

高齢者の運動処方の研究

—心拍反応からみた歩行の運動強度—

平田 敏彦

これまでに一般中高年齢者においては加齢による呼吸循環機能の低下とともに運動不足による各種の健康障害^{17, 22, 26)}があらわれていることが指摘されてきた。さらに1980年の国勢調査にもみられるように、我が国では中高年齢者の平均寿命の延長とともに急速に高齢化社会の傾向が強まってきた。同時に、中高年齢者の健康や体力に関する関心が高まり、そのための運動指導やその処方が重要な社会問題^{12, 24)}となっている。

一般的に中高年齢者の全身持久性向上のための運動としては歩行、ジョギング、サイクリング、テニス等の種目^{8, 9, 10, 11, 12)}が多くおこなわれている。中でも高齢者の多くは安全性の高いしかも、1人でおこなえる歩行をトレーニングとしておこなっている人が多い。

トレーニング効果については多くの研究報告がみられるように運動強度が重要な問題となる。Pollock²⁵⁾たちは心拍水準の70%で40分間の歩行を、宮下¹⁹⁾たちは酸素摂取水準の80%で10分間の歩行を、伊藤^{8, 9)}たちは酸素摂取水準の70~80%で5分間の歩行をおこなうトレーニング条件を報告している。さらに松井¹⁸⁾たちは水平と傾斜歩行を用いて、酸素摂取水準の70%で12分間のトレーニング条件を報告しているが、しかし、これらの全ての研究は高齢者と中年者とを含めて報告されている。

一方、高齢者は中年者に比べて、加齢による呼吸循環機能の低下現象を生じているといわれていることから、トレーニング強度を考える場合に中年者と高齢者とを分けてとりあつかう必要がある。しかし、このような高齢者のみを対象にした歩行の運動強度の研究報告は比較的少ない。

近年、Åstrand¹⁾ たち、猪飼⁷⁾たちは個人の酸素摂取量と心拍数や酸素摂取水準と心拍数の関係式をあらかじめ求めておくことにより、運動強度は運動中比較的測定容易な心拍数のみを知ることだけで、相対的負荷強度として示すことが可能であることを報告している。

本研究の目的は高齢者が日常生活で実施している歩行を対象に、歩行中の心拍反応から歩行速度と運動強度との関係を明らかにすることによって全身持久性向上の

ための望ましい運動強度を求めようとするものである。

研究 方 法

1. 被 検 者

被検者は61.9~68.9才の高年齢者男子5名である。いずれの被検者も3年間以上毎日60分間の歩行運動(歩く会の会員)をおこなっている者で、日常生活において心電図や血圧検査で異常の認められていないものである。

被検者の年齢、身長、体重と椅座位安静時の心拍数、血圧および% Fatを表1に示した。

Table. 1 Physical characteristics of the subjects.

Subj.	Age (yr.)	Height (cm)	Weight (kg)	Rest		Fat %
				HR (b/min)	B. P (mmHg)	
WAK	76.5	156.0	46.0	60.0	120-70	9.5
S AK	68.9	165.0	61.8	62.1	124-80	14.6
K AS	67.7	160.0	49.0	57.0	126-84	9.8
K OB	64.7	170.4	53.8	72.9	128-84	7.8
H I R	61.9	161.0	54.0	66.0	140-90	10.4
Mean	67.9	162.5	52.9	63.6	128-82	10.4
S. D.	4.9	4.9	5.4	5.5	6.7 6.6	2.3

2. 歩行中の心拍数測定

心拍数は各被検者が特別の計画をもたない日の早期歩行時と屋外に1周200mの楕円コースのあるグラウンドを使った1.0kmの歩行中に測定した。早朝時の歩行は歩行に要した時間を測定した。しかし、歩行距離は測定しなかった。

グラウンドでの歩行速度は早朝時の歩行速度と「ほぼ同じ速度」、それより「少し遅く」、さらに「少し速く」の異なる速度でおこなわせた(以下をそれぞれを普通歩行、遅い歩行、速い歩行とする)。

歩行中の心拍数は携帯用デジタル心拍メモリー(Vine製)を用いて記録し、マイクロコンピュータ(PC8000)で導出して毎分の値を求めた(図1)。

歩行速度は1周200mのコースに要する時間を手動式デジタルストップウォッチで測定し、1週の歩行時間が

ほぼ同じになるように被検者に注意をしながら、1.0 km に要した歩行時間から求めた。測定中は歩行と歩行との間に20分間以上の休養をとって被検者が疲労しないように注意した。また歩行終了時には主観的運動強度 (RPE) を測定した。

