

シャトル・スタミナテストの妥当性と
20 m シャトルランテストとの相関：
小学生と大学生のデータから

中尾 泰史¹⁾ 金子 公有¹⁾ 豊岡 示朗¹⁾
田路 秀樹²⁾ 西垣 利男²⁾ 末井 健作²⁾

**Validity of shuttle stamina test and its correlation to 20-m shuttle run test
based on data for primary school children and college students**

Hiroshi Nakao¹, Masahiro Kaneko¹, Jiro Toyooka¹,
Hideki Touji², Toshio Nishigaki² and Kensaku Suei²

Abstract

This study was performed to re-examine the validity of the Shuttle Stamina Test (SST) and the relationship between the SST and the 20-m Shuttle Run Test (20mS). The 20mS developed by Leger et al. (1982) has been newly authorized as an endurance test by the Japanese Ministry of Education. The 20mS was performed on a 20-m shuttle course, in which the running speed was increased every minute until the subject could not continue (all-out). The 20mS test score was evaluated by the total number of repetitions of 20-m runs. The Shuttle Stamina Test (SST) designed by Kaneko et al. (1986) was performed by self-paced running for 3 min on a 10-m shuttle course, and the test score was evaluated by the shuttle distance covered in 3 min. The subjects were 344 males and 184 females, comprising 323 primary school children ranging in age from 6 to 11 years and 205 college students ranging in age from 18 to 28 years. Thirty-seven college students underwent $\dot{V}O_{2\max}$ measurements using a maximal bicycle ergometer test. The SST scores and $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ value following SST were closely correlated with $\dot{V}O_{2\max}$ ($p < 0.01$). These significant levels of correlation in the SST were equal to those among $\dot{V}O_{2\max}$, 20mS score and $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ following the 20mS. SST scores demonstrated highly significant correlations with 20mS scores for all age and sex groups, including school children and college students. These results suggest that the SST is an appropriate field test for evaluating an individual's aerobic capacity (or general endurance capacity), and that it can be used as a substitute test for the 20-m Shuttle Run Test.

Key words: fitness test, field test, endurance test, aerobic capacity

(Japan J. Phys. Educ. 45: 377-384, May, 2000)

1) 大阪体育大学大学院体育学研究科
〒590-0496 大阪府泉南郡熊取町野田1558-1

2) 姫路工業大学環境人間学部
〒670-0092 兵庫県姫路市新在家本町 1-1-12

1. Graduate school of Health and Sport Sciences, Osaka University of Health and Sport Sciences, 1558-1 Noda, Kumatori-cho, Sennan-gun, Osaka 590-0496

2. Himeji Institute of Technology, School of Humanities for Environmental Policy and Technology, 1-1-12 Shinzaike-honcho, Himeji-shi, Hyogo 670-0092

キーワード：体力テスト、フィールドテスト、持久力テスト、有酸素能力

I. 緒 言

全身持久性の評価には、トレッドミルや自転車エルゴメーターを用いた最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$ max) の測定が望ましい (Åstrand and Radahl, 1970; Larson, 1974; Taylor et al., 1955) が、このようなラボラトリーテストには特定の設備と技術を必要とし、短時間に多人数の測定を行うことが困難であるため、踏み台昇降テスト、1000 m、1500 m 走 (松島, 1965)、あるいは12分走 (Cooper, 1968) や5分走テスト (猪飼, 1967) などの簡便なフィールドテストが用いられてきた。このたび文部省は、体力テストの項目を再検討する中で、カナダの Leger et al. (1988) が考案した「20 m シャトルランテスト (The multi stage 20 meter shuttle run test)」を採用することとし (青木・新井, 1997)、小学生から成人までを対象とした新たな持久性テストとして平成11年度より実施に移した。

この20 m シャトルランテストは、テープレコーダー (または CD) の発するブザー音によって20 m 区間の走速度を指示し (ブザー音から次のブザー音までに20 m 走る)、時速8.5 km の走速度から約1分毎に時速0.5 km ずつ漸増しながら、被験者が規程の走速度に追従できなくなる (オールアウト) まで続けさせるテストで、トレッドミルの速度漸増法による最大負荷テストに類似した有酸素テストであることが報告されている (Leger et al., 1988, pp. 94-95)。

