

原著

質問紙法で推定した最大酸素摂取量の運動種目の違いによる妥当性の検討
—中高齢者を対象として—VALIDITY OF A SIMPLE QUESTIONNAIRE TEST FOR PREDICTING MAXIMAL
OXYGEN UPTAKE IN MIDDLE-AGED AND OLDER ADULTS AMONG VARIOUS
EXERCISE GROUPS沼尾成晴¹⁾, 田中喜代次²⁾, 林容市³⁾, 中垣内真樹⁴⁾,
藤村透子⁵⁾, 佐藤進⁶⁾, 出村慎一⁷⁾Shigeharu NUMAO¹⁾, Kiyoji TANAKA²⁾, Yoichi HAYASHI³⁾,
Masaki NAKAGAICHI⁴⁾, Michiko FUJIMURA⁵⁾, Susumu SATO⁶⁾,
Shinichi DEMURA⁷⁾**Abstract**

Although a self-report questionnaire has already been developed to evaluate maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_{2max}$) indirectly, it is still unclear whether it can accurately predict $\dot{V}O_{2max}$, especially in middle-aged and older adults. The purpose of this study was to compare differences between directly measured $\dot{V}O_{2max}$ using a cycle ergometer protocol and $\dot{V}O_{2max}$ predicted by a self-report questionnaire. One hundred forty subjects (aged 61.3 ± 8.2) were divided into four groups: control group (group C, $n = 33$), walking group (group W, $n = 37$), trekking group (group T, $n = 44$) and jogging group (group J, $n = 26$). $\dot{V}O_{2max}$ was measured following an incremental protocol using a Monark cycle ergometer (measured $\dot{V}O_{2max}$) and by a self-report questionnaire (predicted $\dot{V}O_{2max}$). Pearson correlation coefficients between measured $\dot{V}O_{2max}$ and predicted $\dot{V}O_{2max}$ were significant in all groups. However, standard errors of estimation (SEE) of group J were higher than those reported in previous studies. The difference in measured $\dot{V}O_{2max}$ and predicted $\dot{V}O_{2max}$ correlated significantly with the mean between the measured and predicted $\dot{V}O_{2max}$ in group J. There were significant differences between the measured $\dot{V}O_{2max}$ and the predicted $\dot{V}O_{2max}$ in groups T and J. These results suggest that when the exercise intensity is high, such as in jogging, and consequently when $\dot{V}O_{2max}$ is high, the self-report questionnaire method might underestimate $\dot{V}O_{2max}$.

Key words: *Maximal oxygen uptake, A self-report questionnaire, Exercise types, Exercise intensity*

キーワード ; 最大酸素摂取量, 質問紙, 運動種目, 運動強度

- | | |
|---------------------|---|
| 1) 筑波大学人間総合科学研究科 | Doctoral Program in Comprehensive Human Science, University of Tsukuba |
| 2) 筑波大学体育科学系 | Institute of Health and Sports Science, University of Tsukuba |
| 3) 筑波大学体育科学研究科 | Doctoral Program in Health and Sports Science, University of Tsukuba |
| 4) 長崎大学大学教育機能開発センター | Research and Development Center for Higher Education, Nagasaki University |
| 5) つくばヘルスフィットネス研究会 | Tsukuba Health-Fitness Research Lab. |
| 6) 金沢工業大学 | Kanazawa Institute of Technology |
| 7) 金沢大学教育学部 | Faculty of Education, Kanazawa university |

I. 緒言

全身持久性体力は、一般的に固定式の自転車エルゴメータやトレッドミルエルゴメータなどの運動中にエネルギー代謝測定装置機器を使用して測定される最大酸素摂取量 (maximal oxygen uptake: $\dot{V}_{O_2\max}$) や、無酸素性代謝閾値 (嫌気性代謝閾値) (anaerobic threshold: AT) または乳酸性閾値 (lactate threshold: LT) に相当する酸素摂取量 (\dot{V}_{O_2AT} または \dot{V}_{O_2LT}) の大小から評価される。しかし、市区町村自治体や学校教育などの現場において大集団の全身持久性体力を評価したり、その集団から低体力者をスクリーニングしたりする場合、 $\dot{V}_{O_2\max}$ や \dot{V}_{O_2LT} の直接測定法は経済性や安全性、簡便性のいずれの面からみても有用であるとはいえない¹⁾。

このような実情をふまえ、近年、最大下 (中程度) の自転車運動や時間走、距離走といった簡便なパフォーマンステストに基づいて $\dot{V}_{O_2\max}$ を間接的に求める方法^{2~17)} が開発されている。また最近では、パフォーマンステストを用いずに全身持久性体力のおおよその把握ができ、低体力者を含む多数の人のスクリーニングが一度にできる簡易テストとして、質問紙を用いた $\dot{V}_{O_2\max}$ の推定方法 (以下質問紙法) が提案されている^{1,18~20)}。その中でも田中ら¹⁾ が提案した質問紙は、「現在の急歩能力」、「子どものころの長距離走能力」、「現在の心肺能力」、および「最近の運動実践頻度」、「体脂肪率」の5項目から構成されており、4つの質問に対する回答と1つの測定結果から $\dot{V}_{O_2\max}$ を推定するものである。田中ら¹⁾ は、この質問紙を用いて、一般健康女性と有疾病女性を対象に $\dot{V}_{O_2\max}$ の推定を試み、妥当性の高い推定が可能であることを報告している。その後、Nakagaichi et al.²¹⁾ は一般健康男性と有疾病男性を対象にこの質問紙の妥当性を再認している。

