

電子メールとステップ運動を用いた非監視型トレーニングが女子学生の体力へ及ぼす影響

綾部 誠也^{1,2)} 大路由美子^{1,3)} 森 里子^{1,4)}
平尾 紀子^{1,5)} 進藤 宗洋¹⁾ 田中 宏暁¹⁾

Effects of home-based bench stepping exercise combined with
e-mail counseling on physical fitness in collegiate women

Makoto AYABE^{1,2)} Yumiko OJI^{1,3)} Satoko MORI^{1,4)}
Noriko HIRAO^{1,5)} Munehiro SHINDO¹⁾ Hiroaki TANAKA¹⁾

Abstract

The purpose of the present investigation was to examine the effects of the home-based bench stepping exercise with E-mail counseling on the physical fitness levels in collegiate women. Eleven healthy collegiate women (20 ± 1 yr., 155.3 ± 7.2 cm, 54.4 ± 7.2 kg) participated in the present investigation. All subjects participated in the home-based step exercise at the intensity of lactate threshold (LT) for 12 week. During the interventional period, subjects were instructed to take at least 180 min of the step exercise every week. Furthermore, subjects were reported the weekly duration of bench stepping exercise to an investigator by E-mail. In addition to LT, the body composition, the knee extension power and energy intake were measured before and after the training. As results, the weekly time for the step exercise averaged over 12 weeks was 273 ± 152 min/week. The number of the E-mail from subjects to investigator was 8 ± 4 times during 12 weeks. Both LT and knee extension power increased significantly after the training compared with the baseline levels ($p < 0.01$). We could not find the significant changes in the body composition and energy intake. The number of E-mail counseling significantly correlated with the magnitude of changes in LT and the weekly time in the step exercise ($p < 0.05$). These results indicate that the home-based step exercise combined with E-mail counseling can increase the physical fitness levels in collegiate women. Furthermore internet technology will be an effective optional tool for the improvement of the training compliances.

-
- 1) 福岡大学スポーツ科学部 運動生理学
Laboratory of Exercise Physiology, Faculty of Sports Science, Fukuoka University
 - 2) 順天堂大学スポーツ健康科学部
School of Health and Sports Science, Juntendo University
 - 3) サンリバーアメニティー江坂テニスセンター
Amenity Esaka Tennis Center, SUN RIVER Co., LTD
 - 4) 飯塚病院健康管理センター
Iizuka Hospital Health Promotion Center
 - 5) 福岡安全センター株式会社
Fukuoka Safety Center Co., LTD

緒言

身体活動を高く保つことが健康づくりに有益であることを示す研究成果が集積され、運動習慣形成を基本とした疾病の予防治療対策が国際的に啓蒙されている¹⁻³⁾。すなわち、運動は、肥満や糖尿病を始めとした代謝性疾患の罹患者増大や高齢者の介護医療費高騰などの社会的な問題への解決策として期待されている。従って、高齢者のみならず、若年者や勤労層においても、健康づくりのために運動習慣形成に努める必要があり、その支援策が求められている。

このような社会背景のなか、我々は、これまで、多人数に対して、安全かつ効果的な運動プログラムを提供するとの観点から、ステップ運動に着目して研究を進めてきた^{4-6, 9, 10)}。すなわち、ステップ運動は、経済性や簡便性に優れた運動負荷方法であり、ステップ台があれば、誰でも手軽に安全かつ効果的な運動を実施できる。我々は、これまでに、ステップ運動を用い、高齢者ならびに若年者に対する運動負荷テスト法ならびに運動処方法の作成法を開発する^{4, 5)}と同時に、それらが高齢者^{6, 9)}と壮年者¹⁰⁾の有酸素性作業能や脚伸展パワーの改善に有効であることを確認している。

