【短 報】

身体動揺に及ぼすバランスボール・トレーニングの効果

中 谷 敏 昭¹⁾ 灘 本 雅 一²⁾ 森 井 博 之²⁾

EFFECTS OF BALANCE-BALL TRAINING ON POSTURAL SWAY

TOSHIAKI NAKATANI, MASAKAZU NADAMOTO and HIROYUKI MORII

key word : balance-ball, equilibrium, training, stabilometry

I. 緒 言

加齢にともなって平衡機能が低下することはよく知られている¹⁾。平衡機能は、視覚系、前庭器、姿勢反射、小脳の共同運動制御など多くの系の共同した働きが骨格筋に出力されて維持されている。平衡機能の低下に加えて、めまいや慢性疾患などの内的要因および段差や照明の不良などの外的要因が加わると転倒を容易に生じ、転倒によって骨折する高齢者が寝たきり生活を余儀なくされる場合も多い²⁾。これまで、平衡機能を評価するテストとして重心(足圧中心)動揺計を用いた検査法が一般的に普及している。この検査は、立位姿勢にみられる足圧の揺らぎを観察して前庭器系、視覚系、脊髓固有反射系、小脳系、大脳基底核系などの働きを総合的あるいは部分的に評価することが可能である^{2~4)}。日本平衡神経科学会(現日本めまい平衡医学会)はこの検査による基準を定め、平衡障害の程度、疾患経過の評価、訓練効果の判定など臨床場面でその有効性を認めている⁵⁾。また、この検査法は一般健常者の平衡機能評価にも応用され、習慣的なスポーツや運動を行っている者ほど身体動揺が小さいことが報告されている^{6~9)}。

近年、柔軟性と神経-筋協調の改善を目的とし

てバランスボールという特殊な弾力性のあるボールを用いた運動が考案されている。このボールは直径が40~80 cmあり、ボールに座ったり、足を乗せたりして関節や筋への負担を軽減しながら様々な運動を行うことができる¹⁰⁾。バランスボールは安定性さえ確保すれば低体力者や高齢者への運動としても応用できる。そこで本研究では、若年者を対象としてバランスボールを用いたトレーニングが体幹の静的および動的条件下での身体動揺にどのような影響を及ぼすかについて検討した。

II. 方 法

A. 被検者

対象は本研究の遂行に賛同し、同意の得られた健康な女性15名とした。被検者はバランスボールを用いてトレーニングを行う Exercise 群(7名、年齢 21.3 ± 0.6 歳、身長 164.7 ± 6.1 cm、体重 58.3 ± 5.5 kg)と行わない Control 群(8名、年齢 21.0 ± 0.9 歳、身長 159.8 ± 3.9 cm、体重 55.8 ± 5.6 kg)に無作為に分けた。

B. 静的および動的な条件下での身体動揺の測定

足圧中心の動揺は重心動揺計(スタビロメータ S510, Patella 製)を用いて評価した。静的な条件下での身体動揺測定として、立位姿勢でフォース

¹⁾天理大学体育学部体力学研究室
〒632-0071 天理市田井庄町80

²⁾天理大学おやさと研究所天理スポーツ・
オリンピック研究室
〒632-8510 天理市杣之内町1050

Human Performance and Exercise Prescription Laboratory, Tenri
University, 80 Tainosho, Tenri, Nara 632-0071, Japan

Oyasato Institute for the Study of Religion, Tenri University, 1050
Somanouchi, Tenri, Nara 632-8510, Japan

プレート上にロンベルグ姿勢(直立閉足)をとらせ、開眼および閉眼の条件で重心動揺距離(length)および面積(area)を測定した^{2,8,9)}。また、動的な条件での測定として、開眼条件下でロンベルグ姿勢をとらせ、足底を浮かせないように前後(Y方向)および左右(X方向)に足圧中心を動かすことのできる最大距離(振幅: amplitude)を評価した。測定は先行研究^{8,9)}に従い20秒間とし、立位姿勢時には緊張しないように注意させた。検査中は両腕を側方に下ろし、前方3mの目線の高さにある目標物を注視し続ける条件で実施された。

