

P. W. C₁₇₀ の変化からみた中学生の3週間の
持久走プログラムの効果について

川畑栄一^{*}, 坂田敬雄^{*}, 深野 明^{*}, 久保正秋^{*}

曾根睦子^{*}, 浜田志朗^{**}, 片岡幸雄^{***}, 佐野裕司^{****}

* 東京教育大学附属駒場高等学校

** 東京教育大学体育学部大学院

*** 千葉大学教養部体育研究室

**** 東京大学教養学部体育研究室

P.W.C 170 の変化からみた中学生の3週間の 持久走プログラムの効果について

川畑栄一, 坂田敬雄, 深野 明, 久保正秋
曾根睦子, 浜田志朗, 片岡幸雄, 佐野裕司

はじめに

ヒトの持久性能力, 特に全身持久性(呼吸循環系持久能力)はわれわれの諸活動を持続させ, 一生をつらぬく体力の芯とも考えられるものであり, その発達は肺や心臓の重量が急速に発育する12~16才ごろから起ってくるといわれている⁽⁵⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽¹⁴⁾。近年スポーツの分野, 特に水泳などにおける若年令層の記録の進歩は目ざましいものがある。つまり, この時期は身体発育において急激なスパート期であると同時に, 機能の発達においても可能性を多くもった時期であるといえる。しかしながら, 近年の青少年の身体発育は急速である反面, 機能の発達が必ずしもそれに伴っていないとの報告がある⁽⁸⁾。また, スパート期であるがゆえに, その速度に個人差もみられ, それは成人期における個人差とは質的に異ったものであるとも考えられる。そのために, 機能の **Trainability** を十分もち, 十分に運動刺激を与えなければならない現状や時期である反面, 発育と機能の発達のアンバランスの時期でもあり, 運動の処方に関して難しい面をもっている時期ともいえよう。特に, 持久性能力向上をねらうにあたって, 十分なる安全性を加味しながら行っていかなければならないであろう。

本校では体育的行事の1つである冬期のロードレース大会に先だって, およそ1ヶ月前から, 持久走のカリキュラムを設定している。これはロードレースに対する安全性の準備としての意味をもっているものである。そこで, 本研究は3週間, 週3時間の持久走プログラムが, 中学生にとって, 呼吸循環機能への適応を示すに足る運動刺激となりうるか否かについて, 今回, 特に循環機能の面から検討し, 若干の知見を得たので報告する。

研究方法

1) 被験者

対象は本学の中学2年生(男子)12名である。

この12名は3つのクラスから4名ずつ抽出した。12名を実験群と対照群の2群に大別し, さらに体力水準別, 運動量別にそれぞれ2つに分け, 計4群に分けた。

① 実験群 (Experimental Group)

授業時間内だけに限って, 指定する持久走を行った者, 持久走記録によって2群に分けた。

(1500m記録 平均6分17秒)

(1500m記録, 平均7分11秒)

② 对照群 (Control Group)

A：（3名）運動部に属し、授業時間以外にも持久走を行っている者→（以下 Cont.-A と略す）

(1500m記録 平均 5 分32秒)

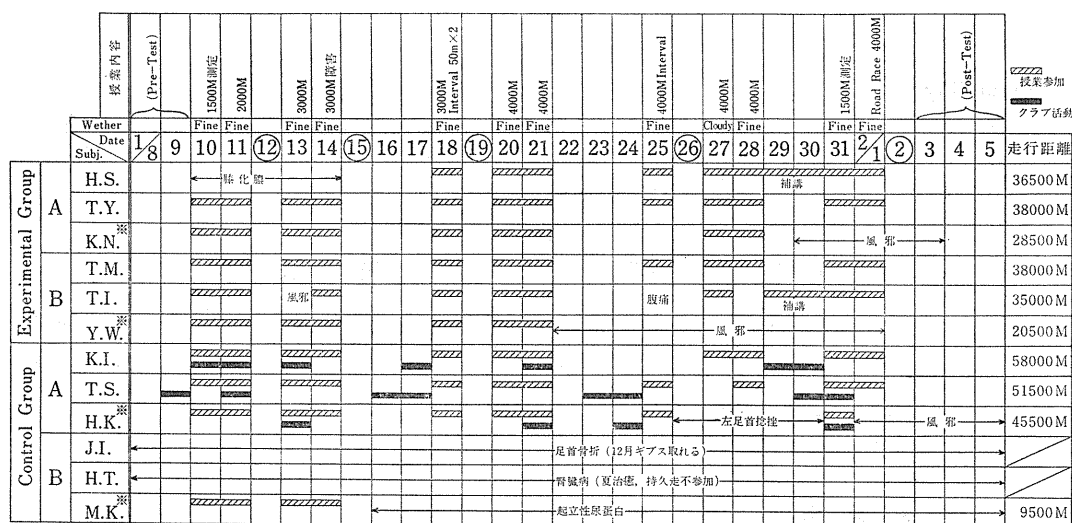
B: (3名) 授業見学者で足首骨折、腎臓病および起立性蛋白尿などのため持久走は行わなかった者→(以下 Cont.-B と略す)

これら被験者の体格および体力一覧表を表1に示した。

2) 授業実施期間および内容

授業実施期間は昭和50年1月10日から2月1日までの3週間であり、実施頻度は週3回であった。

授業内容は図1に示すように持久走を中心とし、徐々に距離を増やし、後半は1日約4000mとした。持久走のペースは各個人のペースにまかせた。1回の走行時間は約15～25分であった。



※ 途中で病気をした者
M, Kは血圧が高かったため病院に行かした所 起立性尿蛋白症であった。医師と連絡をとり普通の運動であればいいとのことで実験を最後まで行なった。
H, Kは風邪が治った7日に個人的に測定を行った。

図1.被検者の運動量と運動頻度
(Fig.1 Quantity and frequency of Exercise of each subject)

