

中年者を対象とした全身持久性評価の方法に関する研究 —全身持久性のテスト法としておこなわれている1500m急歩の 妥当性と一試案とする800m急歩の検討—

芳賀脩光・松浦義行*・小関 迪**・松田光生・佐々木道子・
植屋悦男***・十枝内厚次****・岩下太郎*****・稲垣 敦*****

The Study on Method of Evaluation of Physical Endurance Capacity for Middle-aged Men.

—The investigation of validity on 1500m fast walk for physical endurance
test and 800m fast walk for a tentative test.—

HAGA Shukoh, MATSUURA Yoshiyuki*, KOSEKI Susumu**,
MATSUDA Mitsuo, SASAKI Michiko, UEYA Etsuo***,
TOSHINAI Koji****, IWASHITA Taro****, INAGAKI Atsushi*****

The purpose of this study is to investigate whether 1500m fast walk test which is generally used is suitable for physical endurance test for middle-aged men and for validation of a tentative 800m fast walk which we suggested, and to make a new method of evaluation of physical endurance capacity for middle-aged men.

Mean $\dot{V}O_2$ max and HRmax were 42.8 ml/kg/min, 180 beats/min in all subjects (n=18). From the results of 1500m and 800m fast walk, mean velocity of 1500m and 800m were 1.98 m/sec, 2.15 m/sec, respectively. Heart rate during 1500m fast walk increased gradually from 130 to 160 beats/min. On the other hand, during 800m fast walk, heart rate was about 163 beats/min at the goal. The value of % HRmax, % HRreserve was 90-93%, 85-89% at the goal among the both methods. As for % $\dot{V}O_2$ max, it was 60-65% in 1500m fast walk, but 70% $\dot{V}O_2$ max was maintained in 800m fast walk. About correlation between $\dot{V}O_2$ max/kg and performance time, it was not correlated in 1500m fast walk. On the other hand, it was correlated in 800m fast walk ($r=-0.66$, $p<0.01$).

It can be summarized as follows : we considered that 1500m fast walk in physical endurance test for middle-aged men which is generally used in many people on the encouragement of the Ministry of Education, is not validity as a method to evaluate physical endurance capacity from the result of relationship between $\dot{V}O_2$ max/kg and performance time. Oxygen intake level during 800m fast walk was maintained 70% $\dot{V}O_2$ max level and correlation between $\dot{V}O_2$ max/kg and performance time was significant, so a tentative 800m fast walk which we thought is validity as a field test to evaluate physical endurance capacity.

Key words : method of evaluation, middle-aged man, physical endurance capacity, 1500m and 800m fast walk, maximal oxygen intake

* 中京女子大学

Chukyo Women's University

** 筑波記念病院

Tsukuba Memorial Hospital

*** 愛知医科大学

Aichi Medical College

**** 筑波大学大学院

Master's Program in Health and Physical Education, University of Tsukuba

***** 筑波大学研究生

Non-degree Research Student in Health and Physical Education, University of Tsukuba

