

第8章 研究課題5

若年成人向けのRPEを用いた最大下12分間走テストの提案

第1節 緒言

教育現場で広く用いられている全身持久性のフィールドテストとしては、まず長距離走パフォーマンステスト（持久走テスト）があげられる。この測定法には、広いグラウンドを必要とする問題点があるものの、一度に多くの者を測定できるという実用性に富み、特別な専門的知識や多くの経費を必要としない利点がある。持久走テストは、（1）所定の距離を走るのに要した時間を測定する距離走と、（2）所定の時間内に走った距離を測定する時間走に大別できる。わが国では、距離走としては文部省の旧スポーツテストにあった1000 m走と1500 m走が、時間走としては猪飼（1967）の提案した5分間走とCooper（1968）の12分間走がよく知られている。これまでの報告から、これらの持久走テストの成績が $\dot{V}O_{2max}$ に高く相関することから、個人差の著しい集団のなかで個々の全身持久性を測定する場合、持久走テストは有用なフィールドテストであると考えられている（Cooper, 1968; Tanaka, 1985）

しかし、これまでの持久走テストでは所定の時間あるいは距離を全力で走り続けなければならないため、被検者にかなりの苦痛が強えられる。したがって、その実施に強い抵抗感を持つ者も少なくない。筆者らが予備調査として一般男子大学生149名を対象に12分間走テストに関するアンケート調査をおこなった結果、「体育の授業や体力測定で12分間走テストをおこなうことに関してどう思いますか」という問いかけに、47%の者が「ぜひやりたい」または「やった方がよい」と肯定的な回答をしたのに対して、7%の者が「絶

「やりたくない」, 46%の者が「できればやりたくない」と回答している。ちなみに, 否定的な回答をした者のなかでやりたくない理由として「きつから」と回答した者が71%もいた。これらのことから, 全力での持久走テストを通じて正確に全身持久性を測定するためには, 被検者全員に強い動機づけを与えなければならないことが明らかである。

そこで研究課題5では, 研究課題2~4での成果を参考に未検討の集団である若年成人を対象としてRPEを用いた最大下12分間走テストを提案し, その妥当性について検討することを目的とした。体力水準の高い若年成人の場合, 歩行では個人の心肺機能の働きを所定のレベルまで追い込めず, RPE13 (AT水準) を維持することが困難なこと, あえて心電図などのチェックが必要でなければフィールドでのテストの方が実用的であることから, 研究課題2で提案した12分間トレッドミル歩行テストをフィールドでの走テストに応用したものである。さらに, この12分間の走行距離を重要な独立変数とし, そのほかに簡便な項目を独立変数群に含めることによって, より推定精度の高い $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ の推定式を作成することを試みた。

第2節 方法

1) 対象者

対象者は、19歳～29歳の健康な若年成人男性28名で、平均年齢 22.3 ± 3.6 歳であった。対象者の身長、体重などの身体的特徴は表19に示した。なお、対象者一人ひとりに本研究の目的および測定内容を説明し、研究参加への承諾を得た。

2) $\dot{V}O_{2\max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ の測定

$\dot{V}O_{2\max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ の測定は、1分ごとに速度を10 mずつ高める多段階漸増負荷テストにて直接測定することとし、全身持久性の妥当基準に位置づけた。トレッドミルのベルトの傾斜は0%一定とし、被検者が疲労困憊に至るまでトレッドミル走を負荷した。測定方法の詳細は付録1に示した。

3) 12分間走テスト

本章で提案する最大下12分間走テストは、RPE13 “ややきつい” と感じる速度での自由ペース走行とした。研究課題2の成果を基に推定精度の最も高いと考えられるRPE13を選択した。テストは1周400 mの陸上競技場トラックを使用しておこなった。テストに先立ち、全被検者に対して、RPEや適当な走行の方法についての説明および指導をおこなった。とくに、本テストにおいては他人と競争しないことを強調し、12分間平均してRPE13を維持（きつく感じたら速度を下げ、楽に感じたら速度を上げて試行錯誤的に運動強度を維持）するよう指示した。実際の測定に当たっては5～10名を同時に走らせることとし、走行中は1分ごとに残り時間を被検者に伝えた。なお、できる

