

## シャトル・スタミナテスト (SST) の考案と検討

|         |        |      |
|---------|--------|------|
|         | 大阪体育大学 | 金子公春 |
| (共同研究者) | 同      | 渕本隆文 |
|         | 同      | 西田充  |
|         | 姫路工業大学 | 末井健作 |
|         | 同      | 田路秀樹 |
|         | 梅花短期大学 | 大田順子 |

### **A Proposal of “Shuttle Stamina Test (SST)” as a Simple Test for Assessing Endurance Capacity**

by

Masahiro Kaneko, Takafumi Fuchimoto, Mitsuru Nishida

*Osaka College of Physical Education*

Kensaku Suei, Hideki Taji

*Himeji Technical College*

Junko Ota

*Baika Junior College*

#### **ABSTRACT**

For the purpose of developing a new indoor endurance test, named as “Shuttle Stamina Test (SST)”, 343 college students participated in three tests; SST, 5min-run test and 3min-step test. Through some physiological measurements on selected subjects the following results were obtained.

SST score was obtained by measuring the distance covered in 3min-running between two points (with standing stick) placed at 10m apart. During SST the oxygen uptake and heart rate reached to 72%  $\dot{V}O_2$  max and to 91% HRmax respectively, and the oxygen debt occupied 42% of  $O_2$  requirement. The SST scores were highly correlated with  $\dot{V}O_2$  max ( $p < 0.01$ ) and with 5min-run ( $p < 0.001$ ), but such significant correlations were not found between the step test and any other test results including  $\dot{V}O_2$  max. A survey on complains of muscle soreness approved that SST

should be equally safe or rather safer than the other field tests. From these results the SST designed in the present study was thought to be recommendable as an alternative test for assessing one's endurance capacity.

## 要 旨

全身持久性を評価するためのフィールドテストとして、10m間隔に立てた相対する棒の間を3分間に何回往復できるかを調べるテスト（シャトル・スタミナテスト：SST）を考案し、その妥当性を検討しようとした。このため大学生343名にSST、5分走、踏台昇降テストを課すとともに、一部被検者について酸素摂取量を測定し、次の結果を得た。

SST時の酸素摂取量は $72\% \dot{V}O_2\max$ に、心拍数は $91\% HR\max$ に達し、酸素負債は需要量の42%を占めた。SST成績(m)は $\dot{V}O_2\max$  ( $p < 0.01$ ) および5分走テスト成績 ( $p < 0.001$ ) と高い相関を示したが、踏台昇降テストと、他のテストとの間にはそのような相関が認められなかった。またテスト後の身体異常調査は、SSTが他のテストにくらべより安全であることを示した。これらの結果から、SSTは踏台昇降テストに替え得る屋内持久性テストであると考えられた。

## 緒 言

全身持久性は、全身の持久的な運動における“できばえ (performance)”をもって端的に評価することができるが、そこには呼吸循環系機能によるエネルギー供給能が深く関わっているため、生理学的には最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2\max$ ) が最も適切な評価指標とされている<sup>3,24</sup>。しかし測定の簡便さという点からみると、 $\dot{V}O_2\max$  測定には特定の設備と技術を必要とし、多人数の同時的測定も困難という難がある。そこで持久走テストや

ステップテストが、フィールド・テストとして用いられている。

持久走には、距離を規定する方法（1,500m, 1,000m走など）と時間を規定する方法（12分走や5分走）とがある。Cooper (1968)<sup>6</sup>による12分走テストの成績は、最大酸素摂取量と有意な高い相関を示し<sup>7</sup>、5分走テスト<sup>9</sup>の成績も、体重当り最大酸素摂取量と高い相関を示す<sup>2,16,23</sup>。また同様の高い相関関係が、12分走と5分走との間や<sup>2,23</sup>、5分走と1,500m走の間<sup>23</sup>にも認められる。このような持久走テストにおける高い信頼性を背景に、その成績を基にした運動処方<sup>14,15,23</sup>の作成やトレーニング効果の判定<sup>13,15,25,29</sup>などがなされている。しかし持久走テストにも、屋外の広場や走路を必要とすること、雨天時の実施が困難なことという難がある。この難点を補うテスト法として、屋内でできるステップテストがある。

