

## 精神遅滞者の全身持久性トレーニング効果

平田 敏彦

中高年齢者の体力が加齢とともに低下することはよく知られている。加えて、近年、体力向上や成人病の子防を含めた健康増進のための研究<sup>3,6,7,8,9,13)</sup>が多くなされてきた。なかでも全身持久力を効果的に向上させるために運動強度、時間、頻度の面からの検討がなされ各個人の体力に即した運動処方なされている。しかし、その多くは健常者を対象にしたものであって各種の障害を持った人々についての運動処方に関係する研究報告が少ない。

本研究は日常生活において運動の実施が容易にできない精神遅滞者を対象に室内で物理的、生理的な観点から運動管理が十分にできる自転車エルゴメーターを

用いて全身持久性向上のトレーニングを実施しそのトレーニング効果とトレーニングの可能性を検討することを目的とした。

### 〈研究方法〉

#### 1. 被検者

被検者は精神薄弱授産施設で生活をしている年齢27～41歳の男子10名と年齢34～41年の女子5名である。男子被検者はIQ40～52の者5名(A群)測定不能の者5名(B群)から、女子被検者はIQ43～55の者5名(C群)からなっている。各被検者の身体特性を表1に示した。

Table 1. Physical characteristics of the subjects.

Group-A (Male)						
Subj.	Age (yr)	IQ	Height (cm)	Weight (kg)	Rest · HR (b/min)	Blood Pressure (mmHg)
YUH	36	40	152.0	48.5	64	90 - 74
SOU	30	44	153.5	51.0	70	116 - 74
IDA	35	50	168.8	76.0	68	108 - 58
MAD	40	51	162.7	76.0	72	132 - 92
FUK	41	52	160.0	53.0	69	142 - 86
Group-B (Male)						
HYD	29	no	169.2	60.0	70	104 - 64
IRE	31	no	164.2	59.5	66	116 - 72
MOR	30	no	159.5	55.0	71	128 - 84
KON	27	no	167.8	64.0	68	100 - 76
YTR	32	no	163.7	57.5	64	106 - 60
Group-C (Female)						
TAN	37	55	153.0	44.5	74	104 - 58
OUG	41	43	148.5	59.5	71	100 - 70
ARI	34	50	150.0	45.0	64	106 - 60
YON	38	45	150.2	51.0	63	96 - 58
OUT	39	43	139.2	48.5	73	108 - 58

2. トレーニング方法

トレーニング方法はモナーク社製自転車エルゴメーターを用いて9週間実施した。トレーニング強度、時間、頻度はそれぞれ60~70%HRmax、1日15分間、1週間に3回とした。毎回のトレーニングには指導員がトレーニングに付添い運動開始後の2~3分間に被検者の体調をみながらトレーニング強度を調整した。

3. トレーニング効果の検討

トレーニング効果の検討をするためにトレーニングの開始前と終了後に自転車エルゴメーターでの可能最大作業テストと最大下作業テストおよび血液検査を実施した。最大、最大下作業テストは5分間の座位安静終了後3分間のウォーミングアップおこなって3分間の休息をした後ペダル回転数を男子60回転女子50回転に固定して、最初の4分間が男子360kpm、女子150Kpm、次の4~6分間が男子450Kpm、女子300Kpmでこないそれ以後は男子は1分毎に180kpm、女子は次の6~7分間を450Kpmで、それ以後は1分毎に70kpmの負荷を漸増させ各被検者のペダル回転数が規定のリズ

ムに合わなくなるか自分で作業を中止した時点作業終了(可能最大作業強度)とした。運動中の酸素摂取量は呼気ガスをダグラスバッグに採集し、呼気ガスモニター(NEC 三栄社製)で分析した。心拍数は胸部双極誘導法によって得られた心電図から1分間値を求めた。呼吸数は採集マスク内に装着したサーミスターより得られた呼吸曲線から1分値を求めた。

トレーニング前後のテストはそれぞれ2回おこないそのうちの1を可能最大作業テストとした。

〈研究結果〉

図1は各群の被検者それぞれのトレーニング前後の可能最大作業強度と作業時の心拍数について比較したものである。可能最大作業強度は各被検者ともにトレーニング後がトレーニング前に比較して高い傾向をしめした。なかでもB群は他の2群に比較して可能最大作業強度が高い傾向がみられた。しかし、B群のトレーニング後の心拍数はトレーニング前に比較して高い傾向をしめしたが、他の2群はトレーニング前後あまり変らなかった。

