

## 全身持久性体力の評価法としての主観的運動強度を用いた 最大下12分間走テストの提案

中垣内真樹<sup>1)</sup> 熊谷もりえ<sup>2)</sup> 鍋倉賢治<sup>3)</sup>  
佐伯徹郎<sup>1)</sup> 三本木 温<sup>1)</sup> 田中喜代次<sup>3)4)</sup>

### Validation of the 12-min self-selected pace run as a field test of cardiorespiratory fitness in young men

Masaki Nakagaichi<sup>1</sup>, Morie Kumagai<sup>2</sup>, Yoshiharu Nabekura<sup>3</sup>,  
Tetsuro Saeki<sup>1</sup>, Yutaka Sambongi<sup>1</sup> and Kiyoji Tanaka<sup>3,4</sup>

#### Abstract

Twelve-minute run test developed by Cooper in 1968 is a popular field test to evaluate an individual's cardiorespiratory fitness. However, the test requires high subject motivation and is accompanied by a high cardiovascular risk because of its maximal nature. In an attempt to avoid this flaw, this study sought to develop a 12-min submaximal run test and to validate it as a field test of cardiorespiratory fitness. Twenty-eight men, aged 19-34 years ( $22.3 \pm 3.6$ ), served as subjects. Individual's cardiorespiratory fitness was evaluated by the distance covered in 12 minutes at the intensity corresponding to 13 on the Borg's ratings of perceived exertion (RPE13). All of the subjects performed a maximal stress test, the 12-min submaximal run test and the 12-min maximal run test.  $\dot{V}O_{2\max}$  and  $\dot{V}O_{2AT}$  of the subjects averaged  $57.9 \pm 7.5$  ml/kg/min and  $45.4 \pm 8.0$  ml/kg/min, respectively. The distance covered in 12-min submaximal run test ( $2758 \pm 306$  m) was significantly shorter than that covered in 12-min maximal run test ( $3105 \pm 394$  m). Analyses of data indicated that aerobic capacity ( $\dot{V}O_{2\max}$  and  $\dot{V}O_{2AT}$ ) significantly correlated with the 12-min submaximal run ( $r=0.85$  and  $0.86$ , respectively) and with the 12-min maximal run ( $r=0.77$  and  $0.81$ , respectively). Although the intensity of the 12-min submaximal run test was lower, their relationships were higher than that of the 12-min maximal run test. Our findings suggest that 12-min submaximal run test is a better cardiorespiratory fitness test than 12-min maximal run test. Furthermore, we attempted to develop equations to predict  $\dot{V}O_{2\max}$  and  $\dot{V}O_{2AT}$  using the distance covered in 12-min submaximal run and age. Multiple regression analyses to predict  $\dot{V}O_{2AT}$  and  $\dot{V}O_{2\max}$  yielded the following equations: the distance in the 12-min submaximal run (m) $X_1$  and age (yr) $X_2$ .

$$\dot{V}O_{2\max} = 0.0021X_1(m) - 0.52X_2(\text{yr}) + 0.75 \quad (R=0.89, \text{SEE}=3.81 \text{ ml/kg/min})$$

$$\dot{V}O_{2AT} = 0.0019X_1(m) - 0.56X_2(\text{yr}) + 17.93 \quad (R=0.89, \text{SEE}=3.64 \text{ ml/kg/min})$$

- 1) 筑波大学体育科学研究科  
〒305 つくば市天王台 1-1-1
- 2) 筑波大学体育研究科  
〒305 つくば市天王台 1-1-1
- 3) 筑波大学体育科学系  
〒305 つくば市天王台 1-1-1
- 4) 筑波大学先端学際領域研究センター  
〒305 つくば市天王台 1-1-1

1. Doctoral Program of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305
2. Master's Program of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305
3. Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305
4. Center for TARA\*, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305  
\* Tsukuba Advanced Research Alliance, (TARA principal researcher for Tanaka Project)

It was concluded that the distance covered during the 12-min submaximal run was a highly valid indicator of cardiorespiratory fitness.