わが国では、ハーバード・ステップテスト（20インチ台高、5分昇降）<sup>4,5</sup>を改変した踏台昇降テスト（男40cm, 女35cm, 3分昇降）<sup>19</sup>が全国的に普及している。しかしこのステップテストについては、その得点と最大酸素摂取量との間に有意な相関関係を認めた研究が少なく<sup>11,18</sup>、むしろ相関を否定する報告が多い<sup>8,10,12,21,27</sup>。石河ら（1974）<sup>12</sup>は、小学生の実験から「ステップテストによる心拍応答を若年者の持久性評価手段として用いることは不合理」と結論づけており、また中学生についても小野ら（1965）<sup>21</sup>が、踏台昇降テストの得点と持久走成績との間に有意な相関なし

と報告している。また勝木 (1974)<sup>17)</sup> は、ステップテスト文献 (100 余編) のレビューを通して、「ステップテストの得点と最大酸素摂取量との間に、高い相関を期待することは無理であろうかとも思われる」としている。このようにステップテストについては、適切な台高や運動時間の吟味<sup>1,20)</sup>、安静心拍数を考慮した得点算出法の工夫<sup>11,26,27,30)</sup>などが、さらに必要かと思われる。

本研究では、5分走やステップテストに代わる簡便な全身持久性テストの開発を意図して、「シャトル・スタミナテスト (Shuttle Stamina Test: SST)」を考案し、その妥当性を検討しようとした。本報告は、その手初めとして、シャトル・スタミナテストの成績が、5分走やステップテストの成績とどの程度の相関を示すか、また疲労状況はどうかについて調査した結果である。

## 研究方法

1. 被検者：被検者は大学生男女計 343 名 (18—22 歳) で、うち一般学生の男子が 123 名、同女子が 63 名、体育専攻学生の男子が 113 名、同女子が 44 名である。

2. シャトル・スタミナテスト (SST) の方法：被検者は 10m の距離をおいて立てられた 2 本の棒 (ジグザグドリブル用) を回って、繰り返し 3 分間全力で往復 (走) するものとし、その到達距離 (10m × 片道回数 + 停止点までの距離) を計測した。このテストは多人数を同時に取り扱うことが

可能なため、本研究では 5～10 名を同時にテストした (図 1)。この場合、検者が 30 秒ごとに時間を読み上げるとともに、「終了に 10 秒前」の合図から「止め」を告げ、各被検者のパートナーが距離を計測した。なお障害予防の観点から、1) 棒を回って折り返すときは小刻み走とすること、2) 初めからペースを上げすぎないことの注意を与えた。

3. 持久走テストの実施：全被検者について、試案の SST の他に 5 分走テスト<sup>9)</sup> をグラウンドで、踏台昇降テスト<sup>19)</sup> を室内でそれぞれ実施した。なおテストの再現性を知るため、体育学生男子を対象に SST と 5 分走を再度行った。この 2 度目の SST には 65 名が、5 分走には 76 名が参加した。

4. 酸素摂取量の測定：体育学生男子 20 名について、トレッドミル漸増負荷法により最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ) を測定した。また体育学生男子 5 名について、SST 運動中の  $\dot{V}O_2$  をダグラスバッグ法により測定するとともに、テレメータにより心拍数を記録した。

5. 身体異常調査：一般学生男女における SST, 5 分走, 踏台昇降の各テスト後にアンケート用紙を配布し、テスト後 48 時間以内に起った身体異常 (自覚症状) を記入させて 3 日後に回収した。回収率は男子が 100 % (123 名), 女子が 83 % (52 名) であった。