質問紙法の利用は、市区町村自治体の健康診断や体力測定、学校現場などで一度に多くの人を対象として全身持久性体力をスクリーニングする場合に適している。その中でも体力差の大きい中高齢者の体力評価は、安全で適切な運動をおこなうためにできるだけ正確に把握することが重要であり、多くの中高年齢者に適した精度の高い質問紙法の開発が期待される。中高齢者の体力の個人差は、日常生活における身体活動の差異に影響をうけることが報告されている^{22,23)}。そのため、日常生活における身体活動の増加に貢献する運動やスポーツは、個人の体力に影響を及ぼし、中高齢者の体力差を大きくする要因の一つになると予想される。

このことから、中高齢者の全身持久性体力を質問紙法によって間接的に測定・評価する際には、日常生活の身体活動や運動状況の詳しい情報を質問紙に取り入れることで、 $\dot{V}_{O_2\max}$ の推定精度が高まると思われる。しかしながら、田中らの提案した $\dot{V}_{O_2\max}$ 推定のための質問紙¹⁾ では、現在の身体活動や運動状況に関する情報として「現在の運動実践頻度」が問われているにとどまり、「現在実践している運動種目」やその「運動強度」などの情報は含まれていない。つまり、現在の質問紙が多くの中高年齢者の $\dot{V}_{O_2\max}$ を推定するために必要な情報を満たしているとは言い切れない。

そこで本研究では、運動習慣のある中高齢者を対象とし、 $\dot{V}_{O_2\max}$ の実測値と質問紙による推定値の関係を、対象者が実

践している運動種目ごとに比較することにより、従来の質問紙が運動習慣をもつ中高齢者に対する適用可能性について検討することを目的とした。

II. 方法

A. 対象者

対象者は、平均年齢 63.6 ± 7.8 歳の男性 76 名、 58.8 ± 8.0 歳の女性 70 名の計 146 名 (61.3 ± 8.0 歳) であった。これらの対象者を、運動習慣のない群 (control 群: C 群, $n = 34$) とある群 ($n = 116$) とに分けた。運動習慣のある群はさらに、習慣的に実践している種目によりジョギング (jogging 群: J 群, $n = 26$)、登山 (trekking 群: T 群, $n = 49$)、ウォーキング (walking 群: W 群, $n = 37$) の3群に分類した。

国民栄養調査²⁴⁾において、運動習慣のある者は「運動を週2回以上かつ1回30分以上で1年以上継続した者」と定義されている。本研究では運動を特別な場所や条件で実践している者 (ここでは山を中心として運動を実践している者) を考慮し、国民栄養調査²⁴⁾で示されている基準を月間の運動時間に換算したもの、つまり「運動を月に4時間以上実践し、1年以上継続している者」を運動習慣のある者と定義した。また、本研究では体力測定時に、実践している運動の種類について筆者たちが聞き取り調査した。その結果から、運動の種目が単数の者はその種目を、複数の者は本人の自己申告により最も高頻度で実践している運動の種目を「運動種目」とみなした。

B. 運動負荷テストによる $\dot{V}_{O_2\max}$ の測定

運動負荷テストには、Monark 社製の自転車エルゴメータ (818E) を用いた。サドル高は被験者の脚長にあわせて調節し、ペダルが最下部に達したときに膝関節が大きく曲がらないように設定した。摩擦負荷のない状態 (0 kp) で2分間のウォーミングアップ後、1分間ごとに0.25 kp ずつ負荷強度を高める多段階漸増負荷法により個人ごとの $\dot{V}_{O_2\max}$ を求めた。運動負荷テスト中のペダルの回転数は、電子メトロノームを用いて60 rpm に維持させた。つまり、1分ごとに増加する強度は0.25 kp と60 rpm の積から15 watts となる。運動中はMijnhardt 社製の自動呼気ガス分析器 (Oxycon Alpha) を用いて、breath-by-breath 法により酸素摂取量 (\dot{V}_{O_2})、二酸化炭素排出量 (\dot{V}_{CO_2})、換気量 (\dot{V}_E) を求めた。運動中は心電図と心拍数 (heart rate: HR) を連続観察し、運動中の事故防止に努めた。 $\dot{V}_{O_2\max}$ は先行研究²⁵⁾に示されている1) \dot{V}_{O_2} の leveling-off (\dot{V}_{O_2} の上昇度が前負荷での \dot{V}_{O_2} と比較して150 ml/min 未満)、2) 呼吸交換比が1.10以上、3) 運動時の HR の最大値が予想最大 HR (220 - 年齢) の90%以上、3つの判定基準のうち2つ以上を満たすことを条件として決定した。