2) 測定項目および測定方法

- ① 身長：遠藤電子工業製デジタン身長計を用いた。
② 体重：YAMATO 製体重計を用いて測定した。

表 1 被 検 者 の 体 格 体 力 一 覧 表

(Table 1. Physical characteristics of the subjects)

	Items Subj.	Age (<i>year.</i>)	Stature (<i>cm.</i>)	Body Wt. (<i>kg.</i>)	Rohrer Index	Skinfold (<i>mm.</i>)				Resting Blood Pressure (<i>mmHg.</i>)		1500m running time (<i>min.</i>)	
						Triceps	Scapular	Abdomen	Sum	Systolic	Diastolic		
Experimental Group	A	H. S.	14	154.3	38.0	103	4.1	3.8	3.6	11.5	113	72	/
		T. Y.	14	166.1	46.0	101	6.0	6.5	5.0	17.5	100	76	6'06"
		K. N. *	14	171.1	51.4	103	4.3	6.0	5.3	15.6	104	68	6'27"
		\bar{x}	/	163.8	45.1	102.3	4.8	5.4	4.6	14.8	105.7	72.0	6'17"
		S. D.	/	8.62	6.74	1.15	1.04	1.43	0.90	2.50	5.44	3.27	10.5"
	B	T. M.	14	164.8	65.5	146	11.2	11.8	9.0	32.0	108	74	7'04"
		T. I.	14	156.0	49.9	131	18.3	13.0	13.5	44.8	107	65	7'42"
		Y. W. *	14	168.1	62.4	132	9.8	9.5	13.2	32.5	130	84	6'48"
		\bar{x}	/	163.0	59.3	136.3	13.1	11.4	11.9	36.2	115.0	74.3	7'11"
		S. D.	/	6.25	8.25	8.38	4.55	1.77	2.51	5.54	10.61	7.76	22.7"
Control Group	A	K. I.	14	161.1	45.8	110	6.2	5.7	4.5	16.4	104	68	5'33"
		T. S.	14	165.0	60.1	134	4.0	5.8	7.5	17.3	110	80	5'40"
		H. K. *	14	169.0	54.2	112	6.3	6.3	5.5	18.1	100	62	5'22"
		\bar{x}	/	165.0	53.4	118.6	5.5	5.9	5.8	17.3	104.7	70.0	5'32"
		S. D.	/	3.95	7.18	13.31	1.30	0.32	1.52	0.69	4.11	7.48	7'41"
B	J. I.	14	161.2	50.0	119	7.5	7.8	7.5	22.8	112	78	/	
	H. T.	14	176.4	62.8	114	5.0	7.5	4.5	17.0	106	72	/	
	M. K. *	14	164.3	59.8	134	8.5	10.6	13.0	32.1	125	75	7'19"	
	\bar{x}	/	167.3	57.5	122.3	7.1	8.6	8.3	24.0	114.3	75.0	/	
	S. D.	/	6.56	6.69	10.40	3.18	1.70	4.31	6.22	7.93	2.45	/	

* 授業途中から病気

③ 皮脂厚：榮研式 Skinfold Caliper を用い、右上腕外側部中央（以下腕部と略す）、右肩甲骨下部（以下背部と略す）および右臍部横（以下腹部と略す）の3部位を測定した。

④ 安静時血圧

⑤ 1500m走

⑥ P. W. C (Physical Working Capacity)₁₇₀：モナーク社製の自転車エルゴメーターを用い、3分間のウォーミングアップ（1kp）ののち、3分間の休息をおき、3段階、各4分間計12分間の運動を連続して行わせた。負荷強度の設定は3分間のウォーミングアップ時の心拍数から推定し、第一の負荷量が心拍数で100～120拍/分になるように負荷量を選んだ。第2および第3の負荷量はその後、0.5kp ずつ漸増した。各段階の負荷量の最終30秒間の心拍数3点から回帰直線を求め、心拍数170拍/分時の作業量（kpm/min）を求めた。心拍数は心電計を用い胸部誘導により運動中および回復後5分まで連続的に記録した。なお、各個人について、第一回目（Pre-Test）と第二回目（Post-Test）に同一の負荷強度で行った。

測定時の室温は Pre-Test 時で、 $18.0 \pm 0.79^{\circ}\text{C}$ 、Post-Test 時で $19.3 \pm 0.57^{\circ}\text{C}$ であった。（表3）

⑦ 授業時（持久走）の心拍数測定：授業時の持久走の運動強度を知る目的でテレメーターにより、心拍数を測定した。また、被験者以外の授業参加者に対しては、持久走直後の脈拍を触診で測定させた。

①～⑥までの項目をすべて、Pre-Test および Post-Test 時とも同一条件のもとに測定した。

結 果

本実験期間中、各群それぞれ1名づつが、風邪等でトレーニングを中断したため、それらを各群から除外し、各個人別に成績を示した。これらの例を Special Group とした。（以下 SP と略す）

1) 身長、体重、皮脂厚および安静時血圧の変化（表2）

身長および体重は殆んど変化はみられなかった。（ただし SP—Subj. Y. W. と M. K. の2名が体重が 2.4～2.9 kg 減少した）皮脂厚は必ずしも一定の傾向は示さなかったが、Ex.-A と Cont.-B がそれぞれ2名とも減少又は増加を示した。

血圧は Ex.-A の Subj. H. S. が最大血圧で 113mmHg→98mmHg と、最小血圧が 72mmHg→60mmHg へと減少。Cont.-B の Subj. J. I. が最小血圧で 78 mmHg→66 mmHg と、同様に SP-Subj. K. M. と Y. W. の2人が 68mmHg→60mmHg および 84mmHg→74mmHg と減少したほかは目立った変化はなく、いずれも正常範囲内にあった。

2) 自転車エルゴメーター負荷に対する心拍数の変化

図2は各群の授業前後の運動負荷時の心拍数の変化を示したものである。各群で、負荷量の差はあるが、いずれの群も授業後では授業前に比べて、同一負荷量に対して、心拍数の水準は低下