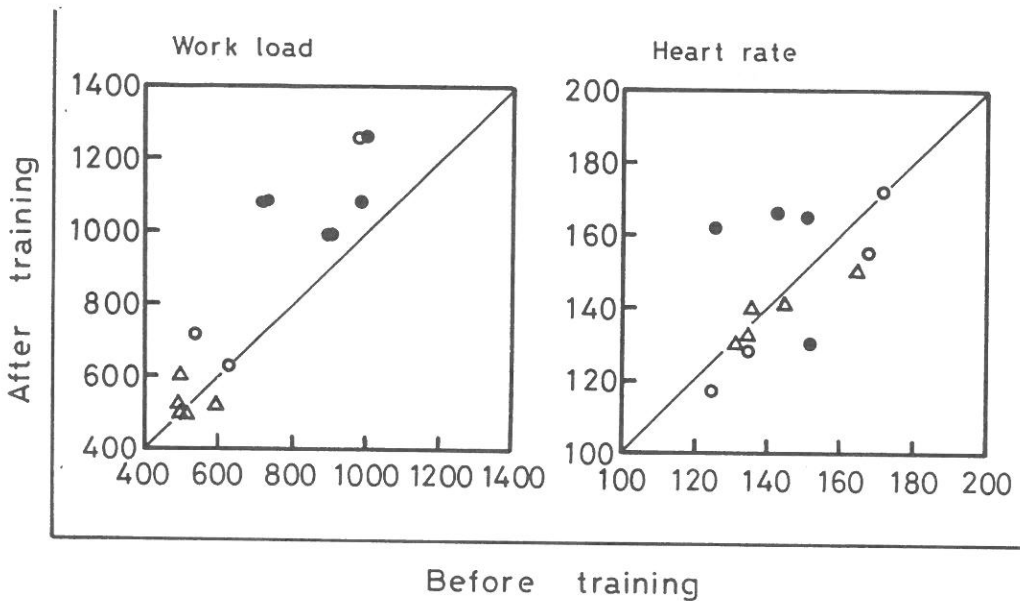


Fig 1. Training effects on work load and heart rate.  
(○ A-goup, ● B-group, △ C-group)

図2はA群、B群、C群のそれぞれ代表的な被検者SOU, MOR, ARI のトレーニング前後の可能最大作業中の酸素摂取量と心拍数との関係と比較したものである。酸素摂取量と心拍数との間には正の有意な相関関

係がみられた。両者の関係からみるとトレーニング後の一定酸素摂取時の心拍数はトレーニング前に比較して低い値を示した。この関係は他のほとんどの被検者に同様の結果が得られた。