わが国では金子ほか (1986) が、「シャトル・スタミナテスト (Shuttle Stamina Test)」を独自に開発し、発育に伴う変化 (金子ほか, 1988, 1989) や加齢変化・評価基準の試案 (金子ほか, 1986, pp. 813-814; Kaneko and Fuchimoto, 1993; 木村ほか, 1998; 末井ほか, 1997; 田路ほか, 1992) などを検討している。このシャトル・スタミナテストは、10 m 区間の往復走によって3分間に何 m 走れるかを調べる屋内持久走テストであり、テスト時間が3分間に規定され

ていること、走速度が「自己ペース (self-paced)」であること、及び走路が10 m 区間であることが20 m シャトルランテストとの主な相異点である。シャトル・スタミナテストについては、すでに $\dot{V}O_2$ max との有意な相関が報告されている (金子ほか, 1986, p. 812) が、テスト時間が3分間であること、すなわち無酸素的・有酸素的エネルギー供給の相半ばする時間帯 (加賀谷・加賀谷淳, 1983) であることから、有酸素的テストとしての妥当性の再検討が必要と考えられた。

そこで本研究では、 $\dot{V}O_2$ max との相関関係を基にシャトル・スタミナテストの有酸素テストとしての妥当性を再検討するとともに、20 m シャトルランテストとの相関関係を調べ、シャトル・スタミナテストが20 m シャトルランテストの代替テストとなり得るか否か (互換性) を検討しようとした。

II. 方 法

1. 被験者

本研究に参加した被験者総数は528名で、大阪府下 T 小学校の1学年から6学年までの全児童323名 (男子176名, 女子147名)、O 体育大学の学生112名 (男子75名, 女子37名, 18-24歳)、H 工業大学の学生93名 (男子のみ, 19-28歳) から成り、全員がシャトル・スタミナテストと20 m シャトルランテストを行った。被験者各群の人数と身長、体重、持久走テストの成績を〈表1〉に示した。この被験者のうち、無作為に抽出したO 体育大学生27名 (男子13名, 女子14名) とH 工業大学生10名 (男子のみ) の計37名について、 $\dot{V}O_2$ max の実測と $\dot{V}O_2$ peak の推定を行った。

2. フィールドテストの方法

1) シャトル・スタミナテスト (以下「SST」と略す) の方法 (金子ほか, 1986, p. 810)

体育館内に10 m の距離をおいて両側にポールを立て、この走路に2 m 間隔で走距離計測用の白線をビニールテープで印した。被験者にはスタートの合図から3分間に10 m 区間の往復走を

表1 被験者各群の人数, 身長, 体重, 持久走テストの成績

被験者	性	人数	身長 (cm)	体重 (kg)	SST (m)	20 mS (reps)
1 学年	m	28	116.9±3.8	21.3±3.6	390.0±30.0	24.3± 8.8
	f	17	115.8±3.5	20.4±1.8	380.4±17.7	17.2± 4.2
2 学年	m	30	122.3±5.9	25.2±6.2	409.6±25.1	29.6±11.4
	f	25	122.7±4.9	25.0±5.1	395.0±17.8	22.8± 8.8
3 学年	m	21	128.8±6.2	28.6±7.8	408.5±21.2	29.2± 9.8
	f	30	128.4±7.5	27.8±6.4	400.5±22.7	26.4± 5.8
4 学年	m	28	134.7±5.2	32.2±7.3	417.2±25.7	37.6±16.9
	f	27	134.5±6.0	32.0±7.1	397.1±24.1	25.0±11.6
5 学年	m	36	140.8±6.2	35.8±6.9	424.1±26.5	47.4±18.0
	f	27	141.2±6.6	34.3±8.4	415.0±25.2	39.7±12.7
6 学年	m	33	146.7±7.2	40.0±8.1	429.2±29.2	63.6±20.6
	f	21	145.9±6.6	40.2±8.8	429.3±18.4	48.8±11.2
大学生	m	168	173.2±6.0	64.8±8.3	472.7±35.1	81.1±23.9
	f	37	161.1±5.2	56.9±7.0	457.5±30.0	74.8±15.1

※m : Male, f : Female

きるだけ多く繰り返すよう指示するとともに, スタートの合図から30秒毎のタイムを大声で読み上げ, 3分の終了前には20秒, 10秒, 5秒の秒読みの後にテストの終了を告げた. テスト成績は, ポールを回る距離を除いた走行距離 (10 m×片道回数+最終折り返し点から終了時の停止点までの距離) を1 m単位で計測した. なお, テスト前に(1)テスト時間が3分間であること, (2)ペース配分に注意すること, (3)小刻み走でポールを回ること, (4)無理のない範囲で全力を尽くすことについての指示と注意を与えた.

