

「自由な運動負荷・ペース」で実施したペダリングおよびウォーキングの
心拍数，主観的運動強度，感情に与える影響

Effect of pedaling and walking by self-selected exercise intensity

～ from the result of heart rate, rating of perceived exertion, mood stage ～

中丸信吾（東京家政大学非常勤講師，順天堂大学非常勤講師） 木村博人（東京家政大学教養部）

Shingo NAKAMARU (Tokyo Kasei University, Juntendo University) Hiroto KIMURA (Tokyo Kasei University)

要 旨

本研究は、ペダリングの負荷およびウォーキングのペースを運動する本人が自由に設定できる場合の運動特性を心拍数、主観的運動強度および本人の感情の変化から明らかにしようとするものである。

本実験の結果からまず、ペダリングの負荷を本人が自由に設定できるようにして実施した場合、最初効果的な運動強度で実施していたものの時間経過とともに高い運動強度を選択すること、感情は好ましい状態に変化することが明らかとなった。このことから、ペダリングでは運動強度が高くなりすぎないように配慮する必要があると示唆された。

次に、ウォーキングのペースを本人が自由に設定できるようにして実施した場合、終始一貫して低い運動強度で実施すること、感情にはあまり変化がみられないことが明らかとなった。このことから、ウォーキングでは運動時間を長くしたり運動強度を高めるなどの工夫をすることが必要であると示唆された。

これらの結果は、一般成人が日常的に運動実施の習慣化を図る際に基礎的な資料となろう。

Abstract

This research tries to clarify the exercise characteristic of the pedaling and the walking by the self-selected exercise intensity from the change in heart rate, RPE, and mood stage.

Through the pedaling, the exercise intensity was effective, however it has increased as time passes. The mood stage became desirably after the pedaling. In the pedaling by the self-selected exercise intensity, it was suggested that it was necessary not to increase of the exercise intensity too much.

Through the walking, the exercise intensity was low and from beginning to end constant. The mood stage did not change so much after the walking. In the walking by the self-selected exercise intensity, it was suggested that it was necessary to increase duration or the intensity of the exercise.

These results are beneficial for a general adult to perform the exercise regularly.

キーワード：ペダリング、ウォーキング、自由な負荷・ペース

Keyword : pedaling, walking, self-selected exercise intensity

1. はじめに

近年、青少年の体力・運動能力は低下傾向にある。特に日常生活の中で運動を行わない者は体力が低いことが報告されており¹⁴⁾、体力の維持・向上や生活習慣病の予防の観点から運動実施の重要性が叫ばれている。また、運動の実施はメンタルヘルスに与える影響も大きいことはいままでもなく、ストレス発散や気晴らしなどの理由で運動を実施することも大いに意味のあることといえる。一方、本学学生を対象とした運動実施状況を見てみると、授業以外にも運動習慣のある者は2001(平成13)年の報告¹⁰⁾では24%であったが2006(平成18)年の報告¹²⁾では39.1%であり、授業以外にも運動習慣をもつ学生が増加してきている現状にある。しかし、「時間がない」との理由で日常生活の中で運動を行わない女子大学生が多いことも報告されている⁸⁾。そこで、本研究では運動実施の習慣化に向けた取り組みの一環として、自転車エルゴメーター

によるペダリング(以下、ペダリング)とウォーキングを用いて、本人が自由に負荷・ペースを設定した場合の運動強度や感情の変化について検討することとした。

自転車エルゴメーターは本学体育館トレーニング室に設置されており、ウォーキングは学内および近隣の公園を利用することができるため、本実験で得られた結果は本学学生が日常生活の中でペダリングやウォーキングを実施する際の資料として役立つことが期待される。

以上の観点から、本研究の目的は、本人の自由な負荷・ペース設定で行ったペダリングおよびウォーキングが心拍数、主観的運動強度および感情に与える影響について検証し、本学学生が日常生活の中でペダリングやウォーキングを実施する際の基礎資料を得ることとした。

II. 方法

1. 被験者

被験者は東京家政大学家政学部1年生11名とし、ペダリング実施群を7名、ウォーキング実施群を5名とした。なお、被験者のうち1名は両方の運動を実施した。被験者の特性を表1に示した。被験者はいずれも体育実技以外に運動習慣のない者であった。被験者には予め本研究の目的や概要を説明し同意を得た。

