



|                  |                                                                                   |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Title            | 踏み台昇降による幼児の心機能特性について                                                              |
| Author(s)        | 山本, 哲二                                                                            |
| Citation         | 北海道大學教育學部紀要, 35, 197-202                                                          |
| Issue Date       | 1980-03                                                                           |
| Doc URL          | <a href="https://hdl.handle.net/2115/29215">https://hdl.handle.net/2115/29215</a> |
| Type             | departmental bulletin paper                                                       |
| File Information | 35_P197-202.pdf                                                                   |



# 踏み台昇降による幼児の心機能特性について

山 本 哲 二

## A Study on the Children's Heart Function by Step Test Performance

Tetsuji Yamamoto

### I 目 的

近年、幼児体育に関する研究は盛んになってきており体育学会はもとより現場においても研究交流会等が活発化してきている。文部省も大人の体力の基礎が幼児期に形成されることから、科学的立証性に基くところの指導体制の確立と指導者育成を目的とした種々の事業も計画している。又、文部省が昭和39年度以降、体力診断テストの一項目として3分間踏み台昇降運動を全身持久性のテストとして採用して以来、小学校5年生以上の児童・学生にも、このテストが広く行なわれるようになってきた。同省の管轄下にある幼稚園では幼稚園教育要領が未だ整備が不十分であり、又、幼児にどの程度の運動を処方すべきかの統一された見解がない。特に運動生理学的な面では幼児の循環機能についての報告例は少ない。

Brouher の考案した Harvard Step Test は全身持久性の評価法として色々な面に利用され応用されてきた。しかし幼児・児童には各年令によってそれぞれ生理学的な特徴があり、これらの特徴の実体把握は試みられねばならない。

幼児の心拍数から見た循環機能についての文献は少ない。吉沢<sup>16)</sup> 吉田等<sup>17)</sup> は走運動による酸素摂取量及び心拍数変化から幼児の生理学的特徴をとらえ、加賀谷<sup>17)</sup> 山本<sup>15)</sup> は子供の幼稚園生活における心拍数変化の特徴を明らかにしている。又勝部<sup>10)</sup> は幼児の遊びによる心拍数変化の特徴を豊富にとらえた。

今回は、2秒に1回のリズムに合わせることでできる年長児に焦点を合わせ、医学的には5才児から Master の 2 Step 法が適用される<sup>11)</sup> ことを考慮に入れて、色々検討した結果、2 Step 法より 3 cm ほど低い 20cm の台高で3分間の踏み台昇降を行なわせ、幼児の心機能把握を試みた。幼児と大人（成人女子）に同じ運動規制をした場合、安静時心拍数、運動中心拍数の間の相互関係はどうか、それが全身持久性の評価と成り得るかどうか考察した。

### II 方 法

被験者は文化女子大学室蘭短期大学附属幼稚園児24名（男子12名、女子12名）、成人女子として同短大生24名である。

測定は昭和53年7月と9月におこない一部については昭和54年7月におこなった。測定時の温度は平均21℃、湿度は平均68%であった。測定器具は日本光電製 2 Channel Telemeter を使用した。

幼児は台高20cm、成人女子は20cmと35cmの台高で測定前約20分間安静にし、その後座位安

静心電図を 5 分間記録した。次に心電図を記録しながらメトロノームと同時にかけ声をかけ 2

Table 1. Physical characteristics of subjects

| Subject        | N. | Age      | Height    | Weight   | Rohrer Index |
|----------------|----|----------|-----------|----------|--------------|
| Boy            | 12 | 6.0±0.3  | 114.4±4.0 | 20.6±1.6 | 134±7.5      |
| Girl           | 12 | 5.9±0.3  | 113.2±3.7 | 19.5±1.7 | 134±7.7      |
| Female (Adult) | 24 | 19.4±0.8 | 157.3±4.4 | 51.5±5.5 | 132±9.3      |

秒に 1 回のテンポで踏み台昇降運動を 3 分間継続させた。運動終了後直ちに座位をとらせ回復期の安静心電図を記録した。記録された心電図を安静時、運動中、回復期の全過程に亘って 30 秒毎に区切り、心電図の R 棘を計測し 1 分間値に換算した。また、Harvard Step Test の方法に従って回復期の 1 分～1 分 30 秒、2 分～2 分 30 秒、3 分～3 分 30 秒の間の心拍数を計測し得点を算出した。