2) 20 m シャトルランテスト (以下「20mS」と略す) の方法 (河野, 1997)

体育館内に20 mの距離をおいて2本の平行線を引き, その線上の両端にポールを立てた. テストは, 文部省のテストプログラムが録音されたカセットテープを用いて行った. すなわち, 被験者はスタートから次のブザー音までに必ず20 m先のラインに到達し, 次のブザー音までにスタート地点に戻って折り返すという方式で, 20 m区間の往復走を繰り返す. 走速度は, 8.5 km/hの速度からスタートし, 約1分毎に0.5 km/hずつ漸増し, 被験者は所定の走速度に追従できなくなる (オールアウト) までシャトルランを続行

する. なお, 次のブザー音までに対側の20 mラインに到達できない試行が1回ならテストを続行し, 2回連続して到達できない場合にはテストを終了させた. 原法 (Leger et al., 1988, pp. 95-96) では追従できた最終段階の走速度から $\dot{V}O_2\text{max}$ を推定する評価法を採用しているが, 本研究では文部省テストに従い, 片道20 mの走行を1回と数える片道反復総回数 (以下, 本研究では反復回数またはrepsと略す) を測定し, 20mSにおける各人のテスト成績とした.

なお, SSTと20mSの両フィールドテストは, いずれも, 被験者間に約2 mの間隔をおいて10-15名を一斉にスタートさせる方式で行い, 本テスト前に1往復の試走を行わせた. テストの実施に当たって, 小学生の場合は大学院生が検者となり, また, 大学生の場合は被験者同士がペアとなって終了時の判定と記録を行った.

3. $\dot{V}O_2\text{max}$ と $\dot{V}O_2\text{peak}$ の測定

1) 最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\text{max}$) の測定

最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\text{max}$) の測定は, 自転車エルゴメーター (モナーク社製) を用いて行った. ペダル回転速度は毎分60回転とし, ブレーキ抵抗を0 kpから毎分0.5 kpずつ漸増して被験者を

オールアウトに追い込む最大負荷テストを課し、この時の酸素摂取量を呼気ガス分析器（ミナト社製エアロモニター AE-280/MG 360）により一分毎に測定して、オールアウト前に出現した最大値をもって最大酸素摂取量（ $\dot{V}O_2\max$ ）を決定した（金子・豊岡, 1975）。なお、実験毎に規定濃度の標準ガスによる呼気ガス濃度の較正を行った。

2) 運動直後の酸素摂取レベル（ $\dot{V}O_2\text{peak}$ ）の推定

Leger et al. (1980) の方法を用いて $\dot{V}O_2\text{peak}$ を推定した。すなわち、20mS 終了後80秒間（20秒ずつ計4回）の $\dot{V}O_2$ を測定し、その回復曲線から外挿法によって運動直後の $\dot{V}O_2$ 最高レベル（ $\dot{V}O_2\text{peak}$ ）を推定した。また、この方法を SST にも適用し、テスト直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ を推定した。これらの測定は、 $\dot{V}O_2\max$ を直接測定した全ての被験者（37名）について行った。なお、自転車エルゴメーターの最大負荷テストにおいても大学生27名を被験者として、この Leger et al. (1980) の外挿法により $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値を求めたところ、 $\dot{V}O_2\max$ 値とこの $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値の間に $r=0.831$ ($p<0.001$) の高い有意な相関関係が確認された。

4. 統計処理

計量データの変数間の差については対応のある t 検定により、また2変数間の相関はピアソンの積率相関を用いた両側検定により有意性を検定した。

III. 結 果

1. 酸素摂取水準からみた SST の妥当性

自転車エルゴメーターにより実測した大学生男女37名（男子23名、女子14名）についての $\dot{V}O_2\max$ 値と両フィールドテスト直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値（推定値）との相関を図1に示した。相関係数とその有意性は、 $\dot{V}O_2\max$ 値と SST 直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値との相関が男子で $r=0.618$ ($p<0.01$)、女子で $r=0.910$ ($p<0.001$)、 $\dot{V}O_2\max$ 値と20mS 直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値との相関が、男子で $r=0.660$ ($p<0.001$)、女子で $r=0.679$ ($p<0.01$) であった。また、SST 直後と20mS 直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値間には、男子で $r=0.490$ ($p<0.05$)、女子で $r=0.733$ ($p<0.01$) の相関が認められた。男女を一括した SST と20mS 直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値の平均値は、SST が 38.3 ml/kg/min, 20mS が 39.0 ml/kg/min で、両フィールドテスト直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値間に有意な差は認められず ($t=0.812$, $p=0.422$)、SST と20mS 直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値の平均値はいずれも $\dot{V}O_2\max$ の平均値 (33.2 ml/kg/