C. 質問紙法による $\dot{V}_{O_2\max}$ の推定

$\dot{V}_{O_2\max}$ を質問紙から推定するために、田中ら¹⁾によって考案された全身持久性体力 ($\dot{V}_{O_2\max}$) の簡易測定法を用いた。質問紙は、「現在の急歩能力 (5段階尺度)」、「子どものころの長距離走能力 (5段階尺度)」、「最近の運動実践頻度 (4段階尺

沼尾 成晴 他：質問紙法で推定した最大酸素摂取量の運動種目の違いによる妥当性の検討 —中高齢者を対象として—

度)、「現在の心肺能力 (5 段階尺度)」、「体脂肪率 (3 段階尺度)」の 5 項目から構成されている。これらの合計得点を性別、年齢別の $\dot{V}O_2\max$ 換算表¹⁾にあてはめ、個人の推定 $\dot{V}O_2\max$ を求めた。

質問項目 1「現在の急歩能力 (5 段階尺度)」は、自己評価 (診断) によっても体力水準 (急歩能力) がある程度正確に捉えられるという先行研究の成果に基づき選定した^{26, 27)}。項目 2「子どものころの長距離走能力 (5 段階尺度)」は体力 (全身持久性体力) が遺伝的支配を強く受ける²⁸⁻³¹⁾ ということを根拠に、項目 3「最近の運動実践頻度 (4 段階尺度)」は体力 (全身持久性体力) がトレーニングや運動実践状況によって大きく左右される³²⁻³⁵⁾ ことを根拠として選定した。身体活動時に重要な心肺機能水準の自己評価として、項目 4「現在の心肺能力 (5 段階尺度)」を、体脂肪率の水準が $\dot{V}O_2LT$ や $\dot{V}O_2\max$ の推定に有効な情報となることが明らかになっていることから項目 5「体脂肪率 (3 段階尺度)」を選定した^{4, 8, 36)}。

D. データ分析

$\dot{V}O_2\max$ の測定方法 (実測法, 推定法) および 4 群 (C 群, J 群, T 群, W 群) 間差の検討をおこなうため二要因 (群×測定方法) 分散分析を用い、有意差が認められた場合、Scheffe 法にもとづき多重比較検定をおこなった。方法間の対応関係を検討するためピアソンの積率相関係数 (r) を求め、4 群それぞれにおいて $\dot{V}O_2\max$ の定値の実測値に対する回帰から標準推

定誤差 (standard error of estimation: SEE) を求めた。また、Bland & Altman³⁷⁾ の方法を用いて実測値と推定値の一致度と誤差量について検討をおこなった。なお、本研究における統計的有意水準はすべて 5%とした。

III. 結果

4 群の身体的特徴を表 1 に、 $\dot{V}O_2\max$ の実測値および質問紙による推定値の平均値と標準偏差などを表 2 に示した。4 つの群と $\dot{V}O_2\max$ の測定値を用いて二要因分散分析をおこなった結果、群間差、測定方法間差、また交互作用が認められた (表 2)。その後、多重比較検定により、推定値は C 群と J, T 群, W 群と J, T 群の運動群間に有意差が得られた。実測値においても、推定値と同一の群間差異に加え、T 群と J 群の間にも有意差が得られた (表 2)。また、各群の $\dot{V}O_2\max$ の実測値と推定値を比較したところ、T, J 群において有意差が得られた。本研究における全対象者の $\dot{V}O_2\max$ の推定値と実測値の相関係数は、 $r = 0.70$ 、4 群における $\dot{V}O_2\max$ の推定値と実測値の相関係数は、C 群で $r = 0.70$ 、W 群で $r = 0.62$ 、T 群で $r = 0.53$ 、J 群で $r = 0.68$ であり、すべて統計的に有意であった (表 3)。 $\dot{V}O_2\max$ の実測値に対する推定値から求めた回帰直線における SEE は C 群、W 群、T 群、および J 群ではそれぞれ 4.27 ml/kg/min、4.26 ml/kg/min、4.58 ml/kg/min、7.30 ml/kg/min であった (表 3)。また、Bland & Altman³⁷⁾ の方法を用いて検討を行った結果、信頼

Table 1. Anthropometric characteristics of the subjects

	All (n = 140)	group C (n = 33)	group W (n = 37)	group T (n = 44)	group J (n = 26)	post-hoc test
	mean±SD	mean±SD	mean±SD	mean±SD	mean±SD	
Age (yr)	61.3 ± 8.2	56.8 ± 10.1	65.6 ± 4.6	61.0 ± 7.9	61.1 ± 7.1	C < W
Height (cm)	159.5 ± 7.6	159.0 ± 6.4	156.6 ± 8.5	160.4 ± 6.6	162.5 ± 7.9	W < J
Weight (kg)	59.5 ± 9.8	64.4 ± 11.3	58.0 ± 9.6	58.0 ± 9.1	56.0 ± 7.1	J < C
BMI (kg/m ²)	23.3 ± 3.1	25.4 ± 3.7	23.6 ± 2.7	22.9 ± 2.5	21.1 ± 1.7	J, T < C, J < W

group C = control group; group W = walking group; group T = trekking group; group J = jogging group