I 緒言

今日、中高年者が健康増進、またはその維持を目的として、積極的に運動を行なうことが広がりつつあり、有酸素運動としてのウォーキング、ジョギングやランニング、水泳等をはじめ各種のスポーツ活動が愛好されている。こうした現状を予測し、文部省ではその先がけとして、中年者を対象とした体力評価の手段として昭和42年に壮年体力テスト¹³⁾を発表した。以来今日まで、多くの場でこのテストが用いられ、人々が各自の体力を認識し、自己に適した運動を効率よく、安全に行なう場合の指標として活用されてきている。松田¹²⁾は壮年体力テストは“みんなのスポーツ”の振興に大きな役割を果たしてきていると述べている。一般に現今、体力の最も基本的要素とされる全身持久性の指標は最大酸素摂取量であるが、直接法ならびに間接法^{1,3,6,23)}によって測定されている。この中で特に、直接法は実験室で十分な施設と時間を必要とするもので、一般的に容易に測定できるものではない。このためフィールドで普遍的に誰もが手軽に参加でき、また安全性が高く、かつ正確に全身持久性を評価できるテスト法が望まれる。通常、我が国で最もよくおこなわれているテストとしては、1500m急歩(女子:1000m)が実施されている。しかしながら、文部省の壮年体力テスト実施要領¹⁴⁾には測定方法は詳述されているが、最大酸素摂取量にかわる指標として、どのような学術的理論により1500mという距離が必要であり、かつ決定されたのかは述べられておらず、他の文献においても、1500mという距離に関する妥当性について述べられているものは見当たらない。このほか、青少年を対象として猪飼¹¹⁾によって提唱された5分間走、Balke⁴⁾やCooper⁵⁾によって提唱された12分間走などがある。また中年者における5分間走と12分間走は、体重当たりの最大酸素摂取量と高い相関を示し、いずれも有効であると述べているものもみられる²⁴⁾。さらに高齢者に対して12分間急歩を実施しているもの¹⁷⁾や12分間急歩を提案しているものもある²²⁾。現在、我が国では、一般に中学生を対象としたスポーツテストの種目のなかで、持久性テストは男子が1500m走であり、女子は1000m走としている。おそらく壮年体力テストにおける1500m急歩の距離の設定はこれに準拠し、運動様式は青少年では走行(ランニング)、

中年者は急歩とし、運動様式の相違から決定したものと推察される。すなわち、急歩は“急いで歩く”ことのため、ランニングより強度が低く、中年者においてもおそらく過負荷とはならないであろうとして、決定されたものと推察している。

現在中年とは35歳から64歳の範囲であり、この間における体力の各要素は大きな差異を生じてくる。しかし、全身持久性の評価は検討の重要性を認識されながらも今日まだ確立されてはいない。松田¹²⁾は壮年期における全身持久走のテストは一定距離の歩または走とし、その判定基準の段階について検討が必要であることを指摘している。

そこで、本研究では現在おこなわれている1500m急歩が中年者を対象としての全身持久性を評価するテストとして適切なものであるかどうか、また有酸素運動の時間として最小限を想定し、急歩中その時間内に生じる身体の生理的諸反応の結果をもとに最も適切な方法を検討するため、すでに筆者たち⁸⁾が報告した800m急歩を一つの試案とし、1500m急歩の場合と比較してその妥当性を検討し、中年者の全身持久性について新しい評価法を作成するための基礎研究とすることを目的とした。

II 方法

1. 被検者

被検者は日頃特別な身体運動を継続して行っていない中年の成人男子18名、平均年齢42.3歳であった(表1)。これらの被検者は心臓X線撮影、心電図、血液検査、血圧等の医学検査およびトレッドミルによる運動負荷試験(負荷心電図・運動時血圧)を行ない、いずれも特に疾患が認められなかった健常者であった。

2. 実験内容

1) 最大酸素摂取量および最高心拍数の測定

被検者は最大酸素摂取量(以下 $\dot{V}O_2 \max$)、最高心拍数(以下HRmax)を測定した。測定にはMonark社製の自転車エルゴメーターを用い、回転数を毎分60回転に固定し、負荷を最初180kpmから毎分180kpmずつ漸増し、疲労困憊までおこなった。1分毎に呼気ガスをダグラスバッグにより採気した。換気量は乾式ガスメーターで測定し、呼気ガスはベックマンガス分析器(CO₂:LB-2, O₂:OM-11)を用いて分析した。心拍数(以下