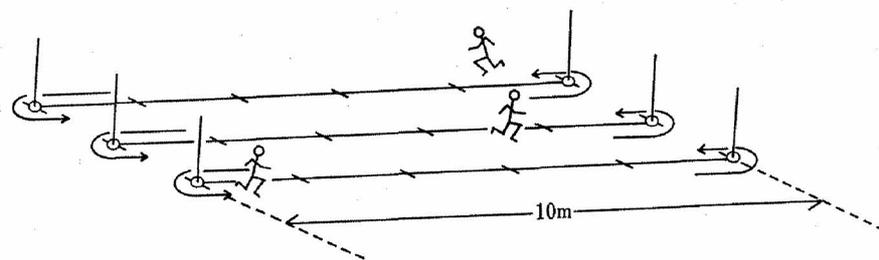


図 1 シャトル・スタミナテスト (SST) の方法

結果と考察

1. SST 時の呼吸循環反応

SST 運動中の酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2$ ) と心拍数 (HR) の結果を表 1 に示した。運動終末時の酸素摂取水準は平均  $71.5(\pm 3.7)\% \dot{V}O_{2max}$ 、心拍数の上昇水準は平均  $91.4(\pm 2.0)\% HR_{max}$  であった。このことは、本テストが全力を発揮することを立て前としているとはいえ、呼吸循環機能に対する運動刺激としては“最大下”の水準にとどまることを示している。また、酸素需要量に対する運動時酸素摂取量の割合は  $42.0 \pm 5.8\%$  であった。この割合は 1,000~1,500m 全力走に相当し<sup>28)</sup>、本テストが有酸素的要因を反映する持久性テストとして妥当であることを示唆するものと考

えられる。

2. SST の再現性

テストには一般に高い再現性が求められる。しかし SST における再現性 (相関) は、 $r=0.637$  ( $p<0.001$ ) となった。また 5 分走テストについても再現性をテストしたところ、 $r=0.772$  ( $p<0.001$ ) となり、SST よりやや高い相関を示した。いずれも 1% 水準の有意性があるとはいえ、再現性としては比較的低いように思われる。その理由は不明だが、あるいは持久性テストの特性を示すものかも知れない。

3. SST 成績の分布

各被検者群における SST 成績の度数分布を図 2 に示した。その分布は、より多人数を容する男子群において特に、視覚的にも明らかな正規性を

表 1 SST における酸素摂取量と心拍数

| Subj. | $\dot{V}O$ | $\dot{V}O_{2max}$ | $\% \dot{V}O_{2max}$ | HR  | $\% HR_{max}$ | O <sub>2</sub> dept           |
|-------|------------|-------------------|----------------------|-----|---------------|-------------------------------|
|       |            |                   |                      |     |               | O <sub>2</sub> requeument (%) |
| 1     | 47.4       | 67.3              | 70.5                 | 167 | 89.3          | 45                            |
| 2     | 45.1       | 60.9              | 74.2                 | 179 | 89.5          | 46                            |
| 3     | 47.8       | 63.2              | 75.5                 | 179 | 92.8          | 39                            |
| 4     | 35.6       | 54.0              | 65.9                 | 171 | 91.4          | 48                            |
| 5     | 43.1       | 60.2              | 71.6                 | 184 | 93.9          | 34                            |
| mean  | 43.8       | 61.1              | 71.5                 | 176 | 91.4          | 42                            |
| (SD)  | 5.0        | 4.9               | 3.7                  | 6.9 | 2.0           | 5.8                           |