Table 2. Measured $\dot{V}O_2\max$ and predicted $\dot{V}O_2\max$ in each group.

	group C (n = 34)	group W (n = 37)	group T (n = 50)	group J (n = 26)	ANOVA			post-hoc test
	mean±SD	mean±SD	mean±SD	mean±SD	group	measurement	interaction	
Measured $\dot{V}O_2\max$ (ml/kg/min)	26.7 ± 5.8	26.0 ± 5.3	34.0 ± 5.1	39.9 ± 9.7	25.5 **	55.0 †	17.2 ††	C, W < T < J
Predicted $\dot{V}O_2\max$ (ml/kg/min)	25.5 ± 5.0	26.7 ± 4.8	29.6 ± 5.2 *	31.9 ± 5.4 *				C, W < T, J

* significantly different ($P < 0.05$) from measured $\dot{V}O_2\max$.

** significant group effect ($P < 0.05$)

† significant measurement effect ($P < 0.05$)

†† significant group × measurement interaction ($P < 0.05$)

限界値はC群で9.71から-7.49 ml/kg/min, W群で8.19から-9.58 ml/kg/min, T群で14.19から-6.29 ml/kg/minであり, J群では22.47から-6.57 ml/kg/minであった. 実測値と推定値の誤差量の平均値はC群, W群, T群, およびJ群ではそれぞれ1.21 ml/kg/min, -0.69 ml/kg/min, 4.41 ml/kg/min, 7.95 ml/kg/minであった. また, Bland & Altman³⁷⁾の方法から各群において相関係数を算出したところ, J群のみに有意な相関係数が得られた(図2).

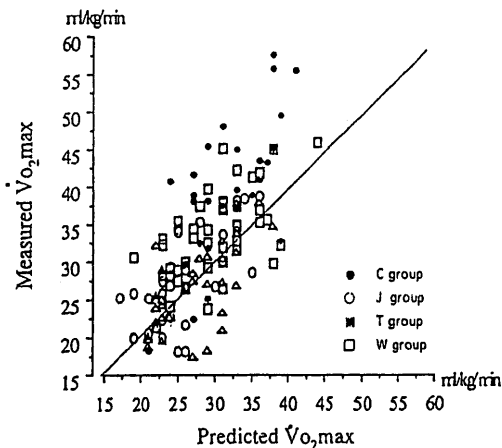


Fig. 1 A scatter diagram describing the relationship between measured $\dot{V}O_{2max}$ and predicted $\dot{V}O_{2max}$ values in the four groups.

IV. 考察

先行研究¹⁾では, 有疾病者や一般中高齢者向けの $\dot{V}O_{2max}$ の評価法として質問紙法が提案されており, それにより推定された $\dot{V}O_{2max}$ と直接法により測定された $\dot{V}O_{2max}$ との間に有意な高い相関が認められていることから, $\dot{V}O_{2max}$ を妥当に評価できる測定方法であると考えられる. しかし, 運動習慣のある中高齢者を対象とした検討がおこなわれておらず, 多くの中高齢者に対して適切に $\dot{V}O_{2max}$ を推定することが可能かを確認する

Table 3. Pearson correlation coefficients and standard errors of estimation between measured $\dot{V}O_{2max}$ and predicted $\dot{V}O_{2max}$.

	group C (n = 35)	group W (n = 43)	group T (n = 50)	group J (n = 26)
Predicted $\dot{V}O_{2max}$ (ml/kg/min)	0.70*	0.62*	0.53*	0.68*
SEE (ml/kg/min)	4.27	4.26	4.58	7.30

* significantly correlated ($P < 0.05$)

