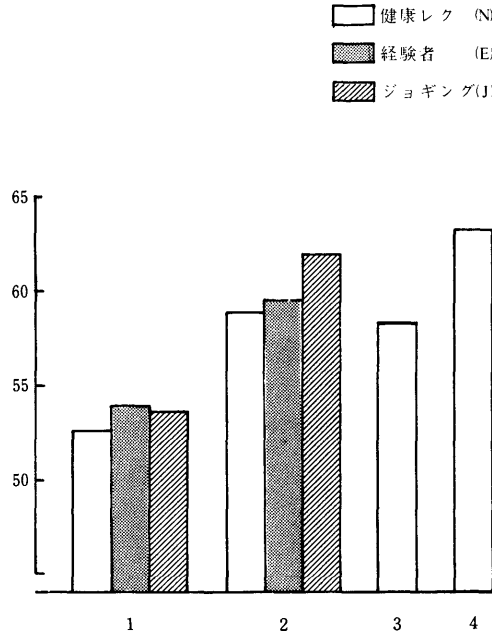


図9 ステップ・テスト スコアの推移

2回目-1回目 (4)

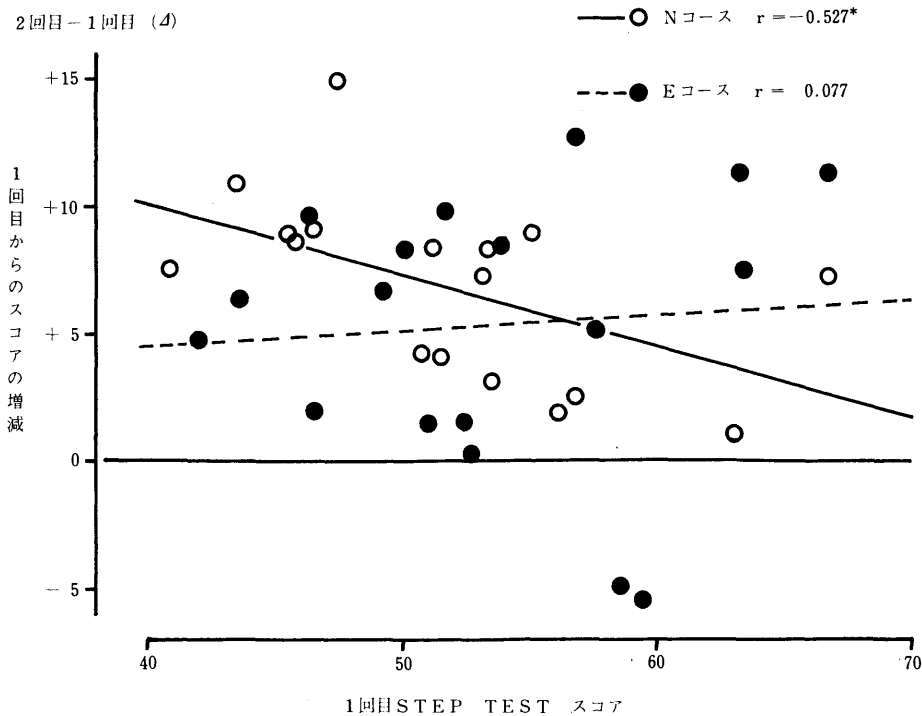


図10 ステップ・テスト スコアの8ヵ月後の変動(②回目-①回目)

な伸びを示している。1年9カ月の身体活動の training 効果が Submaximal (最大下)な運動負荷であるステップ・テストでの呼吸循環機能面で明らかに出現したものと云えよう。また新規 (Nコース) のトレーニング効果の初期効果が大きい (図10)。

3. トレッドミル歩行の all-out 時間

被検者が規定の速度で運動 (トレッドミル, 自転車エルゴメーターなど) を持続できなくなるまでの時間を “all-out” 時間 (exhaustive time) と言っている。この “all-out” 時間の成績は, 表2と図11に示した。

今回のトレッドミル歩行テストは図1に示すように90m/分の一定スピードで最初の2分間は角度0度の平地歩行, 2分以後は1分毎に1度づつ傾斜を上げる角度漸増法を採用した。

表2, 図11に示すように, Nコースは, トレーニング前に比べて測定回数毎つまり, トレーニングの時間, 回数とともにトレッドミル歩行の all-out 時間の漸増を観察した。成績は平均値でみると, ①

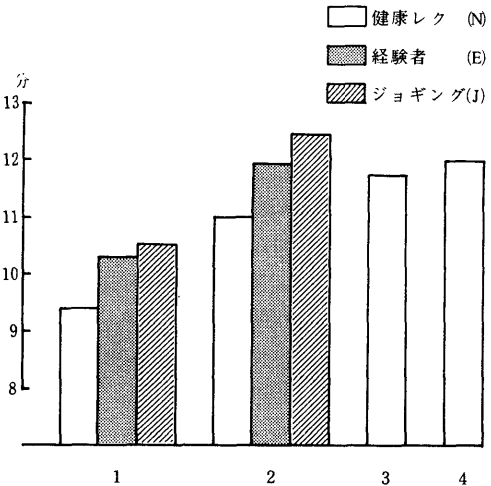


図11 トレッドミル歩行のall-out時間

②回目が11分 ($P < 0.05$), ③回目が11分42秒 ($P < 0.001$), ④回目が12分 ($P < 0.001$) とトレーニング前の①回目に比べて27.7%と有意に伸びている。

トレッドミル歩行時の “all-out” 時間の測定は, Åstrand³⁰⁾ のいう aerobic work capacity の最も適切な身体資源 (physical resource) の指標となる最大酸素摂取量 (maximum oxygen intake, $\dot{V}O_2 \text{ max.}$) の測定時に求められる。それ故に, 一応そのヒトにとっての限界の “頑張り” とみてよい。この all-out 時間は, 有酸素的作業能力の評価で performance の test として利用される。²¹⁾

Nコースの all-out 時間の顕著な伸びは, 運動プログラムの中に, Jogging が12分~15分含まれており, aerobic なトレーニングが all-out 時間の延長をもたらしたものと推察される。今回の all-out 時間は他の研究と方法が異なるため簡単に比較できないが, 後述する $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ (l/min , $\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$.) の伸びが相当高いことから考えても, 今回の27.7%は大きな伸びと言える。

D. 有酸素的作業能力 (aerobic work capacity)

1. 心拍数の変動

図12は, ステップ・テスト時の心拍数 (beats/min.) の変動である。Nコース (○→●→■) の変動を観察すると, 同一負荷でのステップ・テスト時の心拍数の response が明らかに良くなっている。つまり, 台高30cm, 100ステップ/min. (2.5秒に1回) のリズムで3分間の踏み台昇降運動を, ①回目より, ②回目, ②回目より④回目と少ない心拍数でステップ運動が実施できたことを意味し, この心拍数の減少は, aerobic work capacity の向上と見ることができる。さらに, ステップ・テスト中の最高心拍数も平均値でトレーニング前の①回目が171.1 beats/min. ②回目が161.5 beats/min. ④回目