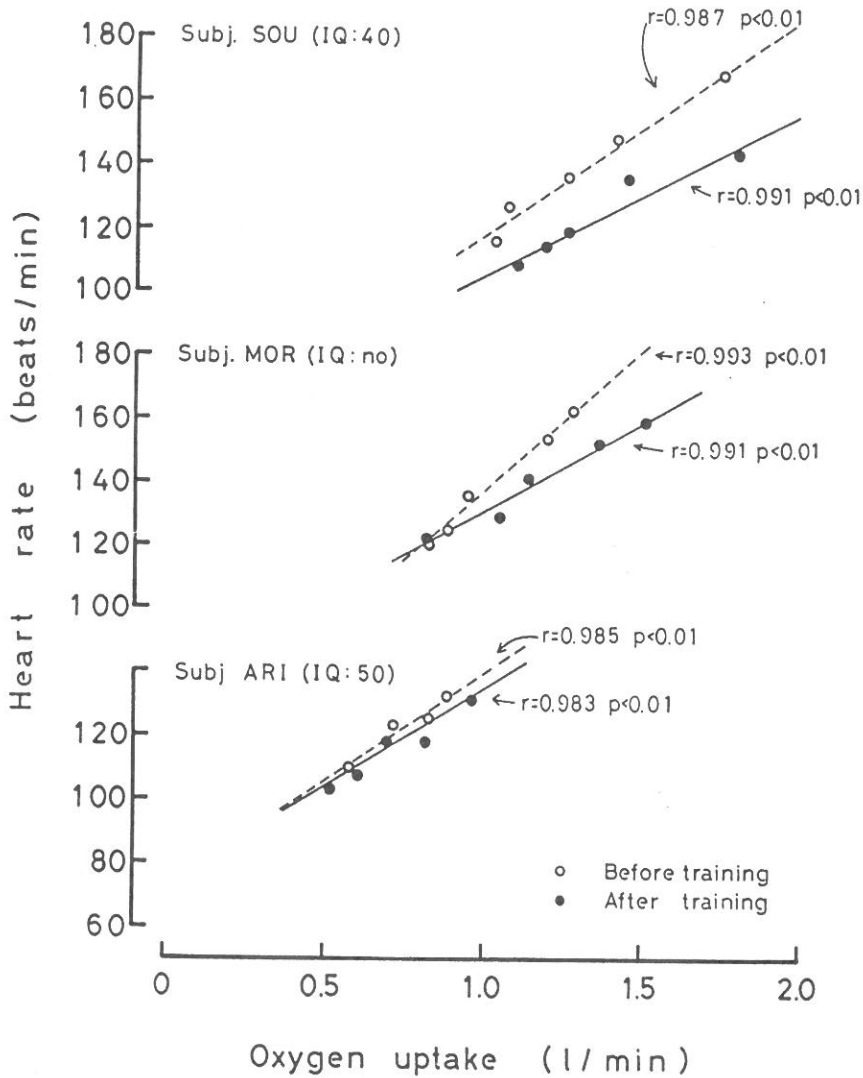


Fig 2. Relation between oxygen uptake and heart rate before and after training.

表2はトレーニング前後の最大下作業でのそれぞれの作業強度時の酸素摂取量と心拍数を男子被検者のA群とB群について個人値および平均値と標準偏差値とでしめたものである。トレーニング後の酸素摂取量と心拍数は、A群の被検者IDAの360Kpm, 450Kpm, 540Kpm作業強度時とB群の被検者MORの540Kpmの作業強度時を除きトレーニング前に比較して低い結果をしめた。

同様に、女子被検者C群についてしめたのが表3

である。トレーニング後の酸素摂取量、心拍数は個人値、平均値ともにトレーニング前に比較して低い結果をしめた。

図3はそれぞれ3群のトレーニング前後の作業強度と酸素摂取量、心拍数との関係を比較したものである。各群ともに酸素摂取量と心拍数は作業強度の増加にもなって直線的増加する傾向がみられ、トレーニング後の増加傾向はトレーニング前に比較して低い増加傾向をしめた。

Table 2. Oxygen uptake and heart rate before (B) and after (A) training.

Group-A (Male)

Subj.	360 kpm				450 kpm				540 kpm				630 kpm			
	VO <sub>2</sub> (l/min)		HR(b/min)		VO <sub>2</sub> (l/min)		HR(b/min)		VO <sub>2</sub> (l/min)		HR(b/min)		VO <sub>2</sub> (l/min)		HR(b/min)	
	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
Y U H	0.54	0.50	117	113	0.91	0.86	127	121	0.94	0.91	130	127	1.02	0.95	135	131
S O U	1.07	0.77	109	105	1.21	0.84	116	109	1.49	1.35	130	123	1.58	1.43	135	130
I D A	0.70	0.70	106	104	0.74	0.78	113	106	0.84	0.86	120	110	1.08	0.98	135	117
M A D	0.87	0.79	115	110	0.96	0.91	123	117	1.09	0.97	128	121	1.32	1.12	142	130
F U K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mean	0.80	0.69	111.8	108.0	0.96	0.85	119.8	113.3	1.09	1.02	127.0	120.3	1.25	1.12	136.8	127.0
± S D	0.20	0.12	4.4 *	3.7	0.17	0.05	5.5 *	6.0	0.25	0.19	4.1 *	6.3	0.22 *	0.19	3.0	5.8

Group-B (Male)

