

[Original Paper]

Effects of foot sole stimulation on body sway

Seiji Kamei*, Tomomi Kamei**, Mitsuharu Iwatani**, Hiromi Yamashita*,
Akira Ogita**, Junko Ogawa**, Kenzou Nobuhara**, Akinori Miyamoto***,
Hiroyuki Uenishi**, Takeshi Uohashi** and Toshiaki Sakai**

*Geriatric Health Services Facility Heimat

**Uohashi Hospital

***Midori Home for the Physically Handicapped

Abstract

Various approaches are used in the clinical settings to improve postural stability in the standing position. In this study, subjects were divided into two groups and asked to perform bamboo stepping or towel gathering to compare the effects of these exercises on body sway. Each group consisted of 21 healthy adults. In the bamboo stepping group a significant difference was found in the total linear length of the sway path and the area surrounded by the outermost reach of the sway path ($p < .05$). The same group also showed similar results in terms of the rectangular area and the sway of the center of foot pressure in the Y-axis direction ($p < .10$). These findings suggest that the bamboo stepping exercise improves postural stability in the standing position.

Key words: postural equilibrium in the standing position, Takefumi (bamboo stepping) exercise, towel gathering exercise, stabilometer, sole mechanoreceptors

〔原 著〕

足底の感覚刺激が重心動揺に与える影響について

亀井省二*, 亀井朋美**, 岩谷充治**, 山下裕美*
荻田輝**, 小川順子**, 信原建造**, 宮本明德***
上西裕之**, 魚橋武司**, 塚俊明**

【要 旨】 臨床の場において、立位バランス能力の改善を目的に様々な方法を用いたアプローチが行われている。そこで今回、臨床の場で簡易に行える青竹踏み運動とタオルギャザー運動を実践し、重心動揺に与える影響について比較検討した。対象は各群ともに健常者 21 名ずつとした。その結果、青竹踏み運動群においては、総軌跡長、外周面積において有意な差が ($p < .05$)、また同様に矩形面積、動揺中心変位 Y において有意な傾向がみられた ($p < .10$)。これらの結果は、青竹踏み運動において、立位バランス能力の改善が認められたことを示唆している。

キーワード： 立位バランス、青竹踏み運動、タオルギャザー運動、重心動揺計、足底メカノレセプター

I. はじめに

足底の刺激がバランス能力の改善に好影響を与えることは広く知られている。臨床の場においても多くの方法を用いてバランス能力改善へのアプローチが行われている。その1つに青竹踏み運動があるが、その報告の数は少ない。そこで今回は、足底の感覚刺激法として臨床において簡易に行える青竹踏み運動と、足底筋の刺激に従来よく用いられてきた方法であるタオルギャザー運動を行い、重心動揺に与える影響について検討した。

II. 対象と方法

実施期間：実施期間は 2005 年 9 月であった。

1. 対 象

対象者は U 病院および介護老人保健施設 H に勤務している健常者 42 名を対象とした。対象者を 21 名ずつ、すなわち立位で青竹を 3 分間両足交互に足を踏む青竹踏み運動群と、椅子に腰掛け、タオルを 1 分間足底全体で摺むようにしながらたぐりよせるタオルギャザー運動群の 2 群に分けた。被験者の年齢は、青竹踏み運動群は 19 歳から 78 歳までの 21 名 (男 6 名, 女 15 名) で、平均年齢は 33.1 ± 14.8 歳、タオルギャザー運動群が 23 歳から 65 歳までの 21 名 (男 4 名, 女 17 名)

* 介護老人保健施設ハイマート
** 魚橋病院
*** 身体障害者療護施設みどり荘

で、平均年齢は 35.0 ± 12.4 歳であった。両群間の平均年齢に有意な差は見られなかった ($t(40) = 0.46$, n. s.)。

2. それぞれの運動の方法と強度

運動の方法については、タオルギャザー運動を座位で行い、青竹踏み運動を立位にて行った。このように違った体位を選択した理由は、タオルギャザー運動を高齢者などの臨床的に重心動揺の程度が大きいと考えられる対象に用いた場合、バランスを崩しやすく、転倒などの危険が伴うことがあることを配慮したためであり、またタオルギャザー運動は座位にて行い、また立位バランスに好影響を与えるとの報告¹⁾もあるため、最も安全と考えられる座位を選択した。それに対して、青竹踏み運動は被験者自らの体重がかかることによって、足底への刺激を生み出す運動であり、座位での実施はその刺激値を著しく損なうことになるため、立位での運動を選択した。以上のような臨床的な配慮のもとに、本研究ではタオルギャザー運動は座位で行い、青竹踏み運動は立位での実施にて検討を行った。