2. 運動内容

ペダリングは、本学狭山校舎体育館内のトレーニング場にて自転車エルゴメーター（エアロバイクEZ101、コンビ社）を用いて実施した。運動時間は30分とし、運動強度はペダル回転数を60rpmに設定したピッチ音に合わせて漕ぐよう統一した。ペダル負荷については下限を50wとして各自で自由に負荷設定するよう指示した。また、運動の開始時、10分後、20分後、30分後（終了時）においてペダル負荷を記録した。

ウォーキングは、大学近隣の稲荷山公園の歩行者専用道路（1周約1.2km）の周回コースにて実施した。運動時間はペダリングと同様に30分とし、ペースは各自で自由に設定するよう指示した。また、ウォーキングの速度について1周を1.2kmとしてラップタイムから1周毎の平均速度を算出した。すべての被験者が3周目の途中で30分経過し運動終了となったため、3周目については残りの歩行距離の平均速度を算出した。

なお、自転車エルゴメーターは本学学生が最も好む運動であり¹²⁾、ウォーキングは1年次の体育実技「からだスポーツI、II」の「シャイプアップ」で行われており本学学生にとっていずれも身近な運動種目である。

3. 測定項目

(1) 心拍数

運動中の心拍数はハートレートモニター（Polar社）を用いて5秒毎に連続して測定した。得られた心拍数から10分毎の平均心拍数および心拍数水準（%HRmax）を求めた。なお、最高心拍数（HRmax）は「220-年齢」により推定した。

(2) 主観的運動強度（RPE）

RPEはBorg^{3,4)}のスケールを小野寺ら¹⁷⁾が日本語訳した質問表（表2）を用いて測定した。測定のタイミングは運動開始10分後、20分後、30分後（終了直後）とし、RPEの質問表を被験者に提示し、該当する数字を被験者に指し示させた。

(3) 感情尺度

運動前後の感情変化は「快感情」、「リラックス感」、「不安感」の3つの因子から構成されるMood Check List-Short Form 1（MCL-S.1）⁷⁾を用いて測定した（表3）。回答カテゴリーは「まったくそうである」と「まったくそうでない」を両極とした7段階で行った。各尺度項目の得点化は3点から-3点までの7段階で行うリッカート法を採用し、因子毎の各得点を合計した。測定は運動開始前と運動終了後に実施した。

表1 被験者特性

| | | 年齢 | 身長 | 体重 | BMI |
|---------|------|------|-------|------|------|
| ペダリング群 | 平均 | 18.4 | 157.0 | 54.6 | 22.2 |
| | 標準偏差 | 0.5 | 4.7 | 6.4 | 2.6 |
| ウォーキング群 | 平均 | 18.2 | 155.1 | 53.2 | 22.2 |
| | 標準偏差 | 0.4 | 3.0 | 6.2 | 2.4 |

表2 自覚的運動強度（RPE）判定表

| | |
|----|---------|
| 20 | |
| 19 | 非常にきつい |
| 18 | |
| 17 | かなりきつい |
| 16 | |
| 15 | きつい |
| 14 | |
| 13 | ややきつい |
| 12 | |
| 11 | 楽である |
| 10 | |
| 9 | かなり楽である |
| 8 | |
| 7 | 非常に楽である |
| 6 | |

小野寺ら, 1976¹⁷⁾

表3 MCL-S.1の尺度項目

| 因子 | 尺度項目 |
|--------|-----------|
| 快感情 | 生き生きしている |
| | 爽快な気分である |
| | はつらつしている |
| | すっきりしている |
| リラックス感 | リラックスしている |
| | ゆったりしている |
| | 落ちついていて |
| 不安感 | 穏やかな気分である |
| | 不安である |
| | 心配である |

橋本ら, 1996⁷⁾

4. 統計処理

各測定項目における有意差検定には、ペダリング群、ウォーキング群それぞれの運動実施前後2群間の比較には対応のあるt検定を用い、3群以上の比較には分散分析を行った後、有意差が認められた項目について多重比較検定を行った。なお、統計的有意水準は5%とした。

III. 結果

1. ペダリングにおける運動強度と感情の変化

ペダリングにおける運動強度は、10分毎の平均心拍数の変化(図1)を見てみると0(運動開始)~10分では134.3 ± 17.4 拍/分、10分~20分では146.3 ± 21.6 拍/分、20分~30分では159.7 ± 16.6 拍/分と時間経過とともに心拍数は上昇しており、0~10分と20分~30分との間において有意な上昇(p<.05)が認められた。なお、これら10分毎の% HRmaxは、それぞれ66.6 ± 8.7%、72.6 ± 10.7%、79.2 ± 8.2%であった。