HR)は胸部双極誘導による心電図を記録し、R極間隔から算出した。血圧はマンシエット法によって毎分測定した。

2) 1500 m 急歩および800 m 急歩のテスト

a) 1500 m 急歩および800 m 急歩の成績

1500 m 急歩の場合は1周100 mトラックを15周、800 m 急歩の場合は8周した。それぞれのテストは別々の日におこなわれ、疲労などによる影響がないように配慮した。

b) 1500 m 急歩および800 m 急歩におけるHRの測定

1500 m 急歩および800 m 急歩において、被検者全員に対しテレメーターによる胸部双極誘導によってHRを記録した。%HRmaxおよび%HRreserveの算出は以下の式から求めた。

$$\%HRmax = HR_{ex} / HR_{max} \times 100$$

$$\%HRreserve = (HR_{ex} - HR_{rest}) / (HR_{max} - HR_{rest}) \times 100$$

c) 1500 m 急歩および800 m 急歩における酸素摂取量の測定

酸素摂取量(以下 $\dot{V}O_2$)はダグラスバッグ法により測定した。急歩における動作の妨げにならないように、急歩開始前各被検者にマスク、蛇管、三方コック、ダグラスバッグを装着した。補助者2名と一緒に歩行し、被検者へ負担がかからないように配慮した。採気は1500 mでは0~1, 2~3, 4~5分...と隔分おきに、800 mでは0~1, 1~2分...と毎分毎に、各1分間ずつおこなった。換気量は乾式ガスメーターで測定し、呼気ガスはベックマンガス分析器(CO₂:LB-2, O₂:OM-11)を用いて分析した。

3) データの統計処理

$\dot{V}O_2$ maxと1500 m 急歩および800 mの成績の相関をみるために、単回帰分析をおこない5%未満を有意水準とした。

III 結果

1. 体重当たりの $\dot{V}O_2$ max, HRmax, 1500 m 急歩, 800 m 急歩の成績およびその平均速度

被検者の体重当たりの $\dot{V}O_2$ max(以下 $\dot{V}O_2$ max/kg), HRrest, HRmax, 1500 m 急歩および800 m 急歩の成績, および平均速度の平均値を表1に示した。 $\dot{V}O_2$ max/kgは42.8 ml/kg/min, HRmaxは180 beats/minであった。また1500 m 急歩の成績は765.9 secで、その平均速度は1.98 m/secであった。一方800 m 急歩の成績は380.7 secで、その平均速度

は2.15 m/secであった。

Table 1 Result of $\dot{V}O_2$ max, HRmax and 1500m and 800m fast walk performance test

	n = 18
Age (years)	42.3 ± 5.88
Height (cm)	166.9 ± 4.65
Weight (kg)	67.5 ± 6.29
$\dot{V}O_2$ max (ml/kg/min)	42.8 ± 8.02
HRrest (beats/min)	76.5 ± 11.2
HRmax (beats/min)	180.0 ± 9.78
1500m fast walk (sec)	765.9 ± 80.3
1500m mean velocity (m/sec)	1.98 ± 0.20
800m fast walk (sec)	380.7 ± 56.3
800m mean velocity (m/sec)	2.15 ± 0.34

2. 1500 m 急歩および800 m 急歩におけるHRの変化

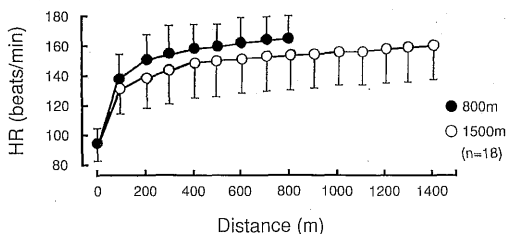


Fig. 1 Change of the heart rate during 1500m and 800m fast walk performance test

図1は1500 mおよび800 m 急歩におけるHRの変化を示したものである。

1500 m 急歩の場合、100 m時点での130 beats/minから徐々に増加して、ゴール時点では160 beats/minを示した。800 m 急歩中のHRの変化は、100 m時点での139 beats/minから徐々に増加して、ゴール時点では163 beats/minを示し、1500 m 急歩とほぼ同じ値であった。