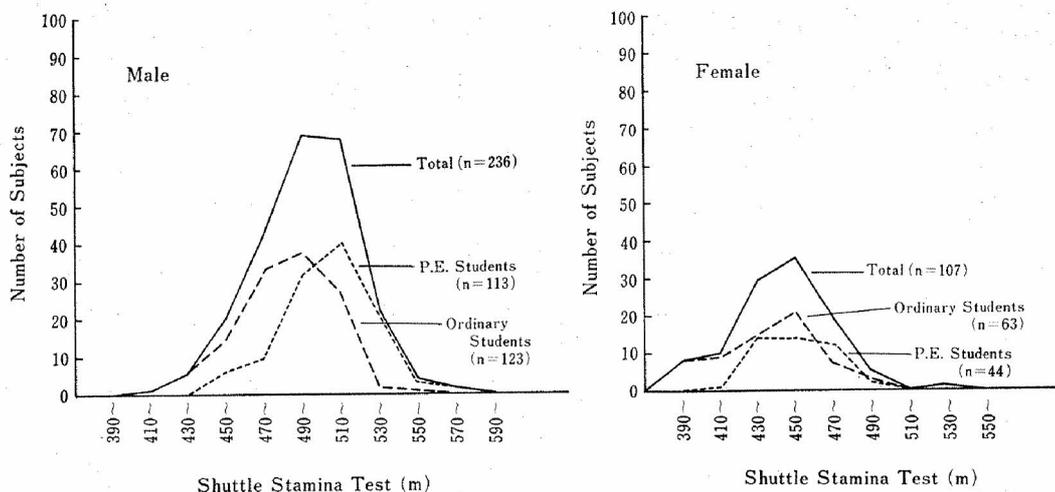


図 2 シャトル・スタミナテスト (SST) 成績の被検者群度数分布

うかがうことができる。一般学生と体育学生を一括した男女別の分布曲線については、 $\chi^2$  検定の結果いずれも1%水準で「正規性を有する」と判定された。このことは、将来多数の資料を得て本テストの評価表を作成するための、明るい見通しを与えるものである。

4. 三種テスト成績による群の比較

表2に、SST, 5分走, 踏台昇降の各テストにおける成績(平均±SD)を被検者群別に示した。5分走成績(平均値)をもとに体育科学センター方式<sup>22)</sup>で本被検者の持久性を評価すると、一般学生の男子は「普通」同女子は「やや低い」となり、体育学生の男子と女子はともに「やや高い」と判定される。また踏台昇降テストの平均値をスポーツテストの判定表<sup>27)</sup>に照らすと、一般学生の男子は「普通」同女子は「やや低い」となり、体育学生の男子は「やや高い」同女子は「高い」と判定される。すなわち、両群の平均値でみる限り、5分走と踏台昇降のいずれのテストを用いても、

体育学生は一般学生より高い持久性をもつと判定される。

SSTにおいても、一般学生と体育学生群の平均値間には、(男子群と女子群のいずれも)1%水準の有意性(一般<体育)が認められた。すなわち、「一般学生と体育学生の持久性水準を明らかにする」という点では、三種テストのいずれもが当を得たテストといえる。

5. 三種テストと最大酸素摂取量の相関

図3は、SST, 5分走, 踏台昇降の各テスト成績と最大酸素摂取量( $\dot{V}O_2\max$ )との相関を示している。SSTは $\dot{V}O_2\max$ との間に $r=0.592$ の1%水準で有意な相関を示し、また5分走テスト成績は、SSTよりさらに高い $r=0.846$ の相関(0.1%水準)を示した。しかし踏台昇降テストでは、 $r=0.335$ で有意な相関を示さなかった。この結果は、試案のSSTが個人の有酸素的能力をひき出すのに妥当なテストであることを支持するものである。ただし相関の度合からみて、SST

表2 三種持久性テストにおける各被験者群の成績(平均とSD)

| テスト項目            | 男子大学生                 |                       | 女子大学生                |                      |
|------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|                  | 一般 (n=123)<br>X̄ (SD) | 体育 (n=113)<br>X̄ (SD) | 一般 (n=63)<br>X̄ (SD) | 体育 (n=44)<br>X̄ (SD) |
| シャトル・スタミナテスト (m) | 489 (24.6)            | 510 (24.3)            | 443 (26.0)           | 460 (20.5)           |
| 5分走テスト (m)       | 1272 (93.6)           | 1409 (102.0)          | 926 (114.3)          | 1191 (99.2)          |
| 踏台昇降テスト (点)      | 57.6 (10.8)           | 82.1 (15.1)           | 57.3 (8.2)           | 86.3 (17.6)          |