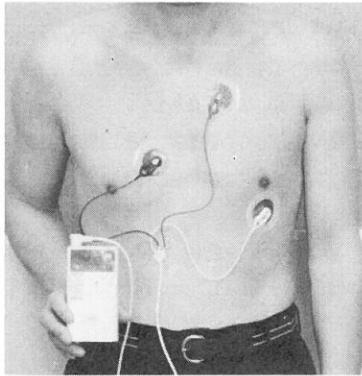


Fig 1. Application of the heart memory (MCA) for measuring heart rate during exercise.

3. 最大下運動テスト

各被検者の心拍数 (HR) と酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) との関係式を求めるために自転車エルゴメーター (Monark 社製) を用いて、負荷漸増法による最大下運動をおこなった。負荷方法は 1.0 kp (225 rpm) で3分間のウォーミングアップをした後、4分毎に 1.0 kp (225 rpm), 1.25 kp (300 rpm), 1.5 kp (450 rpm) および 1.75 kp (525 rpm) の負荷を漸増させた。

ペタルの回転数は 50 r.p.m. として、メトロノームに合わせて運動をさせた。

運動中の心拍数は胸部双極誘導法で記録した心電図の R-R 間隔から 1 分間値を求めた。

運動中の酸素摂取量はそれぞれの負荷での運動開始後 3 分から 4 分までの 1 分間の呼気ガスを Douglas bag 法により採集した。サンプリングした呼気ガスは scho-lander 微量ガス分析器を用いて分析し求めた。

各被検者の心拍数と酸素摂取量との関係式は以上の結果から求めた。

4. 最高心拍数と最大酸素摂取量の算出

各被検者の最高心拍数 (HR max) は次式より算出した。

$$\text{最高心拍数 (HR max)} = -0.65 \times \text{年齢} + 210.0$$

最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2 \text{ max}$) は心拍数と酸素摂取量との関係式と最高心拍数から求めた (表 2)。

Table 2. Maximal heart rate and oxygen uptake, and the regression line relation to heart rate and oxygen uptake from present data.

Subj.	Estimated		Regression Line ($Y = ax + b$)	Significance (rate)
	HR max (b/min)	$\dot{V}O_2 \text{ max}$ (ml/kg/min)		
WAK	160.3	3.15	$Y = 0.0118 X - 0.4430$	0.746 ★
S AK	165.2	3.28	$Y = 0.0155 X - 0.5343$	0.889 ★★
KAS	166.0	3.16	$Y = 0.0098 X - 0.0788$	0.941 ★★
KOB	176.9	2.62	$Y = 0.0097 X - 0.2201$	0.868 ★
H I R	169.8	3.24	$Y = 0.0099 X - 0.0099$	0.895 ★
Mean	165.8	3.09	-	-
S. D.	3.2			

★0.05 ★★0.01

研究結果

1. 早朝歩行の運動強度

図 2 は被検者 KAS の早期起床時から夕刻までの心拍数の変動を示したものである。早朝歩行は起床後に開始して 84 分間実施している。歩行中の平均心拍数は 80.1 拍/分で 1 日の行動のなかでは比較的高い心拍数の変動を示した。

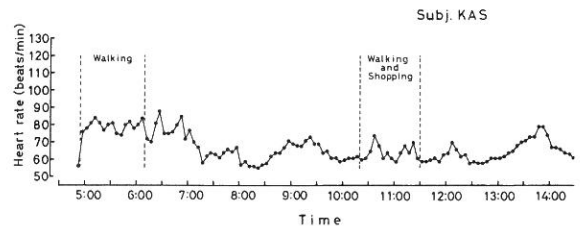


Fig 2. Changes in the heart rate during one day (subj. KAS).