だけ競争心を押さえるために、スタート地点を4カ所（第1, 2, 3, 4コーナー）に分けて実施した。走行距離は周回数から求める距離とスタート地点から走行終了地点までの距離の合計として求め、全身持久性の評価指標とした。走行距離の計測は、トラックに10 m間隔で距離を表示して求め、10 m単位で切り捨てとした。28名中12名の被検者に対しては12分間走ゴール直後に指尖より採血し、YSI製の乳酸分析器（1500L）によって血中乳酸濃度を分析した。最大下12分間走テストのテストプロトコールは付録3に示した。

さらに、全力を出しきる従来型の12分間走テストは、一週間前に同様の方法で同一場所にて実施した。

4) 統計解析

$\dot{V}O_{2max}$ や $\dot{V}O_{2AT}$ と2種類の12分間走テストにおける走行距離との相関関係は、ピアソンの積率相関係数から検討した。最大下12分間走の走行距離と12分間走の走行距離との平均値の差異の検討は、対応あるt-testによりおこなった。統計的有意水準は、すべての検定において5%に設定した。 $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ を従属変数とする推定式の作成にあたっては、RPE13での12分間の走行距離、年齢、BMI、安静時HR、運動習慣（d/wk）を独立変数として、Stepwise法（変数増加法）による重回帰分析を施した。

第3節 結果

トレッドミルエルゴメータを使用した運動負荷テストの結果および2種の12分間走テストの結果を表19に示した。対象者の $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ の平均値は 57.9 ± 7.5 ml/kg/min, 45.4 ± 8.0 ml/kg/minであり、体力水準のかなり高い集団であった。また、12分間走テストの走行距離は、RPE13で 2758 ± 306 m, 全力では 3105 ± 394 mとなり、全力に比べてRPE13での走行距離が有意に短かった。12名から得られた最大下12分間走テスト直後の血中乳酸濃度の平均値は 3.6 ± 1.5 mMであった。

Table 19 Physical and physiological characteristics of subjects

		Mean \pm SD
Age	(yr)	22.3 \pm 3.6
Height	(cm)	170.3 \pm 5.4
Weight	(kg)	63.4 \pm 6.1
BMI		22.0 \pm 2.0
HR _{rest}	(b/min)	68.0 \pm 9.0
Habitual physical exercise	(d/wk)	3.0 \pm 2.0
$\dot{V}O_{2max}$	(ml/kg/min)	57.9 \pm 7.5
$\dot{V}O_{2AT}$	(ml/kg/min)	45.4 \pm 8.0
Submaximal 12-min run test	(m)	2758 \pm 306
12-min run test	(m)	3105 \pm 394*
Lactate at 12 minutes of submaximal run	(mM)	3.6 \pm 1.5

*Significantly different from submaximal 12-min run test ($P < 0.05$).

表20は、2種類の12分間走テストの走行距離と $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ の関係を示した。 $\dot{V}O_{2max}$ とRPE13での走行距離との間に $r = 0.85$ 、全力での走行距離との間に $r = 0.77$ といずれも有意な相関が認められた。また、 $\dot{V}O_{2AT}$ についても、RPE13での走行距離では $r = 0.86$ 、全力での走行距離では $r = 0.81$ と同様に有意な相関が認められた。なお、RPE13での走行距離と全力での走行距離との間には $r = 0.90$ の有意な相関が認められた(図13)。それぞれの12分間走テストにおける走行距離を従属変数として $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ を一次回帰式から推定する際のSEEは、RPE13での走行距離の場合4.10 ml/kg/minおよび4.18 ml/kg/min、全力での走行距離の場合4.89 ml/kg/minおよび4.80 ml/kg/minであった(表20)。さらに、Stepwise法の変数増加法によって $\dot{V}O_{2max}$ 、 $\dot{V}O_{2AT}$ それぞれについて重回帰分析をおこない、より精度の高い推定式作成を試みた結果、次の推定式が得られた。

$$\dot{V}O_{2max} = 0.019X_1 - 0.56X_2 + 17.93 \quad (R = 0.89, \text{SEE} = 3.64 \text{ ml/kg/min})$$

$$\dot{V}O_{2AT} = 0.021X_1 - 0.52X_2 - 0.75 \quad (R = 0.89, \text{SEE} = 3.81 \text{ ml/kg/min})$$