表 2 形態および血圧の変化表の变化

(Table 2 Changes of stature, body weight, skin fold and blood Pressure)

	Items	Stature (cm)			Body Weight (kg)			Skin			Fold (mm)		
		Pre	Post	$\frac{\text{Post}}{\text{Pre}} \times 100$	Pre	Post	$\frac{\text{Post}}{\text{Pre}} \times 100$	Triceps		Pre	Scapular		Post $\times 100$
								Pre	Post		Pre	Post	
Experimental Group	Subj.												
	H. S.	154.3	154.6	0.2	38.0	39.0	2.6	4.1	3.5	3.8	3.2	3.2	-15.8
	T. Y.	166.1	166.6	0.3	46.0	46.6	1.3	6.0	4.4	6.5	4.8	4.8	-26.2
	\bar{X}	160.8	160.6	0.25	42.0	42.8	2.0	5.1	4.0	5.2	4.0	4.0	-21.0
B	T. M.	164.8	165.0	1.2	65.5	65.0	-0.7	11.2	11.0	11.8	12.2	12.2	3.4
	T. I.	156.0	156.9	0.5	49.9	49.4	-1.0	18.3	15.5	13.0	11.5	11.5	-11.5
	\bar{X}	160.4	161.0	0.85	57.7	57.2	-0.9	14.8	13.3	12.4	11.9	11.9	-8.1
Control Group	K. I.	161.1	162.1	0.6	45.8	46.4	1.3	6.2	5.5	5.7	5.2	5.2	-8.8
	T. S.	165.0	165.1	0.1	60.1	60.6	0.8	4.0	5.0	5.8	6.0	6.0	3.4
	\bar{X}	163.1	163.6	0.33	53.0	53.5	1.1	5.1	5.3	5.8	5.6	5.6	-2.7
B	J. I.	161.2	161.2	0	50.0	49.5	-1.0	6.5	7.5	7.8	10.0	10.0	28.2
	H. T.	176.4	176.6	0.1	62.8	62.0	-1.3	4.2	5.0	7.5	7.5	7.5	0
	\bar{X}	168.8	168.9	0.05	56.8	55.8	-1.2	5.4	6.3	7.7	8.8	8.8	14.1
Special Group	Ex.-A	171.1	172.1	0.6	51.4	51.7	0.6	4.3	5.0	6.0	6.0	6.0	0
	Ex.-B	168.1	168.2	0.1	62.4	59.5	-4.6	9.8	12.5	27.6	9.5	14.0	47.4
	Cont.-A	169.0	169.5	0.3	54.2	54.4	0.4	6.3	4.5	-28.6	6.3	5.7	-9.5
	Cont.-B	164.3	165.0	0.4	59.8	57.4	-4.0	10.5	8.5	-19.0	10.6	10.3	-2.8

	Items	Skin Fold (mm)					Blood Pressure (mmHg)							
		Abdomen			Sum		Systolic			Diastolic				
		Pre	Post	$\frac{\text{Post}}{\text{Pre}} \times 100$	Pre	Post	Pre	Post	$\frac{\text{Post}}{\text{Pre}} \times 100$	Pre	Post	$\frac{\text{Post}}{\text{Pre}} \times 100$		
Experimental Group	Subj.													
	A	H. S.	3.6	3.3	-8.3	11.5	10.0	-13.0	113	98	86	72	60	-16.7
		T. Y.	5.0	4.1	-18.0	17.5	13.3	-24.6	100	100	100	76	70	-7.9
		\bar{X}	4.3	3.7	-13.2	14.5	11.7	-18.5	106.5	99.0	93.0	74.0	65.0	-12.3
B	T. M.	9.0	9.5	5.6	32.0	32.7	2.2	108	110	101	74	70	-5.4	
	T. I.	13.5	15.5	14.8	44.8	42.5	-5.1	107	110	102	65	66	1.5	
	\bar{X}	11.3	12.5	10.2	38.4	37.6	-1.5	107.5	110.0	101.5	69.5	68.0	-1.9	
Control Group	A	K. I.	4.5	4.0	-11.1	16.4	14.7	-10.4	104	106	101	68	70	2.9
		T. S.	7.5	7.5	0	17.3	18.5	6.9	110	116	105	80	74	-7.5
		\bar{X}	6.0	5.8	-5.6	16.9	16.6	-1.8	107.0	111.0	101.5	74.0	72.0	-2.3
	B	J. I.	7.5	8.2	9.3	21.8	25.7	17.9	112	110	99	78	66	-15.4
H. T.		4.5	6.5	44.4	16.2	19.0	17.3	106	110	103	72	76	5.6	
\bar{X}		6.0	7.4	26.9	23.0	22.4	17.6	109.0	110.0	101.0	75.0	71.0	-4.9	
Special Group	Ex-A	K. N.	5.3	5.5	3.8	15.6	16.5	5.8	104	102	98	68	60	-11.8
	Ex-B	Y. W.	13.2	17.5	32.6	32.5	44.0	35.4	130	126	97	84	74	-11.9
	Cont.-A	H. K.	5.5	4.5	-18.2	18.1	14.7	-18.8	100	108	108	62	68	9.7
	Cont.-B	M. K.	13.0	10.0	-23.1	32.1	28.8	-10.2	106	110	103	72	76	5.6