SEE = standard errors of estimation

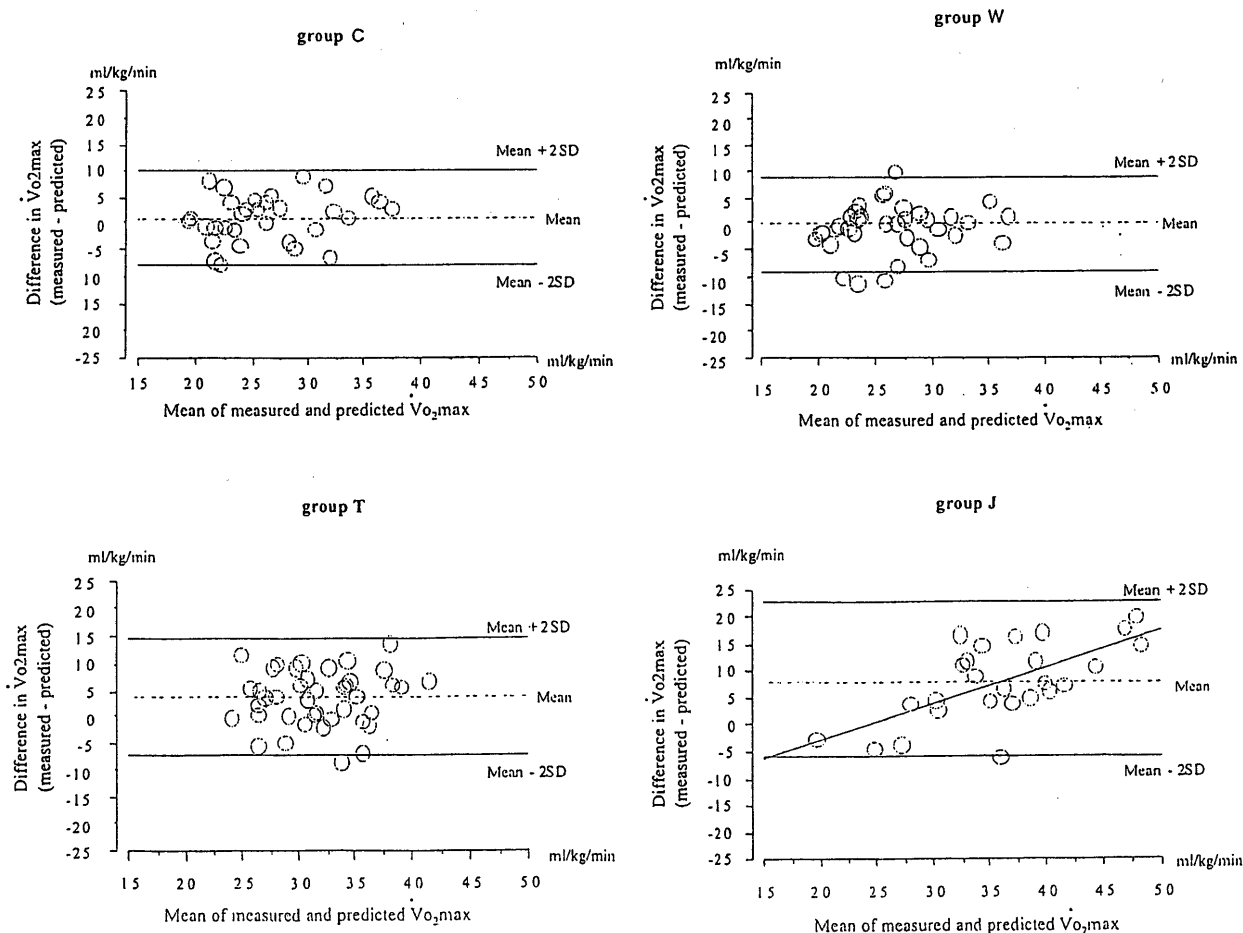


Fig. 2. Differences in measured and predicted $\dot{V}O_{2max}$ against mean values between measured and predicted $\dot{V}O_{2max}$ in the four groups using Bland and Altman method.

Mean difference between the four groups and $\pm 2SD$ are shown.

沼尾 成晴 他：質問紙法で推定した最大酸素摂取量の運動種目の違いによる妥当性の検討 —中高齢者を対象として—

が必要であろう。

そのためまず、4群のデータから質問紙による $\dot{V}O_2\max$ の推定値の妥当性の検討をおこなった。本研究では中高齢者を対象とし、先行研究^{1, 2)}と同一の質問紙を用いて求めた $\dot{V}O_2\max$ 推定値と実測値との間に $r=0.70$ の有意な相関係数が得られた。また、それらの対象者を4群に分けて相関係数を算出したところ、C群、W群、T群、J群の相関係数は $r=0.70$, $r=0.62$, $r=0.53$, $r=0.68$ とすべて有意であった。田中ら¹⁾ は成人女性を、Nakagaichi et al.²⁾ は成人男性を対象に質問紙を用いて $\dot{V}O_2\max$ を推定し、実測値との相関係数がそれぞれ $r=0.84$, $r=0.77$ であったことを報告している。しかしながら、運動習慣を有する中高齢者を対象とした本研究では、それらの相関係数に比べ低値を示した。つまり、これらの結果はウォーキングや登山、ジョギングといった運動習慣を有する中高齢者を対象にした場合、従来の質問紙法による $\dot{V}O_2\max$ の推定値の妥当性が低下する可能性を示している。次に、質問紙による $\dot{V}O_2\max$ の推定精度を検討するため、 $\dot{V}O_2\max$ の実測値と推定値の回帰直線から得られる SEE を算出したところ、C群、W群、T群、J群はそれぞれ 4.27 ml/kg/min , 4.26 ml/kg/min , 4.58 ml/kg/min , 7.30 ml/kg/min であった。Nakagaichi et al.²⁾ は、田中ら¹⁾ の質問紙を用いて成人男性を対象に $\dot{V}O_2\max$ を推定した際の SEE は 5.18 ml/kg/min と報告しているが、J群の SEE はそれを上回る結果となった。また、Bland & Altman³⁾ の方法により検討を加えた結果、それぞれに算出された信頼区間の限界値でも SEE と同様に他の3群に比べJ群のみ誤差量のばらつきが大きい傾向が認められた(図2)。このように先行研究²⁾と比較してJ群のみ SEE が大きく、また、信頼区間の限界値の幅が他群に比べ広いというこの結果は、J群の $\dot{V}O_2\max$ の実測値の大きさに起因しているものと考えられ、先行研究³⁾に比べ $\dot{V}O_2\max$ の実測値の高い対象者に対して質問紙法を利用する際には推定精度が低下することを示唆するものであろう。