3. 1500 m 急歩および800 m 急歩における%HRmaxの変化

急歩中の%HRmaxの変化を図2に示した。1500 m 急歩ではおよそ80~90%HRmaxの範囲に

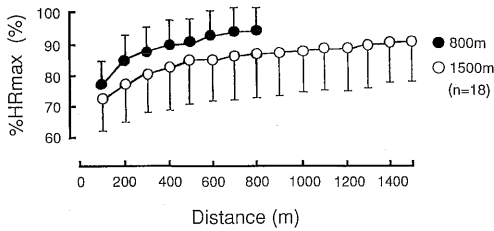


Fig. 2 Change of the %HRmax during 1500m and 800m fast walk performance test

あり、ゴール時点では90%HRmaxであった。また800m急歩では85~93%HRmaxの範囲にあり、ゴール時点では93%HRmaxであった。

4. 1500m急歩および800m急歩における%HRreserveの変化

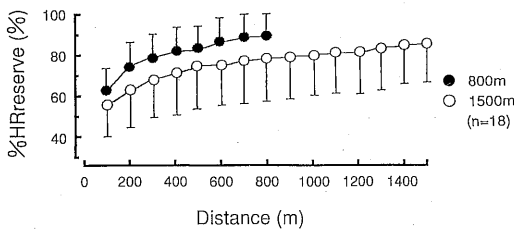


Fig. 3 Change of the %HRreserve during 1500m and 800m fast walk performance test

被検者の1500m急歩および800m急歩中の%HRreserveの変化を図3に示した。1500m急歩および800m急歩ともにスタート直後ではおよそ60%前後でゴール時点で各々85%、89%に相当した。

5. 1500m急歩および800m急歩における%VO₂maxの変化

1500m、800m急歩中の%VO₂maxの変化を図4に示した。1500m急歩ではほぼ600mから1300mまで60%VO₂maxを示し、残り2分間では65%VO₂maxに上昇を示した。しかし、800m急歩の場合は300mから70~72%VO₂maxであり、ほぼ一定の値を示した。

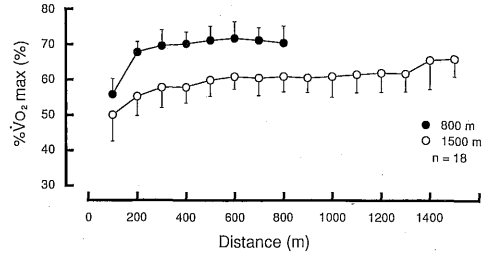


Fig. 4 %VO₂max during 1500m and 800m fast walk performance test

6. VO₂max/kgと1500mおよび800m急歩の成績との相関関係

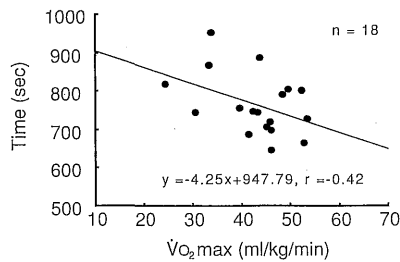


Fig. 5 Relation between VO₂max and 1500m fast walk performance time

図5はVO₂max/kgと1500m急歩の成績との関係を示したものである。相関係数は $r = -0.42$ を示し、これは統計的に有意な値ではなかった。図6はVO₂max/kgと800m急歩の成績との関係を示したものである。両者の間に直線的な負の相関が見られた。相関係数は $r = -0.66$ を示し、1%水準で有意であった。すなわち、VO₂maxが高いものほど成績が良いことを示した。

