

一過性の綱渡り練習がバランス因子に及ぼす影響

The Impact of Transient Tightrope Walking Exercise on Balance Factors

木村 公喜¹⁾ 辻 聡司²⁾ 寺尾 恭徳³⁾ 秋山 大輔¹⁾ 萩原 悟一^{1,7)}
松崎 守利⁴⁾ 納戸 習之⁵⁾ 藤谷 順三⁶⁾

KOKI KIMURA, ME¹⁾, SATOSHI TSUJI, RPT²⁾, YASUNORI TERAOKA, MS³⁾, DAISUKE AKIYAMA¹⁾,
GOICHI HAGIWARA, PhD^{1,7)}, MORITOSHI MATSUZAKI, MS⁴⁾, SYUSHI NOTO⁵⁾, JUNZO FUJITANI, MS⁶⁾

¹⁾ Department of Health and Sports Management, Japan University of Economics: 3-11-25 Gojyo, Dazaifu-shi, Fukuoka 818-0197, Japan TEL +81 92-922-5131 E-mail: kokikimura@fk.jue.ac.jp

²⁾ Wakabaen

³⁾ NEIC Health Enhancement Division

⁴⁾ Kyusyu Women's Junior College

⁵⁾ FIT PLANNERS

⁶⁾ Clinic for Sports Medicine & Nutrition

⁷⁾ [Present]: National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Rigakuryoho Kagaku 31(6): 883-886, 2016. Submitted Jun. 16, 2016. Accepted Jul. 29, 2016.

ABSTRACT: [Purpose] The aim of this study was to elucidate the effect of a transient 2-minute tightrope walking exercise on the tightrope walking distance, total locus length, unit locus length, unit area locus length, and environmental area. [Subjects and Methods] The subjects were 12 males. For the balance exercise, a 4-m-long tightrope was set at a height of 30 cm and the setup was tested by a 2-min barefoot traverse of the tightrope to ensure that there was no chance of slipping. A stabilometer was used to assess balance via postural sway parameters of two- and one-legged standing over 15 sec with the eyes open and closed. [Results] After the exercise, the total locus length and locus length per unit area of one-legged standing on the right foot with both the eyes open and closed significantly decreased. For the left foot, total locus length and locus length per unit area significantly decreased for the eyes open condition, while the perimeter of the locus area significantly increased. [Conclusion] The tightrope walking exercise affected the static balance of one-legged standing.

Key words: balance, tightrope walking, postural sway

要旨:〔目的〕一過性の2分間の綱渡り練習が、綱渡り距離、総軌跡長、単位軌跡長、単位面積軌跡長、および外周面積に及ぼす影響を検討した。〔対象と方法〕男性12人とした。バランス練習は、長さ400 cmの綱を高さ30 cmに設置し、滑らないように裸足で2分間渡り続けた。重心動揺測定は、各測定項目において両足立ちと片足立ちについて、開眼時および閉眼時で15秒間実施した。〔結果〕右足開眼立ちと閉眼立ちにおいて総軌跡長と単位軌跡長が有意に減少した。左足立ちは、開眼立ちで総軌跡長と単位面積軌跡長が有意に減少し、外周面積が有意に増加した。〔結語〕一過性の2分間綱渡り練習の実施によりバランス因子が向上した。