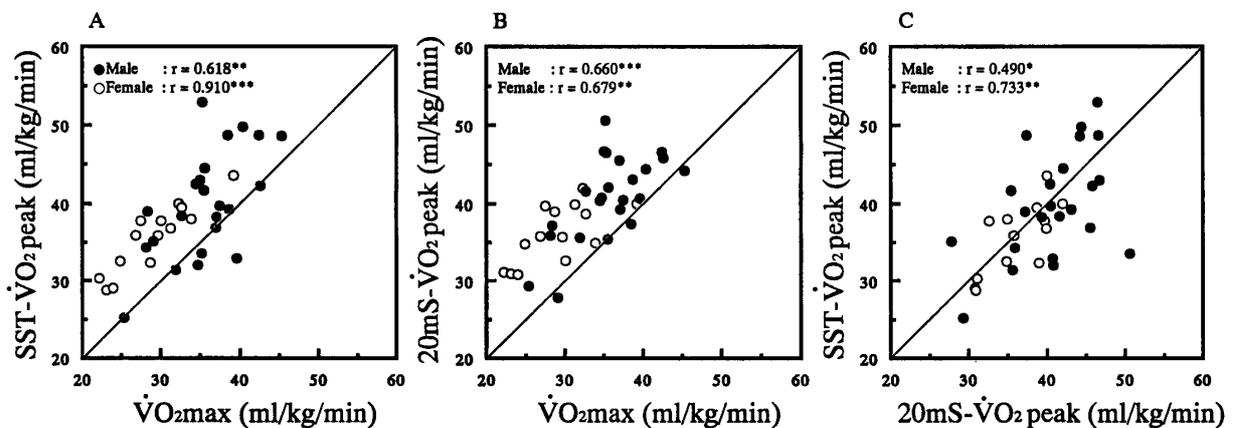


図1 最大酸素摂取量（ $\dot{V}O_2\max$ ）と SST 直後の酸素摂取量（SST- $\dot{V}O_2\text{peak}$ ）の相関(A)、 $\dot{V}O_2\max$ と20mS 直後の酸素摂取量（20mS- $\dot{V}O_2\text{peak}$ ）の相関(B)、および SST- $\dot{V}O_2\text{peak}$ と20mS- $\dot{V}O_2\text{peak}$ の相関(C)
* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

min) より有意に高い値が得られた (SST $t=6.811$, 20mS $t=8.590$ 両テストともに $p<0.001$).

図2に, 自転車エルゴメーターによる $\dot{V}O_2$ max 値と両フィールドテストにおけるテスト成績間の相関と回帰直線を示した. $\dot{V}O_2$ max 値と SST のテスト成績 (m) との間には, 男子学生で $r=0.568$ ($p<0.01$), 女子学生で $r=0.700$ ($p<0.01$) のいずれも 1%水準の相関が, また, $\dot{V}O_2$ max 値と 20mS のテスト成績 (reps) との間には, 男子学生で $r=0.425$ ($p<0.05$), 女子学生で $r=0.886$ ($p<0.001$) の相関関係が認められた.

2. パフォーマンスからみた SST と 20mS の関係

被験者各群の SST と 20mS のテスト成績間における相関を〈表2〉に示した. 小学校 1 学年女子で 5%水準, 3 学年男子で 1%水準, 他の 10 被験者群では 0.1%水準の相関関係が認められ, 小学生全員 ($n=323$) についての SST (Y: m) と 20mS (X: reps) の回帰式は, $Y=1.198X+367$ ($r=0.785$, $p<0.001$) であった.