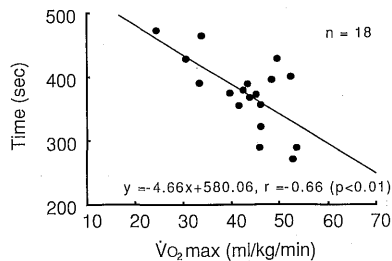


Fig. 6 Relation between VO₂max and 800m fast walk performance time

IV 考察

筆者は⁹⁾は中年とは35歳以上64歳未満と考えているが、中年期は青年期とは異なり身体的に老化が開始すると共に、日常生活において余暇時間は少なく、同時に運動不足も加わり、体力はより低下し、個人差が大きくなる。中年後期になると老化がさらに加速されて、健康レベルや体力の著明な低下、動脈硬化や潜在性有病者の可能性が一段と増大してくる。こうした年齢層に対し体力テストの全身持久性を評価するものとして文部省¹³⁾は1500 m急歩を提案し、実施してきているがその妥当性について実証されているものは全くない。そこで本研究では一つの試案として800 m急歩を検討したが、この理由としては、1. 通常、有酸素運動とは3分以上の時間を有するものである。2. 800 mの急歩による時間はプレテストの結果から、ほぼ5～8分の範囲にあり、比較的短い時間でありながらも十分に有酸素運動の時間内にあること。3. 1500 m急歩は測定時間が非常に長いと意識されやすい反面、800 m急歩の場合は時間や距離共に精神的な負担を多くしないと考えられることである。

本実験の結果からはじめに、1500 m急歩および800 m急歩中のHRおよび $\dot{V}O_2\max$ の変化から比較検討していきたい。一般に1500 m急歩は12～13分、800 m急歩の場合は6分前後を要する。1500 m急歩の場合、HRはゴール時点で160 beats/minであり、800 m急歩の場合163 beats/minで、両方ともほとんど同じ値を示した。このゴール時点でのHRは、実測したHRmaxから、 $\%HR\max$ を求めると1500 m急歩で90%、800 m急歩で93%に相当した。また $\%HR\text{reserve}$ においてもゴール時点では、1500 m急歩の場合で85%、800 m急歩の場合で89%に相当した。このように、HR応答からみると1500 m急歩および800 m急歩ともに、ゴール時点においては比較的高い強度のレベルに近いところで実施している。これは筆者たちが先に報告した値⁸⁾とほとんど同じ値であった。そして一定期間トレーニングを実施したあとのテストではより高いレベルに達することを報告⁸⁾した。

以上のようにゴール時点での運動強度は1500 m急歩と800 m急歩の両方ともに高く、ほぼ同じ強度のレベルであったが、 $\%HR\text{reserve}$ の80%に達する歩行距離および運動時間は、1500 m急

歩の場合、距離で900 m、時間にしておよそ7分30秒であるのに対して、800 m急歩の場合、距離で300 m、時間にしておよそ2分30秒であった。すなわち1500 m急歩、800 m急歩のいずれにおいても残り500 mのところまで80% $\%HR\text{reserve}$ に達している。つまりHR応答から循環機能の負担度がほぼ同じ程度と考えるならば、テストの時間をできるだけ短くしたほうが望ましい。一方、 $\% \dot{V}O_2\max$ から検討すると、1500 m急歩の場合は60%を示した。これは一般に1500 mという距離は非常に長く感じられて精神的ストレスとなり、急歩の平均速度を下げて歩くのでなければ完歩は困難であると考えられているものと推察される。このことは1500 m急歩と800 m急歩の平均速度の相違(表1)からも推測される。また、筆者たちが先におこなった、1500 m急歩における100 m毎のラップタイムの変化をみてもスタート時はおそく、ゴールに近づくにつれて次第に速くなり、特に1300 m付近から加速することを報告⁸⁾したが、本研究においても同様の傾向で、 $\% \dot{V}O_2\max$ は低く維持されたものと思われる。

これに対し800 m急歩中の $\% \dot{V}O_2\max$ はおよそ70%を示しており、時間的にも有酸素作業能の最小限の時間である4～6分の範囲内²⁾にある。すなわち、1500 m急歩よりも800 m急歩の方が、呼吸循環機能をみる全身持久性の指標としては、時間的にも強度的にもより良く反映しているものと考えられる。

次に、 $\dot{V}O_2\max/\text{kg}$ と1500 m急歩および800 m急歩の成績から、その妥当性について検討していきたい。1500 m急歩の成績と $\dot{V}O_2\max/\text{kg}$ の関係は、図5に示したように両者の間には $r = -0.42$ で有意な相関を示さなかった。したがって、全身持久性のテストとしての1500 m急歩は、日常、身体運動をおこなっていない中年者にとっては、有酸素的作業能としての $\dot{V}O_2\max/\text{kg}$ を反映しないと考えられる。