表 3 は全被検者の早朝歩行中の心拍数と心拍水準 (% HR max), 酸素摂取量, 酸素摂取水準 (% $\dot{V}O_2 \text{ max}$) および歩行時間を示したものである。各々の被検者の歩行時間は 57 ~ 84 分間であり, 全被検者の平均歩行時間は 65.4 分間であった。歩行中の心拍数, 心拍水準, 酸素摂取量, 酸素摂取水準の全被検者の平均値はそれぞれ 93.0 拍/分, 55.2%, 0.77 l/分, 49.0% であった。

歩行中の心拍数が最も低い値を示したのは被検者 SAK の 83.4 拍/分で, 酸素摂取水準が 37.4% であった。反対に, 高い値を示したのは被検者 KOB の 107.3 拍/分で, 酸素摂取水準が 58.3% であった。

2. 歩行速度と心拍反応

図 3 は三つの異なる速度での歩行中の心拍変動を全被検者の平均値で示したものである。

三種類の歩行とも歩行中の心拍変動はほぼ同じ値を示

Table 3. Physical responses (heart rate) during one day.

Subj.	Walking time (min)	Mean HR (b/min) S. D.	Estimated		
			%HRmax (%)	VO ₂ (l/min)	%VO ₂ max (%)
WAK	66	94.6 ± 7.6	59.0	0.67	4.64
S AK	57	83.4 ± 9.0	50.5	0.76	3.74
K AS	84	80.1 ± 5.6	48.3	0.71	4.58
K OB	60	107.3 ± 10.6	59.7	0.82	5.83
H I R	60	99.6 ± 3.5	58.7	0.89	5.73
Mean	65.4	93.0	55.2	0.77	4.90
S. D.	9.7	10.1	4.8	0.08	7.8

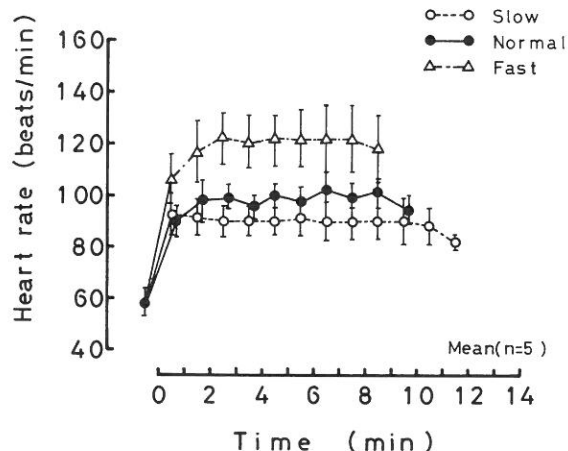


Fig 3. Changes in the heart rate during level walking for various speed.

した。歩行速度が速くなる場合には心拍変動が高くなる傾向を示した。「速い歩行」は「普通歩行」と「遅い歩行」に比較して最も高い変動傾向がみられた。

表4は異なる歩行速度での歩行中の歩行時間、平均の速度、心拍数、心拍水準、酸素摂取量、酸素摂取水準および主観的強度を示したものである。各被検者のどの値も、歩行速度が高くなると高い値を示した。中でも「速い歩行」はすべての項目に高い値を示し、平均値間に有意な差がみられた ($P < 0.01$)。

全被検者の平均歩行速度は「遅い歩行」が86.6 m/分、「普通歩行」が98.0 m/分、「速い歩行」が112.5 m/分であった。

全被検者の平均心拍数は「遅い歩行」が89.7拍/分、「普通歩行」が99.1拍/分、「速い歩行」が118.9拍/分であった。

全被検者の平均酸素摂取水準は「遅い歩行」が48.5%、「普通歩行」が56.0%、「速い歩行」が70.8%であった。それぞれの被検者の歩行速度は歩行条件においてほぼ同じ値を示したが、心拍数、酸素摂取水準において、被検者の値に差がみられた。

図4は歩行速度と心拍数との関係を示したものである。歩行中の心拍数は歩行速度の増加とともに直線的に増加する傾向がみられた。また両者の間に有意に高い相関関係が得られた。しかし歩行速度が高くなる歩行においては各被検者の心拍数の値に差がみられた。

Table 4. Mean ±SD for physiological variable during level walking.