一方で、長期間のトレーニング実施者であってもトレーニング非実施日の身体活動水準が著しく低いことも報告されており⁷⁾、単純な運動方法の提供だけでは、参加者の本質的な運動習慣形成に結びつかないケースもある。そこで、近年、多人数に対する運動習慣形成支援策として、インターネットを利用した方法に注目が集まっており、対面型プログラムにも勝るとも劣らない方法であることも示されている¹⁴⁻¹⁶⁾。中でも、行動科学的手法を取り入れた電子メールでのカウンセリングは、参加者の行動変容を促し、効果的であることが示されており、2型糖尿病患者を対象とした12ヶ月のランダム化比較対照試験においても体重減少に対する有効性が示されている¹⁵⁾。

そこで、我々は、これまでにステップ運動の効果が確認されていない若年女性を対象に、電子メー

ルとステップ運動を用いた非監視型トレーニングが体力へ及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

方法

対象者

対象者は、19から22歳の11名の女子大学生であった。対象者の身体特性は、Table 1. に示した。本研究の対象者は、定期的な運動習慣がなかった。これらの対象者は、研究者が作成した実験参加のチラシを用いて募集した。対象者には本研究の目的および内容（在宅型ステップ運動プログラムが身体へ及ぼす影響）について詳細に説明し、本研究に参加することの同意を得た。また、本研究のすべてのプロトコールは、ヘルシンキ宣言に従って行われ、福岡大学医学部倫理委員会の承認を得た。

研究プロトコール

対象者は12週間に亘って、非監視下でのステップ運動を行った。ステップ運動は、ステップ台 (STEPWELL, COMBI 社製) を用い、乳酸性作業閾値 (LT) に相当する強度にて、運動所要量に基づき¹²⁾、目標として、週当たり180分以上を行うように指示した。なお、一回当たりの運動時間は10分以上とした。介入前後に、身体組成、有酸素性作業能、脚伸展パワー、摂取エネルギーの測定を行った。トレーニング期間中、各被験者は、体重測定と運動日誌（運動時間、感想、体調など）の記入、ならびに、電子メールにて体重ならびにステップ運動の時間を週に1回、連絡するように指導した。研究者は、被験者の報告に対する指導のコメントについて書いた電子メールを返送した。なお、研究者は、被験者から電子メールでの連絡がない際も対象者へメールを送信した。Figure 1. には、そのやりとりの文例を示した。

身体組成

身体組成は、身長、体重を測定した後、水中体

重秤量法により、体脂肪量 (fat mass), 体脂肪率 (%fat), 除脂肪量 (Lean Body Mass : LBM) を得た。

有酸素性作業能力

有酸素性作業能は、先行研究^{4), 5)} に従い、ステップテストを行いLTを決定した。すなわち、ステップテストは、台高が20cmのステップ台 (STEPWELL, COMBI社製) を用い、昇降頻度を20回・分⁻¹ から各ステージにて5回・分⁻¹ ずつ昇降頻度を漸増させた。各ステージの運動時間は、4分間であり、各ステージ間に2分間の休息を設けた。試験は、血中乳酸濃度が3 mmol/l を超えるまで継続した。血中乳酸濃度は、安静時ならびに各漸増負荷運動終了後に耳朶から採血し、乳酸測定濃度測定器 (ラクテート・プロ, アークレイ製) を用いて測定した。LTは、先行研究^{4), 5)} に従い、安静時から0.1 mmol/l 増加した血中乳酸濃度に相当する運動強度とし、METs で示した¹⁾。

脚伸展パワー

脚伸展パワーは ANAEROPRESS (COMBI社製) を用いて、膝伸展パワーを測定した。本研究は、得られた5回測定のうち、数値が大きい2つ測定値の平均値を用いた。

栄養調査

介入前、介入6週目と12週目に、自己記録法により3日間の食事調査を実施した。対象者は摂取した食品名、調味料名、摂取量、摂取時刻を記入すると同時に写真撮影を実施した。それらに基づき、管理栄養士が総摂取エネルギー量を算出した。栄養摂取量の変化は、体重の変動を介して、単位体重当たりで評価される有酸素性作業能に影響を与える。本研究では、有酸素性作業能の変動が栄養摂取量の変動に伴うものでないことを明らかにするためにこれらの調査を行った。