### Ⅲ 結 果

#### 1. 心拍数と Step 得点

表 2 に被験者の安静心拍数、最高心拍数及び Step 得点について示した。

安静心拍数は男子 95 拍、女子 94 拍、最高心拍数は男子 152 拍、女子 150 拍、Step 得点は男子 30、女子 31 であったが男女の間に有意差はなかった。

Table 2. Heart rate and score of step test (beat/min)

| Subject        | Rest    | Max. H. R. | Score of S. T. |
|----------------|---------|------------|----------------|
| Boy            | 95±10.8 | 152±13.3   | 60± 6.4        |
| Girl           | 94±11.6 | 150±11.3   | 62± 7.6        |
| Female (Adult) | 74± 8.6 | 147±13.1   | 70±11.6        |

#### 2. 踏み台昇降による心拍数変化

3 分間踏み台昇降による心拍数変化を図 1 に安静値を 100 とした時の心拍数変化を図 2 に示した。

心拍数は 20cm の台高で幼児と短大生の間に安静値  $P < 0.05$  で有意差があり、運動中は 30 秒、1 分を除き有意差はなかった。両者共運動開始後心拍数は急激に上昇し、1 分 30 秒を過ぎると徐々に上昇したが運動終了時に幼児は 151 拍、短大生は 147 拍となった。回復期で幼児は 1 分 20 秒に 100 拍近辺で安定し、短大生は漸減したが 3 分に 85 拍ほどで心拍数は安定した。短大生のみ行なった 35cm の台高では最高心拍数は平均値で 178 拍に達した。回復期は 4 分 30 秒に 20cm の台高より 12 拍ほど高い値で安定した。(図 1)

次に安静値を 100 とした場合、幼児と短大生の心拍数の上昇率は 20cm の台高では有意な差で短大生の方が高かった。回復は幼児の方が速く、1 分 30 秒ではほぼ安静値に近い値となった。

(図 2)

図1・2を総合してみると、20cmの台高で3分間の踏み台昇降をした場合、幼児は短大生より心拍数の上昇は急激であるが、上昇率は高くなく、回復も速やかであることがわかった。

### 3. 安静心拍数最高心拍数と Step 得点の関係

図3に安静心拍数と運動時最高心拍数との関係を示した。幼児は  $r=0.601$  で高い相関を示した。

短大生は有意な相関はなかった。幼児は  $y=0.66x+88.7$  の関係式が得られ、幼児で安静心拍数の低い者は最高心拍数も低い傾向にあるのがわかる。

図4は安静心拍数と Step 得点との関係を示したものである。幼児・短大生共高い逆相関があり、幼児  $y=-2.58x+172.3$ 、短大生  $y=-1.19x+115.6$  の関係式が得られた。

幼児・短大生共安静時心拍数の低い者は Step 得点が高いことを示している。

最高心拍数と Step 得点との関係を示した。

(図5)幼児・短大生共高い逆相関があり、幼児  $y=-2.35x+222.2$ 、短大生  $y=-1.7x+206.6$  の関係式が得られた。このことは幼児・短大生共、最高心拍数の低い者は Step 得点が高くなる傾向があることを示している。