Subj.	360 kpm				450 kpm				540 kpm				630 kpm			
	VO <sub>2</sub> (l/min)		HR(b/min)		VO <sub>2</sub> (l/min)		HR(b/min)		VO <sub>2</sub> (l/min)		HR(b/min)		VO <sub>2</sub> (l/min)		HR(b/min)	
	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
H Y D	1.01	0.84	100	87	1.28	0.92	107	100	1.18	1.00	110	105	1.28	1.10	125	121
I R E	0.86	0.94	102	107	1.01	1.14	112	120	1.11	1.14	118	120	1.14	1.11	120	118
M O R	0.68	0.65	112	110	0.82	0.79	120	118	0.91	0.96	125	128	1.10	1.00	136	130
K O N	0.44	0.43	98	98	0.51	0.46	110	102	0.64	0.48	121	105	0.76	0.70	126	118
Y T R	1.08	1.02	100	96	1.26	1.11	112	102	1.28	1.17	114	106	1.43	1.27	124	113
Mean	0.81	0.78	102.4	99.6	0.98	0.88	112.2	108.4	1.02	0.95	117.6	112.8	1.14	1.04	126.2	120.0
± S D	0.23	0.21	5.0	8.2	0.29	0.25	4.3	8.7	0.23	0.25	5.2	9.5	0.22 *	0.19	5.3 *	5.6

\* p < 0.05

Table 3. Oxygen uptake and heart rate before (B) and after (A) training.

Group-C (Female)

Subj.	150 kpm				300 kpm				450 kpm			
	VO <sub>2</sub> (l/min)		HR(b/min)		VO <sub>2</sub> (l/min)		HR(b/min)		VO <sub>2</sub> (l/min)		HR(b/min)	
	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
TAN	0.58	0.51	110	104	0.72	0.70	120	108	0.97	0.89	132	131
OUG	0.80	0.78	124	117	1.08	0.93	145	130	1.28	1.18	163	150
ARI	0.49	0.40	102	87	0.68	0.55	118	102	0.80	0.65	136	118
YON	0.51	0.48	114	105	0.68	0.64	125	120	0.79	0.72	135	131
OUT	0.56	0.50	118	113	0.80	0.78	127	127	1.01	0.94	135	131
Mean	0.59	0.53	113.6	105.2	0.79	0.72	127.0	117.4	0.97	0.88	140.2	132.2
± S D	0.11 *	0.13	7.4 *	10.3	0.15	0.13	9.6 *	10.8	0.18 *	0.19	11.5	10.2