で158.0 beats/min. と減少していることから明らかである。

図13は同じNコースのトレッドミル歩行テスト時の心拍数の変動である。先のステッ

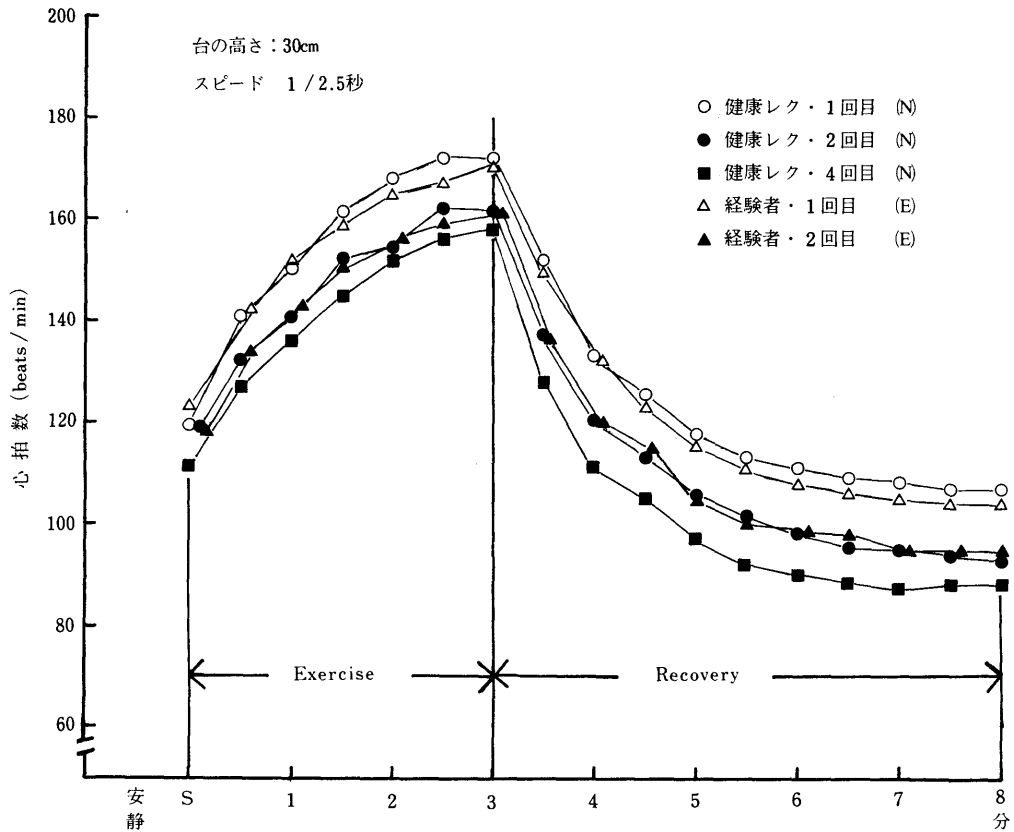


図12 ステップ・テスト時の心拍数の推移

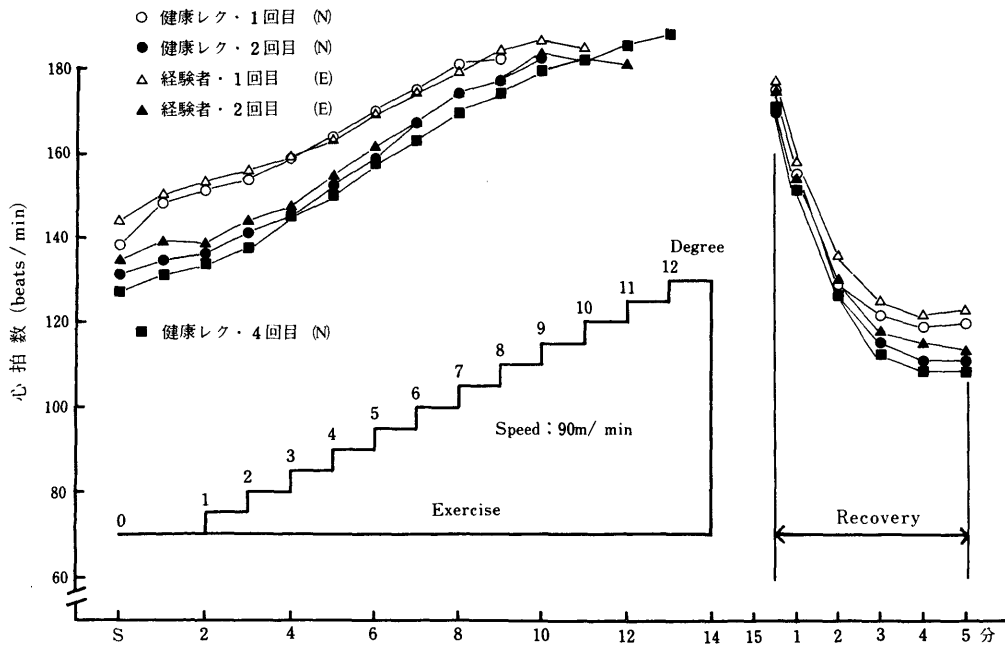


図13 トレッドミル歩行時の心拍数の推移

プ・テスト同様にNコースは①回目(○)より②回目(●), さらに④回目(■)と明らかに減少の傾向を示し, 同じ作業を少ない心拍数で実施できたことになり効率が上がったことを意味し, トレーニング効果の出現と見ることができる。

具体的には, トレッドミル歩行開始9分目(傾斜角度7度)の④回目の心拍数は182.3 beats/min. ②回目は176.8, 1年9ヵ月後の④回目では, 174.2と減少している。

表2には, 積算心拍数を示した。ステップ・テスト中3分間と, 回復期5分間計8分間の積算心拍数(総心拍数)は, 1979年7月の①回目が1078.5±99.0 beats/8 min. から②回目が985.2±86.4へと有意(P<0.01)に減少しており, この積算心拍数でもトレーニング効果が十分うかがえた。

2. 酸素摂取量

最大酸素摂取量の測定には, 従来からトレッドミル上でのランニング法や, 自転車エルゴメーター法が多く実施されている。筆者らは, 予備実験の結果, 安全性も考慮して日常生活になるべく近い運動形態として図1に示すようなトレッドミル歩行法で酸素摂取量を測定した。

1) 酸素摂取量 (l/min.)

酸素摂取量に関する資料は表3図14, 15にまとめて示した。酸素摂取量をl/min. で観察すると安静時が①回目0.19 l/min. ②回目0.20 l/min. ④回目0.20 l/min. とほとんど変動はみられない。

3分間のステップ・テスト中の酸素摂取量を1分当り($\dot{V}O_2$, l/min.)で観察する

表3. 安静時, ステップテスト, トレッドミル歩行時の酸素摂取量の推移 Nコース (18~20名)

	① '7 9.7		② '8 0.3		③ '8 0.6		④ '8 1.3	
	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D
1) $\dot{V}O_2$ (l/min)								
安静	0.19	0.03	0.20	0.04	0.17	0.02	0.20	0.03
ステップテスト	1.06	0.13	1.16*	0.12	1.03	0.08	1.14	0.12
トレッドミル(Max)	1.41	0.15	1.75***0.20		1.61*	0.31	1.88***0.42	
2) $\dot{V}O_2$ (ml/kg/min)								
安静	3.51	0.66	3.87	0.84	3.19	0.46	3.81	0.58
ステップテスト	19.80	2.38	21.82**	1.67	19.64	1.54	21.95***1.92	
トレッドミル(Max)	26.60	3.42	32.70***4.46		31.22*	6.05	35.88***7.48	
3) 酸素脈 (ml/beat)								
安静	2.51	0.47	2.86	0.68	2.47	0.40	2.96	0.64
ステップテスト	6.86	0.94	8.03**	1.12	6.84	0.79	8.09**	1.25
トレッドミル(Max)	7.73	1.03	9.36***1.04		8.43	1.78	10.26***2.35	
4) 換気量 (l/min)								
安静	6.7	0.99	6.8	1.38	6.3	1.02	5.8	1.59
ステップテスト	27.9	5.11	29.9	4.44	28.9	4.04	27.4	3.38
トレッドミル(Max)	44.2	6.94	59.9***	6.71	59.4***11.10		56.8***12.19	
5) 酸素摂取率 (ml/l)								
安静	32.3	2.53	30.1*	3.35	26.9***	2.79	33.1	6.78
ステップテスト	44.9	6.01	39.2**	4.75	36.1***	4.82	42.0	4.29
トレッドミル(Max)	37.6	4.27	29.6***	3.72	27.4***	4.84	33.7*	5.55