	Subj.	Time (min)	Velocity (m/min)	Mean HR (b/min)	S.D.	%HRmax (%)		VO ₂ (l/min)		%VO ₂ max (%)		RPE
						S.D.	S.D.	S.D.	S.D.			
Slow Walking	WAK	11.27	88.73	95.1	4.8	59.3	3.0	0.70	0.06	48.1	3.9	9
	S AK	11.23	89.05	85.3	1.5	51.8	0.8	0.83	0.02	41.0	1.3	9
	K AS	12.87	77.88	82.0	2.5	49.4	1.5	0.74	0.03	47.9	1.7	7
	K OB	11.30	88.50	101.0	1.9	60.1	1.1	0.79	0.02	56.0	1.3	11
	H I R	11.23	89.05	87.1	1.9	51.5	1.5	0.86	0.02	49.5	1.3	-
	Mean	11.58	86.64	89.7		54.2		0.78		48.5		
	S. D.	0.65	4.4	2.5		1.7		0.06		4.8		
Normal Walking	WAK	10.07	99.40	101.8	4.2	63.5	2.6	0.78	0.05	53.7	3.5	11
	S AK	10.38	96.34	91.3	2.5	55.3	1.5	0.92	0.06	45.2	3.2	11
	K AS	10.45	95.69	99.2	5.5	59.7	3.4	0.91	0.06	58.9	3.6	9
	K OB	10.25	97.56	105.0	2.8	62.5	1.6	0.83	0.03	58.9	2.0	11
	H I R	9.90	101.01	98.1	2.4	57.7	1.4	0.98	0.03	63.2	1.7	-
	Mean	10.21	98.00	99.1		59.8		0.88		56.0		
	S. D.	0.2	2.00	4.6		1.2		0.07		1.6		
Fast Walking	WAK	8.83	113.25	132.1	5.5	82.4	3.4	1.14	0.06	80.2	6.0	13
	S AK	9.01	110.99	101.7	3.5	61.5	2.1	1.09	0.06	53.8	2.7	12
	K AS	8.73	114.50	130.1	7.1	78.4	4.3	1.22	0.07	78.8	4.6	13
	K OB	8.92	112.11	119.2	4.5	71.1	2.5	0.97	0.04	68.9	3.0	13
	H I R	8.95	111.73	113.8	6.4	65.1	5.1	1.12	0.10	72.1	6.2	-
	Mean	8.89	112.50	118.9		71.7		1.11		70.8		
	S. D.	0.1	1.2	4.5		7.9		0.08		9.5		

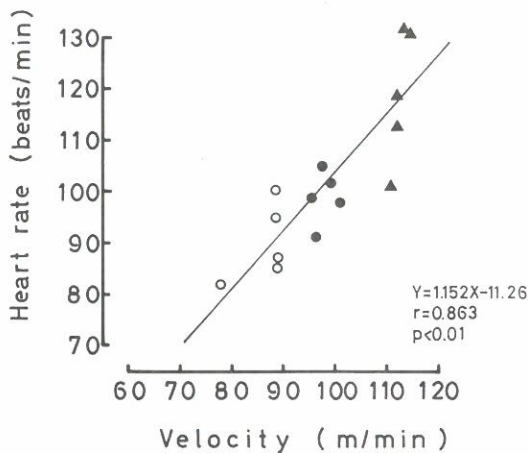


Fig 4. Relation between velocity and heart rate during level walking.

図5は異なる歩行速度での歩行中の心拍数と回帰式から求めた酸素摂取量との関係を示したものである。酸素摂取量は歩行中の心拍数の増加にともなって直線的に増加する傾向がみられた。また両者の間に有意に高い相関関係が得られた。

同様に歩行速度と酸素摂取水準との関係を示したのが図6である。歩行中の酸素摂取水準は走行速度の増加にともなって直線的に増加する傾向がみられた。また両者の間に高い有意な相関関係が得られた。しかし、歩行速度が大きくなるにともなって酸素摂取水準の値に差がみられた。