キーワード: バランス, 綱渡り, 重心動揺

¹⁾ 日本経済大学 健康スポーツ経営学科: 福岡県太宰府市五条3-11-25 (〒818-0197) TEL 092-922-5131

²⁾ わかば苑

³⁾ NEIC健康増進事業部

⁴⁾ 九州女子短期大学

⁵⁾ FIT PLANNERS

⁶⁾ スポーツ・栄養クリニック

⁷⁾ 現所属: 鹿屋体育大学

I. はじめに

バランス能力は、スケート、平均台運動、綱渡りなどのパフォーマンスの向上や転倒予防を目的とする場合に重要な基本的要素となる。綱渡りツールによる地面から乗り降りができる程度の高さでアクロバティックな動作を競うイベントでは、綱上で自由自在に宙返りを行うなどヒトの高度なバランス能力がみられる¹⁾。これは、本来高所で実施する綱渡りよりも気軽に利用できるものとして活用されており、バランス能力向上のための運動手段として身近に活用できる可能性がある。しかし綱渡り練習によるトレーニングの効果については、科学的検証は十分ではない。また、バランスに影響を及ぼす因子をテーマに検証研究が行われているが、その効果の是非は分かれている^{2,3)}。我々は、バランス力を維持向上させるための運動プログラム作成を目指している。これまでに健常者を対象とし、本研究と同様の練習方法において、週に1回2週間、および6週間の継続的な綱渡り練習がバランス因子（重心動揺）を向上させることを報告してきた^{4,5)}。そこで本研究では、継続的な練習でなくてもバランス因子に影響を与えるかを確認するために、一過性の綱渡り練習がバランス因子に及ぼす影響について検討することとした。

本研究の目的は、一過性の綱渡り2分間練習の実施が、綱渡り距離、総軌跡長、単位軌跡長、単位面積軌跡長、および外周面積に及ぼす影響を明らかにすることである。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、医療系専門学校に在籍する健康な男性12人とした。被験者の平均年齢は、 23.8 ± 4.6 歳、身長 171.2 ± 5.8 cm、体重は 65.3 ± 13.3 kgであった。

本研究は、対象者にあらかじめ研究の意義を十分に説明し、賛同を得た者のみを被験者とした。またヘルシンキ宣言の精神を遵守し、九州女子大学・九州女子短期大学倫理委員会の承認を得て実施した。

2. 方法

綱渡り練習は、Gibbon社製スラックラインを同社製スラックラック400に長さ400cm、高さ30cmに設置して実施した。このスラックラインの上を綱渡りの要領で滑らないように裸足で2分間渡り続けた。スラックライン綱は、幅5cm厚さ0.2cmのフラットタイプである。練習中はできるだけ2分間綱上を歩くために両手にポールを持ち、バランスを崩した時にのみこれを床面に突くことで支持棒として活用し、400cmの綱間を往復した。ポールは、ウォーキングポール（レビータ2SA/S、シナノ社製）を使用した。

綱渡り距離は、両足が綱から離れるまでとしメジャーで測定した。バランスの評価には、重心動揺計（アクティブバランサーEAB-100、酒井医療社製）を用い、開眼時と閉眼時の両足立ちと片足立ちの重心動揺各項目15秒間の値を求めた。重心動揺項目は総軌跡長、単位軌跡長、単位面積軌跡長、および外周面積とした。我々は、パイロットスタディで綱渡りを活用した動的トレーニング時間を試行した結果、3分を超えると実施困難として2分に練習時間を設定した。また、重心動揺測定時間を15秒としたのは、対象者が片足立ち測定時にバランス維持可能な時間であったためである。さらに、リスクマネジメントとして定位置の設定に加えて、一連の綱渡り時には着地スペースを十分に確保することと補助者を設置して実施した。

数値は全て平均値 \pm 標準偏差値で示し、練習期間の前後値の比較は、Microsoft Excelソフトを用いて、対応のあるt検定で処理した。有意水準は $p < 0.05$ とした。

III. 結果

一過性の2分間綱渡り練習前後の測定結果は、以下の通りである。綱渡り距離は、練習前が 222 ± 73 cm、練習後が 307 ± 161 cmであった（ $p < 0.05$ ）。2分間練習前後の重心動揺検査結果は、表1に示した。両足立ちは、開眼時、および閉眼時ともに有意差は認められなかった。片足立ちでは、右足開眼立ちにおいて総軌跡長と単位軌跡長が有意に減少した。また、閉眼立ちでも総軌跡長、および単位軌跡長が有意に減少した。左足立ちは、開眼立ちで総軌跡長と単位面積軌跡長が有意に減少し、外周面積が有意に増加した。また、閉眼立ちでは有意差は認められなかった。