これに対し、800 m急歩の場合、その成績と $\dot{V}O_2\max/\text{kg}$ との関係は $r = -0.66$ と1%水準で有意であり、全身持久性をみるテストとして相関係数は必ずしも高い値を示すものではなかったが、一応の評価を得るものと考えられる。しかし、本研究における $\dot{V}O_2\max/\text{kg}$ との相関については、 $\dot{V}O_2\max$ という最大運動での指標と急歩という最大下運動における成績ということから相関係数

が高い値を示すことは困難なことかもしれない。この点に関し、本研究では無酸素性作業閾値（anaerobic threshold : AT）を測定してないので多く論ずることはできない。しかし、12分間歩行距離と $\dot{V}O_2 \max$ および $\dot{V}O_2 @LT$ （LT：乳酸性作業閾値）の間には有意な相関を有するという報告²²⁾もあり、今後の検討課題である。

以上は従来からの1500 m急歩と一試案としての800 m急歩について検討したものである。しかしながら試案とした800 m急歩においても十分な検討を加えなければならない。これまで小笠原¹⁶⁾は運動様式の相違からジョギングより急歩という運動はエネルギー消費量が高いことを示している。一方、同じ急歩（歩行）でも至適速度²⁰⁾や限界速度¹⁸⁾の点から検討し、それに応ずる $\dot{V}O_2$ やHR、また乳酸性作業閾値（LT）や換気性作業閾値（VT）の絶対値や相対値からの検討を加えていかなければならない。Himann¹⁰⁾は歩行速度は中年期にわずかずつ低下するが、著しく低下する分岐点は男女共に62歳であることをみている。中年者は高齢者のように明らかではなくても運動不足が大きく関与すると共に、加齢による運動単位の消失、白筋の減少、関節の柔軟性の低下などがあげられる¹⁰⁾。また実際に急歩を実施する場合、生体反応を比較的正確に示す指標はHR応答である。また、一般に自覚的運動強度を表すRPEは誤差が大きいがRPEの反応も考慮しなければならない。杉山²¹⁾によれば、青年に歩行をおこなさせた結果であるが、相対的強度として%HRmaxが50~70%のところでは「13：ややきつい」になることを示した。中年者であっても自覚症状は「13：ややきつい」とするところが一応の限界目安であろう。それ以上では一般被検者の意識上からも安全性の上からリスクが大きくなると考えられる。

芝山¹⁹⁾は中年者の被検者を対象として80 m/min、100 m/minのトレッドミル歩行を実施させた結果、心拍数は2分ではほぼプラトーに達し、血糖、乳酸値に著明な変化はなく、かつその他の生理的な負担度も大きくならないことを示している。また本研究では仮に一つの試みとして800 m急歩という距離を設定したが、本研究の結果からみるとHRの絶対値、%HRmax、%HRreserveおよび% $\dot{V}O_2 \max$ がおおよそ定常状態に近づいたのは

300~400 m付近からである。この点においては芝山¹⁹⁾の報告と一致する。従って、例えば200 m、400 m、600 mの時点の反応を検討し、800 mの終了した時の値と比較検討しなければならない。現在、高齢者でも12分間急歩という長い時間での測定方法がより有効であるという報告²²⁾もあるが、同じ高齢者でも12分間歩行と $\dot{V}O_2 \max$ の相関関係はなく、指標とはならないとする報告¹⁷⁾もある。しかし、筆者たちは中年者でも800 m急歩より短い距離でも測定法として有効であるという可能性を考えている。テストは安全であることは当然のことであるが、同時に短時間に終わることが望ましい。