*... P<0.05, **... P<0.01, ***... P<0.001

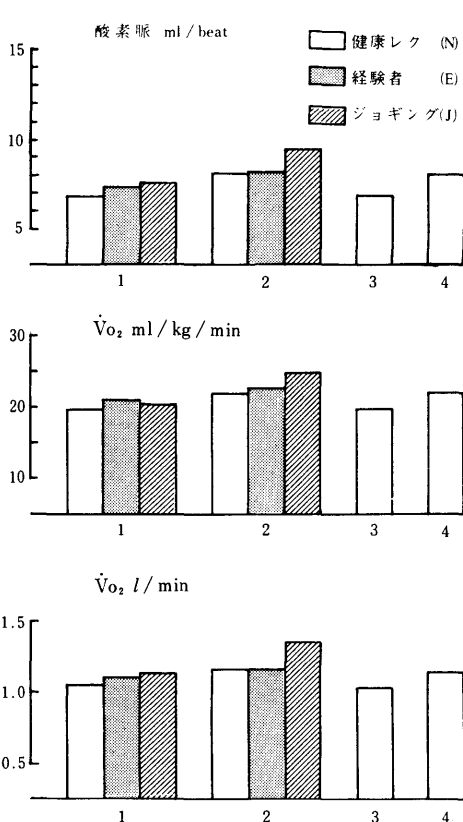


図14 ステップ・テスト時の酸素摂取量の推移

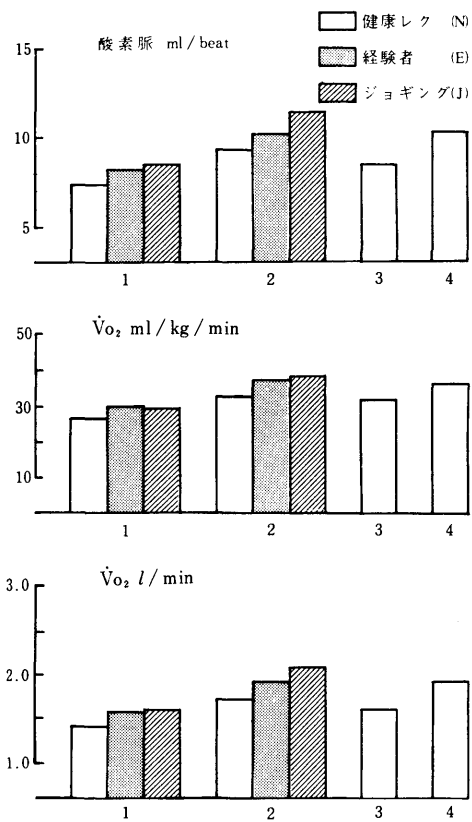


図15 トレッドミルのMax (all-out)の酸素摂取量の推移

と、 $1.06 \text{ l/min.} \rightarrow 1.16 \text{ l/min.} \rightarrow 1.03 \text{ l/min.} \rightarrow 1.14 \text{ l/min.}$ の変動を示した。このステップ・テスト3分間の運動は各回とも同一条件のもとで実施されており、②回目が有意に高かった ($P < 0.05$) ことの解釈については簡単に説明できない。一般的な考え方では submaximal (最大下) の運動に対しては、トレーニングとともに、酸素摂取量は減少するとも言われているからである。

トレッドミルの項には Maximal な all-out 時の最大値を示した。この all-out 時には、被検者全員の呼吸商 (R. Q) が1.0を越えていたことから最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$) とみなしてよいであろう。トレーニング前の①回目が 1.41 l/min. 、②回目が 1.75 l/min. 、③回目 1.61 l/min. 、1年9ヵ月後の④回目が 1.88 l/min. で特に①回目から②回目への初期効果が大き、平均25.6%の伸びを示している。さらに④回目では28.2% ($P < 0.001$) の増加率を示している。

Pollock, M. L²⁶⁾ は、男子の座業者 (sedentary) に活発な歩行トレーニングを20週間実施し、 $\dot{V}O_2 \text{ max. (l/min)}$ が28%増加したことを報告している。Cunningham, D. A⁵⁾ と J. S. Hill⁵⁾ は、17人の女性 (平均年齢31歳) がランニング・トレーニングによって、 $\dot{V}O_2 \text{ max. ml/kg/min}$ の34%の増加を報告している。

今回の伸び率は l/min. で28.2%、次の項で述べる体重当たり (ml/kg/min.) で計算すると35%に相当している。現在我が国の女子でこのような高い増加率は報告されていない。そこで、日本人の標準値²⁷⁾と比較してみると、トレーニング前値については、平均値でみる限りはそれほど低いとは言えない。しかしながら個人値については、2~3人はかなり低い者が含まれていた。

2) 体重当りの酸素摂取量 ($\dot{V}O_2 \text{ max. ml/kg/min.}$)

$\dot{V}O_2 \text{ ml/kg/min.}$ は, 最大下運動としてのステップ・テスト時では, トレーニング前の①回目が19.80ml/kg/min. から②回目 21.82ml/kg/min., ③回目19.64ml/kg/min. ④回目の21.95ml/kg/min. ($P < 0.05$) となっている。

トレッドミル歩行時の最大値 ($\dot{V}O_2 \text{ max. ml/kg/min.}$) は①回目26.60, ②回目32.70, ③回目31.22, ④回目は35.88 ml/kg/min. を示し, 大きな伸びを示している(図16). 特に, ①回目から②回目での有意 ($P < 0.001$) な伸びは, physical resources としての $\dot{V}O_2 \text{ max. (ml/kg/min.)}$ に早期にしかも顕著にトレーニング効果が出現したもので, その伸びは前値が小さいものほど大である(図16).

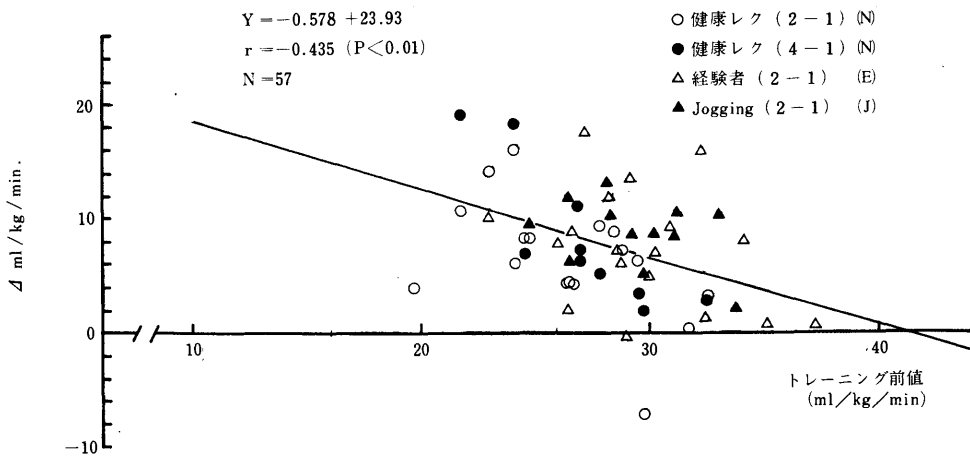


図16 $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ の初回値からの変動(トレッドミル)

$\dot{V}O_2 \text{ max. (ml/kg/min.)}$ の大きな伸びは, 体重減少と呼吸循環機能の向上によることは明らかである。つまり①回目から②回目で25.2%の伸び ($P < 0.01$), ④回目で平均値で35%の伸びを示しており, トレーニング効果, 特に aerobic work capacity の大きな伸びがみられたものと言えよう。

我が国でこれまで報告された $\dot{V}O_2 \text{ max (ml/kg/min.)}$ の増加率は11%~20%の間に相当数があり, 跡見らは中高年者女子で20%の増加率を報告している。今回の成績はこの20%よりさらに15%も高い伸び率を示している。この大きな伸びの原因を考えてみたい。