**Key words: cardiorespiratory fitness, ratings of perceived exertion, submaximal running**  
(Japan J. Phys. Educ. 41: 173-179, SEPTEMBER, 1996)

キーワード：全身持久性体力、主観的運動強度、最大下走行

## 緒 言

全身持久性体力は、活発な身体活動を長時間にわたって維持する体力と定義され、呼吸、循環、血液などの酸素運搬系や組織の酸素利用系が総合的に関与することから、とくに健康に関連した体力として最も重要な意味をもち、その維持・向上は一般成人を対象とした運動処方を中心課題である<sup>3)</sup>。この体力は主として有酸素性能力に依存するため、生理学的には最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2\max}$ ) や乳酸性閾値 ( $\dot{V}O_{2LT}$ ) あるいは無酸素性代謝閾値 ( $\dot{V}O_{2AT}$ ) が最も妥当な指標とみなされている<sup>12,20,34)</sup>。しかし、これらの測定は、観血的であったり、被検者にかかなりの苦痛が強られることもある。また、短時間に集団を評価することができないといったテスト実施上の問題点を含む。さらに、熟練した技術や高価な実験機器を必要とし、測定手順も複雑で危険性を有することもあり、一般の教育機関やトレーニングセンターなどでの実施は極めて困難である<sup>21,23)</sup>。

実用性や簡便性を優先する立場から、一般の教育機関ではフィールドパフォーマンスから全身持久性体力を評価する方法 (12分間走・歩テスト、1500 m 走テスト、踏台昇降テストなど) が広く利用されている。Cooper<sup>7)</sup>は  $\dot{V}O_{2\max}$  と12分間の走行距離との間に有意な相関関係があることを、Tanaka et al.<sup>28)</sup>は個人差の著しい集団の  $\dot{V}O_{2\max}$  や  $\dot{V}O_{2LT}$  を予測する場合には、1500 m 走などの長距離走パフォーマンスが有用であることを報告している。このように、所定の時間または所定の距離を走り続けるフィールドテストの妥当性および信頼性についてはこれまで多くの研究がなされ、全身持久性体力の評価方法として有用である

ことが明らかにされている。しかし、これらの方法における運動強度は高すぎる (100%に近い) ことから、必ずしも安全性に優れるわけではない。さらに、全力で競い合うというテストの性格上、その実施において抵抗感を持つ者も少なくない。

現在のところ全身持久性体力の評価法に関しては「実用性に富む」、「安全性が高い」などの期待される諸条件を満たすものでないことから、もっと簡便で妥当性の保証される測定・評価法の確立が必要であろう。このような要請から、田中<sup>33)</sup>は中高年者および有疾患者向けの最大下トレッドミル歩行テストを提案し、その妥当性について検討している。また、竹島ら<sup>27)</sup>は60歳以上の高齢者の全身持久性体力を評価する場合、4種の間接法よりもペース配分を個人に任せる12分間歩行テストの方が高い妥当性を有することを報告している。

そこで本研究では、これらの研究成果を参考に未検討の集団である若年者を対象として主観的運動強度を用いた最大下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。これまでの全力を出しきるパフォーマンステストではなく、Borg<sup>5)</sup>による主観的運動強度 (ratings of perceived exertion: RPE) の13「ややきつい」に負荷強度を設定し、最大下の走行から全身持久性体力を評価しようとするものである。さらに、本研究ではこの12分間の走行距離を重要な独立変数とし、その他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  $\dot{V}O_{2\max}$  および  $\dot{V}O_{2AT}$  の推定式を作成することを試みた。

## 方 法

### 被検者

本研究の被検者は、19-34歳の健康な成人男性

28名で、平均年齢 $22.3 \pm 3.6$ 歳であった。対象者の身長、体重などの身体的特徴は表1に示した。なお、被検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。