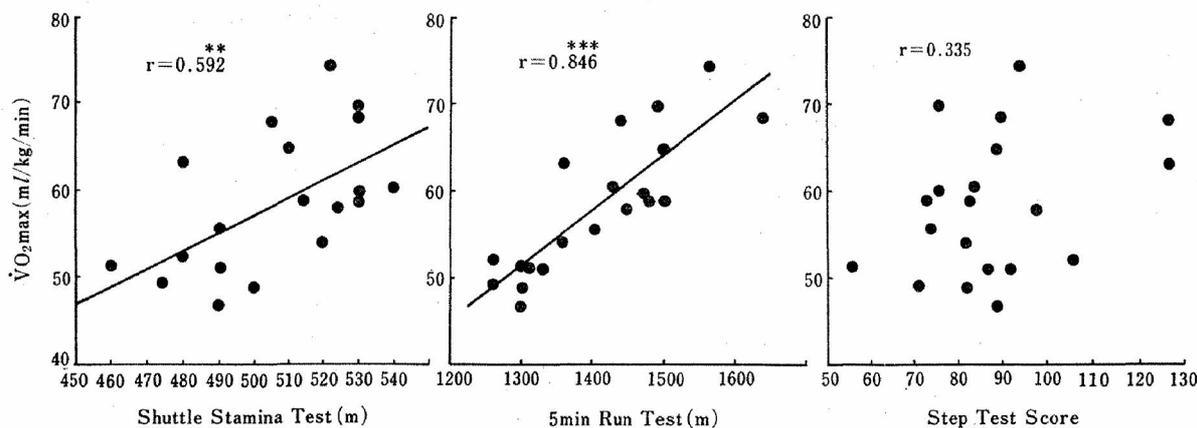


図3 最大酸素摂取量と三種持久性テスト成績との相関

は5分走テストにおよばないことは明らかであるが、少なくとも踏台昇降テストより優れたテストであることが示唆される。

6. 三種持久性テスト間の相関

図4は、SSTと5分走テスト間の相関図と回帰である。5分走テストに対するSSTの相関は、各被検者群のいずれにおいても0.1%水準の高い有意性を示した(表3最上段参照)。また、SST成績(m)をX、5分走成績(m)をYとした回帰式は次の通りであった。

一般学生 男子  $Y=170.5+3.09X$   
 女子  $Y=-485.6+3.18X$   
 体育学生 男子  $Y=173.9+2.25X$   
 女子  $Y=-200.7+3.03X$

表3に三種テスト相互間の相関を示した。この表が示す通り、踏台昇降テストに関しては、体育学生女子が5分走との間で5%水準の有意な相関を示したのを除けば、他のいずれの群においても5分走およびSSTとの間に有意な相関関係が認められなかった。すなわち、かりに5分走テスト成績を代表的評価基準とした場合、それに対するSSTの相関は踏台昇降テストのそれより明らかに高いといえる。また統計学的な説明力( $r^2$ )からみても、5分走成績の分散のうちSSTで説明し得る割合は35~54%であるのに対し、踏台昇降テストのそれは1~10%にすぎない。したがって、5分走テストに対する相関と説明力からみても、試案のSSTは踏台昇降テストより優れたテ