X_1 : 走行距離 (m), X_2 : 年齢 (歳)

Table 20 Linear regression and correlation coefficients between 12-min run distance and aerobic capacity

Independent variable Y (ml/kg/min)	Dependent variable X (m)	Slope	Y intercept	Correlation coefficient r	Standard Error of Estimation SEE (ml/kg/min)	%SEE
$\dot{V}O_{2max}$	Submaximal 12-min run distance	0.021	0.5	0.85*	4.10	7.1
$\dot{V}O_{2max}$	12-min run distance	0.015	12.1	0.77*	4.89	8.4
$\dot{V}O_{2AT}$	Submaximal 12-min run distance	0.023	-16.8	0.86*	4.18	9.2
$\dot{V}O_{2AT}$	12-min run distance	0.016	-5.8	0.81*	4.80	10.6

* $P < 0.05$

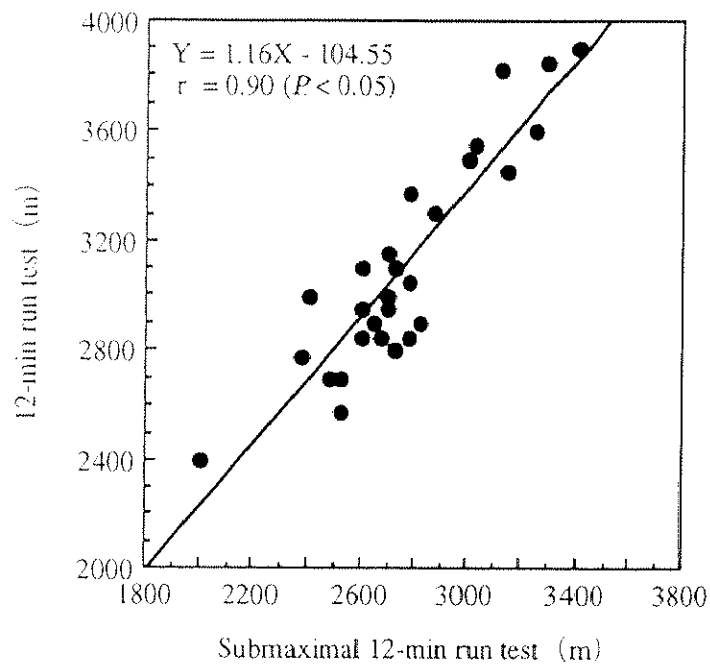


Figure 13 Relationships between 12-min run distance and submaximal 12-min run distance

第4節 考察

$\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ とフィールドパフォーマンスとの関連性を明らかにすることによって、より簡便に全身持久性を測定する方法が多くの研究者によって試みられてきた。Cooper (1968) は12分間全力走と $\dot{V}O_{2max}$ との間に $r = 0.90$ の相関があることを、その後になってほかの研究者も $r = 0.65 \sim 0.94$ の有意な相関があることを報告し (Jackson and Coleman, 1976; Maksud and Coutts, 1971), 12分間走やこれに類似する全力走が全身持久性を測定するフィールドテストとして、とくに有用であることを認めている。また、金子ら (1986) は、屋内での簡便な持久走テストとしてシャトルスタミナテストを提案し、その有用性を検討している。このようにフィールドパフォーマンスに基づく全身持久性の測定は簡便で実用性が高い。しかし、これらの方法は、運動強度が高すぎるため、被検者に高い動機づけが必要である。さらに、突発的な事故を起こす危険性も高まる。