村山¹⁵⁾によれば、運動中、虚血性心疾患を主とする心血管系疾患の突然死は40~64歳の中年者で39%、65歳以上の高齢者では53.6%の発生率をみている。また、スポーツ別にみるとランニング中、中年者は18.9%、高齢者は10.3%の発生率を示すという。

Foster⁷⁾たちによれば健康人でも突然運動を開始すると潜在性の虚血性反応が60~70%生じるといふ。また芝山¹⁹⁾は運動負荷試験において血圧反応が大きいことを観察した。こうした点からみると壮年体力テストを受験するものは、日常、運動不足にあり、日頃体力の低下を感じている人の方が測定を受ける可能性は大きい。これらのことを考えると急歩は最も自然な動作であるとはいえず、心血管系に多大の負荷を与える可能性は大きい。更に転倒の防止を十分に考慮しなければならない。以上のことから考えれば、中年者のテストは医学検査や健康診断を受診したあとに実施されることが望ましい。従って、急歩のテストについては有酸素運動の条件を考慮しながらも800 mよりも短い距離または時間の設定を更に検討しなければならない。

本研究では中年男子について検討したもので、女子を対象としたものでない。しかしながら、本研究の結果からみるように1500 m急歩よりは800 m急歩、或いはそれ以下の距離の設定が有効である可能性もあることから、その時間は最長時間でおよそ5~6分と仮定すれば、女子においても十分に測定可能な時間である。従って、今後の課題は男子女子共に同一の距離で測定できる方法を検討していかなければならないと考えられる。

まとめ

本研究は現在行なわれている1500 m急歩が中年者を対象としての全身持久性テストとして適切なものかどうか、またそれにかわる800 m急歩を一つの試案とし、かつその妥当性を検討し、中年者の全身持久性についての新しい評価法を作成することを目的とした。

結果を要約すると以下の通りである。

1. 被検者18名の平均年齢は42.3歳で $\dot{V}O_2 \text{ max}$ /kgは42.8 ml/kg/min, %HRmaxは180 beats/minであった。1500 m急歩の成績は765.9 sec, 平均速度は, 1.98 m/secであった。一方800 m急歩の成績は380.7 secで平均速度は, 2.15 m/secであった。
2. 1500 m急歩, 800 m急歩におけるゴール時点のHRは160 beats/min, 163 beats/minを示した。この値を%HRmaxでみると90%および93%HRmaxであった。%HRreserveを比較すると1500 m, 800 mの場合ともスタート直後でその60%に相当しゴール時点では85%, 89%であった。また% $\dot{V}O_2 \text{ max}$ でみると1500 mの場合は60~65%の値を維持していたが, 800 mでは一定して70%の値を維持した。
3. $\dot{V}O_2 \text{ max}$ /kgと1500 m急歩, 800 m急歩の成績の相関をみると1500 m急歩の場合は両者の間に相関がなかった。従って現在行なわれている文部省が指導している壮年体力テストの1500 m急歩は $\dot{V}O_2 \text{ max}$ /kgと成績の関係から全身持久性を評価する方法として妥当性がないと考えられる。
4. また, 一つの試案としての800 m急歩は $\dot{V}O_2 \text{ max}$ /kgとの間に $r = -0.66$ の比較的高い相関を示し, 全身持久性をみるフィールドテストとしてむしろ1500 mよりも短い距離を用いた方法が妥当性を示すものと考えられる。
5. しかし, 800 m急歩の場合, さらに400 m, 600 mの短い距離で設定することがフィールドテストとして有効であるとする可能性も考えられ, 今後, 距離および時間の設定に関しては更に詳細に生理的諸反応や指標をもとに, また安全性の点も考慮し, 十分な検討が必要である。