次に、運動の強度の設定については、臨床経験（平均 6.60 年）を持つ理学療法士が実際にタオルギャザー運動、青竹踏み運動を行い、その主観的な疲労感の報告、及び Borg scale²⁾ に準じた疲労感の報告をもとに設定した。Skinner³⁾ によれば、筋疲労によって関節位置覚の攪乱が生じるという報告があり、今回の運動強度の設定に当たり、主観的な疲労感、及び Borg scale を参考に疲労の影響が生じない程度の強度の検討を行った。その結果、タオルギャザー運動は 1 分、青竹踏み運動については 3 分の運動強度を設定した。

3. 重心動揺の測定

重心動揺計は（株）スズケン社製 Kenz-Stabilo 101 を使用した。田口ら⁴⁾の方法に従い各運動前後に、ロンベルグ肢位による重心動揺を閉眼条件下において、30 秒間測定した。重心動揺測定の順序は、測定の前にデモンストレーションを行い、重心動揺を測定し、その後に運動を行った。運動後 1 分間休憩の後に、再度測定を実施した。計測項目としては総軌跡長、外周面積、矩形面積、実効値面積、動揺中心変位 X、動揺中心変位 Y の 6 項目について計測し、各運動前と運動後の効果の比較を行った。得られたデータは t 検定を用いて分析した。

各検査項目の内容は以下に示す通りである。

- 総軌跡長 : 計測時間内において重心点移動した軌跡。
- 外周面積 : 重心移動軌跡の最外郭によって囲まれる内側の面積。
- 矩形面積 : 各軸の動揺の最大幅で囲まれる長方形の面積。
- 実効値面積 : 実効値を半径とする円の面積。
- 動揺中心変位 X : 左右方向における最大動揺幅の中心。
- 動揺中心変位 Y : 前後方向における最大動揺幅の中心。

III. 結 果

総軌跡長、外周面積、矩形面積、実効値面積、動揺中心変位 X、動揺中心変位 Y について各運動の施行前、および施行後それぞれのデータ値に対して t 検定（両側検定）を行った結果、青竹踏み運動群の総軌跡長 ($t(20) = 2.55$, $p < .05$)、外周面積 ($t(20) = 2.38$, $p < .05$) において有意な差がみられた。また同様に矩形面積 ($t(20) = 1.92$, $p < .10$)、動揺中心変位 Y ($t(20) = -1.86$, $p < .10$) において有意な傾向がみられた。他方、タオルギャザー運動群では運動の施行前後での重心動揺計の計測結果の平均値を比較したが、何れの項目においても有意な差は認められなかった（総軌跡長 ($t(20) = 17.78$, n. s.); 外周面積 ($t(20) = 1.28$, n. s.);

表 1 青竹踏み運動群 (n = 21)

	施行前		施行後	
	平均値	SD	平均値	SD t-test
総軌跡長	56.07 cm	15.59	51.41 cm	14.46 **
外周面積	3.15 cm ²	1.23	2.63 cm ²	1.11 **
矩形面積	6.92 cm ²	2.81	5.92 cm ²	2.66 *
実効値面積	0.25 cm ²	0.11	0.23 cm ²	0.12 n. s.
動揺中心変位 X	0.76 cm	0.56	0.75 cm	0.43 n. s.
動揺中心変位 Y	1.83 cm	1.18	2.32 cm	1.18 *

(* $p < .10$, ** $p < .05$)

表 2 タオルギャザー運動群 (n = 21)

	施行前		施行後	
	平均値	SD	平均値	SD t-test
総軌跡長	50.42 cm	15.97	49.31 cm	17.78 n. s.
外周面積	3.30 cm ²	2.14	2.97 cm ²	1.28 n. s.
矩形面積	6.67 cm ²	3.71	6.73 cm ²	3.15 n. s.
実効値面積	0.26 cm ²	0.16	0.26 cm ²	0.14 n. s.
動揺中心変位 X	0.74 cm	0.39	0.61 cm	0.37 n. s.
動揺中心変位 Y	1.87 cm	1.22	2.04 cm	1.30 n. s.