統計処理

すべてのデータは平均 ± 標準偏差で示した。0

週目、6週目、および12週目の測定値の比較には、One-Way Repeated-Measures ANOVA ならびに Scheffe を用いた。メールの回数と有酸素性作業能ならびに12週間の平均運動時間の相関性は、Pearson の相関係数 (r) を用いて検討した。統計の有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

ステップ運動の時間は、0週目から6週目までが 311 ± 151 分・週⁻¹、6週目から12週目までが 235 ± 167 分・週⁻¹ であり、12週間の平均が 273 ± 152 分・週⁻¹ であった。そして、12週間の平均ステップ運動時間は 95 分・週⁻¹ から 605 分・週⁻¹ の範囲であり、180分以上に至った対象者が6名であった。

体重、BMI および身体組成の変化を Table 1. に示した。体重、BMI、体脂肪率、体脂肪量、除脂肪体重には、介入前後での有意な変化が認められなかった。また、摂取エネルギー量は、介入前が 1791 ± 587 kcal・日⁻¹、6週目が 1844 ± 444 kcal 日⁻¹、12週目が 1753 ± 442 kcal 日⁻¹ であり、有意な差が認められなかった。

有酸素性作業能および脚伸展パワーは、Figure 2. に示した。LTは、0週目が 6.1 ± 1.0 METs、6週目が 6.9 ± 0.8 METs、12週目が 7.1 ± 1.2 METs であった。脚筋力は0週目が 764.2 ± 220.6 watts、6週目が 873 ± 227 watts、12週目が 942 ± 236 watts であった。両者とも、0週目の測定値に比して、6および12週目の測定値が有意にした高値であった ($p < 0.01$)。

対象者から研究者へのメールの発信回数は、12週間で 7.5 ± 4.1 回であった。Figure 3. へ示すように、メールの回数と有酸素性作業能力の変化量および12週間の平均運動時間には有意な正の相関関係が認められた。また、有酸素性作業能力の変化率と12週間の平均運動時間にも有意な相関関係が認められた ($r = 0.657$, $p < 0.05$)。

考 察

本研究は、電子メールとステップ運動を用いた非監視型トレーニングが体力へ及ぼす影響を明らかにすることを目的に、11名の女子大学生を12週間の介入を実施した。その結果、有酸素性作業能と脚伸展パワーは、有意に増加した。また、対象者からの電子メールの送信回数は、有酸素性作業能の変化量ならびにステップ運動の実施時間との間に有意な相関性を認めた。これらの結果は、電子メールとステップ運動を用いた非監視型トレーニングが女子学生の有酸素性作業能ならびに脚伸展パワーの改善に有効であることを示唆する。これまで、ステップ運動の効果は、高齢者や壮年者に限られており^{6, 9, 10)}、若年者に対する有効性は本研究のオリジナリティーである。

本研究の結果は、先行研究によってサポートされる。すなわち、ステップ運動は、これまで、本研究と同様の12週間に渡るプログラムがLTと脚伸展パワーの改善に有効であることが、高齢者と壮年者において確認されている^{6, 9, 10)}。さらに、LT強度での運動は、多くの成人に対して、安全かつ効果的な運動であることが示されている^{1, 2, 13)}。これらのことから、本研究で示したように、LT強度でのステップ運動は、若年女性の有酸素性作業能ならびに脚伸展パワーの改善に有効であることが明らかである。また、ステップ運動を用いたエアロビックダンスは、血液性状や骨円量の確保にも有効であることが確認されており¹¹⁾、体力だけでなくそのような様々な身体への好影響も期待できる。

体力のなかでも、心肺持久力と筋力は、健康関連体力と称され、日常生活遂行能力や生活習慣病の罹患率と関連が深い^{1, 2)}。また、加齢や運動不足にともなうそれらの運動機能の低下は、心臓血管系疾患や転倒などによる骨折のリスクを高める。前者は有酸素能と、後者は大腿前面と大腰筋に代表される骨盤体幹部の深層筋の廃用性萎縮との関連性が深いと考えられ、それらを抑制するために有酸素性作業能に加え下肢筋力の重要性が指摘さ