まず第1には運動処方の内容を示す必要があろう。運動処方で問題になるのは, (1)運動強度 (intensity), (2)運動持続時間 (duration), (3)運動実施の過当り頻度 (frequency), (4)運動の実施期間 (period), (5)運動様式又は運動のプログラム (mode-activity), (6)運動開始時の体力レベル (initial level of fitness) であろう。

表4に他の研究者の報告を一覧表にして示した。20%の伸び率を示した跡見らの方法は34~50歳(平均42歳)の中年女子で, 運動強度が80% of $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ であり, 運動持続時間は10分間, 過当り3回, 自転車 ergometer による10週間のトレーニング内容である(表4)。

一方, 今回の加津佐町の被検者では, 運動強度が心拍数で平均128 beats/min. で体育科学センター方式によるとはほぼ50~60% $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ に相当する。しかも運動実施時間が1時間半~2時間に及び, 過当り2回の頻度である。そのプログラムの内

表4. 中高年女子のトレーニング効果の比較

報告者	N	年齢(平均)	トレーニング内容				測定方法	トレーニング効果	増減率(%)	
			期間	頻度(週)	時間	身体活動				強度
6) 跡見 順子ら	8	34-55 (42.0)	10 週	3 回	10 分	自転車エルゴメーター	80% $\dot{V}O_2 \text{ max.}$	自転車エルゴメーター	$\dot{V}O_2 \text{ max.}$:25.4ml/kg/min → 30.1 all out time:7'8" → 20'38" 最大下の運動での心拍数の低下 $\dot{V}E$ (l/min):50.0 → 61.0	20 % 234 % 22 %
10) 進藤 宗洋ら	9	27-38 (33.2)	10 週	3 回	60 分	自転車エルゴメーター	50% $\dot{V}O_2 \text{ max.}$	自転車エルゴメーター	$\dot{V}O_2 \text{ max.}$:26.6ml/kg/min → 30.0 all out time:6'28" → 28'51"	12.8 % 320 %
11) 進藤 宗洋ら	13	41-52 (46.5)	10 週	3 回	60 分	自転車エルゴメーター	50% $\dot{V}O_2 \text{ max.}$	自転車エルゴメーター	$\dot{V}O_2 \text{ max.}$:26.1ml/kg/min → 29.0 更年期指数の低下	11.6 %
7) 伊藤 稔ら	6	32-61	20 週	2 回	5 分	トレッドミル歩行	70% $\dot{V}O_2 \text{ max.}$	トレッドミル	$\dot{V}O_2 \text{ max.}$:1.48 l/min → 1.68 all out timeの伸び 最大作業時の酸素脈の13%の増	14.0 % 13 %
9) 小川 新吉ら	13	31-37 (A:33.0) (B:35.3)	3 週	(A) 3回 (B) 1回	5 分 5 分	トレッドミル走行 トレッドミル走行	RMR 8.8-12.4 (10.2)	トレッドミル	酸素需要量はA, B群でも変動せずA群で心拍数の低下 5分走でA群73 mの伸び	8.2 %
8) 青木純一郎ら	9	28-46 (36.6)	2 年	(A) 2回 (B) 1回	2時間 2時間	バレーボール 卓球 テニス	52% $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ 52% $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ 57% $\dot{V}O_2 \text{ max.}$	自転車エルゴメーター	$\dot{V}O_2 \text{ max.}$:29.5ml/kg/min → 29.5 A群は all-out timeの伸び A群は PWC 170の伸び	± 0 %
今回の研究	18	29-50 (37.9)	1年9ヵ月	2 回	1時間30分 ~ 2 時間	早い歩行, ジョギング フォークダンス, 柔軟 体操, ボールゲーム等を含 む複合トレーニング	50-60% $\dot{V}O_2 \text{ max.}$	トレッドミル	$\dot{V}O_2 \text{ max.}$:26.6ml/kg/min → 35.88 O_2 -pulse:7.73ml/beat → 10.26 $\dot{V}E \text{ max.}$:44.2 l/min → 56.8 最大下運動での心拍数の低下	35 % 28.9 %
5) Cunningham et al.	17	21-48 (31)	(A) 9週 (B) 52週	2 回	距離による	ランニング	距離による	自転車エルゴメーター (間接法)	A群で $\dot{V}O_2 \text{ max.}$:26.0ml/kg/min → 35.2 一回心拍量80% $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ の伸び	34 % 28 %
4) Kilbom et al.	13	GI (平均23才) GII (平均46才) GIII (平均55才)	7 週	3 回	30 分	自転車エルゴメーター	70% $\dot{V}O_2 \text{ max.}$	自転車エルゴメーター	GIの若いグループで $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ の伸び GII, GIIIの中高年グループで $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ の伸び 心拍量量は若いグループの伸びが大	10.3 % 6.3 %

容は, 早い歩行, Jogging, 柔軟体操, フォーク・ダンス, ボール・ゲームなど全身持久力のトレーニングとともに大筋的運動が主で, しかも1年9カ月と長期間に及ぶトレーニング期間であったことなどに起因しているものと推察される。

第2には, 個人的な値 ($\dot{V}O_2$ ml/kg/min) について検討する必要がある。体重当りで20.0 ml/kg/min (体重66kg) や, 21.8, 23.0 ml/kg/min のトレーニングの初期レベルの比較的低い人が含まれていたことも見逃せない。上記の3人はいずれも体重が大であった。しかも体重の大なる被検者のトレーニング後には体重減がみられ, さらに aerobic な内容のトレーニング実施によって, $\dot{V}O_2$ max. ml/kg/min での aerobic work capacity の向上が顕著でこのように大きな伸び率を示したものと考えられる。

第3には, この教室の指導者(福田理司氏)が教室参加者の能力, 性格をよく把握して, トレーニング強度を除々に上げて指導し, 教室参加者の motivation を常に刺激するなどして参加者が積極的にトレーニングを行なったことも大きな要因である。つまり指導者に良き人を得たことであろう。

第4には, テッドミルでの $\dot{V}O_2$ max. の測定時に本人の motivation と検者の instruction にも原因がある。テッドミル測定では, 前回よりも頑張るような instruction を与え, 検者の方で前回の all-out 時間 (exhaustive time) を示すなど外的刺激を与えたことも大きく関与しているものと考えられる。

3. 酸素脈 (O_2 -pulse. ml/beat)

成績は表3, 図14, 15, 17に示した。酸素脈は1心拍数当りの O_2 摂取量で作業又は仕事の効率をみる指標となっている。ステップ・テストは④回目はトレーニング前であり被検者の Performance も低く, 3分間の運動で R.Q が1.0を越える被検者も見られたが全般的には, 最大下 (submaximal) の運動とみなしてよいであろう。