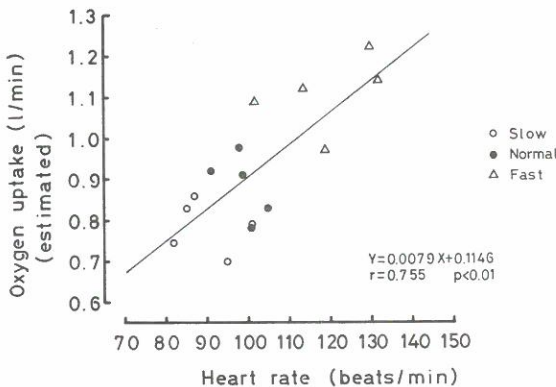


Fig 5. Relation between heart rate and oxygen uptake during level walking

論 議

高齢者の全身持久性トレーニングの処方にも最も望まれるものは安全性、有効性、強い動機づけとそして、安

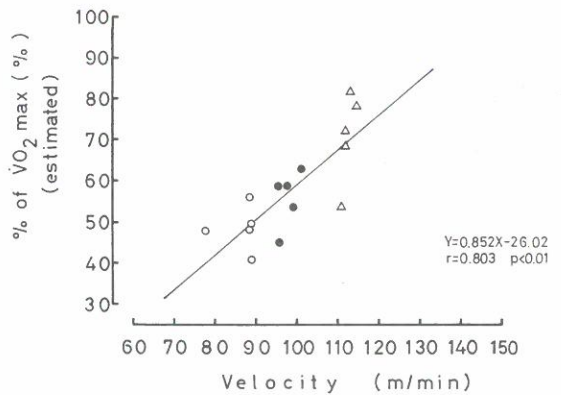


Fig 6. Relation between velocity and % of VO_2 max (oxygen uptake) during level walking

い費用であるといわれている。現在、そのなかでもトレーニング効果の有効性については運動強度と深い関係をもっていることから運動生理学の研究成果として、多く^{8,9,18)}の報告がされている。

トレーニング実施のために必要な運動の強度は運動中の心拍数から推察することができる。この方法は運動内容を運動強度測定のために一定の条件にすることが困難な場合とか、多くの測定器機を使用して測定することが不可能な場合(例えば、幼児とか高齢者の老人)に対して非常に便利である。しかし、この方法を用いる場合でも、個人の最大能力に対する相対的負荷を知るためにはあらかじめ個人の酸素摂取量と心拍数や酸素摂取水準と心拍数との関係式を得ておく必要がある。

本研究においても自転車エルゴメーターを用いて各被検者の酸素摂取量と心拍数との関係を求めたところ、被検者それぞれにおいて、両者の間に有意な直線関係が得られた。しかし、各被検者の関係式はテストに自転車エルゴメーターを用いたことから運動機式の特性も含まれている可能性もあるが、事務作業に従事する一般中高年齢者に近い呼吸循環機能を有していると思われた。得られた最大酸素摂取量は1名の被検者を除いて、 $31.0 \text{ ml/kg} \cdot \text{分}$ 以上であり、各被検者はShephardが報告しているように測定にあたって、良好な努力をしたものと思われる。さらに早朝歩行での全身持久力向上のトレーニング効果が生じていることも明らかである。

一般中高年齢者のトレーニングに関して、進藤たちは²⁹⁾酸素摂取水準(% VO_2 max)が60%で60分間の運動をすればトレーニング効果がみられることを報告している。また、体育科学センターの報告では60~70%以上の酸

素水準で5～10分間の運動か、50%前後で60分間の運動で全身持久性が向上できるとしている。

本研究の早朝歩行中の各被検者の平均心拍数は93.0拍/分で、酸素摂取水準は49%であった。各被検者は歩行中に仲間と会話をしたり、軽い体操等をおこなうことから心拍数に少し個人差が生じているがしかし、ほとんどの被検者は60分以上の歩行を実施していることからほぼ必要な運動強度が保たれているものと思われる。

加賀谷¹³⁾は大学生男子の歩行において、70m/分の速度が歩行中に要する酸素需要量の最も少ない経済歩行であると報告している。一方、一般的に、経済速度以上で、しかも歩行と走行の交叉する境界速度の近くで歩行する場合には筋内圧の上昇のため局所的な下腿筋に酸素の供給がしにくいことが予測されている¹⁶⁾。

1周200mのグラウンドで早朝歩行をシュミレーションした本研究では「普通歩行」が98.0m/分、「遅い歩行」が86.6m/分、「速い歩行」が112.5m/分の速度であり、本研究の三種類の歩行速度は加賀谷らの経済的歩行速度より速い歩行であった。

また、歩行中の心拍数は歩行速度の増加にともなって増加する傾向がみられた。さらに心拍数と酸素摂取量との間に、両者が直線的に増加する有意な相関関係がみられた。一方相対的運動強度の示標である酸素摂取水準は歩行速度の増加にともなって直線的に増加する傾向を示し、両者の間に有意な相関関係がみられた。本研究で得られた関係から、50%の酸素摂取水準は89.3m/分の歩行速度に相当し、60～70%の酸素摂取水準は101～113m/分の歩行速度に相当する。