$\dot{V}O_2\max$ の実測値、推定値の平均値と各群間の差について二要因分散分析を用いて検討した結果、交互作用の有意性が認められたことから多重比較検定をおこなった。運動群間の $\dot{V}O_2\max$ の実測値の平均値を比較した結果、C群と比較してJ、T群で有意に高い $\dot{V}O_2\max$ が得られ、またW群よりもT、J群の $\dot{V}O_2\max$ の実測値は有意に高く、さらにT群よりもJ群において $\dot{V}O_2\max$ の実測値が有意に高い値を示している(表2)。本研究では、運動習慣のある者に対して、実践している運動の強度を詳細に調査していない。しかし、運動中の酸素消費量をもとにした運動強度の指標である METS は、ウォーキング、登山、ジョギングの順で高くなる³⁸⁾。Seals et al.³⁹⁾ は、中高齢者を対象として低強度運動群と高強度運動群に分けてトレーニングをおこなった結果、低強度運動群に比べ高強度運動群において $\dot{V}O_2\max$ がより増加したことを報告している。また、Sidney et al.⁴⁰⁾ により報告されている研究では、中高齢者を対象に14週間の運動介入をおこない、運動強度の高い介入ほど $\dot{V}O_2\max$ が増加することを示している。最近では Lemura et al.⁴¹⁾ が、中高齢者を対象とした場合のトレーニング効果についてメタ分析をおこない、トレーニング強度が高い介入ほど $\dot{V}O_2\max$ も増大すること

を報告している。これらのことから、 $\dot{V}O_2\max$ の実測値における運動群間差は実践している運動の強度に影響を受けているものと予想される。しかし、 $\dot{V}O_2\max$ の推定値はC群とT、J群、W群とT、J群において統計的差異がみられたものの、T群の推定値はJ群の推定値との間に有意な差異を認めていない。このことは、習慣的に実践している運動種目の強度が高く $\dot{V}O_2\max$ の実測値が高い場合には、従来の質問紙¹⁾による推定値に、実践している運動の強度が反映されにくい可能性を示すものであろう。一方、各群で $\dot{V}O_2\max$ の実測値と推定値の平均値を比較した結果、C、W群で有意な差はみられなかったもののT、J群では実測値が有意に高い値を示した。また、 $\dot{V}O_2\max$ の推定値をx軸、実測値をy軸として4群に分けてプロットした散布図(図1)でもT、J群の多くは一致線の上方に位置している。Bland & Altman³⁾の方法では、T、J群の誤差量の平均値は 4.41 ml/kg/min , 7.95 ml/kg/min と正の値に傾いており、J群では実測値と推定値の平均値と誤差量の間に、有意な相関関係が認められている(図2)。これらのことは、高い強度の運動を実践している中高齢者を対象に従来の質問紙で $\dot{V}O_2\max$ の値を推定する場合、過小評価する傾向があることを示すものであろう。先行研究^{1, 2)}では、一般健常者・有疾病者を対象に、質問紙を用いて $\dot{V}O_2\max$ を推定した結果、妥当性の高い値が得られ、運動習慣のない中高齢者を対象とし質問紙を用いた際には、より精度の高い $\dot{V}O_2\max$ の推定が可能であることを示している。しかしながら、今回のこれらの結果は、運動習慣を有する中高齢者を対象に従来の質問紙を用いて $\dot{V}O_2\max$ を推定する場合、推定値の数値の大小で $\dot{V}O_2\max$ をある程度「評価」することが可能であることを示す一方、運動種目、特に高い強度の運動種目を実践している者を対象とする場合には、 $\dot{V}O_2\max$ の値の推定精度が低下し、過小評価することを示唆している。Jackson et al.²⁰⁾ や Heil et al.¹⁹⁾ は、一般健常者を対象に質問紙を用いて $\dot{V}O_2\max$ を推定し、本研究と同様に $\dot{V}O_2\max$ の実測値が高い者ほど過小に推定したことを報告している。その理由として $\dot{V}O_2\max$ を推定する際の「身体活動」の質問項目が、高い $\dot{V}O_2\max$ の実測値を有する人にとって適切でなかったことをあげており、質問紙により $\dot{V}O_2\max$ を推定する際、身体活動項目が重要であることを示唆している。本研究に用いた質問紙では身体活動に関する項目が「現在の運動実践頻度」のみであり、個人の身体活動を十分に反映しているとは言い難い。このように、個人の $\dot{V}O_2\max$ の実測値の大小に関係なく個人の現在の身体活動状況を把握できる質問項目の作成が重要であり、本研究においても「現在の運動実践頻度」のみでなく、他の身体活動に関する質問項目の追加により、質問紙による $\dot{V}O_2\max$ の推定精度の向上につながるものと考えられる。