ペダリングにおけるRPEの変化(図2)についても心拍数の変化と同様に10分後では12.0 ± 0.8、20分後では13.0 ± 0.8、30分後では13.7 ± 0.8と時間経過とともに上昇しており、10分後と20分後の間(p<.05)および10分後と30分後の間(p<.05)においてそれぞれ有意な上昇が認められた。

ペダリングにおけるペダル負荷の変化(図3)では、有意な変化ではないものの時間経過とともに上昇する傾向がみられた。

次にペダリングにおける感情の変化(表4)についてみてみると、快感情については運動前では3.7 ± 3.5、運動後では7.3 ± 4.3であり有意な変化ではないものの改善している傾向が認められた。さらに快感情尺度内の各項目についてみてみると「爽快な気分である」、「生き生きしている」の項目においてそれぞれ有意な改善(p<.05)が認められた。また、リラックス感、不安感はいずれも有意な変化はみられなかった。

2. ウォーキングにおける運動強度と感情の変化

ウォーキングにおける運動強度は、10分毎の平均心拍数の変化(図4)を見てみると0~10分では125.9 ± 17.0 拍/分、10~20分では127.8 ± 21.5 拍/分、20~30分では127.5 ± 21.4 拍/分であり有意な変化は認められなかった。なお、これら10分毎の% HRmaxは、それぞれ62.3 ± 8.4%、63.3 ± 10.6%、63.1 ± 10.6%であった。ウォーキングにおけるRPEの変化(図5)については、有意な変化はみられなかった。また、ウォーキングにおける速度の変化(図6)についても有意な変化はみられなかった。

ウォーキングにおける感情の変化(表5)では、快感情は運動前ではやや向上していたが有意な変化ではなかった。しかし、リラックス感は有意に低下(p<.05)する結果であり、不安感については有意な変化はみられなかった。

図1 ペダリングにおける心拍数の変化

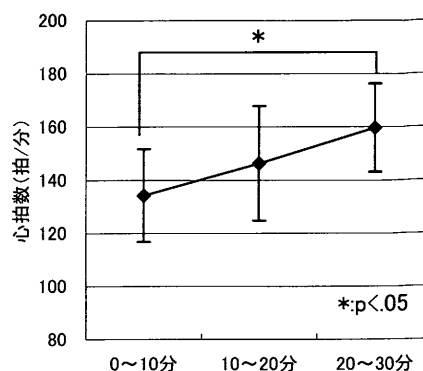


図2 ペダリングにおけるRPEの変化

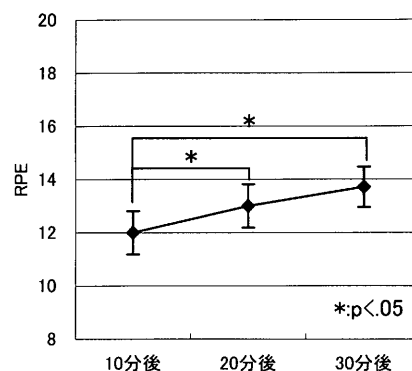


図3 ペダリングにおけるペダル負荷の変化

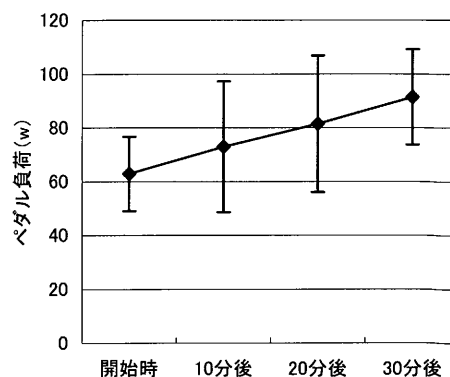


表4 ペダリングにおける感情の変化

| | 感情 | | |
|--------|------|------|------|
| | 運動前 | 運動後 | |
| 快感情 | 平均 | 3.7 | 7.3 |
| | 標準偏差 | 3.5 | 4.3 |
| リラックス感 | 平均 | 4.9 | 2.0 |
| | 標準偏差 | 3.1 | 4.9 |
| 不安感 | 平均 | -3.0 | -4.4 |
| | 標準偏差 | 2.4 | 2.3 |