\* p < 0.05

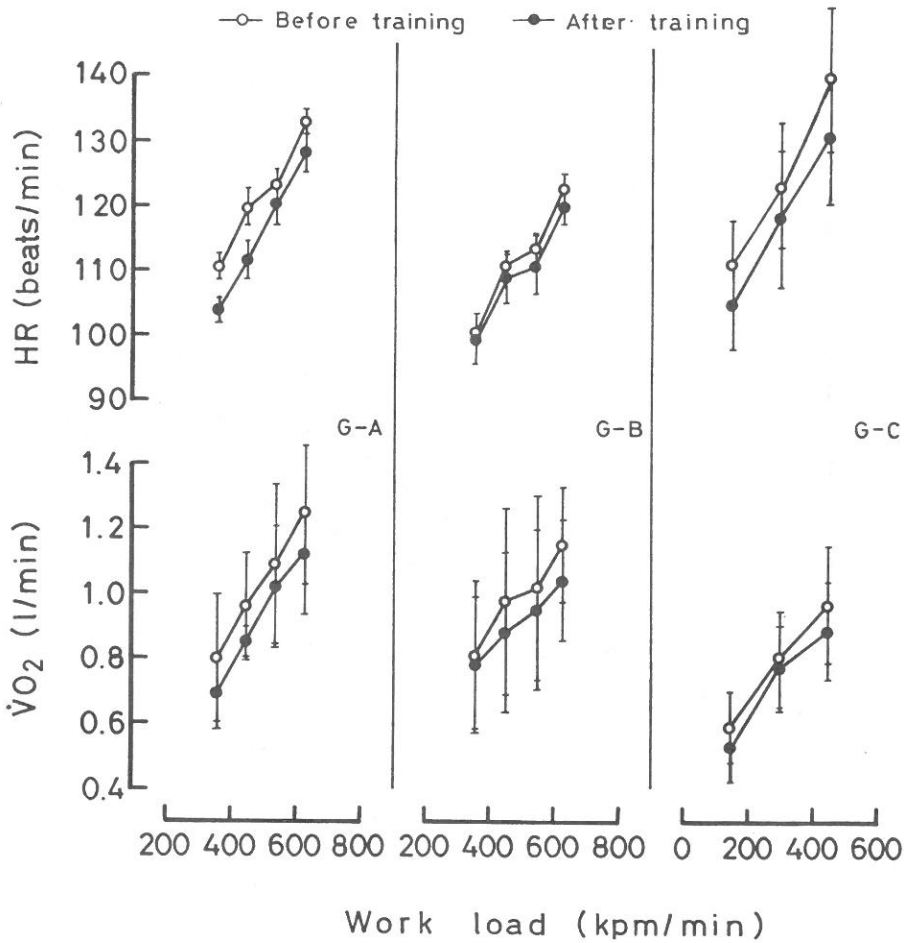


Fig 3. Training effects on the work load and oxygen uptake, heart rate during bicycle exercise.

〈 考 察 〉

全身持久性向上のためのトレーニング条件はトレーニング強度、時間、頻度<sup>13)</sup>であるとされてきた。なかでもトレーニング強度はトレーニング効果を左右する最も重要な指標であることが指摘されている。

今日までの研究におけるこの種のトレーニング強度の決定は最大摂取量に対する割合(% $\dot{V}O_2$ Max)が多く用いられてきた。しかし、実際にこの指標を用いるためには複雑な手続と多くの機器を使用して各個人の最大酸素摂取量を測定しなくてはならない。一方、心拍数を用いてのトレーニング強度設定は最大酸素摂取量の測定に比較すると容易に測定ができ% $\dot{V}O_2$ Maxにおとらぬ有効な方法として用いられている。

そこで本研究はIQが60以下の精薄者においても健常者と同様に運動中の酸素摂取量と心拍数との間に

高い正の相関関係が得られことから(図4)また、運動中の被検者の管理が容易な自転車エルゴメーターを用いて60~70%HRMaxの運動強度で一回15分間、週3回、9週間のトレーニング条件を設定した。

これまでの中高年齢者の全身持久性トレーニングにおいては有酸素作業能や最大酸素摂取量の増大が指摘<sup>2,5,13)</sup>されている。しかし本研究のトレーニング後の可能最大作業はトレーニング前に比較してIQの測定不能なB群が平均値で27.1%の有意な(p<0.05)増加がみられた。また統計的に有意でなかったがA群は17.6%、B群は6.3%の増加をしめた。