表2 被験者各群の SST (m) と 20mS (reps) の相関

被験者	性	r	significance	
〈小学生〉	1 学年	m	0.612	$p<0.001$
		f	0.551	$p<0.05$
	2 学年	m	0.789	$p<0.001$
		f	0.641	$p<0.001$
	3 学年	m	0.642	$p<0.01$
		f	0.606	$p<0.001$
	4 学年	m	0.837	$p<0.001$
		f	0.775	$p<0.001$
	5 学年	m	0.852	$p<0.001$
		f	0.722	$p<0.001$
	6 学年	m	0.846	$p<0.001$
		f	0.831	$p<0.001$
〈大学生〉	m	0.785	$p<0.001$	
	f	0.708	$p<0.001$	

※m: Male, f: Female

大学生についての結果を図3に示した. 両フィールドテストのパフォーマンス間には, 男子学生で $r=0.785$ ($n=168$), 女子学生で $r=0.708$ ($n=37$) の, いずれも 0.1%水準の有意な相関が認められ, SST (Y: m) と 20mS (X: reps) の回

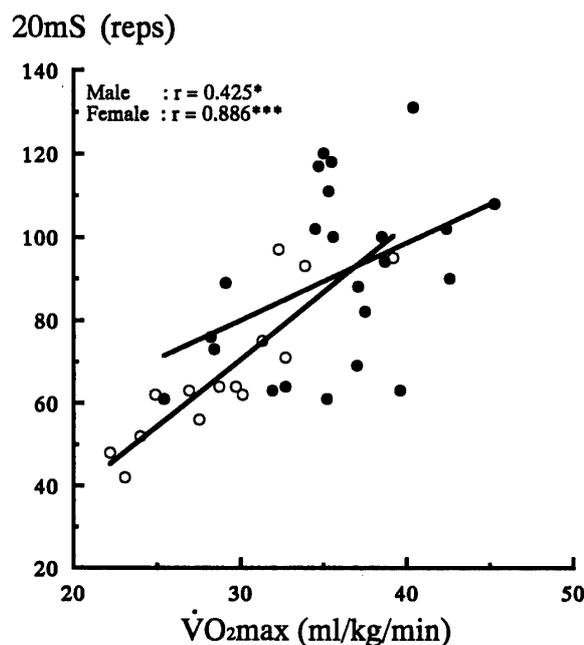
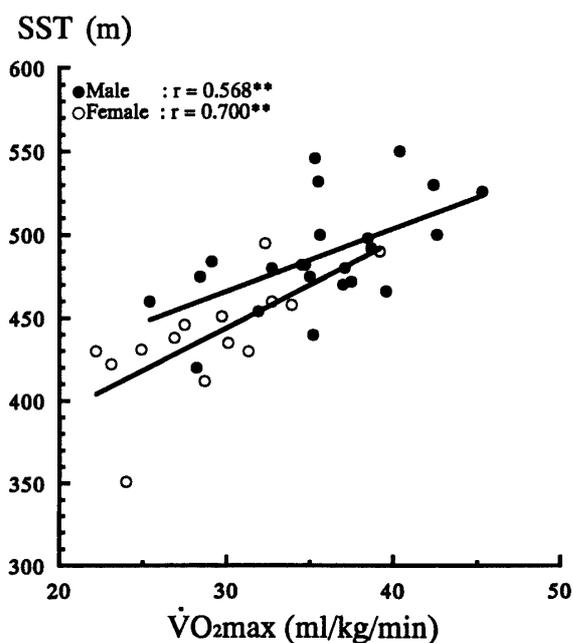


図2 $\dot{V}O_2$ max に対する SST のテスト成績 (m) および 20mS のテスト成績 (reps) の相関と回帰直線
* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