### $\dot{V}O_{2\max}$ および $\dot{V}O_{2VT}$ の測定

$\dot{V}O_{2\max}$  および  $\dot{V}O_{2VT}$  は1分ごとに速度を10 m ずつ高める多段階漸増負荷法にて直接測定することとし、全身持久性体力の妥当基準に位置づけた。トレッドミルのベルトの斜度は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。 $\dot{V}O_{2\max}$  は1)  $\dot{V}O_2$  の levelling-off ( $\Delta\dot{V}O_2 < 150$  ml/min), 2) 呼吸交換比 $\geq 1.05$ , 3) 運動時心拍数の最大値 $\geq$ 予測最高心拍数( $220 - \text{暦年齢}$ )の95%, の3つの判定基準のうち2つ以上を満たす場合とした<sup>30)</sup>。 $\dot{V}O_{2VT}$  ( $\dot{V}O_{2AT}$ ) は、 $\dot{V}CO_2$ の増加する割合が $\dot{V}O_2$ よりも大きくなる時点での $\dot{V}O_2$ と定義し、V-slope法によって決定した<sup>4)</sup>。運動中の換気量および呼吸ガスの分析はMijnhardt製のOxycon System (OXYCON-GAMMA)を使用し、心拍数の測定はPolar製のHR モニタ (PE3000) により行なった。

### 12分間走テスト

本研究で提案する最大下12分間走テストは、Borg<sup>5)</sup>による主観的運動強度 (RPE) の13「ややきつい」と感じる速度での自由ペース走行とした。本研究ではRPE13前後の運動強度が概ねAT水準であるとの報告<sup>9,17,31)</sup>から、運動意欲が失われず全身持久性体力を維持・向上するために適した運動強度であるという根拠で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行なった。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行なった。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。各被検者には任意に十分な準備運動を行なうよう指示し、最

表1 対象者の身体的特徴および測定結果

	Mean	SD
年齢 (yr)	22.3	3.6
身長 (cm)	170.3	5.4
体重 (kg)	63.4	6.1
BMI (体重/身長 <sup>2</sup> ×10 <sup>4</sup> )	22.0	2.0
安静時 HR (b/min)	68.0	9.0
運動習慣 (d/wk)	3.0	2.0
$\dot{V}O_{2\max}$ (ml/kg/min)	57.9	7.5
$\dot{V}O_{2AT}$ (ml/kg/min)	45.4	8.0
最大下12分間走テスト (m)	2758	306
12分間走テスト (m)	3105*	394
最大下12分間走テスト直後の血中乳酸濃度 (mM)	3.6	1.5

\* $P < 0.05$  (最大下12分間走と比較して)

大下12分間走テストを実施した。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、全身持久性体力の評価指標とした。走行距離の計測はトラックに25 m 間隔で距離表示して求め、25 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最大下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。

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。

### 統計解析

$\dot{V}O_{2\max}$  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検定により行なった。統計的有意水準は、すべての検定において5%に設定した。 $\dot{V}O_{2\max}$  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強度での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。

### 結 果

トレッドミルを使用した運動負荷試験の結果および2種の12分間走テストの結果を表1に示した。被検者の $\dot{V}O_{2\max}$  および $\dot{V}O_{2AT}$  の平均値は $57.9 \pm 7.5$  ml/kg/min,  $45.4 \pm 8.0$  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強度で $2758 \pm 306$  m, 全力では $3105 \pm 394$  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 $3.6 \pm 1.5$  mM であった。

表2は2種類の12分間走テストの走行距離と $\dot{V}O_{2\max}$  および $\dot{V}O_{2AT}$  の関係を示した。ヒトの全身持久性体力を反映すると考えられる $\dot{V}O_{2\max}$  とRPE13強度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強度での走行距離では $r=0.86$ , 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強度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1)。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 $\dot{V}O_{2\max}$  および $\dot{V}O_{2AT}$  を一次回帰式から推定する際の標準誤差 (SEE) は、RPE13強度での走行距離の場合 $4.10$  ml/kg/min および $4.18$  ml/kg/min, 全