反対にトレーニング後の可能最大作業時の心拍数はB群がわずかに2.2%の増加をしめたがA群、C群それぞれ9.7%、4.1%の統計的に有意ではないが減少をしめた。

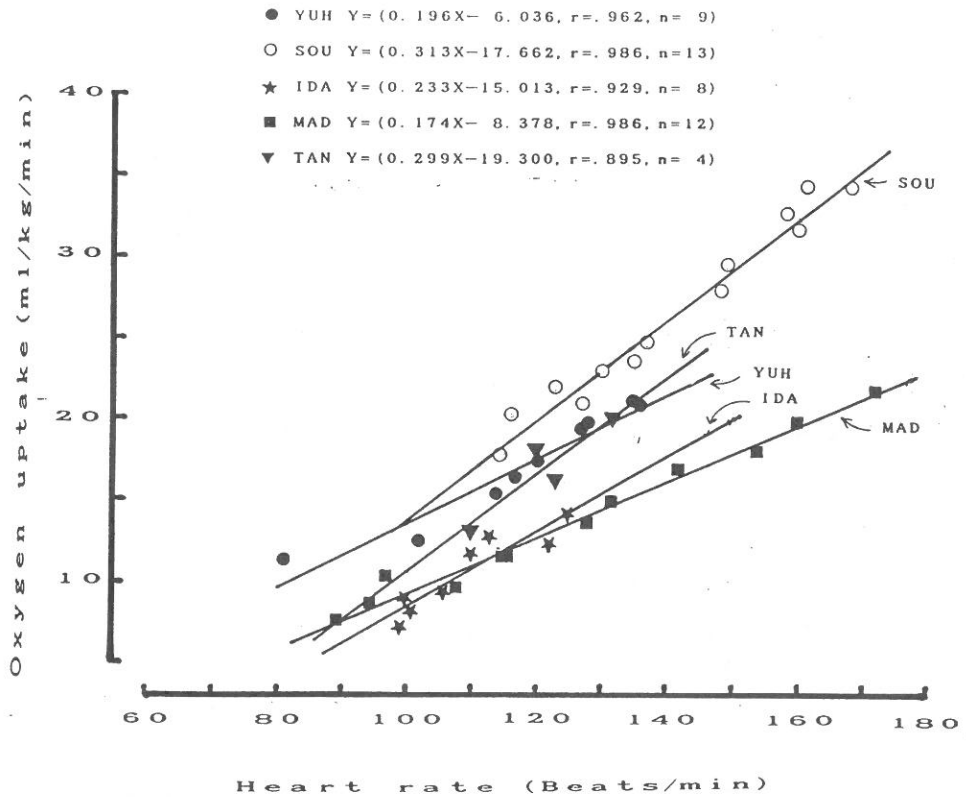


Fig 4. Relationship between heart rate and oxygen uptake for subjects.

全身持久性向上のトレーニング研究から最大作業能の改善に及ぼす因子としては被検者のトレーニング前の体力水準、年齢およびトレーニング条件等<sup>1, 13)</sup>があげられる。

山地ら<sup>14)</sup>は60~70%HRMaxの強度でのトレーニングでは40分以上の運動を続けなければ最大酸素摂取量の改善が期待できないとしている。

本研究の被検者は精神遅滞者とはいえ施設内では毎日朝8時30分から夕刻の5時までできた自分の労働に従事していることから著しく体力水準が低いと思われない。明らかな最大作業の増大がみられなかった理由は各被検者の学習能力が低いために一定負荷運動の持続が十分にできなく最大作業まで運動できなかったことと15分間のトレーニング条件によるものと思われる。

Kilbom<sup>14)</sup>は51~64歳の人を対象に61~70%HRMaxでVO<sub>2</sub>Maxの増加が9.3%向上することを報告している。本研究においても精神遅滞者が9週間にわたっ

て健常者と同様なトレーニング方法で実施できたことから考えて、トレーニングの安全性から運動強度は同様にしてトレーニング時間を延長することにより最大作業能向上のトレーニング効果が期待できるものと思われる。

本研究でみられたそれぞれ3群の被検者のほとんどがトレーニング後の一定酸素摂取量に対する心拍数はトレーニング前に比較して低くさらに、各作業強度においてもトレーニング後の酸素摂取量はトレーニング前に比較して低い傾向をしめした。心拍数のそれは統計的に有意であった。

Fax<sup>4)</sup>はトレーニング強度が高いほど最大下作業時の心拍数の低下がみられることを報告している。また、トレーニング後の一定酸素摂取量に対する心拍数の低下は最大酸素摂取量の増加によってもたらされたものであるともいわれている。

このような最大下での同一運動負荷に対する心拍数、酸素摂取量がトレーニング後低下することは全身

## 精神遅滞者の全身持久性トレーニング効果

持久性向上のトレーニング効果に関して最も現われやすい現象という点でも一致した見解がされている。

加賀谷<sup>10)</sup>はこれを機械的効率の向上または運動の技術的改良を示唆しているものだとしている。一方、松井ら<sup>11)</sup>は生体がトレーニング後において同一負荷に対してトレーニング前より“らく”に対応することができるようになったことの表われであるとしている。

本研究の被検者においてもIQに関係なくトレーニング中に自転車漕ぎを規定の回転数に合わせるために上半身を軽く動かしてリズムを取っていることからしても生体反応系の効率が高まったものと考えられる。

以上のようなことからこのようなトレーニングの方法は精神遅滞者の全身持久力向上に有効に適用できるものと思われる。

### 〈 要 約 〉

1. 27歳～41歳の精神遅滞者男子10名（A群5名：IQが40～52，B群5名：IQが測定不能）と34～40歳の精神遅滞者女子5名（C群：IQが43～55）を対象として60～70%HRMaxの強度で15分間，1週間に3