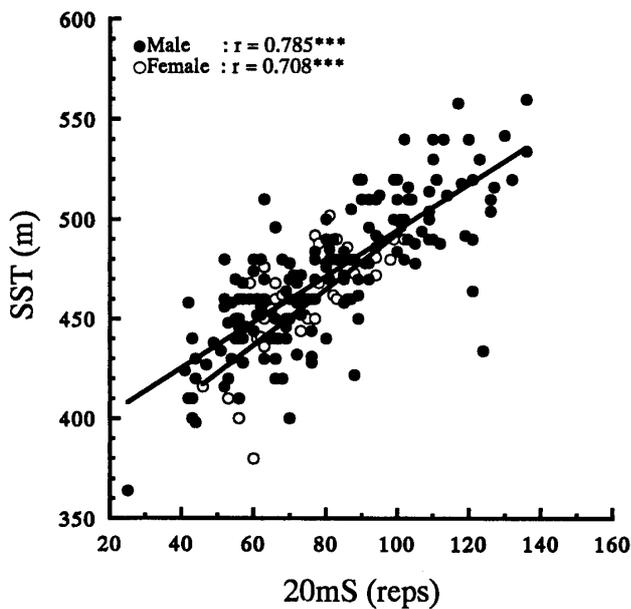


図3 大学生におけるSSTと20mSのテスト成績の相関と回帰直線
*** $p < 0.001$

帰式は、男子学生で $Y = 1.153X + 379$ 、女子学生で $Y = 1.403X + 353$ であった。

IV. 考 察

1. 酸素摂取水準からみたSSTの妥当性

文部省が導入した20mSについては、Leger and Lambert (1982) 及び Leger and Gadoury (1989) が、20mSの $\dot{V}O_{2peak}$ 値（原著論文では $\dot{V}O_{2max}$ 値としている）とトレッドミル走による $\dot{V}O_{2max}$ 値との高い相関関係（ $r = 0.890 - 0.914$ ）を報告している。本研究においても20mS直後の $\dot{V}O_{2peak}$ 値と $\dot{V}O_{2max}$ 値との間に1%水準（男子 $r = 0.660$ 、女子 $r = 0.679$ ）の有意な相関が認められた。注目すべきは、SST直後の $\dot{V}O_{2peak}$ 値と $\dot{V}O_{2max}$ 値との相関（図1A）が、20mS直後の $\dot{V}O_{2peak}$ 値と $\dot{V}O_{2max}$ 値との相関（図1B）に劣らぬ1%水準の有意な相関関係（男子 $r = 0.618$ 、女子 $r = 0.910$ ）にあり、しかも男女を一括したSST直後の $\dot{V}O_{2peak}$ 値の平均値と20mS直後の $\dot{V}O_{2peak}$ 値の平均値に差がみられなかったことである。すなわち、SSTの運動と20mSの運動による $\dot{V}O_2$ がほぼ同一水

準に達した事実は、SSTが有酸素テストである可能性を強く示唆するものである。なお、 $\dot{V}O_{2max}$ 値が、SSTの $\dot{V}O_{2peak}$ 値より17%、20mSの $\dot{V}O_{2peak}$ 値より19%低かった原因は、 $\dot{V}O_{2max}$ を測定したテスト運動が自転車作業であったのに対し、SSTと20mSの両フィールドテストが、より参加筋群の多い走運動（宮村, 1997; Stenberg, 1967）であったことに起因すると考えられる。事実、自転車作業の最大負荷テストによる $\dot{V}O_{2max}$ 値は、トレッドミル走での $\dot{V}O_{2max}$ 値より約3-18%低いとされている（山地, 1992）。

SSTのテスト成績（走距離）については、先に金子ほか（1986）が $\dot{V}O_{2max}$ 値との有意な相関（ $r = 0.592$, $p < 0.01$ ）を報告しているが、より多い被験者を用いた本研究においても、大学生男女各群で、ともに1%水準の相関（男子 $r = 0.568$ 、女子 $r = 0.700$ ）が確認された。また、男女両群を一括した相関は $r = 0.743$ （ $p < 0.001$ ）となり、20mSのテスト成績と $\dot{V}O_{2max}$ 値との相関（ $r = 0.687$, $p < 0.001$ ）と同レベルであることも明らかであった。本研究で得たこれらの結果は、3分間の規定時間の下で行われるSSTが20mSに劣らぬ有用な有酸素テストであることを示唆するものである。

2. パフォーマンスからみたSSTと20mSの関係

SSTのパフォーマンスに関しては金子ほか（1986）が、5分走テストとの有意な相関（ $p < 0.001$ ）や5分走より筋肉痛の訴えが少ないことなどから、5分走テストの代替テストとしての有用性を報告している。本研究では、20mSとSSTの成績間の相関を基にSSTが20mSの代替テストと成り得るか否かの可能性を探った。小学生においては、1学年から6学年までの男女全ての群で有意な相関がみられ、その相関は1学年女子、3学年男子を除く全ての被験者群で0.1%の有意水準にあった。このことは、学童期の子どもを対象とした全身持久性テストとして、SSTが20mSと同等の評価をもたらす可能性を