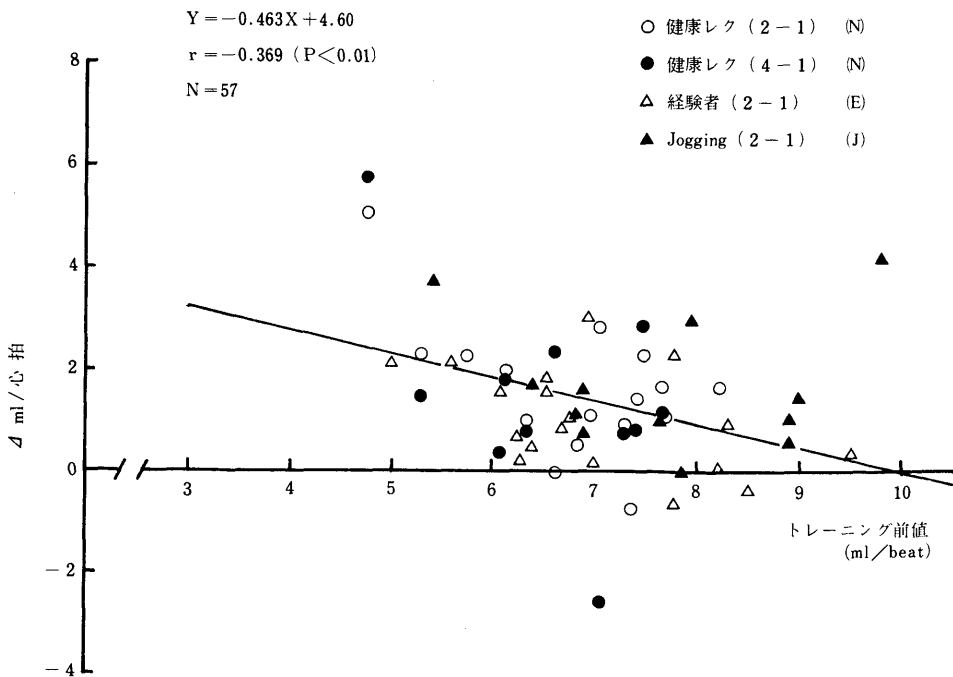


図17 酸素脈の初回値からの変動(ステップ・テスト)

ステップ・テストの酸素脈 (ml/beat) をみると 6.86 → 8.03 ($P < 0.05$) → 6.84 → 8.09 ($P < 0.05$) と③回目に低いが②, ④回目では明らかに増加しており, 特に①回目から, ②回目への初期効果は平均17%の増加率で明らかである。

図15に示すように, トレッドミル歩行での all-out 時の酸素脈は 7.73 → 9.36 ($P < 0.001$), → 8.43 → 10.26 ($P < 0.001$) と最大運動で先のステップ・テストよりも高い酸素脈を示している. この最大負荷時 (all-out 時) の酸素脈の増加率は 32.7% であり, 伊藤らの13%よりもかなり大きい伸びを示した. さらに, トレーニング前値のレベルの低い者ほど大きな伸びを示した (図17).

この all-out 時の心拍数は, all-out 時間の伸びとともに運動負荷量が大となり, 余り変動していないので, 酸素摂取量 ($l/min.$) の増加が酸素脈の増加をもたらしたことは明らかである. ステップ・テスト, トレッドミル運動時の最大下 (submaximal) 及び最大運動 (maximal load) での効率改善されたと結論づけられよう。

4. 肺換気量 (pulmonary ventilation, \dot{V}_E l/min)

成績は図18, 19, 表3に示した. 1分間に取り入れられる空気量は, 毎分換気量, または毎分呼吸量といわれる. 時に運動時の肺換気量をどれだけ増すことが可能かは, 肺の予備能力 reserve capacity とみることに³⁶⁾なる。

毎分換気量と酸素消費量の間には, 運動時換気量が毎分 100 l 位までは直線関係が成立し, 酸素消費量の増加と共に換気量は増加していくと言われる. さらに, 肺換気量 (\dot{V}_E) は平均一回換気量 (\bar{V}_T) と呼吸回数 (f) を乗じたもの, つまり, $\dot{V}_E = f \times \bar{V}_T$ で示される。

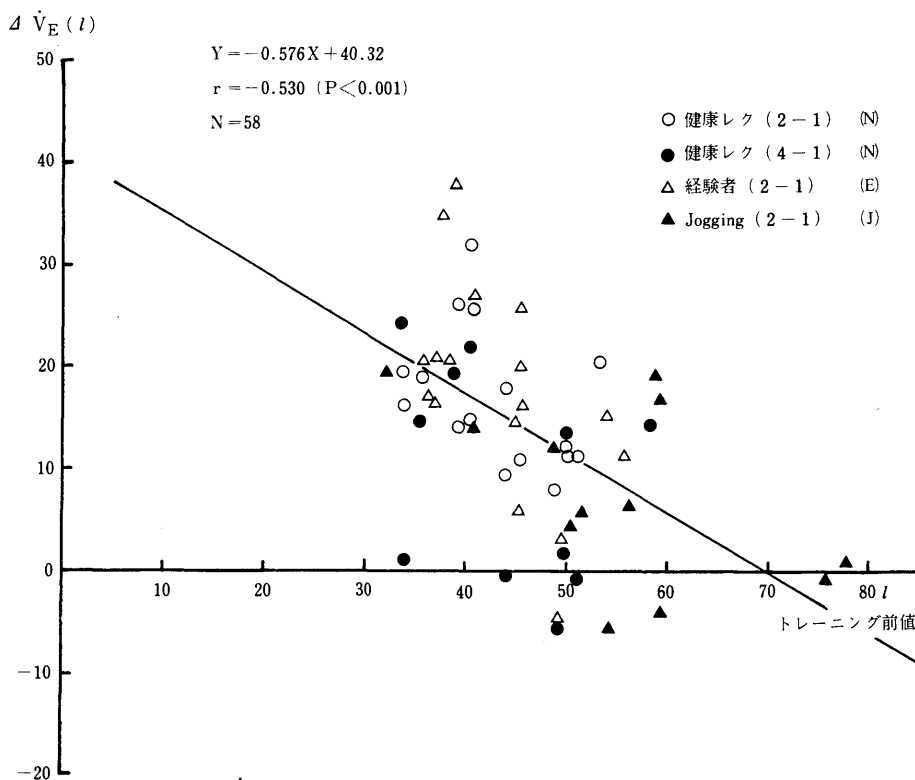


図18 換気量 (\dot{V}_E) の初回値からの変動 (トレッドミル)

運動時の毎分換気量は呼吸数と一回換気量の増加によって増加されると言われるが、特に aerobic な運動では、一回換気量が重要な要因となると言われている²⁹⁾。

今回の被検者では、all-out 時の $\dot{V}E$ l/min は①回目で 44.2 l/min ④回目で 56.8 l/min と平均値で 12.6 l/min 増加で、28.5% が伸びたことになる。この増加率 28.5% は、 $\dot{V}O_2$ max. l/min が 28.2% 増加した増加率に近似している。先の跡見らの報告では 50.0 l/min から 61.0 l/min へと 22% の増加であり、今回の筆者らの被験者よりもトレーニング前値が高い。

さらに、図19では、トレッドミル歩行の各期と、ステップ・テスト時及び回復期に一回換気量 (tidal volume, \bar{V}_T) がトレーニング前 (□) より、トレーニング後 (●) に増加していることが明らかである。

以上のように、肺換気量の増加、一回換気量の増加は、呼吸筋の発達など長期間の aerobic なトレーニングがもたらしたトレーニング効果と言えよう。

5. 酸素摂取率 (O_2 -removal, O_2 ml/ $\dot{V}E$ (l))

一定容量の換気量の中から、一定容量の酸素が血液中にとられることになる。肺の拡散容量が大きければ、とり入れうる酸素の量が多くなり、酸素摂取の効率が高くなると言われている³⁰⁾。つまり、

酸素摂取率 = 酸素摂取量 (ml) / 肺換気量 (l) × 100 で示され、呼吸当量 (O_2 -equivalent) の逆数となるもので、この酸素摂取率は呼吸の効率を示す指標となっている³¹⁾。

表 3、図19には、トレッドミル歩行及びステップ・テスト時の submaximal work 及び maximal work 時の O_2 -removal を示した。all-out 時ではトレーニング前が 37.6、1年9ヵ月後の④回目が 33.7 で平均約 11% ほど低下がみられた。さらにステップ・テスト及び、トレッドミル歩行での submaximal work では O_2 -removal は、トレーニング後に低下している。