れている。すなわち、ステップ運動は、我が国の医療問題の解決に貢献しうる運動プログラムであると思われる。本研究を含めたこれまでの研究成果^{6, 9-11)}から、ステップ運動は、若年者から高齢者までの健常成人に対して、身体機能の改善に有用であると考えられる。今後は、ステップ運動に関して、こどもや有患者者、欧米人を対象に研究におけるエビデンスの創出を期待する。

さらに、本研究では、電子メールを用いた指導を加味した介入を実施した。これまでのステップ運動を用いた運動介入^{6, 9, 10)}では、週に一回程度の運動教室を行い、その中で、60分程度のステップ運動時間を確保すると同時に、対象者の運動に対する動機を高めるような工夫がなされていた。しかしながら、本研究では、若年女性を対象にフレキシブルな運動プログラムの開発を目指し、介入期間中に運動教室などを設けず、完全在宅型の運動プログラムであった。その結果、運動時間については、平均で 235 ± 167 分・週⁻¹であり、目標の 180 分・週⁻¹を充足した対象者が11名中の6名に留まった。従って、在宅型運動プログラムは、本研究でも一定の効果を確認したように、また、心疾患患者へも適応しうる安全かつ効果的なプログラム⁸⁾であるが、全ての参加者の運動量を管理するためには更なる工夫が必要であろう。

本研究では、参加者の運動動機付けのために、電子メールを用いた運動指導を行った。その結果、対象者からの電子メール発信回数は、ステップ運動の時間との間に有意な相関性を示し、電子メール発信回数が規定の12回（週に1回）に対して10回以上であった対象者は、規定の運動時間（ 180 分・週⁻¹）を充足していた（Figure 3.）。これらのことから、先行研究¹⁴⁻¹⁶⁾で示されているように、電子メールは、運動習慣形成を支援する有用なツールになると思われた。しかしながら、11名中5名の対象者は、電子メール発信回数が規定の12回（週に1回）に対して6回以下であり、すべての対象者に有効な運動習慣形成の手段とするためには、メールの頻度や内容に関する研究が必要なのかもしれない。先行研究^{9, 10)}で用いているよ

うな指導者の監視下での運動指導は、コストや継続性に難があるものの、そのような電子メールの送信回数が少ない対象者の運動習慣を安全かつ効果的に支援すると思われる。

本研究にはいくつかの限界がある。本研究は、対照群のないトレーニング研究である。従って、本研究で得られた有酸素性作業能ならびに脚伸展パワーの改善は、対照群を設定した研究によって、介入（ステップ運動と電子メール）以外の因子の影響を排除して検討することが好ましい。そして、本研究は、わずか11名の女子学生を対象とした研究であり、その一般化のためには、更に大きなサンプルサイズにて確認する必要がある。また、本研究の対象者、募集呼びかけに応じた者であったため、運動に対する意欲が高かったと予測できる。ただし、運動習慣形成や運動実施者増加を意図した場合、運動に対する意識が低い（運動嫌い）者にも適用可能な運動プログラムを開発する必要がある。更に、電子メールを利用した介入の有用性については、電子メールの使用頻度が若年女性より少ない若年男性や壮年者での検討も必要であろう。

総括として、本研究は、電子メールとステップ運動を用いた非監視型トレーニングが体力へ及ぼす影響を明らかにすることを目的に、11名の女子大学生を12週間の介入を実施した。その結果、電子メールとステップ運動を用いた非監視型トレーニングが女子学生の有酸素性作業能ならびに脚伸展パワーの改善に有効であることを示唆する結果を得た。ただし、若年女性を対象とした非監視型の運動習慣形成策については、運動プログラムと電子メールの内容に関する今後の検討が必要である。