図4 ウォーキングにおける心拍数の変化

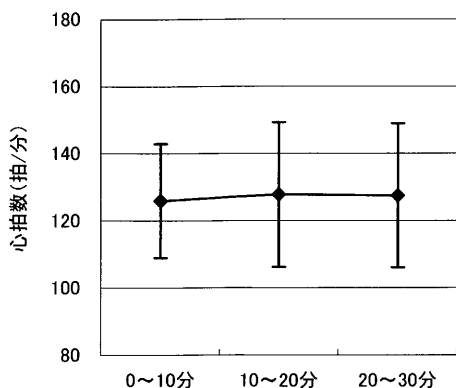


図5 ウォーキングにおけるPPEの変化

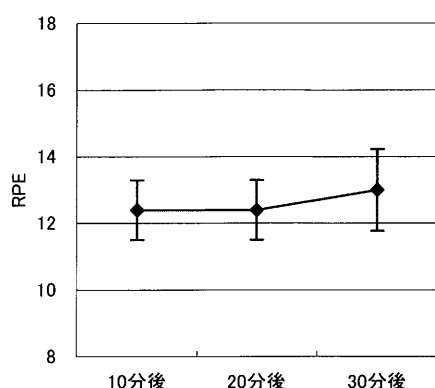


図6 ウォーキングにおける速度の変化

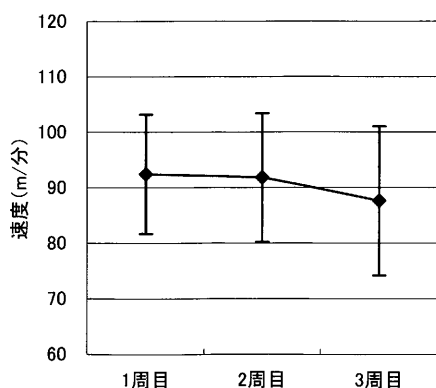


表5 ウォーキングにおける感情の変化

| | | 運動前 | 運動後 |
|--------|------|------|------|
| 快感情 | 平均 | 0.6 | 3.0 |
| | 標準偏差 | 8.9 | 5.5 |
| リラックス感 | 平均 | 6.6 | 0.2* |
| | 標準偏差 | 3.8 | 8.1 |
| 不安感 | 平均 | -3.2 | -4.4 |
| | 標準偏差 | 1.9 | 2.6 |

*:p<.05

IV. 考察

体力を維持または向上させるためには、適切な強度で運動を実施する必要がある、弱すぎる強度では効果が表れず、逆に強すぎる強度では障害や過労の危険性がある。一般に効果的な運動強度として、50～85% $\dot{V}O_2\max$ が推奨されている¹⁾。この強度は本実験の被験者の年代において心拍数では約130～180拍/分に相当し、% HRmaxの約65～90%に相当する²⁶⁾。本実験におけるペダリングでは、134.3～159.7拍/分の範囲であり、% HRmaxでは66.6～79.2%の範囲であった。RPEについては12.0～13.7であり、主観的に「楽である」と「ややきつい」の間から「ややきつい」と「きつい」の間までの運動強度であった。これは、伊藤⁹⁾の示した「RPEのとらえ方とめやす」によってRPEが心拍数に対応していることがわかる。これらの結果から本実験のペダリングは、体力の維持・向上に効果的な運動強度の範囲内で行われていたといえる。しかし、注意すべき点として日常活発に運動していない者に適した強度は30分の運動の場合、軽い負荷(50% $\dot{V}O_2\max$)もしくは中等度の負荷(60% $\dot{V}O_2\max$)程度であるといわれており²²⁾、心拍数では130～145拍/分に相当する。本実験のペダリングでは運動開始から時間の経過とともに心拍数は上昇しており、特に0～10分に比べて20～30分では有意(p<.05)に高く、心拍数は159.7±16.6拍/分(79.2±8.2% HRmax)まで上昇した。RPEについても同様に時間経過とともに上昇する傾向にあり、10分後と20分後の間(p<.05)、10分後と30分後の間(p<.05)においてそれぞれ有意な上昇がみられた。これらのことから、本実験のペダリングは特に20～30分において高い運動強度で実施していたことがわかる。このことは、本実験の被験者が週1回の体育実技以外に運動習慣を持たない者であることを考えると、高すぎる運動強度といえるだろう。そこで、ペダリング中のペダル負荷についてみてみると、有意ではないものの運動開始時から時間経過とともにペダル負荷は高くなる傾向を示した。本実験において被験者はペダル回転数を同一条件(60rpm)に保ち、ペダル負荷を自由に設定できたことから、被験者は時間経過とともに自らの意思でペダル負荷を高くする傾向にあったことがわかる。これは、Dishmanら⁵⁾や北村¹³⁾によって「好みの強度」「自分のペース」で運動を行わせた場合、運動経験や健康・体力づくりの知識の乏しいものほど高い運動強度で行う傾向があると報告されていることからわかる。