引用文献

- 1) Åstrand I (1960) : Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiol Scand* 49 Suppl 169 : 1-92.
- 2) Åstrand P O and Rodahl K R (1970) : *Textbook of work physiology*. McGraw-Hill Book Company, pp. 115-430.
- 3) Åstrand P O and Ryhming I (1954) : A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J Appl Physiol* 7 : 218-221.
- 4) Balke B (1963) : A Simple field test for the assessment of physical fitness. *CARI Report* 63-18. Oklahoma city : Civil Aero-medical Research Institute. Federal Aviation Agency, September.
- 5) Cooper K H (1968) : A means of assessing maximal oxygen intake. *J Am Med Assoc* 203 : 135-138.
- 6) Davies CT M (1968) : Limitations to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. *J Appl Physiol* 24 : 700-706.
- 7) Foster C, Anholm J D, Hellman C K, Carpenter J, Pollock M L and Schmidt D H (1981) : Left ventricular function during sudden strenuous exercise. *Circulation* 63 : 592-596.
- 8) 芳賀脩光, 松浦義行, 小関 迪, 松田光生, 浅見高明, 植屋悦男, 小島龍平, 鶴木秀夫, 爪田吉久 (1987) : 中高年者の全身持久性の評価の方法に関する研究. *体力科学* 35 : 495.
- 9) 芳賀脩光 (1990) : 有酸素運動のトレーナビリティ. 真興交易医書出版部, 東京, pp. 73-148.
- 10) Himann JE, Cunningham D A, Rechner P A and Paterson D A (1988) : Age-related changes in speed of walking. *Med Sci Sports Exerc* 20 (2) : 161-166.
- 11) 猪飼道夫 (1973) : Performance からみた持久性一発育発達の面からみた5分間走について一. 猪飼道夫論文選集Ⅳ. 「運動処方への道」, 杏林書院, 東京, pp. 318-333.
- 12) 松田岩男 (1985) : 体力テスト…そこが知りたい. *体育の科学* 35 (6) : 440-443.

- 13) 松島茂善 (1969) : 改訂 スポーツテスト. 第一法規出版, 東京 pp. 154-156.
- 14) 文部省体育局 (1979) : 体力テスト (成壮年編) - その実施と活用 -. 第一法規出版 東京, pp. 93-94.
- 15) 村山正博 (1990) : 運動と突然死 - その予防と対策 第1報, 文光堂, 東京, pp. 72-75.
- 16) 小笠原道生 (1934) : 同速度の歩行と走行に於ける酸素摂取量に就て. 体育研究 2 : 1-16.
- 17) 太田壽域, 小林規, 深代千之, 若山章信, 杉浦勉, 安野尚史, 神谷香一郎, 川村孝, 岩塚徹, 山根真紀 (1991) : 高齢者の歩行に関する研究 - 第1報 動的筋力および全身持久力からみた高齢者の歩行運動 -. スポーツ医・科学 5 (1) : 31-36.
- 18) 齋藤美奈子, 加賀谷瀬彦, 森井秀樹, 中川喜直, 木村直人, 吉田博幸, 広田公一 (1991) 競歩の生理学的研究 - 歩行スピードと酸素需要量の関係 -. 体力科学 40 : 31-40.
- 19) 芝山秀太郎, 江橋博, 西島洋子, 松沢真知子 (1979) 有酸素作業能の活動水準を高める中高年者の歩行運動. 体力科学 28 : 25-33.
- 20) 白井伊三郎, 古沢一夫 (1937) : 筋労作における optimal speed について. 日本生理誌 2 : 80-81.
- 21) 杉山允宏, 桐島日出夫, 平谷昭彦, 大八木達也 (1981) : 歩行のエネルギー消費. 人間工学 17 (6) : 259-265.
- 22) 竹島伸生, 田中喜代次, 小林章雄, 渡辺丈真, 鷺見勝博, 加藤孝之 (1992) : 高齢者の全身持久性評価における種々の間接法の妥当性. 体力科学 41 : 295-303.
- 23) 山地啓司 (1993) : 最大酸素摂取量による有酸素性代謝能力テスト. J J Sports Sci : 615-619.
- 24) 山岡誠一, 辻田純三, 平川和文 (1975) : 中高年者に対する持久性トレーニング効果ならびに持久性評価尺度相互間の関係. 体育科学 3 : 22-30.