回，9週間のトレーニングをおこなわせた。

2. トレーニングの結果それぞれの群は可能最大作業量が増加し，心拍数は減少する傾向がみられた。
3. 3群ともにトレーニング前後の酸素摂取量と心拍数との間に有意な正の相関関係が得られた。トレーニング後の両者の関係はトレーニング後比較して低い傾向をしめした。
4. 各群ともにトレーニング後同一作業負荷時の酸素摂取量，心拍数は減少をしめした。
5. 以上の結果から，精神遅滞者における60～70%HRMax強度による自転車エルゴメータを用いての全身持久性トレーニング効果の可能性が示唆された。

### 〈 謝 辞 〉

本研究の遂行に際して多大の御協力を賜った津山みのり学園牧野広典園長，同保健委員会の先生諸氏に深く謝意を表します。

本研究の一部は平成元年度文部省科学研究費補助金（NO.0580143）によった。

### 〈 参 考 文 献 〉

- 1) 浅見俊雄，山本恵三，広田公一：全身持久性のトレーニング処方に関する研究(1)頻度の違いによるトレーニング効果について。体育科学，1：35-40，1973。
- 2) Daniels, J. and N. Oldridge: Changes in oxygen consumption of young boys during growth and running training. Med. Sci. Sports. 3: 161-165, 1971.
- 3) Ekblom, B., P-O. Astrand, B. Saltin, J. Stenberg and B. Wallstrom: The effect of training on circula-respiratory response to exercise. J. Appl. Physiol. 24: 518-528, 1968.
- 4) Fox, E. L., Bartels, C. E., Billings, R. O'Brien, R. Bason and D. K. Mathews: Frequency and duration of interval training programs and changes in aerobic power. J. Appl. Physiol. 38: 481-484, 1975.
- 5) Holmgren, A., F. Mossfeldt, T. Sjostrand and G. Strom: Effect of training on work capacity, total hemoglobin, blood volume, heart volume and pulse rate in recumbent and upright positions. Acta. Physiol. Scand. 50: 72-83, 1960.
- 6) 伊藤稔，宮田尚之，万井正人，熊本水頼，伊藤一生，武部吉秀，八木保，山下謙智，中村栄太郎：歩行トレーニングによる中・高齢者の全身持久性の向上について。体育科学，1：134-143，1973。
- 7) 伊藤稔，宮田尚之，熊本水頼，伊藤一生，武部吉秀，八木保，山下謙智，中村栄太郎，川初清典：歩行トレーニングによる中・高齢者の全身持久性の向上について（第2報）。体育科学，2：179-189，1974。
- 8) 加藤橋夫，金子公，豊岡示郎，石井喜八：勤労青年者の有酸素的作業に及ぼすトレーニング効果：頻度の影響。体育科学，1：116-124，1973。
- 9) Kasch, F. W., W. H. Phillips, J. E. L. Carder and J. L. Boyer: Cardiovascular changes in middle-aged men during two years of training. J. Appl. Physiol. 34: 53-57, 1973.
- 10) 加賀熙彦，井上伸治，宇賀永：走行スピードによる強度測定法を用いた小学生の持久性トレーニング効果。体育科学，3：131-138，1975。
- 11) 松井秀治，宮下充正，小林寛道，星川保：健康成人の Aerobic work capacity のトレーニング 第2報 中年者の70%  $\dot{V}O_2\text{Max}$ トレッドミル歩行トレーニングの全身持久性におよぼす効果。体育科学，2：197-206，1974。

- 12) Pollock, M.L., T.K. Cureton, and L. Greniger : Effect of frequency of training on working capacity, cardiovascular function, and body composition of adult men. Med. Sci. in Sports, 1 : 70-74, 1969.
- 13) Sharkey, B.J. : Intensity and duration of training and development of cardiorespiratory endurance. Med. Sci. in Sports, 2 : 197-202, 1970.
- 14) 山路敬司 : 運動処方のための心拍数の科学. 大修館 : 1981.

平成2年10月31日受付

平成2年11月18日受理