示唆している。また、大学生の全被験者群の結果においても0.1%水準の相関 ($r=0.776$) が得られたことは、20mS の代替えテストとして成人被験者にも SST が適用できることを示唆している。

両フィールドテストの関係を広い被験者層について概観するため、全被験者のデータを図4にプロットした。その相関は $r=0.891$ ($p<0.001$) で、SST (Y: m) と20mS (X: reps) との間には $Y=1.285X+365$ の回帰直線で表される関係がみられた。同図に挿入した各集団の回帰直線 (<1>は小学生全員、<2>と<3>は大学生の男子と女子) は、いずれも全被験者の回帰直線 (細線) と一部重なり合うような近接した位置関係にあった。なお、グラフに示した破線は、次式により求めた SST における推定値の95%信頼区間である。

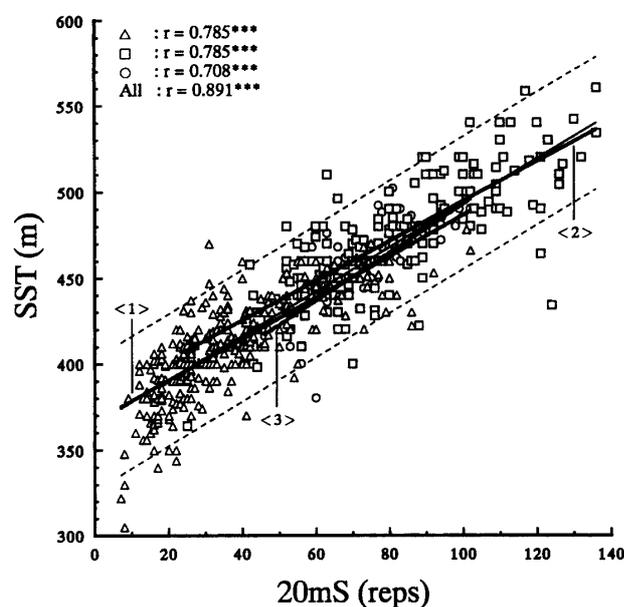


図4 小学生 (Δ), 大学生男子 (\square), 大学生女子 (\circ) を含む全被験者における SST 成績 (m) と20 mS 成績 (reps) の相関 (***) $p<0.001$).

細い実線は全被験者の、太い実線<1>×<2>×<3>は小学生, 大学生男子, 同女子の各回帰直線。

破線は SST における推定値の95%信頼区間。

$$Y = a + bx \pm t_{0.05} s \sqrt{\frac{n+1}{n} + \frac{(x-\bar{x})^2}{S_{xx}}}$$

但し、Y: SST (m), \bar{X} : 20mS (reps), a: Y との切片, b: 勾配, t: t 統計量, s: 回帰からの標準偏差, n: データ数, X: 20mS 平均値 (reps), S_{xx} : 偏差平方和である。

同図において、小学生と大学生の男女を対象としたデータが、同一の直線に沿って分布したことは、両フィールドテストが性・年齢を越えて比較的単純な関係にあることを示唆している。

以上の結論として、SST と $\dot{V}O_2\max$ との有意な相関関係から有酸素テストとしての妥当性が示唆され、また20mS との高い相関関係から20mS の代替えテストとなり得ることの可能性が示唆された。

V. ま と め

シャトル・スタミナテスト (SST) の有酸素テストとしての妥当性を再検討するとともに、SST と20 m シャトルランテスト (20mS) との相関関係を調べた。大学生男子168名, 同女子37名, 小学生男子176名, 同女子147名の計528名について SST と20mS を実施するとともに、大学生37名について自転車エルゴメータを用いた最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) の測定を行った。また、SST と20mS 後の $\dot{V}O_2$ から両フィールドテスト直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ (最高酸素摂取量) を推定し、次の結果を得た。

1. SST 直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値は、 $\dot{V}O_2\max$ 値および20mS 直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値と有意な相関関係を示した。

2. SST 直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値は、20mS 直後の $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値と同水準にあり、両テストの $\dot{V}O_2\text{peak}$ 値は自転車エルゴメータによる $\dot{V}O_2\max$ 値より17-19%高かった。