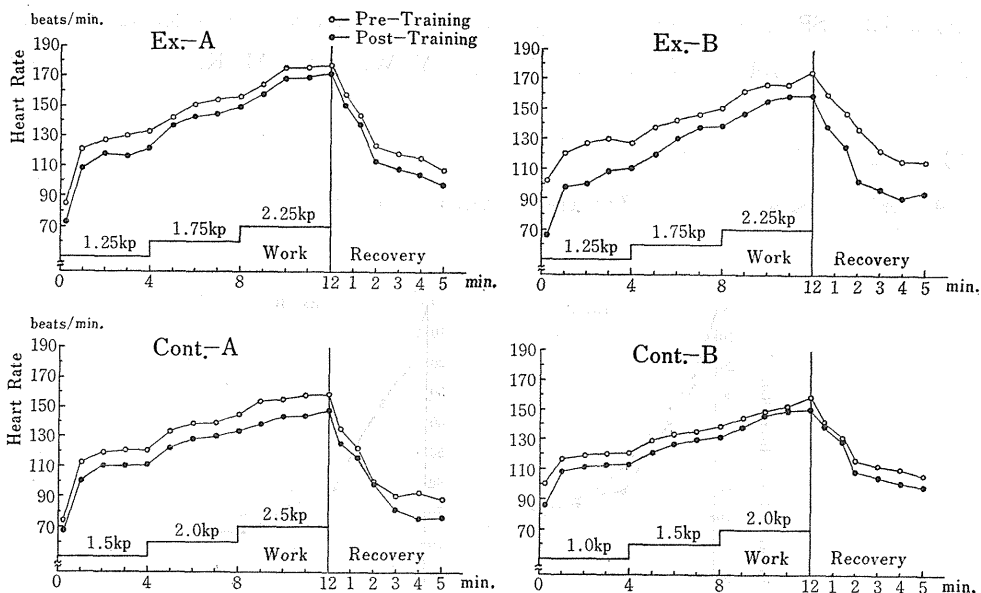


図2 トレーニング前後の運動負荷に対する心拍数の変化
(Fig.2 Changes of heart rate in bicycle ergometer work between pre and post training)

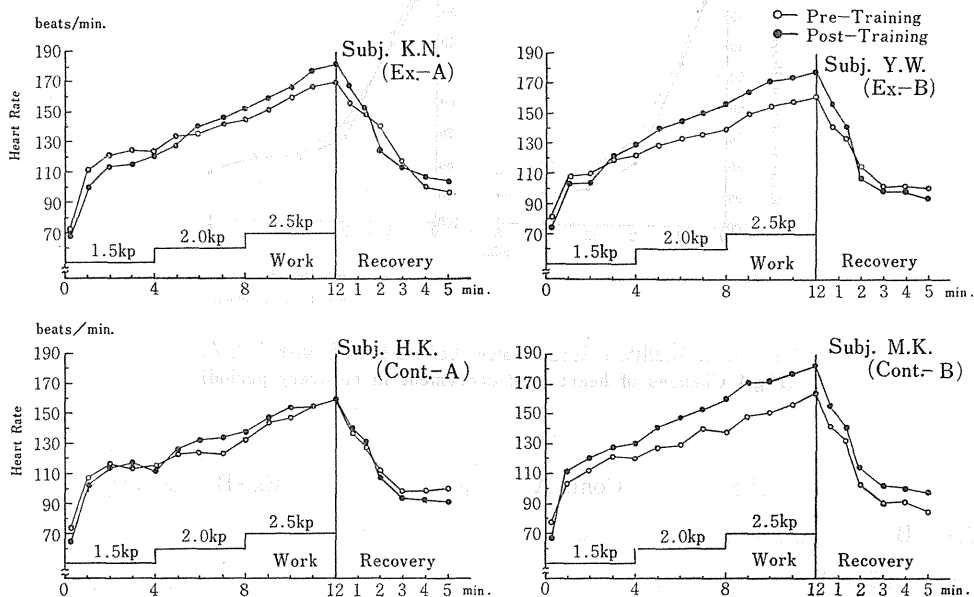


図3 トレーニング前後の運動負荷に対する心拍数の変化
(Fig.3 Changes of heart rate in bicycle ergometer work between pre and post training
-Special Group)

を示している。特に Ex.-B において、その傾向は著しかった。

同様に図 3 は SP 群の例を示したものである。4 名とも、授業後では授業前に比べて、同一負荷量に対して、心拍水準が上昇を示している。特に Y. W. および M. K. にその傾向が著しかった。

3) 心拍数の回復率について

図 4 は各群の自転車エルゴメーター負荷後の心拍数の回復率を示したものである。

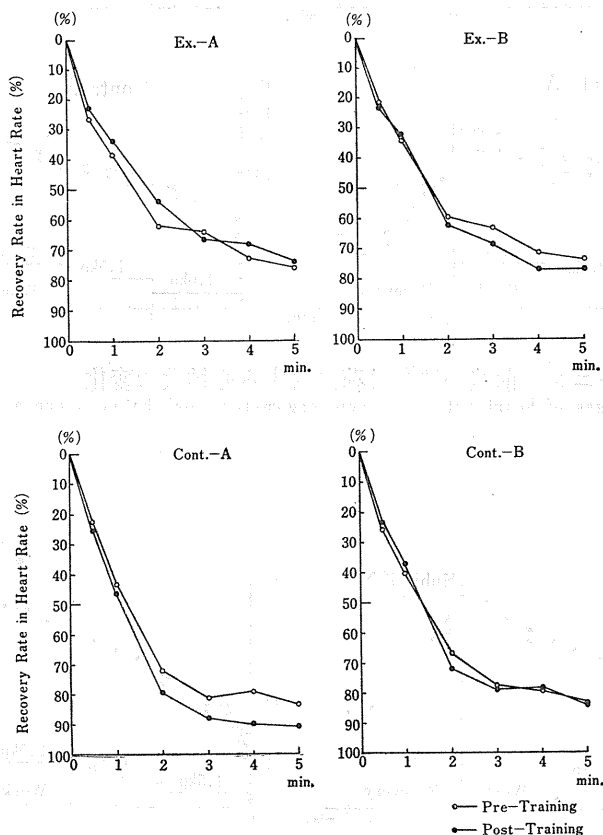


図 4 心拍数回復率変化(運動時最高心拍数を基準とした)
(Fig.4 Changes of heart rate decrement in recovery period)