## IV 考 察

幼児は不整脈が多く<sup>14)</sup> (RR

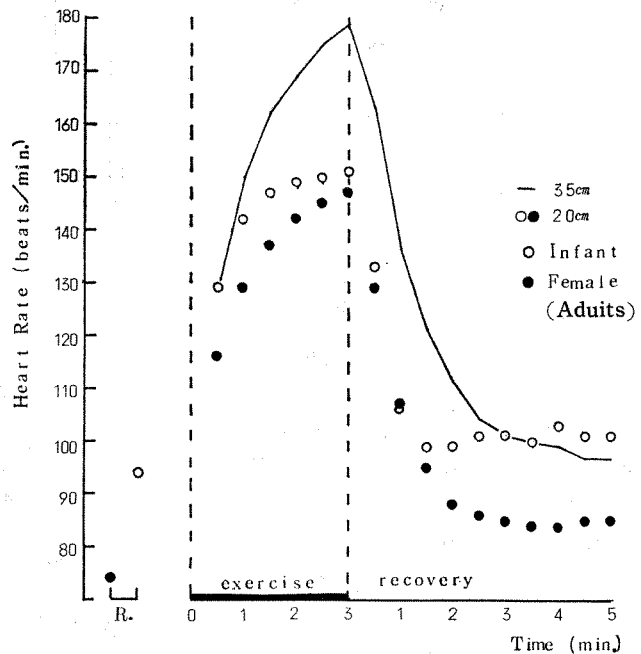


Fig 1. Heart rate during 3 minutes of exercise and recovery

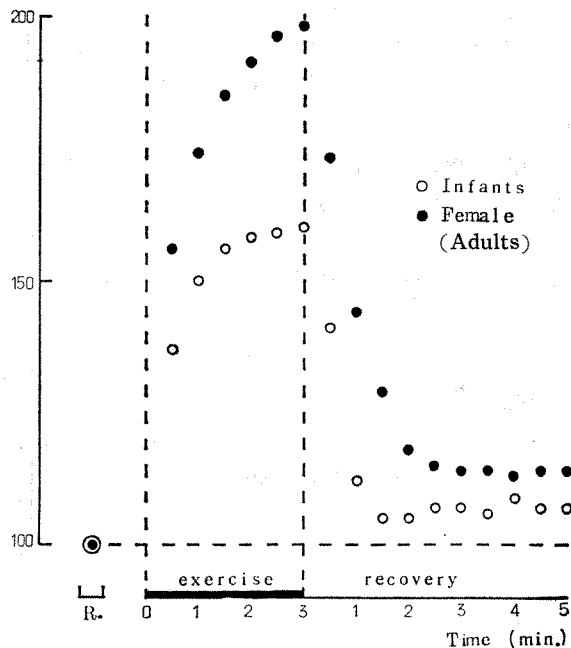


Fig 2. Change of heart rate obtained from resting heart rate (rest=100)

間隔が10%以上変動: 5・6歳88.5児%), 所要熱量, 基礎代謝量は成人と異なる<sup>2)</sup>。今回, 無理のない高さということで20cmの台高とした。勝木<sup>9)</sup>は台高を決定するにあたり考慮すべき point として

- 1) 無理のない高さであること。
- 2) 持久力検査ゆえ, 循環機能の運動に対する適応が実現すること。
- 3) 1), 2) の条件が満たされても負荷が軽すぎないこと。

としている。

山川等<sup>12)</sup>は小学校1～6年まで25cmの台高で踏み台昇降を行い, 形態的な発育との関係, 並びに個人の安静時心拍数, 運動中心拍数, 回復期心拍数の相互関係が性, 年齢別にどのように変化するかを明らかにしている。その結果によると, 各学年共1分30秒まで急激に増加し140～150拍に達し, その後わずかに増加して運動終了時には最高心拍数を示している。女子も男子と同様, 1分30秒まで心拍数の増加が顕著であるが, 心拍数増加が継続し運動終了時まで定常状態を示さず, 昇降運動に伴う心拍数増加の様式は男女共学年に差はほとんど見られないという。

本測定は20cmの台高であるが, 上記報告と同様, 1分30秒まで心拍数は急激に上昇し, 平均値で147拍となり, その後心拍数はわずかに増加し運動終了時に151拍となった。

台の高さについて小川等<sup>6)</sup>は中学生について検討した結果, 中学1年30cm, 2年35cm, 3年40cmの Step 得点はほぼ等しく, 25cmでは学年差は見られず, 40cmの台高では学年の間に有意差があったとしている。