以上のことから、加齢によって呼吸循環機能低下が著しいとされている高齢者においても、全身持久性向上のトレーニング効果は毎朝実施している歩行によって生じていることが推察され、さらに歩行速度は歩行のトレーニング強度決定の示標として用いることができることが明らかになった。

本研究の被検者達が毎日のトレーニングで身につけたところのそれぞれの歩行中の酸素摂取水準は「普通歩行」が56.0%、「速い歩行」が70.8%、「遅い歩行」が48.5%であった。従って、全身持久性向上のトレーニング強度の歩行としては「普通歩行」か「速い歩行」が適していると思われる。

一方、被検者達は早朝時の歩行速度を決める一つの方

法として、「歩く仲間と話ができるくらい」という感想を述べている。Brunner²⁾は高齢者が定期的に体力づくりに加わる理由の中に「仲間同士で幸福感を味わうこと」があることを報告している。つまりこれらのことは運動強度の設定において、心理的な面の考慮も大切なことを意味する。

本研究の結果と現在まで報告されている結果とを合せて、高齢者の全身持久性向上のための運動強度を考えてみると、歩行の運動強度としては歩行速度が98.0m/分位の「普通歩行」で、歩行時間を60分以上に設定するのが望ましいと思われる。また、主観的運動強度では「楽である」と感じられる位のものかもしれない。

要 約

高齢者5名(61.9～76.5才)を被検者にして、歩行をおこなわせ、歩行中の心拍反応から運動強度を推定した。歩行は早朝歩行とグラウンド歩行である。歩行速度は早朝歩行を「普通歩行」、それより「速い歩行」と「遅い歩行」の三種類である。結果を要約すると以下の通りとなる。

1. 早朝歩行中の全被検者の平均歩行時間は65.4分間で、心拍数は93.0拍/分であった。酸素摂取水準は同様の平均値で49.0%であった。
2. グラウンド歩行の全被検者の平均速度は「普通歩行」が98.0m/分、「速い歩行」が112.5m/分、「遅い歩行」が86.6m/分であった。平均心拍数は「普通歩行」が99.1拍/分、「速い歩行」が118.9拍/分、「遅い歩行」が89.7拍/分であった。酸素摂取水準は「普通歩行」が56.0%、「速い歩行」が70.8%、「遅い歩行」が48.5%であった。どの歩行においても、「速い歩行」は有意に高い値を示した。
3. 歩行中の心拍数は歩行速度の増加にともなって増加する傾向がみられた。両者の間に有意な直線関係が得られた。
4. 歩行中の酸素摂取量は心拍数との加にともなって増加する傾向がみられた。両者の間に有意な直線関係が得られた。
5. 歩行中の酸素摂取水準は速度の増加にともなって増加する傾向がみられた。両者の間に有意な直線関係が得られた。