IV. 考察

近年、本研究で使用した綱渡りツールによる綱上でのアクロバティックな動作を競う大会が開催されている¹⁾。このイベントにおけるヒトの高度なパフォーマンスから、バランス能力を向上させるための練習プログラムの特定を目指して綱渡り動作を採用した。

片足立ちの保持能力の低下が高齢者の転倒を引き起こす可能性がある⁶⁻⁸⁾と報告されている。このことから本研究では、片足立ち時の重心動揺を評価項目とした。

綱渡り練習前後の綱渡り距離に有意差は認められなかった。これは週に1回、2週間と6週間の継続練習では綱渡り距離が有意に増加しているものと異なる結果であった^{4,5)}。木村らは、ポールを蹴る足について、より器用に動く方を機能足とし、踏切足をより体重を支持する脚として支持脚と表現した⁹⁾。練習期間の前後の片足立ちの結果において、右足立ちでは開眼と閉眼時ともに

表 1 綱渡り 2 分間練習前後の重心動揺の結果

		総軌跡長 (mm)	単位軌跡長 (mm)	単位面積軌跡長 (mm)	外周面積 (mm ²)
両足					
開眼立ち	前	425.6 ± 41.7	28.4 ± 2.8	7.4 ± 5.9	89.8 ± 55.8
	後	421.8 ± 45.6	28.1 ± 3.0	7.1 ± 4.2	880.6 ± 44.9
閉眼立ち	前	483.0 ± 76.9	32.2 ± 5.1	5.7 ± 4.3	139.2 ± 112.7
	後	478.9 ± 74.8	31.9 ± 5.0	4.6 ± 1.5	118.1 ± 52.3
右足					
開眼立ち	前	796.1 ± 83.3	53.1 ± 5.6	4.2 ± 1.1	204.3 ± 63.3
	後	723.1 ± 81.0*	48.2 ± 5.4*	3.9 ± 1.2	206.7 ± 89.1
閉眼立ち	前	1525.2 ± 384.5	101.7 ± 25.6	1.7 ± 0.7	1234.7 ± 1156.1
	後	1240.1 ± 268.2*	82.7 ± 17.9*	1.6 ± 0.6	941.7 ± 531.9
左足					
開眼立ち	前	796.8 ± 114.2	53.1 ± 7.6	3.8 ± 0.8	220.1 ± 56.0
	後	714.8 ± 101.4*	47.8 ± 6.6	2.7 ± 1.0*	316.4 ± 158.2*
閉眼立ち	前	1458.6 ± 167.6	97.2 ± 11.2	1.7 ± 0.7	973.3 ± 409.5
	後	1278.2 ± 475.0	85.2 ± 31.7	1.7 ± 0.8	887.8 ± 588.6

n=12, 値: 平均値 ± 標準偏差値. *: p<0.05 (前 vs 後).

バランス向上効果を認めた。また、左足では開眼時のみバランスが向上した。バランス機能は、前庭覚、視覚、および体性感覚からなる。左足立ちの結果は、平衡機能の要因の一つである視覚を排除した閉眼立ちよりも、バランスを図りやすい開眼立ちであったためと考えられる。片足立ちの左右差は、床に対して足把持力 (foot-gripping) と足底屈筋力を活用しやすいかどうかが見込まれる。このため支持足よりも機能足でバランスをとりやすいことが考えられる。片足立ち時にバランスを維持するには、身体を支える脚力と共に足の踏ん張りによる調整が必要となる。本研究結果では、体性感覚が有意に働いたと考えられる。小脳は運動実行に関与し、課題に慣れた段階において運動技術を自動化する役割を担っている¹⁰⁾。本研究は、このことが要因となってバランス因子に影響を与えたことが示唆された。

姿勢バランス機能を大別すると、支持基底面内におけるバランス保持である静的バランスと、支持基底面が移動した状態のバランス保持機構としての動的バランスに分けられる¹¹⁾。一過性の綱渡り練習は、綱渡りを動的バランス、片足立ちを静的バランスとした場合、後者に効果が見込まれる結果であった。