以上, 山川, 小川等と本測定の結果から20cmと25cmでは運動量にさほど差はないものと予測される。

Johnson, R. E. 等<sup>19)</sup>は持久力テストの運動様式として, 大筋群を含む運動で循

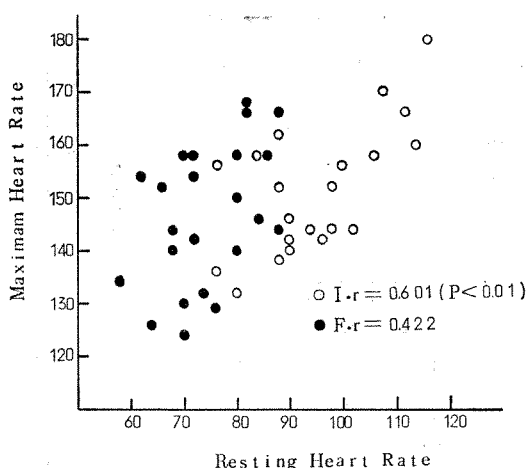


Fig 3. Relation between resting heart rate and maximum heart rate

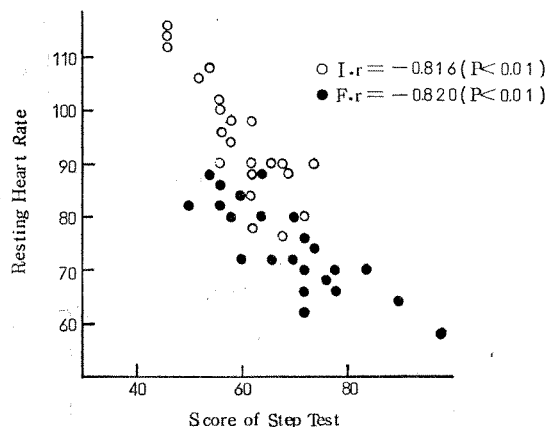


Fig 4. Relation between resting heart rate and score of step test

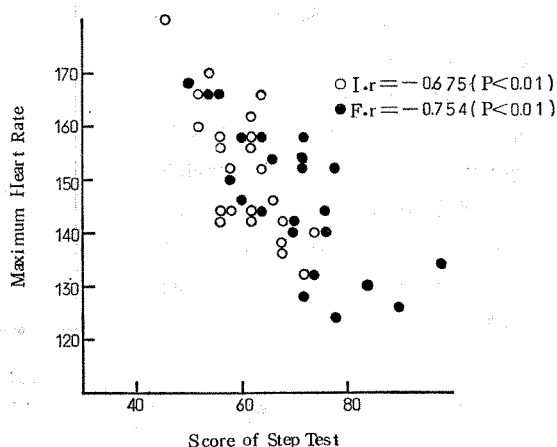


Fig 5. Relation between maximum heart rate and score of step test

環系に十分なストレスを与えられるもので、被験者の%以上が継続してできるものが良いとしている。本測定では被験者全員が3分間遂行出来たが、呼吸循環にある程度負荷を与えるという意味で5分間の負荷を今後の課題の1つとしたい。幼児の心拍数変化の特徴の1つとして、運動後安静時心拍数より回復期心拍数が下がる、いわゆる陰性相について吉沢等<sup>16)</sup>の研究がある。この現象は長い距離を走る場合には出現せず、短距離走のように急激に心拍数が上昇する場合に出現する。つまり骨格筋の激しい動きに伴う骨格筋自体の milking action の促進から心臓への環流血流量が急激に増加し、それに応ずるべく心拍数もわずかの時間で急増する。ところが急に運動を停止すると、今度は骨格筋に血液が停滞し心臓への環流血は減少することになりそこで心臓は血液が充満するまで待って力強く駆出するという形をとり、その結果心拍数が低下すると考えられる。

本測定では急に運動を停止したにもかかわらず陰性相は出現しなかった。

勝部<sup>10)</sup>は遊びの中で心拍数を測定し、子供はつらいという感じをおさえてまでも無理に行動することはないことを観察し、それを幼児の生体防衛機制と見ておりまた加賀谷<sup>7)</sup>は幼児が高い心拍数を示すのは1分程度であると報告している。山本<sup>15)</sup>が幼稚園児を登園から帰宅時間までの行動と心拍数との関係について観察した際、一般活動と体育的活動との境界は130~140拍で出現したが、130~140拍以上で子供が自由に体育的活動をしている場合にはその活動はあまり長続きしない傾向があった。

加賀谷<sup>8)</sup>は子供に3分間かけっこをさせたところ3分間走るのを目標にしたにもかかわらず2分前後で立ち止まることが多かったという。

次に踏み台昇降による Step 得点と安静心拍数との関係についてであるが、Brouha<sup>18)</sup>や Sloan<sup>21)</sup>は大学生を被験者とした実験から、両者の間に有意な関係はないとしている。しかし、青木と喜多<sup>1)</sup>、Kean と Sloan<sup>20)</sup>、石河<sup>3)</sup>、山川<sup>12)</sup>、山本<sup>13)</sup>、遊佐<sup>5)</sup>は、それぞれ成人あるいは若年者を対象とした実験から、両者の間に有意な高い逆相関があることを報告しており、本測定でも同様の結果を得た。

Step 得点と最高心拍数との関係について石河<sup>4)</sup>は Step 得点の変動が身長、体重などの形態面とは無関係なことから Step 得点は運動終了時の心拍数の高低に依存していると報告しており、本測定で調べた幼児の場合も同様の結果を得た。