トレッドミル運動での“all-out時”よりはステップ運動 3 分間の運動効率が良いことになる。つまり、図19の all-out 時 (exhaustion に至る時) には、効率が低下したことを意味する。このことは、激しい運動になると呼吸の平衡状態が破たんをきたし、換気量があっても酸素消費の増加がそれにとまわず、呼吸効率が低下してくることを示している。事実、猪飼らは、呼吸の効率は「へばる」時期にはおよそ酸素摂取率が 30-35 の間におちていると報告しているが、今回の中高年女子では 27.4-37.6 の間であった。

submaximal な運動でこの O_2 -removal はトレーニング後に低下しているがこの原因はよくわからない。推定の域を出ないが、maximal work に早く adaptation するため早い“たちあがり”現象がみられ、酸素摂取量の増加が先行していることも考えられる。また R. Q が少々低下していることなどから、代謝過程に変化があったことも無関係ではないであろう。

6. 最大下運動時の呼吸循環機能

図19にトレッドミル歩行と、ステップ・テスト時及び回復期の呼吸循環機能の各指標を示した。トレーニング前 (□) に比べて、トレーニング後 (1年9ヵ月後, ●) の最大下運動 (submaximal work) では、心拍数、換気量の低下がみられた。酸素脈 (O_2 -pulse) の増加、一回換気量の増加は明らかである。

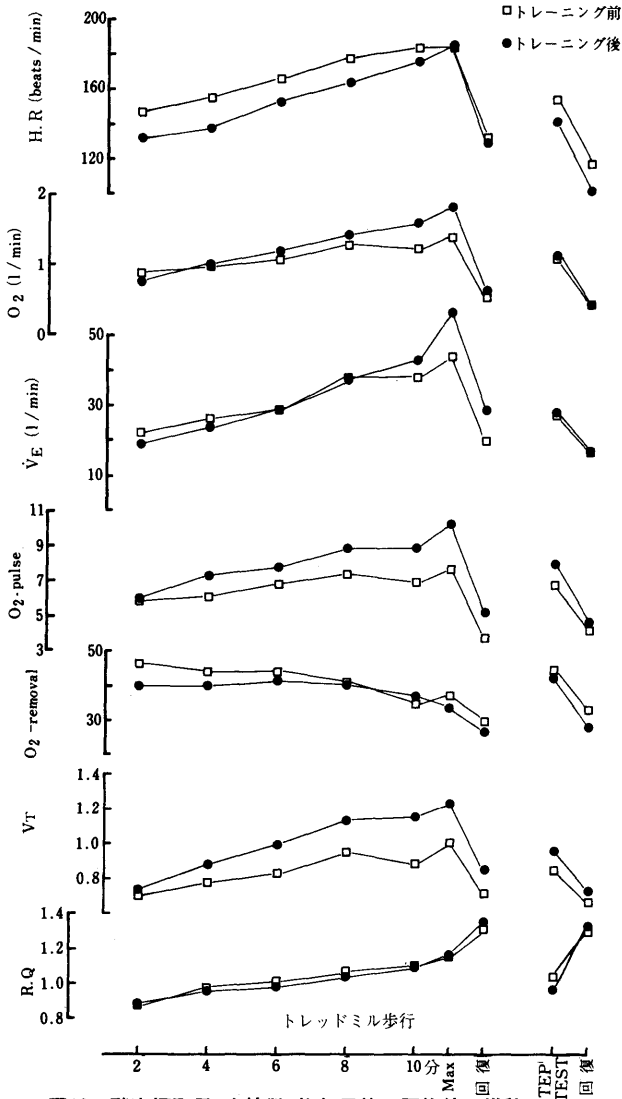


図19 酸素摂取量, 心拍数, 換気量等の平均値の推移

酸素摂取量 (l/min) は、角度 0 度の水平歩行ではトレーニング後が低いが、4 分目から all-out 時まではむしろ高い値を示している。換気量は 6 分目までの軽い運動では低下しているが、酸素摂取量が 4 分目から増加しているので $O_2\ ml/\dot{V}E\ (l)$ で示される酸素摂取率 (O_2 -removal) の低下がみられ、効率が有意ではないが、低下の傾向がみられた。運動の効率を示す酸素脈 (O_2 -pulse) は改善されたが、submaximal work での酸素摂取率が有意ではないが低下したことについての解釈は先の項 (5) で示した。しかしながら、図19から総じて言えば、1年9カ月の身体活動によって最大、最大下運動での呼吸の効率が改善され、aerobic work capacity の改善もたらされたと言える。

E. 血圧及び時間肺活量

1. 血 圧

血圧は主として心拍出量と末梢抵抗によって影響を受け

ると言われる。³²⁾つまり拍出量が増加すれば血圧は上昇し、血管が収縮すれば末梢抵抗が増す。また血圧は、運動強度とほぼ比例すると言われ、強度が激しいほど血圧上昇が著しい。³³⁾片岡らは、継続的な身体活動によって、高血圧症の血圧を下げたと報告している。今回の成績は表5に示す通りである。トレーニング前の安静時の収縮期血圧(最高血圧)は①回目118.6 mmHg、トレーニング後の④回目で112.8 mmHg と有意ではないがわずかに低下の傾向を示している。

さらに、ステップ・テスト終了直後(30"~1')の収縮期血圧は163.3 mmHg から、トレーニング後の④回目で152.8 mmHg と平均値10.5 mmHg の低下がみられた。この10.5 mmHg の低下は呼吸循環機能の向上により、ステップ・テストの相対的運動負荷が軽くなり、その結果血圧を無理に上げないで作業が遂行可能になったものと考えてよいであろう。

トレッドミル歩行での“all-out”直後(30"~1')の収縮期血圧はトレーニング前の①回目が158.9 mmHg とむしろ先のステップ・テスト終了時よりも低い傾向を示している。

表5. 安静, ステップテスト, トレッドミルテスト終了時の血圧 (mmHg) Nコース (18~20名)

	① '7 9.7		② '8 0.3		③ '8 0.6		④ '8 1.3	
	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D
最高	安静	119.6 11.19	118.6 13.30	115.1 12.51	112.8 9.93			
	ステップテスト	163.3 19.10	161.6 15.78	155.3 18.48	152.8 17.60			
	トレッドミル	158.9 26.42	163.7 19.88	155.8 14.94	153.3 16.02			
最低	安静	68.3 19.09	72.9 8.75	69.4 8.71	69.9 7.80			
	ステップテスト	63.4 17.17	55.4 21.64	65.4 19.55	61.8 18.08			
	トレッドミル	65.6 13.44	52.5* 22.37	61.5 19.21	52.8* 22.92			
脈圧	安静	48.0 9.14	47.1 9.99	45.6 7.80	42.9* 6.40			
	ステップテスト	107.0 28.58	105.7 28.11	85.6** 16.30	87.8* 16.38			
	トレッドミル	93.3 22.55	112.4 34.24	90.7 14.45	91.7 19.07			

*... $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, ***... $P < 0.001$

②回目が163.7 mmHg, ④回目が153.3 mmHgの変動を示しているが有意な変動ではない。トレッドミル歩行の all-out 終了直後の血圧は, ①回目よりわずかに低い。運動の負荷は, トレッドミル歩行時間の延長からわかる通り, 高くなっており, ①回目より強い運動負荷に対して少ない血圧を示したことは all-out 直後の収縮期血圧も改善されたと解釈してよいであろう。

片岡³³⁾らは, 106名の女子にトレーニングを3カ月にわたって実施し, トレーニング前に血圧の高かった者は安静時の収縮期血圧が低下し, 血圧が低かった者は上昇したと報告している。運動直後の血圧については, 村上³⁴⁾ら, 小原³⁵⁾らの報告がみられる。

村上³⁴⁾らは, 各種距離走を行なわせ, 短い距離(100m)直後が最も高く, 距離が延長すると運動直後の収縮期血圧は余り高くないと報告している。小原³⁵⁾らは, 中高年の長距離走は, 距離が延長するほど, また血圧の高い者ほどその循環機能に大きな変動を来すと報告している。