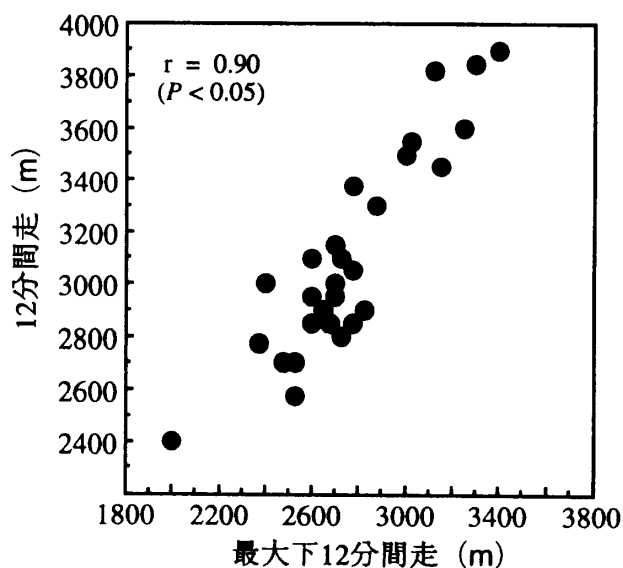


図1 最大下12分間走と12分間走の成績の散布図

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2)。さらに、Stepwise法によって $\dot{V}O_{2\max}$ ,  $\dot{V}O_{2AT}$  それぞれについて重回帰分析を行ない、最大下に12分間走テストの走行距離を重要な独立変数とした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。

$$\dot{V}O_{2\max} = 0.0019X_1 - 0.56X_2 + 17.93$$

(R=0.89, SEE=3.64 ml/kg/min)

$$\dot{V}O_{2AT} = 0.0021X_1 - 0.52X_2 + 0.75$$

(R=0.89, SEE=3.81 ml/kg/min)

$X_1$ ; 最大下に12分間走テストの走行距離 (m),  
 $X_2$ ; 年齢 (yr)

### 考 察

生理学的にいえば酸素摂取能力が呼吸循環系機

表2 走行距離と $\dot{V}O_{2\max}$  および $\dot{V}O_{2AT}$  との相関, 走行距離に基づく $\dot{V}O_{2\max}$  および $\dot{V}O_{2AT}$  の推定

従属変数	独立変数	相関係数	回帰係数	切片	推定の標準誤差
$\dot{V}O_{2\max}$	最大下12分間走	0.85*	0.021	0.5	4.10 ml/kg/min
$\dot{V}O_{2\max}$	12分間走	0.77*	0.015	12.1	4.89 ml/kg/min
$\dot{V}O_{2AT}$	最大下12分間走	0.86*	0.023	-16.8	4.18 ml/kg/min
$\dot{V}O_{2AT}$	12分間走	0.81*	0.016	-5.8	4.80 ml/kg/min

\* $P < 0.05$

能や骨格筋での酸化（代謝）能力を総合的に反映することから、 $\dot{V}O_{2\max}$  および  $\dot{V}O_{2AT}$  が全身持久性体力の最も妥当な評価指標と考えられている。しかし、 $\dot{V}O_{2\max}$  や  $\dot{V}O_{2AT}$  の直接測定には、特定の高価な機器や専門的な知識・技術が必要であり、また多人数を短時間に対象とすることも難しい。そこで  $\dot{V}O_{2\max}$  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体力を評価する方法が多くの研究者によって試みられてきた。Cooper<sup>7)</sup>は12分間全力走と  $\dot{V}O_{2\max}$  との間に  $r=0.90$  の相関があることを、その後になって他の研究者も  $r=0.65-0.94$  の有意な相関があることを報告し<sup>15,19)</sup>、12分間走やこれに類似する全力走が全身持久性体力を評価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<sup>16)</sup>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体力の評価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、被検者に高い動機付けが必要である。さらに、突発的な事故を起こす危険性も高まる。一方、安全性を優先する立場から、最大下作業時の生理的反応と仕事量を利用して  $\dot{V}O_{2\max}$  を推定するさまざまな間接法が考案されている<sup>2,27,28)</sup>。しかし、最大下作業中の心拍数を利用する間接法の場合、1) 運動中の心拍数を正確に測定していること、2) 運動中の負荷を正確に測定していること、3) 心拍数と酸素摂取量の直線関係の傾きに個人差が小さいことなどが必要条件となる。このように間接法に関しても、簡便で推定精度が高い評価法が確立されているとはいいがたい。