(* $p < .10$, ** $p < .05$)

矩形面積($t(20) = 3.15, n. s.$); 実行値面積($t(20) = 0.14, n. s.$); 動揺中心変位 $X(t(20) = 0.37, n. s.)$; 動揺中心変位 $Y(t(20) = 1.30, n. s.)$ 。

IV. 考 察

今回、足底メカノレセプターを刺激するための青竹踏み運動とタオルギャザー運動を実施し、その運動後に重心動揺がどのように変化するかを各々検討した。また、本研究におきまして、年齢には両群に有意な差は見られなかった。立位バランスは30歳付近をピークに一定した減少傾向を示すという先行研究⁵⁾があるが、両群の平均年齢はピーク時に比べやや下降した年齢にさしかかるも、両群の性質については一様の一致が得られたものと考えられた。

その結果、重心動揺の範囲では、青竹踏み運動ではタオルギャザー運動に比して、総軌跡長、外周面積において有意な差が、また、矩形面積において有意な傾向がみられ、重心の動揺が減少し、安静時立位の改善を認めた。

タオルギャザー運動の作用として、一般に足指、足底による地面の把握作用、足底メカノレセプターの賦活、荷重感覚覚醒作用等⁶⁾が挙げられるが、青竹踏み運動ではそれに加えて、足底メカノレセプターへの痛覚刺激と足底の筋のストレッチング作用を生じると考えられた。さらに、動揺中心変位 Y の数値の変化は、重心の位置が前方へ移動したことをうかがわせる。これは青竹踏み運動によって前足部が刺激されたと示唆され⁷⁾、前足部には多くの知覚神経終末が分布しており、さらに多くのメカノレセプターからの情報が入力されたと考えられる。このような青竹踏み運動の痛覚刺激、ストレッチング作用、および前足部の刺激は、タオルギャザー運動に期待されるよりもより多く足底メカノレセプターを賦活させると考えられ、そのことが、タオルギャザー運動群に比して青竹踏み運動群の重心動揺の範囲を減少させたと考えられた。

以上のことから、触圧覚、痛覚刺激など、より多くの刺激を足底メカノレセプターに与え、また刺激部位として、知覚神経終末が豊富に存在する前足部を刺激することでさらに効果的な運動となると考えられる。

また本研究の実験計画については、先行研究として

安原⁸⁾のタオルギャザー運動の座位群と立位群での重心動揺への影響を比較した研究計画を参考に、青竹踏み運動群とタオルギャザー運動群の2群の比較研究を行った。そのため、対照群にあたるものは設置していなかった。しかし、実験計画をより厳密にするためには、例えば、足踏み運動をおこなうだけの対照群、又は一定の時間の間、椅子に座っているのみといった運動の特質を考慮した対照群の設置が必要であったと考えられた。さらに多くのデータを収集し、今後検討を深めたい。

VI. ま と め

1. 青竹踏み運動、タオルギャザー運動を行い、重心動揺に与える影響について検討した。
2. 青竹踏み運動において、立位バランス能力の改善が示唆された。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、ご協力いただきました魚橋病院、介護老人保健施設ハイマート職員の皆様に心から感謝を申し上げます。

引用文献

- 1) 荒井繁人. 足趾把持練習と重心動揺の関係～その有効性について～. 城西医療技術専門学校平成15年度卒業小論文集 2004: 7-11.
- 2) 石川雄一. 理学療法技術ガイド. In: 石川齋編. バイタルサインと運動負荷試験. 東京: 文光堂; 1997. p. 42-8.
- 3) 井原秀俊. 関節トレーニング—神経運動器協調訓練改定第2版. 東京: 協同医書出版社; 1990. p. 60.
- 4) 田口孝行, 中山彰一. 平衡機能(バランス)の測定方法. 理学療法 2005; 22(1): 35-44.
- 5) 橋詰 謙. 立位保持能力の加齢変化. 日老医誌 1986; 23: 85-92.
- 6) 井原秀俊, 中山彰一. 関節トレーニング. 東京: 協同医書出版; 1990. p. 23-5.
- 7) 白銀 暁, 田中敏明, 小島 悟, 乗安整而, 泉 隆, 井野秀一, 伊福部達. 足底面振動刺激が立位バランスに及ぼす影響, 重心動揺による若年者と高齢者の比較検討. 理学療法学 2002; 29: 269.
- 8) 安原博文. 足趾把持運動の肢位の違いにおける運動直後の効果～座位と立位の比較～. 関西リハビリテーション専門学校卒業研究論文集 2006: 160-3.