3. SST のテスト成績 (m) は、 $\dot{V}O_2\max$ 値と有意な相関関係にあり、その有意水準は20mS のテスト成績 (reps) と $\dot{V}O_2\max$ 値間の相関と同等であった。

4. SST と20mS のテスト成績間には、小学生の各学年男女, 大学生の男女の全ての被験者群に

において、有意な相関が認められた。

以上の結果から、シャトル・スタミナテスト (SST) の有酸素テストとしての妥当性が再確認されるとともに、20 m シャトルランテストの代替えテストとして、より簡便な SST を使用できるという可能性 (互換性) が示唆された。

謝辞

本研究のデータ蒐集に当たり、大阪府泉南郡田尻町立小学校、姫路工業大学、大阪体育大学関係の暖かいご協力を得た。ここに記して深謝の意を表します。

文 献

- 青木純一郎・新井 忠 (1997) 文部省体力テスト再考。体育の科学 47: 847-851.
- Åstrand, P. O. and Radahl, K. (1970) Textbook of work physiology. McGraw Hill Book: New York, pp. 283-315.
- Cooper, K. H. (1968) Aerobics. M. Evans: New York, pp. 44-55.
- 猪飼道夫 (1967) 日本人の体力。日本経済新聞社: 東京, pp. 182-184.
- 宮村実晴 (1997) 呼吸と持久力。石河利寛・竹宮隆編 持久力の科学。杏林書院: 東京, pp. 97-100.
- 加賀谷 彦・加賀谷淳子 (1983) 運動処方—その生理学的基礎—。杏林書院: 東京, pp. 115-124.
- 金子公有・豊岡示朗 (1975) 持久性運動処方の負荷設定について—固定自転車と階段の利用方法を中心に—。体育の科学 25: 326-330.
- 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
- 金子公有・淵本隆文・森島 博 (1988) 小学校児童 (7-12歳) における持久性能力の発達—シャトル・スタミナテストによる調査結果から—。体育科学 16: 45-51.
- 金子公有・森島 博・淵本隆文 (1989) シャトル・スタミナテストでみた持久性能力の発達—13-18歳男女を対象に—。体育科学 17: 48-53.
- Kaneko, M. and Fuchimoto, T. (1993) Endurance performance capacity of 7 to 18 year old boys and girls assessed by "Shuttle Stamina Test (SST)". In: Claesens, A. L., Lefever, J., and Eynde, B. V. (Eds.) World-wide variation in physical fitness. University of Leuven Press: Belgium. pp. 80-86.
- 木村みさか・岡山寧子・田中靖人・金子公有 (1998) 高齢者のための簡便な持久性評価法の提案—シャトル・スタミナウォークテストの有用性について—。体力科学 47: 401-410.
- 河野一郎 (1997) マルチステージ・20 m シャトルラン・テスト。体育の科学 47: 879-883.
- Larson, L. A. (Ed.) (1974) Fitness, health, and work capacity: International standards for assessment. Macmillan Publishing: New York, pp. 469-488.
- Leger, L. A., Seliger, V., and Brassard, L. (1980) Backward extrapolation of $\dot{V}O_2$ max values from the O_2 recovery curve. Med. Sci. Sports Exerc. 12: 24-27.
- Leger, L. A. and Lambert, J. (1982) A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict $\dot{V}O_2$ max. Eur. J. Appl. Physiol. 49: 1-12.
- Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., and Lambert, J. (1988) The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. J. Sports. Sci. 6.
- Leger, L. A. and Gadoury, C. (1989) Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stage to predict $\dot{V}O_2$ max in the adult. Can. J. Sport. Sci. 14: 21-26.
- 松島茂善編著 (1965) スポーツテスト。第一法規出版: 東京, pp. 159-175.
- 末井健作・田路秀樹・金子公有 (1997) 成人女性 (20-59歳) のためのシャトル・スタミナテスト (SST) の評価基準の作成。体育の科学 47: 635-640.
- Stenberg, J., Åstrand, P. O., Ekblom, B., Royce, J., and Saltin, B. (1967) Hemodynamic response to work with different muscle groups, sitting and supine. J. Appl. Physiol. 22: 61-70.
- Taylor, H. L., Buskirk, E., and Henshel, A. (1955) Maximum oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. J. Appl. Physiol. 8: 73-80.
- 田路秀樹・末井健作・金子公有 (1992) 「シャトル・スタミナテスト (SST)」における加齢の影響と評価基準。体育の科学 42: 367-371.
- 山地啓司 (1992) 最大酸素摂取量の科学。杏林書院: 東京, pp. 26-29.

(平成11年5月6日受付)
(平成12年1月22日受理)