回復率を授業前後で比較すると、Cont.-A が一番よく、次いで、Ex.-B であった。

Cont.-B は殆んど変化を認めなかった。

同様に図 5 は Sp 群の例を示したものである。

4 名とも向上した例はみられず、特に、M. K. が回復率の低下が目立った。

4) P. W. C₁₇₀ および体重当り P. W. C₁₇₀ の変化。

表 3 および図 6 は P. W. C₁₇₀ と P. W. C₁₇₀/kg の授業前後の変化を示したものである。

表 3 PWC₁₇₀ の変化
(Table 3 Changes of PWC₁₇₀)

		Items Subj.	PWC ₁₇₀ (kpm/min)			PWC ₁₇₀ /kg (kpm/min/kg)			Room Temperature (°C)	
			Pre	Post	$\frac{\text{Post}}{\text{Pre}} \times 100$	Pre	Post	$\frac{\text{Post}}{\text{Pre}} \times 100$	Pre	Post
Experimental Group	A	H. S.	536	632	17.9	14.1	16.2	14.9	18.5	19.0
		T. Y.	665	635	-4.5	14.5	13.6	-6.2	16.0	19.0
		\bar{X}	600.5	633.5	6.7	14.3	14.9	4.4		
	B	T. M.	800	933	16.6	12.2	14.4	18.0	18.5	20.0
		T. I.	534	567	6.2	10.7	11.5	7.5	18.5	18.5
		\bar{X}	667.0	750.0	11.4	11.5	13.0	12.8		
Control Group	A	K. I.	893	936	4.8	19.5	20.2	3.6	18.0	19.0
		T. S.	765	960	25.5	12.7	15.8	24.4	18.0	19.0
		\bar{X}	829.0	948.0	15.2	16.1	18.0	14.0		
	B	J. I.	731	654	-10.5	14.6	13.2	-9.6	18.5	19.0
		H. T.	702	873	24.4	11.2	14.1	25.9	18.0	20.0
		\bar{X}	716.5	763.5	7.0	12.9	13.7	8.2		
Special Group	Ex.-A	K. N.	754	687	-8.9	14.7	13.3	-9.5	18.5	20.0
	Ex.-B	Y. W.	819	684	-16.5	13.1	11.5	-12.2	17.0	19.0
	Cont.-A	H. K.	808	800	-1.0	14.9	14.7	-1.3	19.0	20.0
	Cont.-B	M. K.	801	668	-16.6	13.8	11.6	-15.9	17.5	18.5

表 4 1500m 走の変化
(Table 4 Changes of 1500m running)

			Pre	Post	$\frac{\text{Post}}{\text{Pre}} \times 100$		Pre	Post	$\frac{\text{Post}}{\text{Pre}} \times 100$
Experimental Group	A	H. S.		6'13"		n=31	5'57"	5'39"	
		T. Y.	6'06"	5'31"	-9.6				-5.1%
		\bar{X}		5'53"			±14.9"	±13.8"	
	B	T. M.	7'04"	6'43"	-5.0	n=32	7'01"	6'29"	
		T. I.	7'42"	7'40"	-0.4				-7.2%
		\bar{X}	7'32"	7'11.5"	-2.7%		±27.9"	±26.3"	
Control Group	A	K. I.	5'33"	5'21"	-3.6	n=29	5'58"	5'37"	
		T. S.	5'40"	5'14"	-7.6				-5.8%
		\bar{X}	5'36.5"	5'17.5"	-5.6%		±21.5"	±20.5"	

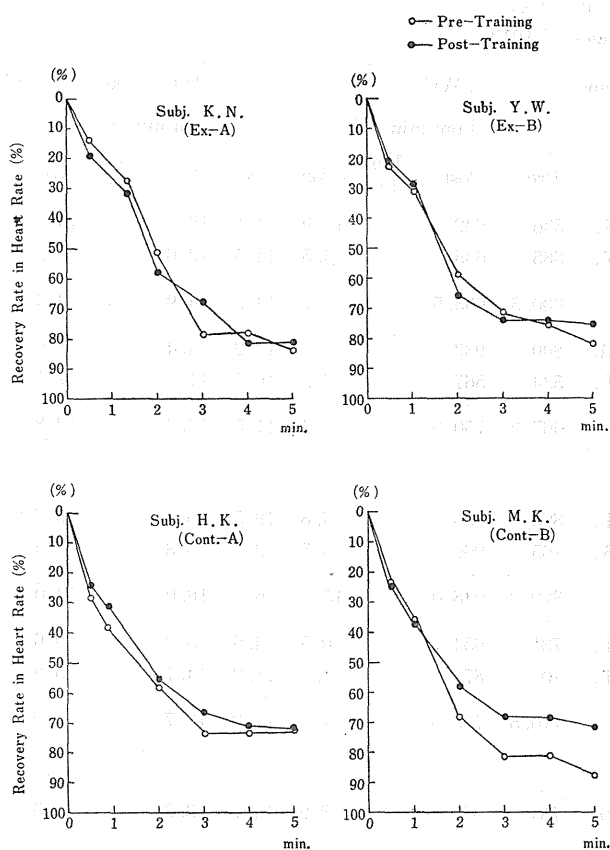


図5 心拍数回復率変化(運動時最高心拍数を基準とした)
(Fig.5 Changes of heart rate decrement in recovery period
—Special Group)

P. W. C₁₇₀ 値は, Ex.-A の Subj. T. Y. (-4.5%) と Cont.-B の Subj. J. I. (-10.5%) の2人が減少した以外はすべて増加を示した。特に, Ex.-B と Cont.-A の増加が大きく, それぞれ平均 11.4%, 15.2%の増加を示した。また, 体重当り P. W. C₁₇₀ 値でも同様の傾向を示し, Ex.-B と Cont.-A はそれぞれ, 平均 12.8%, 14.0% の増加を示した。