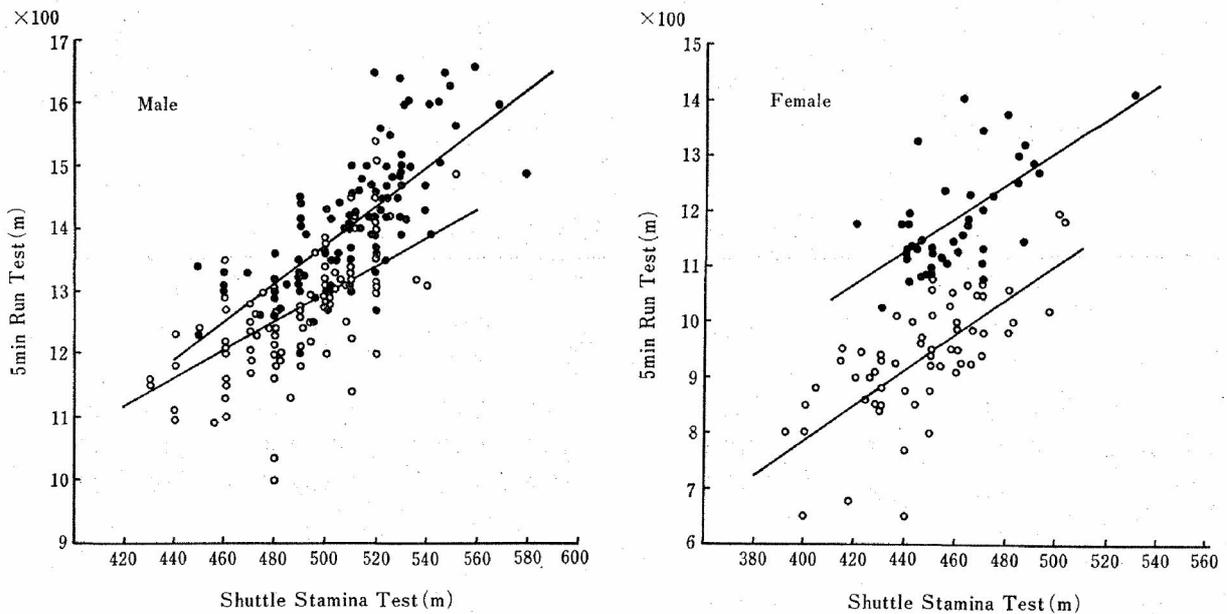


図4 5分走テストとシャトル・スタミナテスト(SST)成績間の相関と回帰

表3 三種持久性テスト間の相関係数と有意性

| テスト組み合わせ | 男子         |            | 女子        |           |
|----------|------------|------------|-----------|-----------|
|          | 一般 (n=123) | 体育 (n=113) | 一般 (n=63) | 体育 (n=44) |
| SSTと5分走  | 0.589***   | 0.737***   | 0.725***  | 0.625***  |
| SSTと踏台昇降 | 0.157      | 0.179      | 0.015     | 0.008     |
| 5分走と踏台昇降 | 0.111      | 0.181      | 0.104     | 0.322*    |

\* 5%水準, \*\*\* 0.1%水準

ストであると考えることができる。

7. テスト後の身体異常

SST, 5分走, 踏台昇降の各テスト後(48時間以内)における身体異常について, 一般学生からのアンケート回答(男123名, 女子52名)の集計結果を表4に示した。男女別に示したのは, 自覚症状の出現傾向に明らかな性差が見られたからである。

表4 三種持久性テスト後の身体異常(自覚症状)