引用文献

1. American College of Sports Medicine. (2006) ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, 6th Ed., The Williams & Wilkins Company, Baltimore.
2. American College of Sports Medicine Position Stand. (1998) The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30: 975-991.
3. Haskell, W.L., Lee, I.M., Pate, R.R., Powell, K.E., Blair, S.N., Franklin, B.A., Macera, C.A., Heath, G.W., Thompson, P.D., & Bauman, A. (2007) Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39: 1423-1434.
4. Ayabe, M., Yahiro, T., Mori, Y., Takayama, K., Tobina, T., Higuchi, H., Ishii, K., Sakuma, I., Yoshitake, Y., Miyazaki, H., Kiyonaga, A., Shindo, M., & Tanaka, H. (2003) Simple assessment of lactate threshold by means of the bench stepping in older population. *Int. J. Sport Health Sci.*, 1. 207-215.
5. Ayabe, M., Yahiro, T., Ishii, K., Kiyonaga, A., Shindo, M., & Tanaka, H. (2004) Validity and usefulness of the simple assessment of lactate threshold in younger adults. *Int. J. Sport Health Sci.*, 2: 84-88.
6. Ayabe, M., Ishii, K., Takayama, T., Shindo, M., & Tanaka, H. (2006) Alterations in heart rate, blood lactate accumulation and perceived exertion at lactate threshold as a consequence of exercise training in the elderly. *Int. J. Sport Health Sci.*, 4: S536-S543.
7. Ayabe, M., Brubaker, P.H., Dobrosielski, D.A., Miller, H.S., Ishii, K., Yahiro, T., Kiyonaga, A., Shindo, M., & Tanaka, H. (2004) The physical activity patterns of cardiac rehabilitation program partici-

- pants. *J. Cardiopulm. Rehabil.*, **24**: 80-86.
8. Brubaker, P.H., Rejeski, W.J., Smith, M.J., Sevensky, K.H., Lamb, K.A., Sotile, W.M., & Miller, H.S. Jr. (2000) A home-based maintenance exercise program after center-based cardiac rehabilitation: effects on blood lipids, body composition, and functional capacity. *J. Cardiopulm. Rehabil.*, **20**: 50-56.
 9. Mori, Y., Ayabe, M., Yahiro, T., Tobina, T., Kiyonaga, A., Shindo, M., Yamada, T., & Tanaka, H. (2006) The effect of home-based exercise training using bench stepping on the aerobic capacity, lower extremity power, and static balance in older adults. *Int. J. Sport Health Sci.*, **4**: S570-S576.
 10. 森由香梨・飛奈卓郎・清永明・進藤宗洋・田中宏暁. (2007) 高齢者を対象として開発された在宅型ベンチステップ運動プログラムの壮年者への応用. *健康支援*, **9**: 97-101.
 11. Scharff-Olson, M., Williford, H.N., Blessing, D.L., & Brown, J.A. (1996) The physiological effects of bench/step exercise. *Sports Med.*, **21**: 164-175.
 12. 進藤宗洋. (1990) 厚生省の「健康づくりのための運動所要量」について - 「身からさびを出さない, 出させない」暮らし方の提案-. *保健の科学*, **32**: 139-156.
 13. Tanaka, H., & Shindo, M. (1992) The benefits of the low intensity training. *Ann. Physiol. Anthropol.*, **11**: 365-368.
 14. Tate, D.F., Wing, R.R., & Winett, R.A. (2001) Using Internet technology to deliver a behavioral weight loss program. *JAMA*, **285**: 1172-1177.
 15. Tate, D.F., Jackvony, E.H., & Wing, R.R. (2003) Effects of Internet behavioral counseling on weight loss in adults at risk for type 2 diabetes: a randomized trial. *JAMA*, **289**:1833-1836.
 16. Tate DF, Jackvony EH, Wing RR. (2006) A randomized trial comparing human e-mail counseling, computer-automated tailored counseling, and no counseling in an Internet weight loss program. *Arch. Intern. Med.*, **166**: 1620-1625.

Table 1. Characteristics of subjects before- and after training

	Pre-Training	Post-Training
Height (cm)	155.3±7.2	155.7±6.7
Body weight (kg)	54.4±7.2	53.7±7.3
BMI (kg·m ⁻²)	22.5±2.4	22.5±2.4
% Body fat (%)	28.0±4.1	26.0±5.0
Fat (kg)	15.4±3.9	14.2±4.5
Lean body mass (kg)	40.0±4.1	39.2±4.0

The data were expressed as mean with standard deviation.
All variables did not changed significantly after the training.