一方, SP 群ではいずれも減少を示し, Subj. M. K., Y. W. および K. N. の順に減少率が大であった。しかし, Subj. H. K. は殆んど変化を示さなかった。

5) 1500m走タイムの変化

表4は各群の1500m走の変化を示したものである。この結果では, Ex.-B は短縮率は小であったが, 被験者以外の生徒で各群の条件に相当する者の結果(表の右)をみると Ex.-B が Ex.-A および Cont.-A に比べてタイムの短縮率が大であった。

6) 授業時持久走の心拍水準

図7は Cont.-B を除く3群について 4000m走時の心拍数の経時的変化を示したものである。

○...Pre-Training
 ●...Post-Training

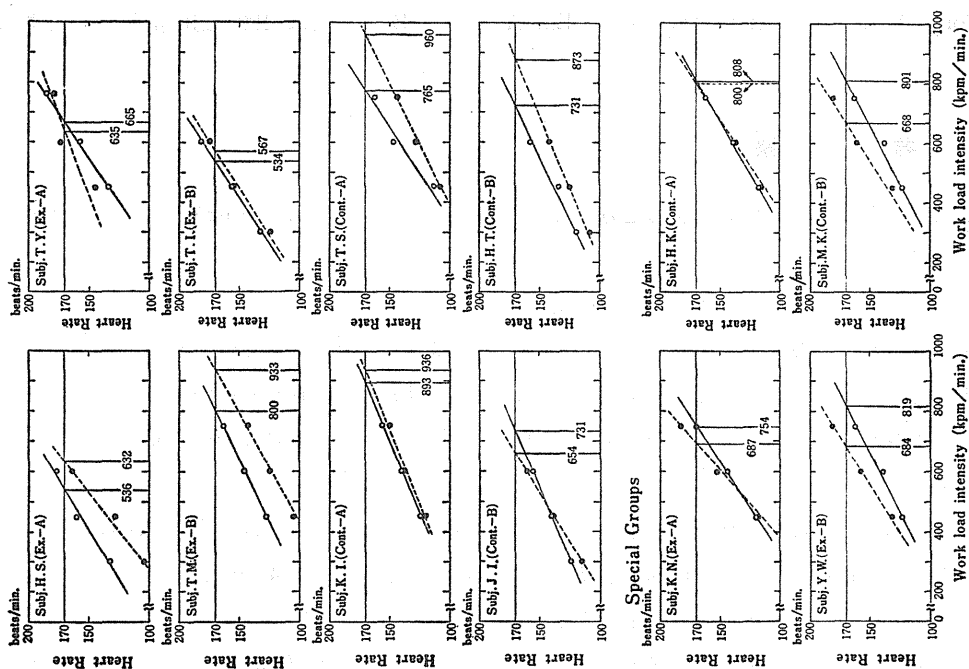


図 6 PWC₁₇₀ 測定の方法 (全被験者)
 (Fig 6. Method of measurement at PWC₁₇₀)

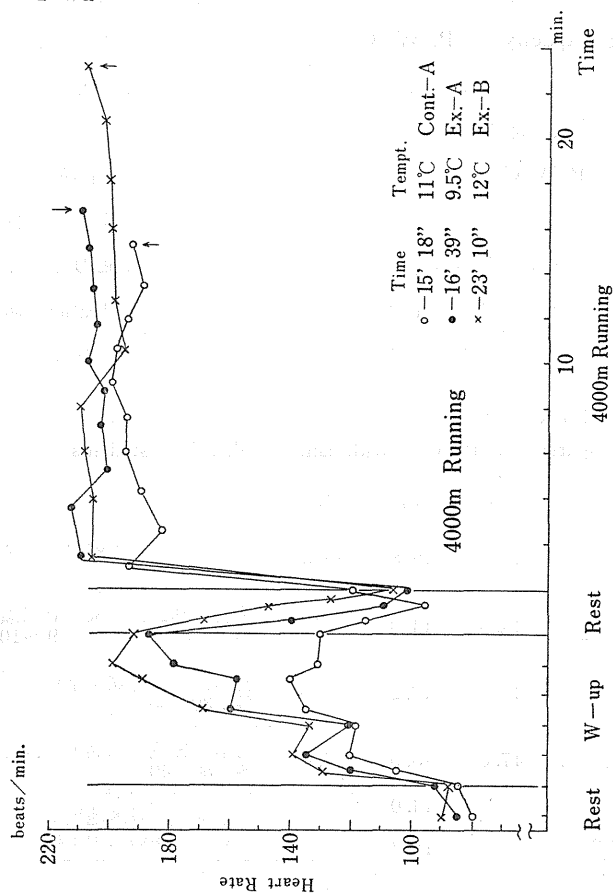


図 7 4000 m 走行中の心拍水準
 (Fig.7 Changes of Heart Rate during 4000m running)

Cont.-A の例では 180~200 拍/分, Ex.-A および B の例では 190~210 拍/分 の範囲であった。

考 察

猪飼⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾によれば, 運動処方を考えるにあたって, 次の四つの事柄について知る必要があると述べている。すなわち

- ① その人の健康状態, 体力がどの程度のものであるか。
- ② その人の体力はトレーニングを通して, どの程度, 向上しうるものであるか。
- ③ その人がもっていた方が望ましいと思われる体力水準はどれくらいのものであるか。
- ④ その人に, どれくらいの強さの, どのような形式の運動をどれくらいの頻度で与えるのがよいか。

以上の四つの内容がそれぞれ科学的事実に基づかねばならないことは言うまでもないことである。実際の運動処方の内容(運動の強度, 時間, 頻度)を示すのが④の内容であり, このことを知るうえにおいて①~③の内容が十分に掌握されなければならない。

中学生の持久走に関する運動処方の研究の一環として行った本実験においては, まず, 本学の中学生の Working Capacity を P. W. C₁₇₀ を指標としてとらえ, これが3週間, 週3回の持久走プログラムによってどの程度の向上が望めるかについて研究を進めたのである。