参 考 文 献

- 1) Åstrand, P.O. and I. Ryhming : A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J. Appl. Physiol.* 7 : 218-221, 1954.
- 2) Brunner, B.C. : Personality and motivating factor influencing adult participation in vigorous physical activity. *Res. Quart* 40 : 464-469, 1969.
- 3) Davies, C.T.M. : Limitations to the predication of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. *J. Appl. physiol.* 24 : 700-706, 1968.
- 4) 江橋博, 芝山秀太郎, 増田允, 成未回天雄 : 中高年者の運動特性, *体力科学* 19 (4) : 152, 1970.
- 5) 平田敏彦 : 中高年者の身体運動時の生理的特性と運動強度, 未発表資料.
- 6) Hirata, T., K. Shiraga : Response of cardiopulmonary function in middle and old-aged men. *岡山県立短期大学紀要* 27 : 58-64, 1983.
- 7) 猪飼道夫, 山地啓司 : 心拍数からみた運動強度-運動処方の研究資料として-, *体育の科学* 21 : 589-593, 1971.
- 8) 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年者の全身持久性の向上について, *体育科学* 1 : 134-143, 1973.
- 9) 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・高年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.
- 10) 伊藤稔, 伊藤一生, 武部吉秀, 八木保, 前田喜代子 : テニスを利用したトレーニングによる中高年者の全身持久性の向上について, *体育科学* 4 : 99-104, 1976.
- 11) 伊藤稔編 : 中高年者の有酸素作業能力, 一条書店 : 1979.
- 12) Kasch, F.W., W.H. Phillips., J.E.L. Carton and J.L. Boyer : Cardiovascular changes in middle aged men during two years of training. *J. Appl. physiol.* 34 : 53-57, 1973.
- 13) 加賀谷潔彦 : 経済速度及び境界速度歩行の心拍数と酸素摂取量, *日本体育学会第26回大会号* : 295, 1975.
- 14) 加賀谷淳子, 楢林真理子 : 呼吸循環系反応からみた歩行の強度, *体育科学* 4 : 60-69, 1976.
- 15) 加賀谷淳子 : 心拍数と作業強度, *体育の科学* 26 (3) : 203-208, 1976.
- 16) 加賀谷淳子 : 各種の運動・スポーツの体力科学的特性, *運動と安全* : 59-62, 1982.
- 17) 勝木新次 : 健康と体力づくり, 光生館 : 1969.
- 18) 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% $\dot{V}O_2\max$ トレッドシ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.
- 19) 宮下充正, 芳賀脩光, 水田拓道 : 中高年者にみられる有酸素的作業能の改善, *体育科学* 2 : 174-178, 1974.
- 20) 小川新吉, 吉田善伯, 小原達朗, 犬神八太郎 : ランニングトレーニングの中高年者の有酸素的作業能に及ぼす影響, *体育科学* 4 : 6-12, 1976.
- 21) 老月敏彦, 山地啓司, 有沢一男 : 心拍数と歩行・走行スピードからみた運動強度, -運動処方の研究として-, *体育の科学* 26 : 680-686, 1976.
- 22) 小野三嗣 : 運動とからだ, 成美堂 : 1969.
- 23) 小野寺孝一, 宮下充正 : 全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性 : *体育学研究* 21 (4) : 191-203, 1976.
- 24) A. C. Linnerud, R. Robertson and R. Valentino : Effect of walking on body composition and cardiovascular function of middle-aged men. *J. Appl. Physiol* 30 (1) : 126-130, 1971.
- 25) Pollock, M.L. : Physiological characteristics of older champion track athletes. *Res. Quart.* 45 : 363-373, 1974.
- 26) Ricci, B. : Physical and Physiological conditioning for men., W M.C. Brown Co., Dubuque. Iowa (芝山秀太郎・江橋博訳 : 「科学的な身体づくり」現代社 : 1976).

- 27) Shephard, R. J. : Physical activity and aging. Croom Helm : 1978 (原田政美, 山地啓司訳「シェファード老年学—身体活動と加齢」医学書院: 1979).
- 28) 芝山秀太郎, 江橋博: 運動処方実践にともなう生理機能変化の機転, 体育科学 28(10): 683-689, 1978.
- 29) 進藤宗洋, 田中宏暁, 小原史朗, 徳山郁夫: 中高年者の自転車エルゴメーターによる50% VO₂max 強度の60分間トレーニング, 体育科学2: 139-152, 1974.
- 30) 体育科学センター編: 健康づくり運動カルテ, 講談社: 1976.
- 31) Workman, J. M. and B. W. Armstrong : Oxygen cost of treadmill walking. J. Appl. Physiol. 18: 798-803, 1963.
- 32) 山地啓司: 心拍数の科学, 大修館: 1981.

昭和59年3月31日受理

A study of the prescription of physical exercise
for old-aged men

— Physiological work intensities of level walking —

Toshihiko HIRATA

The purpose of this study was determined the physiological intensities of level walking in old-aged men. All subjects performed walking of various speed. Intensity of walking was speed at normal speed, fast speed and slow speed.

The heart rate was measured during walking by using heart rate memory. These results were summarized as follows:

1) Mean time was 65.4 minutes during walking of morning time. Heart rate of 93.0 beats/min and oxygen uptake of 49.0% was obtained during normal speed in morning time.

2) Mean velocities during ground walking were 98.0 m/min at normal speed, 112.5 m/min at fast speed and 86.6 m/min at slow speed. Mean heart rate during ground walking was 99.1 beats/min at normal speed, 118.9 beats/min at fast speed and 89.7 beats/min at slow speed. Mean oxygen uptake during ground walking was 56.0% at normal speed, 70.8% at fast speed and 48.5% at slow speed. Velocity, heart rate and oxygen uptake during fast speed were found significantly different from others.

3) Heart rate increased with an increase of walking velocity. The significant high correlation coefficient was found between velocity and heart rate.

4) Oxygen uptake increased with an increase of heart rate. The significant high correlation coefficient was found between heart rate and oxygen uptake.