|                  | <男子><br>(n=123) |     |      | <女子><br>(n=52) |     |      |
|------------------|-----------------|-----|------|----------------|-----|------|
|                  | SST             | 5分走 | 踏台昇降 | SST            | 5分走 | 踏台昇降 |
| <b>1. 異常の有無</b>  |                 |     |      |                |     |      |
| 異常を「感じた」         | 28              | 52  | 16   | 13             | 19  | 31   |
| <b>2. 異常の種類</b>  |                 |     |      |                |     |      |
| 筋肉痛              | 17              | 34  | 16   | 10             | 17  | 29   |
| 関節痛              | 2               | 5   | 1    | 2              | 5   | 3    |
| 頭痛               | 3               | 5   | 0    | 1              | 0   | 1    |
| 胸痛               | 3               | 4   | 0    | 0              | 0   | 0    |
| めまい              | 2               | 3   | 1    | 0              | 1   | 2    |
| はきけ              | 1               | 4   | 0    | 0              | 1   | 0    |
| その他              | 4               | 2   | 0    | 3              | 1   | 1    |
| <b>3. 筋肉痛の部位</b> |                 |     |      |                |     |      |
| 大腿前面             | 2               | 8   | 7    | 1              | 3   | 1    |
| 大腿後面             | 2               | 13  | 1    | 4              | 4   | 3    |
| 大腿全体             | 3               | 4   | 1    | 1              | 6   | 1    |
| 下腿前面             | 3               | 2   | 2    | 0              | 0   | 0    |
| 下腿後面             | 7               | 12  | 4    | 2              | 3   | 17   |
| 下腿全体             | 0               | 1   | 1    | 0              | 2   | 4    |
| 殿部               | 0               | 1   | 0    | 3              | 3   | 6    |
| その他              | 1               | 1   | 0    | 1              | 1   | 1    |
| <b>4. 関節痛の部位</b> |                 |     |      |                |     |      |
| 腰                | 1               | 2   | 0    | 1              | 3   | 0    |
| 膝                | 0               | 1   | 1    | 2              | 0   | 0    |
| 足首               | 1               | 2   | 0    | 1              | 2   | 3    |
| その他              | 0               | 0   | 0    | 0              | 0   | 0    |

テスト後に「異常を感じた」としたものは, 男子の場合5分走テストで最も多く(42%), 次いでSST(23%), 踏台昇降テスト(13%)の順であったが, 女子では, 男子とは逆に踏台昇降テ

ストで最も多く(57%), 次いで5分走テスト(37%), SST(25%)の順であった。

異常の種類では, 男女ともにいずれのテスト後においても, 筋肉痛を訴えたものが圧倒的に多く, 関節痛等の他の訴えはごくわずかにすぎなかった。また女子に多かった踏台昇降テスト後の異常は, その大半(87%)が下腿(とくに後面)と殿部の筋肉痛によるものであった。

すなわち, SSTにおける身体異常の発生が, 男子では5分走テストより少なく, 女子では5分走と踏台昇降テストより少ないという結果は, SSTが比較的安全なテストであることを証するものと考えられる。

結 語

本研究の提案したシャトル・スタミナテスト(SST)は, テスト時の有酸素反応や他のテスト成績との高い相関からみて, 踏台昇降テストにまさり, またテスト後の身体異常(自覚症状)からみて, 5分走テストや踏台昇降テストと同等ないしより安全であると考えられた。

謝辞 本研究のデータ蒐集に当り, 大阪外国語大学の松下唯夫氏, 大阪体育大学の豊岡示朗氏と松本美裕紀氏の協力を得た。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 青木純一郎, 喜多弘, 三宅章介; Step Testによる持久性評価に関する生理学的研究, 順天堂大学体育学部紀要, 6: 9-16 (1963)
- 2) 浅見俊雄; "Aerobics"を日本人に適用する場合の2, 3の問題点について, 体育科学, 2: 101-108 (1974)
- 3) Åstrand, P.O. and K. Radahl; Textbook of work physiology. pp. 283-315, Mcgraw Hill Book Co. NY (1970)
- 4) Brouha, L., A. Graybiel and C.W. Hearth; The step test: a simple method of measuring physical fitness for hard muscular work in adult men. Rev. Canad. de Biol., 2: 86-91 (1943)
- 5) Brouha, L.; The step test: a simple method of