以上のことから、Step 時の心拍応答を利用して全身持久性を評価する場合、安静心拍数、及び最高心拍数を考慮した指数を検討する必要があると思われる。幼児にあてはめて考えると、幼児は運動により急激に心拍数は上昇し、又、運動終了後急激に心拍数は回復する。すなわち、Step得点に換算する回復時1分~1分30秒、2分~2分30秒、3分~3分30秒で回復過程にあるのは1分~1分30秒のみであとは安静値に近い値となる。ところが2分30秒で心拍数は若干上昇し、短大生と比較し回復過程の心拍数は不安定である。これは安静心電図を記録した場合にも見られ、じっとしていることが子供にとって生理的に合わないことから、循環中枢の興奮水準が上るためと考えられる。又、激しい運動負荷を与えた場合、陰性相が出現する可能性が出てくることから、幼児の踏み台昇降は青年と違って全身持久性の指標として考えていけないと推察する。

## V 要 約

台高20cm, 3分間の踏み台昇降運動を幼児におこなわせ, 全身持久力の評価となりうるかどうかを調べ以下の結果を得た。

- 1) 幼児は短大生と比較し, 運動負荷による心拍数の上昇は速く, 又, 回復も速い。
- 2) 幼児は安静心拍数と最高心拍数, 安静心拍数と Step 得点, 最高心拍数と Step 得点との間に高い相関があった。
- 3) 25cmの台高で小学生に踏み台昇降を行なった山川等の報告と類似した。
- 4) 踏み台昇降運動では, 幼児の全身持久力を評価できないと考えられるが, 同じ動作を続ける訓練, 及び運動刺激を与える中でリズム感を養うという意味での教育効果はあると思われる。

終りに, 本調査に協力して下さった文化女子大学室蘭短期大学幼児体育センター諸氏に感謝いたします。

## 文 献

- 1) 青木純一郎, 喜多弘: Harvard StepTest の生理学的解析, 順天堂大学体育学部紀要, 5 1962.
- 2) 朝比奈一男, 中川功哉: 運動生理学, 大修館, 1969.
- 3) 石河利寛: 小学校低学年におけるステップテストの検討, 体育科学, 1, 1973.
- 4) 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, 1974.
- 5) 遊佐清有: 中学校生徒を対象とした踏み台昇降テストについて検討, 体育科学, 1, 1973.
- 6) 小川新吉: 発育段階から見た Step 運動に関する研究, 負荷量による心拍数の変化, 体力科学, 13 (2) 1964.
- 7) 加賀谷淳子: 幼児の運動生活, 体育の科学, 6, 22, 1972.
- 8) 加賀谷熙彦, 加賀谷淳子: 幼児期の身体特性, 体育の科学, 4, 23, 1973.
- 9) 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, 体育科学, 29, 1974.
- 10) 勝部篤美: 幼児体育に関する実験的研究, 体育学研究, 14, 4, 1970.
- 11) 村田和彦, 津田淳一: 成人と小児の心電図, 中外医学社, 1969.
- 12) 山川純, 宮原富喜子: 小学生における踏み台昇降運動による全身持久性の評価について, 体育科学, 1, 1973.
- 13) 山本高司, 手塚政孝, 猪飼道夫: 「踏み台昇降運動」テストの再検討, 体育の科学, 21, 1971.
- 14) 山本哲二: 安静心電図より見た幼児の心機能について, 文化女子大学室蘭短期大学研究紀要, 2, 1978.
- 15) 山本哲二: 幼稚園生活における幼児の行動と心拍数, 文化女子大学室蘭短期大学研究紀要, 3, 1979.
- 16) 吉沢茂広, 石崎忠利, 本多宏子, 亀岡隆之, 森田良司, 石川栄寿: 幼児の有酸素的作業能に関する研究, 体育の科学, 4, 26, 1976.
- 17) 吉田敬義, 石河利寛: 呼吸循環機能から見た幼児の持久性について, 体育学研究, 23, 1, 1978.
- 18) Brouha, L., A. Graybiel and C. W. Heath: The Step Test: A simple method of measuring physical fitness for hard muscular work in adultman. Rev. Canad de Biol., 2, 86~91, 1943.
- 19) Johnson, R. E., L. Brouha and R. C. Darling: A Test of Physical Fitness for Strenuous Exertion, Rev Canad, de Biol., 1, 491~503, 1942.
- 20) Keen, E. N. and A. W. Sloan: Observations on the Harvard Step Test J. Appl. Physiol., 13, 241~243,
- 21) Sloan, A. W.: Effect of training on physical fitness of woman students J. Appl. Physiol., 16, 167~169,