次に、ペダリングにおける感情の変化についてみてみると、快感情については有意な変化ではないものの

向上している傾向が認められ、快感情因子内の各項目についてみると「爽快な気分である」、「生き生きしている」の項目において有意な向上 ($p<.05$) が認められた。また、リラックス感、不安感において変化がみられなかった。運動による快感情の改善はこれまでにジョギング⁶⁾ やサーキットトレーニング²³⁾、球技スポーツ²⁰⁾ において報告されている。本実験の結果は先行研究と同様の結果であり、運動後に快感情が高揚していたことが明らかとなった。

このことは、ペダリングにおいて本人が自由に負荷を設定できる場合、主観による運動強度や感情に基づいて実施しても十分に効果的な運動強度が得られることを示唆するものである。

しかし一方では、運動強度が高くなりすぎる傾向があり、運動の継続率は運動強度が高いほど低下することが指摘されていること¹⁸⁾ から考えても、運動強度が高くなりすぎないように配慮する必要性も考えられる。具体的には、従来からいわれている $HR_{rest} + 0.6 \times (HR_{max} - HR_{rest})$ ²⁵⁾ などのような目標心拍数を提示することや、本学に設置されたエアロバイクではイヤースセンサーにより心拍数をモニタリングできるため、心拍数の変化をみて強度を設定することなどが挙げられる。

一方、ウォーキングについてみると、心拍数の変化では、120～130拍/分(約60% HR_{max})の間の強度で一定しており、ペダリングの心拍数のように時間経過とともに上昇することはなかった。RPEについても心拍数と同様であり、時間経過による変化はみられず、主観的に「ややきつい」程度の運動強度であった。これは、前述の適切な運動強度の範囲^{1,26)} の中でも軽い負荷程度であり、本実験の被験者は「自由なペース」との指示に対して低い運動強度で実施していたことが明らかとなった。しかし、本実験のような運動強度(120～130拍/分)はシェイプアップに最も効率がよいといわれている²⁴⁾。また、120～130拍/分という低い運動強度であっても長時間行うことで中等度の運動強度として扱うことができる²²⁾。これは、本学学生を対象とした継続的なウォーキングにおいて、前半の6週間は120～130拍/分の強度で45～50分、後半の5週間は140拍/分の強度で35～40分という条件で体脂肪率の減少や柔軟性の向上などの効果を得ていることからわかる¹¹⁾。

したがって、自由なペースでウォーキングを行う場合は低い運動強度で実施しがちであるため、運動時間を長くするなどの工夫が必要であると考えられる。また、時間の制約などから30分で実施する場合には、歩行速度を高めることや重りを持つこと、腕を大きく

振るなど意識的に運動強度を高める工夫¹⁹⁾が必要であろう。

次に感情の変化を見てみると快感情はやや改善しているものの有意な変化はみられなかった。リラックス感においては有意な低下 ($p<.05$) を示し、不安感については変化がみられなかった。有酸素運動による気分や感情などの心理的効果をみた研究では、低い運動強度では効果がなく^{15,21)}、中等度²⁾あるいは高強度¹⁶⁾が必要とされている。したがって、本実験のような120～130拍/分の強度で30分のウォーキングは、心理的効果からみても低い運動強度であるといえる。

なお、リラックス感が低下したことについては、本実験の時期は7月下旬に実施したが、ペダリングは室内で行ったのに対してウォーキングは屋外で行ったため、気温の差が影響していると思われる。今後は、運動による感情の変化について環境条件による影響も考慮する必要がある。

このように本実験の結果から、ウォーキングにおいて本人が自由にペースを設定できる場合、低い運動強度で実施しがちであること、感情にはあまり変化がみられないことが明らかとなった。このことから、ウォーキングでは運動時間を長くしたり運動強度を高めるなどの工夫をすることが必要であると示唆された。