本研究の限界として、綱渡り実施上の安全を確認しながら研究継続しており、高齢者を対象とした結果に至っていない。また、バランス能力を良好に維持することは、日常生活において転倒の予防策になると考えられる。バランス能力は、健康的な日常生活を過ごすためにも必要となる。静的・動的バランス能の低下は、転倒の危険性を高めることが報告されている^{12,13)}。Overstallら¹⁴⁾は、女性の重心動揺測定値は男性より悪いと報告している。

本研究は、男性を対象としたものであるため、今後女性について検討することと対象者数を増やすことや高齢者を対象とすることを図りたい。また、本研究は低い高さに綱を張り、さらに練習ではウォーキングポールを活用するなど安全に試行できるプログラムで実施した。練習を実施する上で綱を渡りきろうとする目的意識を対象者個々から感じ取れた。これは、綱渡り動作が娯楽性などの要素を持つ手段であるためと考えられる。このような要素を持つ練習メニューは、練習を継続するためのモチベーションにポジティブに働く可能性がある。また、綱渡りのような遊びの要素を含む身体活動は、運動継続のためのプラス因子になる利点がある¹⁵⁾。この点についても今後の研究計画にアンケート調査を取り入れるなどして検討したい。

引用文献

- 1) Japan Slackline Federation: JSFED.jp, 2016. <http://jsfed.jp/gamessl.html> (閲覧日2016年6月15日)。
- 2) Lord SR, Castell S: Physical activity program for older persons: Effect on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time. Arch Phys Med Rehabil, 1994, 75(6): 648-652.
- 3) MacRae PG, Feltner ME, Reinsch S: A 1-year exercise program for older women: Effects on falls, injuries, and physical performance. JAPA, 1994, 2: 127-142.
- 4) 木村公喜, 辻 聡司, 寺尾恭徳: 週に1回6週間の綱渡り練習がバランス因子に及ぼす影響. 理学療法科学, 2013, 28(4): 543-546.
- 5) Kimura K, Tsuji S, Terao Y, et al.: Effect on balance factor of tightrope walking exercise once a week for two weeks. J Educ

- Health Sci, 2015, 60(4): 216-220.
- 6) De Rekeneire N, Visser M, Peila R, et al.: Is a fall just a fall: Correlates of falling in healthy older persons. The health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc*, 2003, 51(6): 841-846.
 - 7) Haga H, Shibata H, Shichita K, et al.: Falls in the institutionalized elderly in Japan. *Arch Gerontol Geriatr*, 1986, 5(1): 1-9.
 - 8) 島田裕之, 内山 靖, 加倉井周一: 21 か月間の縦断研究による虚弱高齢者の転倒頻度と身体機能変化との関係. *総合リハビリテーション*, 2002, 30(10): 935-941.
 - 9) 木村邦彦, 浅枝澄子: ヒトの四肢の一側優位性について. *人類学雑誌*, 1974, 82(3): 189-207.
 - 10) Puttemans V, Wenderoth N, Swinnen SP: Changes in brain activation during the acquisition of a multifrequency bimanual coordination task: From the cognitive stage to advanced levels of automaticity. *J Neurosci*, 2005, 25(17): 4270-4278.
 - 11) Woollacott MH, Tang PF: Balance control during walking in the older adult: Research and its implications. *Phys Ther*, 1997, 77(6): 646-660.
 - 12) Delbaere K, Close JC, Menz HB, et al.: Development and validation of fall risk screening tools for use in residential aged care facilities. *Med J Aust*, 2008, 189(4): 193-196.
 - 13) Hilliard MJ, Martinez KM, Janssen I, et al.: Lateral balance factors predict future falls in community-living older adults. *Arch Phys Med Rehabil*, 2008, 89(9): 1708-1713.
 - 14) Overstall PW, Exton-Smith AN, Imms FJ, et al.: Falls in the elderly related to postural imbalance. *Br Med J*, 1977, 1(6056): 261-264.
 - 15) 中村恭子, 古川理志: 健康運動の継続意欲に及ぼす心理的要因の検討—ジョギングとエアロビックダンスの比較—. *順天堂大学スポーツ健康科学研究*, 2004, 8: 1-13.