① 本学中学生の持久性能力について

指標として用いた P. W. C₁₇₀ とは心拍数と作業量との間に一次関数的関係が成立することから, 心拍数 170 拍/分 のときの作業量を求めたものであり, これによって体力を評価しようとするものである。これは最大酸素摂取量との相関が高く⁽⁹⁾, 持久性能力の指標として多用されている。この P. W. C₁₇₀ 値の結果から本学中学生の持久性能力の水準を他の研究者の報告と比較してみると, 表5に示したように決して優れたものとはいえない。これは例数の少ないことや季節

表5 中学生の PWC₁₇₀ 値の比較

(Table 5 Comparison of PWC₁₇₀ with junior high school students)

報告者		年 令	13	14	15	備 考
石 河 ⁽¹⁰⁾	(kpm/min/kg)		15.5	12.8	14.5	東京都内文京区の公立中学校 各 10名
進 藤 ら ⁽¹⁵⁾	(kpm/min/kg)		14.5	14.0	15.7	佐賀県神埼郡三瀬村立三瀬中学校 各 約30名 9~10月
吉 沢 ら ⁽¹⁷⁾	都 市		16.3	16.2	16.2	栃木県宇都宮市大付属中学校 各 30~40名
	農 村		(17.5)	(18.0)	(17.6)	栃木県那須郡黒羽町立両郷中学校 各 30~40名
川 畑 ⁽¹⁷⁾	(kpm/min/kg)			※ 14.0 (15.3)		東京都世田谷区池尻 東教大付属駒場中学校 9 名

※ トレーニング後

などの影響も考えられようが、他の報告例は普通一般生徒が対象であるのに対し、本成績は運動部員も含まれた値であることからそれを除外するならばさらに低い値となろう。石河の成績の中で14才の 12.8 kpm/min/kg という値は前後の年令の値からいって疑問の残る値としても、特に吉沢の報告する栃木県の中学生の値と比べると相当に劣った値であるといえよう。いわんや農村部の中学生と比べると 20 % 以上も劣った値である。授業後に示した 15.3 kpm/min/kg の値は、吉沢らの値とは未だ劣るが、石河の都内中学生や進藤の佐賀県の中学生の値に相当するものであらうと考えられる。

このことは、今回の成績が季節的に活動性の少ない時期のものであったことを加味したとしても、本学中学生にとって今回行った程度の運動量が日頃から獲得されなければならないことを示しているように思われるのである。

しかしながら、対照群の Subj. K. I. のごとくサッカー部に属し、日頃から持久的運動を行ない、19.5 kpm/min/kg という相当高い能力をもっている例もある。この値は猪飼⁹⁾が報告している大学陸上競技選手の 19.9 kpm/min/kg に近い値である。このような例はむしろ例外とすべきで、一般生徒の持久性能力の低下すなわち運動量の減少（不足）に注目すべきことであらうと思われる。

② P.W.C₁₇₀, 心拍数回復率および 1500 m 走の結果からみた 3 週間の持久走プログラムの効果について

週 3 回、3 週間の持久走プログラムが中学生徒の循環機能の向上にいかにか寄与するかについてみれば、各群で Initial level が若干異ってはいるが、P. W. C₁₇₀ の増減率でみると、対照群—A（運動部）と実験群—B（一般生徒持久走の記録の劣る群）の増加率が大きかった。これは対照群—Aにおいては他の群より運動量が大きであったことが原因と考えられるし、又、同じ実験群の中にあっても能力の劣る者（実験群—B）の方が効果の程度がより顕著に現れたということであらう。これは、Saltin¹²⁾ や青木¹¹⁾ らも述べていることである。これは、逆に高い能力をもっている者にとっては増加率は小であるということを示すもので、対照群—Aは、実験群—AおよびBに比べて、相当運動量が大きいにもかかわらず、Subj. K. I. では増加率は少ないし、一方、Subj. T. S. は Subj. K. I. とほぼ同じ運動量であるにもかかわらず、Subj. K. I. より 6 倍以上の増加率を示している。

又、実験群の中で、Subj. T. Y. が P.W.C₁₇₀/kg の減少を示した。このことは図 6 に示したように第 2 段階目の負荷時で心拍数が 170 拍/分 を越えており、このことが悪い評価につながっていると思われる。これは測定時の何らかの心理的条件や身体的条件が心拍数に影響を及ぼしたかもしれない。というのはこの被験者は心拍数回復率も皮脂厚も減少し、1500mの記録も向上しているからである。

さらに、中学 1 年生の時に腎臓病になり中学 2 年生の 9 月頃治った対照群—Bの H. T. は P. W. C₁₇₀/kg が著しい増加を示した。このことは、現在まで思うように行なえなかった日常の運動が行なえるようになったということが原因の一つであらうと思われる。

又, Special Group の4人は P. W. C $_{170}/\text{kg}$ はすべて減少した。図8に示したようにその減

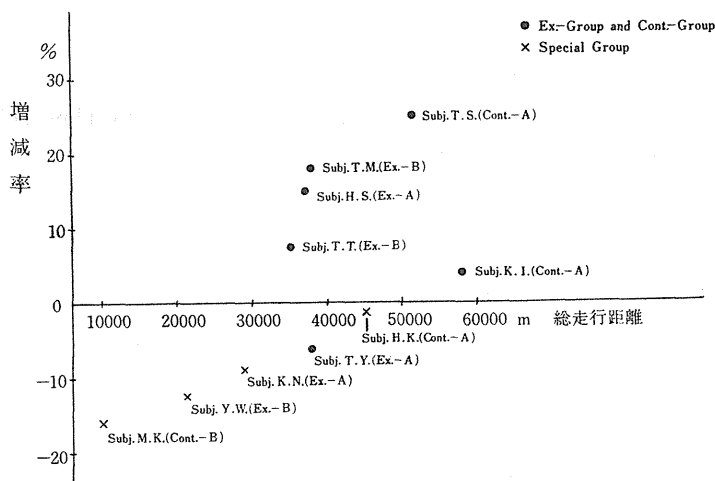


図8 総走行距離と授業前後の体重当り PWC₁₇₀ 値の増減率の関係
(Fig. 8 Relation of total running distance and the amount of PWC₁₇₀/kg between pre and post training)