運動強度が同一の場合でも、一回の運動継続時間の違いによって、 $\dot{V}O_2\max$ へ及ぼす影響が異なることも報告されている⁴²⁾。このことから、一回の運動継続時間も $\dot{V}O_2\max$ を推定する際に影響を及ぼす要因の一つであると予想される。しかし本研究では、一回の運動継続時間が $\dot{V}O_2\max$ の推定値に及ぼす影響については検討をしていない。今後、質問紙による $\dot{V}O_2\max$ の推定精度を向上させていくためには、運動時間の影響についての

検討も必要であろう。

V. 結語

本研究の結果から、運動習慣のある中高齢者を対象に質問紙法を用いて $\dot{V}O_2\max$ を推定する際には、実践している運動種目によりその妥当性、精度が異なることが明らかとなり、現在の質問紙では適用範囲が狭まる可能性が示唆された。C 群と W 群では、精度の高い $\dot{V}O_2\max$ の推定が可能であることが示された一方、T、J 群では推定精度が低下し、過小評価することが示された。このように運動種目により $\dot{V}O_2\max$ の推定精度が異なる原因には、実践している「運動種目の強度」の影響が推測されたことから、体力差の大きい中高齢者を対象にする際には、従来の質問紙で採用されている「運動実践頻度」だけでなく、「運動種目」や「運動強度」に関連する具体的な質問項目の追加が必要であると思われる。質問紙法は、大集団において全身持久性の優劣を簡易にスクリーニングでき広範囲の人への適用が期待されることから、今後本研究の結果をもとに、運動習慣のある中高齢者に対しても利用できる、精度の優れた質問紙法の開発の必要性がある。

VI. 文献

- 1) 田中喜代次, 金福植, 李美淑, 佐藤喜久, 大浜三平, 上向井千佳子, 長谷川陽三, 檜山輝男. 質問紙法によるヒトの全身持久性体力の簡易評価法に関する提案—成人女性を対象として— 臨床スポーツ医学, 12, 438-444, 1995.
- 2) Astrand, P. O. and Ryhming, I.: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J. Appl. Physiol.*, 7, 218-221, 1954
- 3) Cooper, K. H.: A means of assessing submaximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing. *J. A. M. A.*, 203, 135-138, 1968
- 4) Dolgener, F. A.: Prediction of maximal aerobic power in untrained females. *Res. Q.*, 49, 20-27, 1978
- 5) Ebbeling, C. B., Ward, A., Puleo, E. M., Widrick, J. and Rippe, J. M.: Developing of a single-stage submaximal treadmill walking test. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23, 966-973, 1991
- 6) Fox, E. L.: A simple, accurate technique for predicting maximal aerobic power. *J. Appl. Physiol.*, 35, 914-916, 1973
- 7) Francis, K. T.: Fitness assessment using step tests. *Compr. Ther.*, 13, 36-41, 1987
- 8) Getchell, L. H., Kirkendall, D. and Robbins G.: Prediction of maximal oxygen uptake in young adult women joggers. *Res. Q.*, 48, 61-67, 1977
- 9) Margaria, R., Aghemo, P. and Rovelli, E.: Indirect determination of maximal O_2 consumption in man. *J. Appl. Physiol.*, 20, 1070-1073, 1965
- 10) 宮下充正, 武藤芳照, 吉岡伸彦, 定本朋子: 全身持久力の評価尺度としての $PWC75\%HR_{\max}$. *J. J. Sports Sci.*, 2, 912-916, 1986
- 11) 宮下充正, 武井義明, 福田裕之. $PWC75\%HR_{\max}$ の全身持久性評価としての妥当性の検討. *J. J. Sports Sci.*, 3, 559-562, 1984
- 12) 中垣内真樹, 熊谷もりえ, 鍋倉賢治, 佐伯徹郎, 三本木温, 田中喜代次: 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. *体育学研究*, 41, 173-180, 1996
- 13) 大蔵倫博, 田中喜代次: 自覚的運動強度を用いた全身持久性体力推定法の総合的検討: 最大下多段階漸増負荷サイクリングテストを利用して. *体力科学*, 48, 111-124, 1999
- 14) Siconolfi, S. F., Garber, C. E., Lasater, T. M. and Carleton, R. A.: A simple, valid step test for estimating maximal oxygen uptake in epidemiologic studies. *Am. J. Epidemiol.*, 121, 382-390, 1985
- 15) 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: 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, 1992.
- 16) 田中喜代次, 信田宜司, 長谷川陽三: 心拍変動フィードバック管理 負荷制御方式による全身持久性の評価. *教育医学*, 33, 212-219, 1988
- 17) 田中喜代次, 信田宜司, 長谷川陽三: 心拍変動フィードバック管理 負荷制御方式による Aerobic Score からみた有酸素性能力の縦断的評価. *Ann. Physiol. Anthropol.*, 8, 3-12, 1989
- 18) George, J. D., Stone, W. J. and Burkett, L. N.: Non-exercise $\dot{V}O_2\max$ estimation for physically active college students. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 29, 415-423, 1997
- 19) Heil, D. P., Freedson, P. S., Ahlquist, L. E. and Rippe, J. M.: Nonexercise regression models to estimate peak oxygen consumption. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27, 599-606, 1995
- 20) Jackson, A. S., Blair, S. N., Mahar, M. T., Wire, L. T., Ross, R. M. and Stuteville, J. E.: Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 22, 863-870, 1990
- 21) Nakagaichi, M., Tanaka, K.: Accuracy of two simple methods for the assessment of health-related physical fitness. *Percept. Mot. Skills*, 92, 37-49, 2001
- 22) Berthouze, S. E., Minaire, P. M., Castells, J., Busso, T., Vico, L. and Lacour, J. P.: Relationship between mean habitual daily energy expenditure and maximal oxygen uptake. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27, 1170-1179, 1995.
- 23) Brochu, M., Starling, R. D., Ades, P. A. and Poehlman, E. T.: Are aerobically fit older individuals more physically active in their free-living time? A doubly labeled water approach. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 84, 3872-3876, 1999.
- 24) 健康・栄養情報研究会編. 国民栄養の現状, 第一出版, 2002
- 25) Tanaka, K., Takeshima, N., Kato, T., Niihata, S. and Ueda, K.: Critical determination of endurance performance in middle-aged and elderly endurance runners with heterogeneous training habits. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 59, 443-449, 1990
- 26) Ferraro, K. F.: Self-ratings of health among the old and the old-old. *J. Health Soc. Behav.*, 21, 377-383, 1980
- 27) Voorrips, L. E., Lemmink, K. A., van Heuvelen, M. J., Bult, P., van Staveren, W. A.: The physical condition of elderly women differing in habitual physical activity. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25, 1152-1157, 1993
- 28) Bouchard, C., Lortie, G.: Heredity and endurance performance. *Sports Med.*, 1, 38-64, 1984
- 29) Fagard, R., Bielen, E., Amery, A.: Heritability of aerobic power and anaerobic energy generation during exercise. *J. Appl. Physiol.*, 70, 357-362, 1991
- 30) Klissouras, V. Heritability of adaptive variation. *J. Appl. Physiol.*, 31, 338-344, 1971
- 31) Klissouras, V., Pimay, F., Petit, J.: M. Adaptation to maximal effort: genetics