今回の被検者でも, 安静時血圧が高い者がステップ・テスト, トレッドミル歩行終了時の血圧が高くなる傾向を示した。1年9カ月にわたるトレーニングで, 顕著な血圧低下は見られなかったものの, 安静時, 及びステップ・テスト終了時の血圧は有意ではないが低下しており, 加齢を考えると血圧も改善されたと見えよう。

2. 時間肺活量

身体活動による換気能力の推移をみるために1秒量 (FEV_{1.0}), 1秒率 (Ratio of second), 肺活量 (Vital capacity) を pulmo tester によって測定した。1秒量は, 1秒間に呼出しうる最大呼気量であり, 1秒率は1秒量/肺活量×100として算出される。

表6. 肺活量, 1秒量, 1秒率, %肺活量の推移 Nコース (18~20名)

	① '7 9.7		② '8 0.3		③ '8 0.6		④ '8 1.3	
	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D	\bar{X}	S. D
1秒量 (cc)	1930.6	537.0	2244.0	352.9	2367.1**	298.6	2352.1**	331.2
肺活量 (cc)	2538.0	415.00	2809.0*	279.00	2774.8	314.30	2893.8*	461.27
1秒率 (%)	75.8	15.39	80.1	10.47	85.5*	6.74	83.6*	6.19
%肺活量	89.4	14.07	97.7	10.53	95.9	10.28	100.0*	11.58

*... $P < 0.05$, **... $P < 0.01$,

肺活量は性、年齢、身長、体重、運動によって差異があると言われる。成績は表6に示した。肺活量はトレーニング前が2538.0 cc、④回目が2893.8 ccと14%の増加(P<0.05)している。1秒率は75.8%から83.6%へと有意に増加し(P<0.05)、トレーニングによって、1秒間に最大肺活量に近い1秒量と呼出できるようになったことを示している。

%肺活量は肺活量実測値/肺活量予測値×100で算出され、Baldwin¹⁸⁾のノモグラムによって算出した。80%以上は正常と言われ、今回の成績では、①回目が89.4%、②回目97.7%④回目が100.0%と有意(P<0.05)に増加しており、身体活動のトレーニングが肺機能の向上にプラスの作用をもたらしたものと言える。

F. 自覚症状の訴え率

結果は図20に示した。1年9カ月にわたるトレーニング期間のうち自覚症状の訴え率は

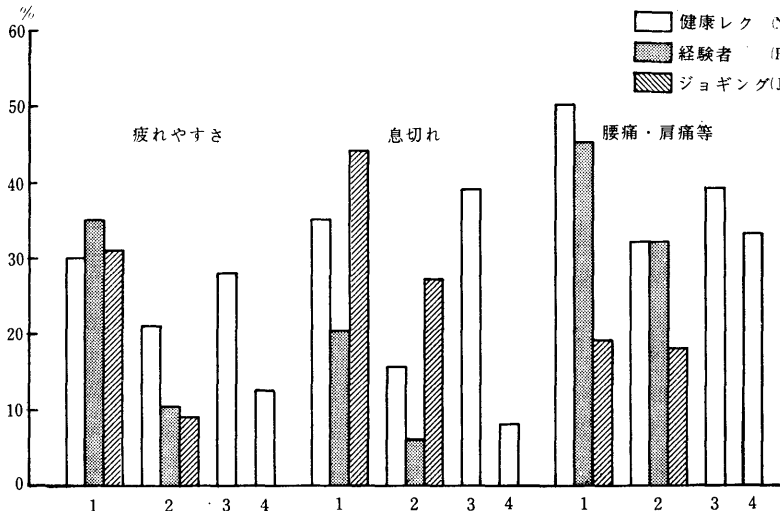


図20-1 自覚症状の訴え率の推移

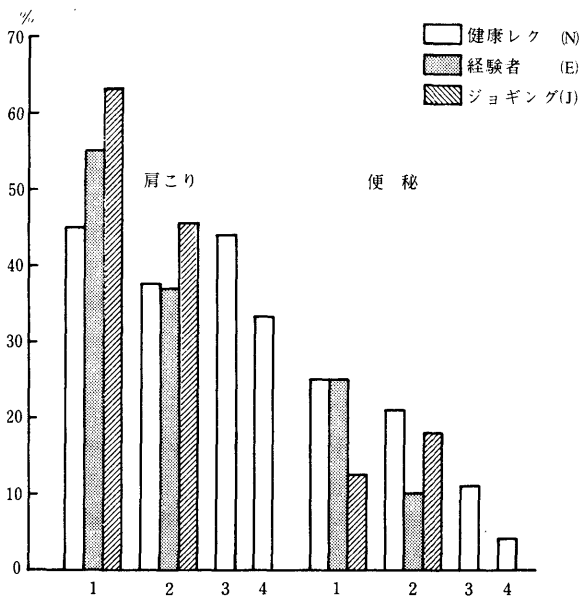


図20-2 自覚症状の訴え率の推移

徐々に低下した。例えば、「疲れやすさ」ではトレーニング前が30%、トレーニング後(④回目)には12.5%へと減少している。「息切れ」は35.0%から8%へ、「腰痛・肩痛等」は50%から36%へ、「肩こり」は45%から33%、「便秘」は25%から4%へとそれぞれ低下している。

田原、菅原による、長崎県民の自覚症状と個人的属性との関係では、現在の運動実施が男子で、「疲れやすさ」「胃の調子」「便秘」「腰痛・肩痛その他の関節痛」と有意な関係がみられた。一方、女子では、「疲れやすさ」「腰痛・肩痛その他の関節痛」で有意な関係がみられた。

進藤¹¹⁾らの報告では身体活動によって, 更年期障害が改善されたとの報告や, 日本体育協会スポーツ科学委員会報告³⁷⁾でも, 5カ月間の定期的な身体活動によって, 自覚症状の訴えが極めて高い率で改善され, それも女性の初心者で高かったとの報告がみられ, 今回の成績を裏づけるものである。

今回の被検者では, 自覚症状と aerobic work capacity や各種生理機能との詳細な関係は検討中であるが, 田原¹⁴⁾らの他の報告に比べてトレーニング後の訴え率は低く, 1年9カ月間の身体トレーニングが自覚症状の訴え率を低下させたことは十分推察される。

IV 要 約

長崎県加津佐町のスポーツ教室(健康レクレーション, バドミントン, ジョギング)参加者の中高齢者(20歳-50歳)総計151名を対象に, そのトレーニングの効果を評価するため'79年から'81年3月の間に4回又は2回の測定を行なった。

Nコース(健康レクを中心にバドミントンを含む)は初めて運動する者で, 週当り2回, 1回の運動時間は1時間半~2時間の運動を1年9カ月間にわたって実施した。Eコースはスポーツを1年以上継続している経験者の被検者で週当り2回の頻度である。Jコースはジョギングを中心にするもので週当り1回, 1時間半~2時間のトレーニング・プログラムであった。

なお, Nコースの心拍数からみた運動負荷強度は平均50-60%強度に相当した。今回は主として新規者の教室であるNコースについて検討した。結果はおよそ次のように要約される。

- A. 体重, 腹囲は減少の傾向を示すが有意な減少ではない。
 - B. 皮厚(上腕部)は18.7mmから14.0mmへと有意な減少($P < 0.01$)を示した。腹部皮厚の減少, 体密度(D)の増加($P < 0.05$)をみた。また体脂肪(%)は25.0%から19.7%へと減少している($P < 0.05$)。
 - C. 伏臥上体そらしの有意な増加($P < 0.01$)がみられ, 体柔軟性のトレーナビリティが大きい。
 - D. ステップ・テストの得点の伸び($P < 0.01$), トレッドミルの all-out 時間の伸び($P < 0.001$)がみられた。
 - E. Physical resources としての $\dot{V}O_2 \text{ max. l/min}$ で約28.2の, 体重当りで35%の伸び($P < 0.001$)を示した。またステップ・テスト時の $O_2\text{-pulse}$ が有意に18.0%増加した($P < 0.01$)。
- 心拍数が submaximal work (最大下運動)で低下し運動の効率が向上した。
- F. 収縮期血圧が安静時, ステップ・テスト終了時に有意ではないが低下した。
 - G. 時間肺活量(肺活量, 1秒量, 1秒率, %肺活量)の伸びが認められた($P < 0.05 \sim P < 0.01$)。
 - H. 自覚症状の訴え率が低下した。