Figure 1. Procedure of E-mail counseling

Two illustrates show a typical E-mail counseling in one of participants. Upper illustrate shows the E-mail from a subject to an investigator (A). Lower illustrate shows the E-mail counseling from an investigator to a subject (B).

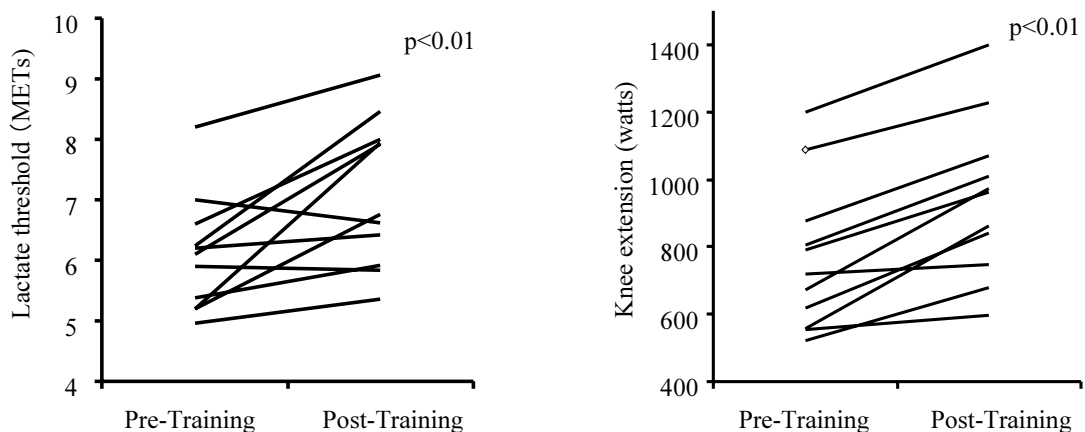


Figure 2. Effects of bench stepping exercise on lactate threshold and knee extension power

Each line shows the inter-individual change of the lactate threshold and knee extension power from baseline level to post-training. After 12 weeks of training period, lactate threshold and knee extension power improved significantly.

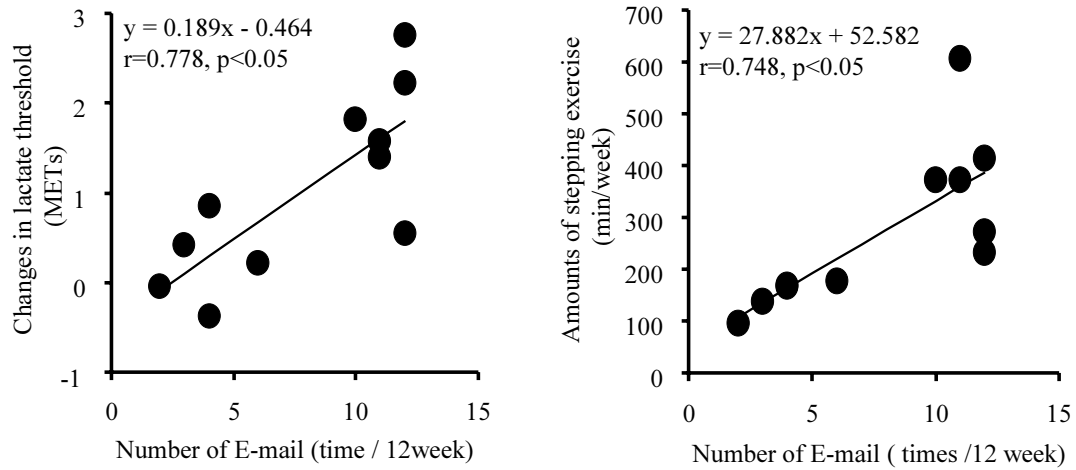


Figure 3. Relationship of change in lactate threshold and amount of stepping exercise with number of E-mail. In both illustrate, X-axis shows the number of E-mail sent from subject to an investigator.

(平成20年 3月24日受理)