以上のような問題点を改善する評価法として、本研究では最大下のトレッドミル歩行から全身持久性体力を評価するという田中<sup>33)</sup>の研究成果を参考に、最大下の走行から全身持久性体力を評価する最大下12分間走を提案した。直接測定した  $\dot{V}O_{2\max}$  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

的妥当性の高い評価法とされる12分間走 ( $r=0.77, 0.81$ ) 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評価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。しかし、本研究では最大下12分間走の再テスト (test-retest) を実施していないため、テストの信頼性がどの程度あるのかについては検討できなかった。Dojittle と Bigbee<sup>10)</sup>によると、中学生を対象とした12分間走テストの再現性は  $r=0.94$  と高い。最大下での走テストについて、浅見ら<sup>1)</sup>は、大学生を対象に「軽く」、「中くらいの強さで」および「かなり強く」の感覚で10分間走を行なわせたときの走行距離の再現性が  $r=0.76-0.87$  であったことを報告している。また、田中<sup>33)</sup>は最大下での12分間トレッドミル歩行テストの再現性が良好 ( $r=0.92$ ) であったと報告している。このように最大下での走テストの信頼性は、全力での走テストと同水準にあるかまたはそれに近いと考えられる。

本研究では、この最大下12分間走テストの結果とその他の簡便な項目を独立変数とし、Stepwise 法を用いて  $\dot{V}O_{2\max}$  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他に年齢のみが選択された。 $\dot{V}O_{2\max}$  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  $\dot{V}O_{2\max}$  推定式の独立変数として年齢が含まれている<sup>11,19,28)</sup>。本研究において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  $\dot{V}O_{2\max}$  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、本法は Borg による主観的運動強度のス

ケール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主観的運動強度の有用性の高いことが報告されている<sup>14,24)</sup>。全身持久性体力の高い者が低い者に比べて、同一負荷に対してより低い RPE を示すことは、容易に予想されることである。したがって、同一 RPE では全身持久性体力の高い者の仕事量が体力の低い者よりも大きくなることを意味している。本研究においても、RPE13強度での走行距離と  $\dot{V}O_{2\max}$  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体力を評価する有用な指標となり得るといふこれまでの見解を支持する結果が得られた。

運動を処方する際には、運動の強度、時間、頻度が基礎的な要素となるが、その中でも運動強度の選定は最も重要である。運動強度については ACSM の基準<sup>3)</sup>によると RPE12-13が適当であるとされている。また、Kim et al.<sup>17)</sup>は、LT (AT) 水準で自転車駆動を1時間行なわせた場合、RPEは10分後で $11.0 \pm 0.7$ 、60分後で $14.3 \pm 0.9$ であったと報告している。Demello et al.<sup>9)</sup>は若年健常者における AT 水準での RPE は13-14に相当し、運動トレーニングの進行段階や体力水準あるいは性別に関係なくほぼ一定であることを報告している。本研究ではこれらの知見から AT 水準での運動を目標として運動強度を RPE13に設定した。そこで、漸増負荷中の生理的反応と定常負荷での生理的反応がほぼ一致すると仮定した場合<sup>13,32)</sup>、本研究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 $47.2 \pm 5.5$  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 $3.6 \pm 1.5$  mM であった。宮下ら<sup>22)</sup>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 $3.15 \pm 0.14$  mM であつた