近年、本学において授業以外にも運動習慣をもつ学生が増加してきていること^{10,12)}は好ましい傾向である。本実験から得られたペダリングやウォーキングを実施する際の資料が、より多くの学生の運動習慣の改善に役立てば幸いである。

引用文献

1. American College of Sports Medicine :ACSM's Guidelines for Exercise Training Prescription (6th Ed.). Williams & Wilkins, Philadelphia, 2000.
2. Berger, B. G. :Stress Reduction Through Exercise :The Mind - Body Connection. Motor Skills :Theory into Practice, 1983, 7:31-46.
3. Borg, G. :Perceived Exertion :a note on "history" and methods. Med.Sci.Sports, 1973, 5:90-93.
4. Borg, G. :A Note on Category Scale with "Ratio Properties" for Estimating Perceived Exertion. Reports from the Institute of Applied Psychology, the University of Stockholm, 1973, No.36.
5. Dishman, R. K., Sallis, J. F. :Prescribing Exercise Intensity for Healthy Adults Using Perceived Exertion. Med. Sci. Sports Exerc., 1994, 26:1087-1094.

6. 橋本公雄、徳永幹雄、高柳茂美、斉藤篤司、磯貝浩久：快適自己ペース走による感情の変化に影響する要因—ジョギングの好き嫌いについて—。スポーツ心理学研究、1993、20：5—12。
7. 橋本公雄、徳永幹雄：運動中の感情状態を測定する尺度（短縮版）作成の試み—MCL-S.1尺度の信頼性と妥当性—。健康科学、1996、18：109—114。
8. 井上直子：専攻別にみた女子大学生の健康に対する意識と行動について。体力研究、1995、89：32—39。
9. 伊藤 朗：運動処方原則と実際。臨床栄養臨時増刊号、1984、65：535。
10. 木村博人、青木和浩：女子大学生の運動頻度と生活習慣の関係について—女子大学生のアンケート調査結果から—。日本スポーツ方法学会第12回学会大会研究報告、2001、9—12。
11. 木村博人、青木和浩：大学体育実技「シェイプアップ」は本学学生の体組成・体力を改善するか？。東京家政大学研究紀要、2005、45：37—42。
12. 木村博人、青木和浩：本学学生を対象とした体力づくりの意識に関する研究。東京家政大学研究紀要、2006、46：19—24。
13. 北村潔和、佐々木智子：「自分のペース」での30分間のジョギングがスピード、心拍数、主観的運動強度に及ぼす影響。富山大学教育学部研究論集、2003、6：95—98。
14. 文部科学省スポーツ・青少年局：平成17年度体力・運動能力調査報告書、pp1—41、2006。
15. Morgan, W. P., Robarts, J. A. and Feinerman, A. D. :Psychologic Effect of Acute Physical Activity. Arch. Phys. Med. Rehabil., 1971, 52:422-425.
16. Morgan, W. P. :Exercise , as a Relaxation Technique. Primary Cardiology, 1980, 6:48-57.
17. 小野寺孝一、宮下充正：全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性。体育学研究、1976、21：191—203。
18. Sallis, J. F., Haskel, W. L., Fortmann, S. P., Vranizan, K. M., Taylor, C. B., and Soromon, D. S. :Predictors of Adoption and Maintenance of Physical Activity in a community Sample. Prev. Med., 1986, 15:331-346.
19. 真田樹義、佐藤真治：芝山秀太郎、江橋 博編、フィットネススポーツの科学。朝倉書店（東京）、pp102—113、1997。
20. 塩田 徹：一般学生における球技スポーツの運動強度と気分にあぼす影響。作新学院大学紀要、2000、10：279—288。
21. Sime, W. E. :A Comparison of Exercise and Meditation in Reducing Physiological Response to Stress. Medicine and Science in Sports, 1977, 9:55.
22. 体育科学センター編：健康づくり運動カルテ。講談社（東京）、pp56、1976。
23. 内田英二、神林 勲：週1回8週間のサーキットトレーニングが大学生の体力および感情に与える影響。体育学研究、2006、51：11—20。
24. 漆原光徳：体脂肪を燃やす大学ダイエット講義。二見書房（東京）、pp134—137。
25. 山地啓司：運動処方のための心拍数の科学。大修館書店（東京）、pp41—59、1981。
26. 山地啓司：運動処方のための心拍数の科学。大修館書店（東京）、pp162—188、1981。