少率は総走行距離に反比例して、運動量が大である者ほど、減少率は少ない。風邪などによって身体的悪条件が Test に影響したとしてもその影響の程度が運動量の違いによって異ってくることは興味深いことである。

運動処方専門委員会⁽¹⁶⁾の報告によれば、運動強度 70% 以上、運動時間 5 分以上、頻度 3 回以上、期間 5 週間以上の諸条件が $\dot{V}O_2 \text{ max}$ を向上させるのに必要最低条件であるという。又、Performance だけの向上限界は、これよりやや低いものであると報告している。

以上の報告に照らしてみると、運動強度については図7に示したように心拍数レベルがいずれも 180~190 拍/分 以上を示しており、対象とした年齢層から考えても、ほぼ最大能力に近いレベルの運動であろうと思われる。運動時間については 3 週間の前半が 15~20 分、後半が 20~25 分（それぞれ W-up 5 分程度含む）である。運動期間については、3 週間であるという点において満足しないものであり、このことも効果の個人差に影響している要因の一つであると思われる。運動期間については、今までの多くの報告が 4 週間以上の結果を論じており、3 週間以下のトレーニング効果についての研究は少ないが小川⁽¹¹⁾ は中年女子（31才~37才）を対象に、週 3 回、1 日 5 分（心拍数 170 以上）の持久走のトレーニングでも最大下作業における心拍反応や 5 分走において効果を認めたと報告している。

最大下の同一運動負荷に対する生体反応として心拍数がトレーニング後に低下することは、心肺系のトレーニングに関する殆んどの報告にみられる知見と一致している。このような改良を直ちに生体の効率が良くなったと解釈することについては、Shephard⁽¹³⁾ も指摘しているように若

干問題はあるにしても、生体がトレーニング後に同一の負荷に対してトレーニング前よりも“楽”に対応できるようになったことは事実であろう。一方、Performance の向上は今回の条件において十分期待できるといえよう。

要 約

中学2年生男子12名を対象にして、週3回の授業時に、1日15～25分の持久走を3週間行わせた際の効果について Working Capacity の変化を中心に検討した。

12名の被験者を次の4群に分けた。

実験群：A（3名）1500m記録のよい群

B（3名）　　　　　　劣る群

対照群：A（3名）授業の他に運動部（サッカー、バスケット、陸上）に属し、持久走を行っている群。

B（3名）見学者

結果を要約すると次のとおりである。

- ① 同一の最大下作業（自転車エルゴメーターによる）に対する心拍数の減少はトレーニング後実験群—Bにおいて著しかった。
- ② P. W. C₁₇₀、体重当り P. W. C₁₇₀ 値、心拍数回復率および 1500m 走は対照群—Aと実験群—Bで増加率が大きであった。
- ③ トレーニング後に風邪等で身体的悪条件下にあった者（4名）の同一最大下作業に対する心拍数の消長はすべてトレーニング前より上昇した。体重当り P. W. C₁₇₀ もまた減少し、その減少率は総走行距離に反比例した。
- ④ 以上の結果から、中学生を対象に1日15～25分、心拍数180拍/分以上の持久走を週3回、3週間行ったところ Working Capacity および Performance の向上を認めた。

参 考 文 献

- 1) 青木純一郎他：最大酸素摂取量の80%および65%トレーニングの Performance, 最大酸素摂取量, 血中乳酸濃度および心拍数に及ぼす効果 体育科学 1 81～90 1973
- 2) 猪飼道夫, 田島三四彦, 大井洋一：中学生期のスポーツトレーニング 中学校体育 3(6)：2—4 1962
- 3) 猪飼道夫：運動処方とは何か 学校体育 19(4) 14—18 1966
- 4) 猪飼道夫：体力つくりと運動処方 体育の科学 575～378 1966
- 5) 猪飼道夫, 江橋慎四郎, 加賀谷熙彦：トレッドミルによる青少年の運動処方に関する研究 第1報 体育学研究 7(3)：99～107 1964
- 6) 猪飼道夫：運動処方 体育の科学 21(4) 236～239 1971
- 7) 猪飼道夫, 加賀谷熙彦：トレッドミル法による全身持久性に関する研究—最大酸素摂取能力の発達—第19回日本体力医学会発表—1960
- 8) 猪飼道夫：体育教育の原理 水野, 猪飼, 江橋共著 東京大学出版会 1973

- 9) 猪飼道夫：最大下負荷による作業能測定法の検討 日本体育協会 体力トレーニング研究小委員会報告
- 10) 石河利寛：日本人の P. W. C₁₇₀ について 日本体育協会体力トレーニング研究 小委員会報告
- 11) 小川新吉他：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 1975
- 12) Saltin. B. et al : Response to submaximal and maximal exercise after bed and training circulation 38. Suppl. 7 1~78 1968
- 13) Shephard, R. T. et al : Learning habituation and training Int. Z. angew. Physiol 28. 28~48 1969
- 14) 昭和48年度, 体力, 運動能力調査報告書 昭和47年3月 文部省体育局
- 15) 進藤宗洋他：筑紫山脈系三瀬村住民の体力・作業能力の研究 一第1報 三瀬村立三瀬中学校生徒について一 福岡大学体育学研究 第1巻2号 1971
- 16) 鈴木慎次郎：運動処方専門委員会 昭和46年度報告 運動処方専門委員会初年度研究概要 体育科学 1 1-4 1973
- 17) 吉沢茂弘他：P. W. C₁₇₀ による都市と農村生徒の作業能の比較 体育の科学9 553-559 1970