- measuring physical fitness for muscular work in young men. *Res. Quart.*, **14** : 31—36 (1943)
- 6) Cooper, K.H.; Aerobics. M. Evans and Co. Inc. NY (1968)
  - 7) Cooper, K.H.; A means of assessing maximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing. *JAMA*, **203**(5) : 135—138 (1968)
  - 8) 江橋慎四郎, 福永哲夫, 山地啓司; 脈拍反応及び最大酸素摂取量からみたステップ・テストの検討(II), *体育科学*, **2** : 92—97 (1974)
  - 9) 猪飼道夫; 日本人の体力, pp. 182—184, 日本経済新聞社, 東京 (1967)
  - 10) 猪飼道夫, 福永哲夫, 山本高司, 手塚政孝, 北川薫; 脈拍反応及び最大酸素摂取量からみたステップ・テストの検討, *体育科学*, **1** : 204—208 (1973)
  - 11) 石河利寛; 小学生におけるステップ・テストの検討, *体育科学*, **1** : 209—212 (1973)
  - 12) 石河利寛, 形本静夫, 吉田敬義; ステップ・テスト時の心拍応答による若年者の持久性評価の可能性について, *体育科学*, **2** : 48—57 (1974)
  - 13) 加賀谷淳子; 成人女子の持久性トレーニングの強度に関する研究(1), *体育科学*, **1** : 98—107 (1973)
  - 14) 金子公宥, 豊岡示朗, 宮側敏明; フィールド走による負荷強度の設定, *体育の科学*, **23** : 157—159 (1973)
  - 15) 金子公宥, 大塚晃; 小学校児童(9—10歳)の体力におよぼす長期トレーニングの効果, *体育科学*, **7** : 37—43 (1979)
  - 16) Kaneko, M. and J. Toyooka; An expedient way of prescribing running speed effective for developing endurance capacity. *proc. 1981-ICPFR Tokyo* (ed. T. Ishiko), pp. 205—210, Baseball Magazinsha, Tokyo (1983)
  - 17) 勝木新次; 全身持久力の評価を目的とする Step test に関する考察, *体力研究*, **29** : 23—57 (1974)
  - 18) 松井秀治, 宮下充正, 三浦望慶, 小林寛道, 天野義裕, 米田孝吉, 豊島進太郎, 後藤サヨ子; 小学生のステップ・テストに関する研究(第1報), 作業強度からみた小学生のステップ・テスト, *体育科学*, **1** : 168—173 (1973)
  - 19) 松島茂善編著; スポーツ・テスト, 第一法規出版, 東京 (1963)
  - 20) 小川新吉, 勝田茂, 青木純一郎, 奥田博; Step Test に関する研究: 発育期の少年に対する適性負荷量に関する考察, *東京教育大スポーツ研究所報*, **2** : 1—10 (1964)
  - 21) 小野三嗣, 高橋泰光, 尾谷良行, 高橋基泰; 体格・体力及び運動能力の相互関係についての研究(第1報), *体力科学*, **14**, 104—112 (1965)
  - 22) 体育科学センター編; 健康づくり運動カルテ, pp. 33—36, 講談社, 東京 (1976)
  - 23) 豊岡示朗; フィールド・テスト(12分・5分, 1500m走)からみた大阪体育大学生の全身持久性とその評価基準の作成, *大阪体育大学紀要*, **12** : 37—43 (1980)
  - 24) Taylor, H.L., E. Buskirk and A. Henshel; Maximum oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J. Appl. Physiol.*, **8** : 73—80 (1955)
  - 25) 山川純, 宮原富美子; 持久性トレーニングに関する研究: 成人女子のトレーニングについて, *体育科学*, **1** : 159—161 (1973)
  - 26) 山川純, 宮原富美子; 小学生における踏台昇降運動による全身持久力の評価について, *体育科学*, **1** : 193—203 (1973)
  - 27) 山本高司, 手塚政孝, 猪飼道夫; 脈拍反応と年齢一踏台昇降運動テストの再検討, *体育の科学*, **21** : 787—792 (1971)
  - 28) Yamaoka, S.; Studies on energy metabolism in athletic sports. *Res. J. Physical Ed.*, **9** : 28—40 (1965)
  - 29) 吉村雅道; 小学校期における運動処方のごころみ, *体育の科学*, **21** : 248—255 (1971)
  - 30) 遊佐清有; 中学校生徒を対象とした踏台昇降テストについての検討, *体育科学*, **1** : 182—192 (1973)