以上A~Hの結果から, 1年9カ月にわたる1週2回の習慣的な aerobic なトレーニングによって, 呼吸循環機能は早期にそのトレーニング効果が出現する。しかしながら形態, 体組成の変化までプラスの効果を及ぼすためには, 時間を要する。さらに, 身体活動は自覚症状の訴え率の低下をもたらした。

稿を終えるにあたり、今回の被検者の皆さん、全面的なご協力をいただいた加津佐町当局の皆様とりわけ福田理司氏、平恵子氏に、さらに小浜保健所の所員の皆様に心から感謝の意を表します。また保健体育教室の川端良子さんの全てにわたる協力があったことに感謝いたします。

文 献

- 1) 加藤橋夫編著 (1975)：体育科学からみた健康問題 (日本学術会議産業・国民生活特別委員会報告), 杏林書院, 東京
- 2) H・クラウス, W・ラープ, 広田, 石川訳 (1977)：運動不足病, ベースボール. マガジン社, 東京
- 3) Åstrand, I, P. O, Åstrand, I. Hallbäck and Å Kilbom (1973)：Reduction in maximal oxygen uptake with age, *J. Appl. Physiol.* **35**：649-654
- 4) Kilbom, Å. (1971)：Effect on women of physical training with low intensities, *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* **28**：345-352
- 5) Cunningham. D. A. and J. S. Hill (1975)：Effect of training on cardiovascular response to exercise in women, *J. Appl. Physiol.* **39**：891-895
- 6) 跡見順子, 伊藤克子, 宮下充正 (1974)：中高年女子に見られる有酸素的作業能のトレーニング効果, *体育学研究*, **18**：253-260
- 7) 伊藤稔ら (1975)：歩行トレーニングによる中高年女子の最大酸素摂取量の増加について, *体育科学*, **3**：41-48
- 8) 青木純一郎, 石河利寛ら (1977)：主婦を対象としたスポーツ教室 (2年間) の運動強度と生理学的効果, *体育科学*, **5**：110-116
- 9) 小川新吉, 古田善伯, 内野欽司 (1974)：中年女子を対象とした3週間トレーニングの効果について, *体育科学*, **2**：218-224
- 10) 進藤宗洋, 田中宏暁, 小原繁 (1975)：自転車運動による50% $\dot{V}O_2 \max.$ 60分トレーニングが成人女子におよぼす影響, *体育科学*, **3**：58-67
- 11) 進藤宗洋, 田中宏暁, 松本謹吾, 小原繁 (1976)：中年婦人への自転車エルゴメーター50% $\dot{V}O_2 \max.$ 強度の60分間トレーニングの効果, *体育科学*, **4**：77-88
- 12) 伊藤朗, 鈴木政登, 山口幸雄, 井川幸雄 (1977)：主婦の長期 (2年2カ月) 60% $\dot{V}O_2 \max.$ トレーニングと体力および血液化学成分値の動態, *体育科学*, **5**：71-82
- 13) 神文雄, 山内正毅, 田井村明博 (1981)：長崎県民の健康・スポーツに関する調査研究—とくに主婦のスポーツ活動について, *長崎大学教養部紀要 (自然科学篇)*, **22** (1)：49-70
- 14) 田原靖昭, 菅原正志 (1981)：長崎県民の健康・スポーツに関する調査研究—成人の個人的属性と健康の様相, *長崎大学教養部紀要 (自然科学篇)*, **22** (1)：71-90
- 15) 田井村明博, 今中国泰 (1981)：長崎県民の健康・スポーツに関する調査研究—成人の自覚症状からみた健康の因子分析的検討, *長崎大学教養部紀要 (自然科学篇)*, **22** (1)：115-122
- 16) 長嶺晋吉 (1966)：体構成に基づく肥満の評価, *民検衛生*, **32**：234-238
- 17) Brozek J, F. Grande J, T. Anderson and A. Keys (1963)：Densitometric Analysis of Body Composition：Revision of Some Quantitative Assumption, *N. Y. Acad. Sci.* **110**：Part 1; 113-140
- 18) 金井泉, 金井正光編著 (1972)：臨床検査法提要 (第26版), 肺機能検査法 (X-53), 金原出版, 東京
- 19) 猪飼道夫, 進藤宗洋 (1967)：トレッドミルによる作業能力の研究〔II〕, *体育の科学*, **17** (8)：456-462
- 20) 猪飼道夫, 進藤宗洋 (1967)：トレッドミルによる作業能力の研究〔IV〕, *体育の科学*, **17** (10)：587-591
- 21) 松井秀治, 宮下充正, 三浦望慶, 小林寛道ら (1973)：健康人の Aerobic Work Capacity のトレーニング—Submaximal な運動を継続することに対する生体反応—, *体育科学*, **1**：125-133

- 22) 田原靖昭, 中村正 (1980): 女子学生の運動生活による体格, 身体組成及び体力への影響について, 長崎大学教養部紀要 (自然科学篇), 20 (2): 33-49
- 23) D. L. Moody, J. Kollias and E. R. Buskirk (1969): The effect of a moderate exercise program on body weight and skinfold thickness in overweight college women, *Medicine and Science in Sports*, 1 (2): 75-80
- 24) Dorothy. R. Mohr (1965): Changes in Waistline and Abdominal Girth and Subcutaneous Fat Following Isometric Exercises, *The Research Quarterly*, 36 (2): 168-573
- 25) Zviglick and Nathan, A. Kaufmann (1976): Weight and skinfold thickness changes during a physical training course, *Medicine and Science in Sports*, 8 (2): 109-112
- 26) M. L. Pollock, H. S. Miller, et al, (1971): Effects of Walking on Body Composition and Cardiovascular Function of Middle-age Men, *J. Appl. Physiol*, 30: 126-130
- 27) 東京都立大学身体適性学研究室編 (1980): 日本人の体力標準値 (第3版) 不昧堂出版, 東京
- 28) 体育科学センター編 (1976): 健康づくり運動カルテ, 講談社, 東京
- 29) P. O. オストランド, K ラダール, 浅野勝己訳 (1976): 運動生理学, 大修館, 東京
- 30) 緒飼道夫 (1969): 運動生理学入門, 杏林書院 東京
- 31) 緒飼道夫, 吉沢茂弘, 中川功哉 (1962): トレッドミル法による全身持久性の評価について, 体力科学, 10 (4): 227-238
- 32) 石河利寛, 松井秀治編著 (1978): スポーツ医学, スポーツと循環, 杏林書院 東京
- 33) 片岡幸雄, 生山匡, 小山内博他 (1977): 身体トレーニングが高血圧の改善に及ぼす効果に関する研究, 体力研究, 36: 52-66
- 34) 村上長雄, 川井浩ら (1975): 身体運動の最高血圧に及ぼす影響, 体力科学, 24: 11-24
- 35) 小原達朗, 小川新吉ら (1981): 中高年の長距離走前後の血圧及び心電図の変動について, 体力科学, 30: 137-147
- 35) (財) 日本体育協会スポーツ科学委員会 (1978): №III 中高年のスポーツと健康に関する研究 (第3報), 日本体育協会スポーツ医科学報告, 1978年版 (1): 1-121
- 36) 朝比奈一男, 中川功哉 (1969): 運動生理学, 大修館 東京