沼尾 成晴 他：質問紙法で推定した最大酸素摂取量の運動種目の違いによる妥当性の検討 —中高齢者を対象として—

- and age. *J. Appl. Physiol.*, 35, 288-293, 1973
- 32) Cooper, K. H., Pollock, M. L., Martin, R.P., White, S.R., Linnerud, A.C., Jackson, A.: Physical fitness levels vs selected coronary risk factors. A cross-sectional study. *J. A. M.A.*, 236: 166-169, 1976.
- 33) Coyle, E.F., Martin, W.H.III., Sinacore, D. R., Joyner, M. J., Hagberg, J. M., Holloszy, J. O.: Time course of loss of adaptations after stopping prolonged intense endurance training. *J. Appl. Physiol.*, 57, 1857-1864, 1984
- 34) Houston, M. E., Bentzen, H., Larsen, H.: Interrelationships between skeletal muscle adaptations and performance as studied by detraining and retraining. *Acta Physiol. Scand.*, 105, 163-170, 1979
- 35) Pedersen, P. K., Jorgensen, K.: Maximal oxygen uptake in young women with training, inactivity, and retraining. *Med. Sci. Sports*, 10, 233-237, 1978.
- 36) Dempsey, J. A., Reddan, W., Balke, B., Rankin, J.: Work capacity determinants and physiologic cost of weight-supported work in obesity. *J. Appl. Physiol.*, 21, 1815-1820, 1966
- 37) Bland, J. M., Altman, D. G.: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1: 8476, 307-310, 1986
- 38) American College of Sports Medicine, ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 6th edition, Williams & Wilkins, Philadelphia, 152-153, 2000
- 39) Seals, D. R., Hagberg, J. M., Hurley, B. F., Ehsani, A. A. and Holloszy, J. O.: Endurance training in older men and women: I. Cardiovascular responses to exercise. *J. Appl. Physiol.*, 57, 1024-1029, 1984
- 40) Sidney, K. H. and Shephard, R. J.: Frequency and intensity of exercise training for elderly subject. *Med. Sci. Sports*, 10, 125-131, 1978
- 41) Lemura, L. M., von Duvillard, S.P. and Mookerjee, S.: The effect of physical training of functional capacity in adults. Ages 46 to 90: a meta-analysis. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 40, 1-10, 2000.
- 42) Gettman, L. R., Pollock, M. L., Durstine, J. L., Ward, A., Ayres, J. and Linnerud, A. C.: Physiological response of men to 1, 3 and 5 day per week training programs. *Res. Q.*, 47, 638-646, 1976
- 43) Milesis, C. A., Pollock, M. L., Bah, M. D., Ayres, J. J., Ward, A. and Linnerud, A. C.: Effects of different durations of physical training on cardiorespiratory function, body composition and serum lipids. *Res. Q.*, 47, 716-725, 1976

【連絡先】

沼尾 成晴

〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1

筑波大学大学院人間総合科学研究科スポーツ医学専攻

電話番号 029-853-9047

(2003年8月20日受付, 2004年1月26日採用決定, 討論受付期限2005年2月末日)