この問題点を改善するテストとして、本章では、研究課題2での成果を参考に、最大下の走行から全身持久性を評価する最大下12分間走テストを提案した。直接測定した $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ に対してRPE13強度での走行距離は $r = 0.85$ および 0.86 と有意な相関が認められ、さらにこれまでの先行研究によって比較的妥当性の高い測定法とされる12分間走テスト ($r = 0.77, 0.81$) に比べて、より高い結果が得られた。このような興味深い結果が得られた理由として、競技者はともかく一般者のフィールドテストでは個人が自由にペースを調節するパフォーマンスに比べて全力を出しきるパフォーマンスは困難であることが考えられる。これらの結果を総合するとRPE13での最大下12分間走テストの妥当性は、従来から幅広く利用されている種々のフィールドテス

トの妥当性と同等かそれ以上と推察され、有用性の高いテストであるといえよう。

さらにこの最大下12分間走テストの結果とそのほかの簡便な項目を独立変数とし、Stepwise法を用いて $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ を推定する重回帰方程式の作成を試みた。その結果、独立変数として最大下12分間走テストの走行距離のほかに年齢のみが選択された。 $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ は加齢とともに減少することはよく知られており、先行研究においても重回帰法による $\dot{V}O_{2max}$ 推定式の独立変数として年齢が含まれている（Ebbeling et al., 1991; 熊谷ら1997; Maksud and Coutts, 1971）。本結果でも走行距離に加えて年齢を独立変数にすることによってかなりの精度で $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ を推定することが可能であり、重回帰方程式による推定の有用性が示唆された。

一方、本テストはRPEを運動強度の設定に用いている。これまでに体力を評価する指標としてRPEの有用性の高いことが報告されている（Hage, 1981; Noble, 1982）。本章からも、RPE13での走行距離と $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ の間に有意な相関が認められたこと、RPE13強度での走行距離が全力での走行距離に比べて有意に短かったことから、同一RPEでの仕事量の違いが全身持久性を評価する有用な指標となりえるというこれまでの見解を支持する結果が得られた。

RPEに規定された最大下12分間走テストの運動強度に関して、多段階漸増負荷中の生理学的反応と定常負荷での生理学的反応がほぼ一致すると仮定した場合（Glass et al., 1992; Tanaka, 1991）、本章で得られた結果を基に最大下12分間走中の平均速度と一致する多段階漸増負荷中の $\dot{V}O_2$ から最大下12分間走中の $\dot{V}O_2$ を予測すると、平均 47.2 ± 5.5 ml/kg/minであり、AT水準（ $45.4 \pm$

8.0 ml/kg/min) とほぼ同等かあるいはやや高い傾向にあったと考えられる。さらに、被検者12名についてはRPE13での最大下12分間走の直後に指尖から採血し、血中乳酸濃度を測定したが、平均 3.6 ± 1.5 mMであった。宮下ら(1989)は、VT(AT)水準での自転車駆動を負荷したとき15分後の血中乳酸濃度が 3.15 ± 0.14 mMであったことを報告している。また、Tanaka(1991)は、AT水準でのトレッドミル走を1時間おこなわせたときの血中乳酸濃度は20分後で 2.1 ± 0.6 mMであったと報告している。本章の結果はこれらの報告より高い傾向にあり、運動強度がAT水準を超えていたものと推測される。

第5節 まとめ

研究課題2～4の成果を基にRPE13を用いた若年成人向けの最大下12分間走テストを提案し、その妥当性について検討した。28名の若年成人男性（ 22.3 ± 3.6 歳）を対象として、 $\dot{V}O_{2\max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ と最大下12分間走および全力での12分間走との関係を検討した結果、12分間走（ $r = 0.77, 0.81$ ）に比べて、最大下12分間走（ $r = 0.85, 0.86$ ）の方が高い相関を示し、最大下12分間走テストによって全身持久性を妥当に測定できることが示唆された。さらに、最大下12分間走の走行距離とそのほかの簡便な情報を独立変数に加えることによって、より推定精度の高い $\dot{V}O_{2\max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ の推定式が作成できた。以上のことから、最大下12分間走テストは有用性の高いテストであるといえよう。ただ、本章での成果は若年成人男性についての結果であり、これが若年成人女性にまで適用できるかは明らかでない。