ことを報告している。また、Tanaka<sup>32)</sup>は AT 水準でのトレッドミル走を1時間行なわせたときの血中乳酸濃度は20分後で $2.1 \pm 0.6$  mM であったと報告している。本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。しかし、本研究で提案した最大下12分間走テストの運動強度は12分間走テストに比べて低いことは明らかであり、運動強度が AT 水準を超えた場合に起こる代謝性アシドーシスによる呼吸器系への過度の負担<sup>31)</sup>、1回拍出量および心機能の低下<sup>6,29)</sup>、心筋虚血の増大<sup>8)</sup>などを軽減できると考えられることから、全力走に比較して理論上安全性が高いといえよう。

これまでの成果を総合すると、RPE13強度での最大下12分間走テストは、フィールドにおいて多人数を同時に測定でき実用性の高いこと、運動強度が RPE13 (概ね AT 水準) に設定され安全性の高いことから、テストを実施する上で有用性が高いといえる。また、体力水準の評価だけにとどまらず、全身持久性体力を中心とする体力の維持・向上のための運動としても位置づけられる。全身持久性体力を中心とする健康関連体力評価の社会的需要を考慮すると、信頼性、妥当性を満たす簡便なテストの開発がなされれば、幅広い現場においてヒトの全身持久性体力を簡易に評価することが可能となり、その意義は大きいと思われる。今回の被検者は比較的体力水準の高い若年者であったため、体力水準のもっと低い者や中年者にまで適用範囲が及ぶかは明らかでない。今後さらに幅広い多数のデータを収集し、より多角的に RPE13強度での最大下12分間走テストの妥当性、有用性について検討したい。

## 文 献

- 1) 浅見俊雄・足立長彦・山本恵三・北川 薫・広田公一 (1976) 主観による運動強度の選択について—10分間走の場合—. 体育科学 4: 1-5.
- 2) 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: 218-220.
- 3) American College of Sports Medicine (1986)

- Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Lea & Febiger, 3rd edition, Philadelphia.
- 4) Beaver, W. L., Wasserman, K. and Whipp, B. J. (1985) Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. *J. Appl. Physiol.* 59: 1936-1940.
  - 5) Borg, G. A. V. (1973) Perceived exertion: A note on "history" and methods. *Med. Sci. Sports* 5: 90-93.
  - 6) Concu, A. and Marcello, C. (1993) Stroke volume response to progressive exercise in athletes engaged in different types of training. *Eur. J. Appl. Physiol.* 66: 11-17.
  - 7) Cooper, K. H. (1968) A means of assessing maximal oxygen intake. *J.A.M.A.* 203: 135-138.
  - 8) Coyle, E. F., Martin, W. H. and Ehsani, A. A. (1983) Blood lactate threshold in some well-trained ischemic heart disease patients. *J. Appl. Physiol.* 54: 18-23.
  - 9) Demello, J. J., Cureton, K. J. and Boineau, R. E. (1987) Ratings of perceived exertion at lactate threshold in trained and untrained men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 19: 354-362.
  - 10) Dolittle, T. L. and Bigbee, R. (1968) The twelve minute run-walk: a test of adolescent boys. *Res. Quart.* 39: 491-495.
  - 11) Ebbeling, C. B., Ward, A., Puleo, E. M., Widrick, J. and Rippe, J. M. (1991) Development of a single-stage submaximal treadmill walking test. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23: 996-973.
  - 12) Farrell, P. A., Wilmore, J. H., Coyle, E. F., Billing, J. E. and Costill, D. L. (1979) Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med. Sci. Sports.* 11: 338-344.
  - 13) Glass, S. C., Knowlton, R. G. and Becque, M. D. (1992) Accuracy of RPE from graded exercise to establish exercise training intensity. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 24: 1303-1307.
  - 14) Hage, P. (1981) Perceived exertion: One measure of exercise intensity. *Physician Sportsmed.* 19: 136-143.
  - 15) Jackson, A. S. and Coleman, A. E. (1976) Validation of distance run test for elementary school children. *Res. Quart.* 47: 86-94.
  - 16) 金子公有・淵本隆文・末井健作・田路秀樹・矢邊順子・西田 充 (1986) 簡便な屋内持久走テストの提案—シャトル・スタミナテスト (SST) の考案と検討—。 *体育の科学* 36: 809-815.
  - 17) Kim, H. S., Tanaka, K. and Maeda, K. (1992) Metabolic and cardiorespiratory responses during cycling exercise below, at, and above lactate threshold. *Jpn. J. Appl. Physiol.* 22: 307-315.
  - 18) Kline, G. M., Porcari, J. P., Hintermeister, R., Freedson, P. S., Ward, A., Mccarron, R. F., Ross, J. and Rippe, J. M. (1987) Estimation of  $\dot{V}O_{2\max}$  from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Med. Sci. Sports Exerc.* 19: 253-259.
  - 19) Maksud, M. G. and Coutts, K. D. (1971) Application of Cooper 12-minute run-walk test to young males. *Res. Quart.* 42: 54-59.
  - 20) McArdle, W. D., Katch, F. I. and Katch, V. L. (1981) Training for anaerobic and aerobic power. (In) *Exercise physiology*. Lea & Febiger, Philadelphia, 266-285.
  - 21) 宮村実晴 (1986) 最大酸素摂取量の再検討。 *体育の科学* 36: 358-364.
  - 22) 宮下充正・山本義春・田村真一・篠原 稔・武藤芳照 (1989) 換気性作業閾値が無酸素性作業閾値を与える。 *体育の科学* 39: 391-396.
  - 23) 中村好男・山本義春 (1989) AT 測定法のゆくえ。 *体育の科学* 39: 391-396.
  - 24) Noble, B. J. (1982) Clinical applications of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14: 406-411.
  - 25) Siconolfi, S. E., Cullinane, M., Carleton, R. A. and Thompson, P. D. (1982) Assessing  $\dot{V}O_{2\max}$  in epidemiologic studies: modification of the Åstrand-Ryhming test. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14: 335-338.
  - 26) 信田宜司・長谷川陽三・田中喜代次 (1991) 心拍変動フィードバック管理負荷制御方式に基づく正弦波的運動負荷トレーニングの肥満および高血圧に及ぼす影響。 *臨床スポーツ医学* 8: 65-73.
  - 27) 竹島伸生・田中喜代次・小林章雄・渡辺丈真・鷲見勝博・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.
  - 28) Tanaka, K. (1985) Validity of endurance performance test as a possible substitute for cardiorespiratory fitness. *Osaka City Univ. J. Health Sci. Phys. Educ.* 21: 19-28.
  - 29) Tanaka, K., Yoshimura, T., Sumida, S., Mitsuzono, R., Tanaka, S., Konishi, Y., Watanabe, H., Yamada, S. and Maeda, K. (1986) Transient responses in cardiac function below, at, and above anaerobic threshold. *Eur J. Appl. Physiol.* 55:

- 356-361.
- 30) Tanaka, K., Watanae, H., Konishi, Y., Mitsuzono, R., Sumida, S., Tanaka, S., Fukuda, T. and Nakadomo F. (1986) Longitudinal associations between anaerobic threshold and distance running performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 55: 248-252.
- 31) 田中喜代次 (1990) 高齢者に対する運動処方とその注意事項. *体育の科学* 40: 940-948.
- 32) Tanaka, K. (1991) Cardiorespiratory and lactate responses to a 1-hour submaximal running at the lactate threshold. *Ann. Physiol. Anthropol.* 10: 155-162.
- 33) 田中喜代次 (1995) 全身持久性能力の簡易評価法に関する提案. *臨床スポーツ医学* 12: 217-223.
- 34) Taylor, H. L., E. Buskirk, E. and Henschel, A. (1955) Maximal oxygen intake as an objective measure of cardiorespiratory performance. *J. Appl. Physiol.* 8: 73-80.

(平成7年12月13日受付)  
(平成8年5月18日受理)