C. バランスボール・トレーニング

バランスボールは関節構成体や固有受容器を刺激することによって、神経-運動器の協調性を改善させる目的に臨床リハビリテーション領域で用

いられてきた。本研究では直径65cm、重さ1230gのバランスボール(Gymnic ball, SPORTIME製)を用い、ボールの上に背筋を伸ばす姿勢で座らせ、両足を浮かせた状態で60秒間保持させる運動を30秒の休息をはさみながら10セット行わせた。運動中は膝関節を90度からわずかに屈曲させた状態で大腿部および下腿部の内側でボールを挟むようにさせた。両腕はボールに触れないように側方に下ろさせ、運動中に足先が床に触れた場合はすぐにあげさせた。トレーニングは週3回の頻度で2週間にわたり計6回行わせた。

D. 統計的検定

結果はすべて平均値(Mean)±標準偏差(SD)で示した。トレーニング期間前後における測定値の比較には対応のあるt検定を用いた。有意水準は $P<0.05$ とした。

Fig. 1. Results of body sway length (A) and area (B) with eyes open and closed and Romberg's quotient on stabilometric testing. Values represent means and SD. * $P<0.05$, ** $P<0.01$ vs. baseline value.

Fig. 2. Results of amplitude of voluntary anteroposterior (A) and lateral (B) movement on the stabilometer with eyes open. Values represent means and SD. * $P < 0.05$ vs. baseline value.

Ⅲ. 結果および考察

トレーニング前後における開眼と閉眼条件時の重心動揺距離および面積、ロンベルグ率(閉眼/開眼比)の結果を Fig. 1 にそれぞれ示した。トレーニングの結果、開眼時の重心動揺距離は Exercise 群が 28.0 ± 10.0 cm から 17.1 ± 4.3 cm へと 38.6% の有意な減少 ($P < 0.01$) を示したが、Control 群は 26.9 ± 7.6 cm から 22.6 ± 2.7 cm へと変化はなかった。また、重心動揺面積は 5.3 ± 3.7 cm² から 1.7 ± 0.8 cm² へと 59.9% の有意な改善を ($P < 0.05$) 示したが、Control 群は 3.5 ± 1.8 cm² から 2.4 ± 1.4 cm² へとほとんど変化しなかった。他方、閉眼時の重心動揺距離は Exercise 群が 37.2 ± 11.8 cm から 27.7 ± 11.7 cm へと 24.6% の有意な改善 ($P < 0.05$) を示したが、Control 群には変化はなかった。重心動揺面積は Exercise 群が 8.5 ± 7.8 cm² から 4.4 ± 3.5 cm² へと低下傾向を示したものの有意な差には至らなかった。Control 群は 5.3 ± 3.2 cm² から 5.3 ± 4.0 cm² へと変化はなかった。神田たち¹⁰⁾ は、中高年女性を対象に 12 週間にわたるバランスボール・トレーニングを実施させ、開眼直立時の前後・左右・上下方向への重心動揺を観察している。トレーニングの結果、統計的に有意差はなかったものの姿勢安定性の改善を認め、それは下肢筋群の

筋力向上と感覚受容器への刺激が加わった結果による影響であると報告している。本研究では、下肢筋群の筋力を測定していないが、ボールを下腿や大腿内転筋で挟んだり、ボールの上に体幹を 60 秒間安定させるという運動を 10 セット繰り返していたことから、2 週間という短期間のトレーニングであっても重心動揺距離や面積の改善に下肢筋群の筋力や感覚受容器(神経-筋協調)への連続的な刺激が関与している可能性が考えられる。

ロンベルグ率は、立位姿勢保持における視覚情報の寄与を検討するため、開眼時と閉眼時における重心動揺パラメータの比を求めたものである。奥住たちによると、70 歳までは視覚系以外の平衡機能が低下し、80 歳以上になると視覚機能が顕著に低下することを報告している⁸⁾。本研究では、ロンベルグ率は Exercise 群においてトレーニング後の重心動揺距離と面積がわずかに高くなる傾向を示したが有意な差には至らなかった。このことは、視覚機能が比較的高く維持されている若年者では、バランスボールによる短期間のトレーニングではその機能に影響を与えないものと思われる。

動的な条件における重心動揺への影響を検討するため、開眼条件にてロンベルグ姿勢で前後および左右へ体幹を随意的に動揺させた時の足圧中心の振幅を求め、トレーニングで改善されるかどうか

かについて評価した。その結果, 前後方向への移動については Exercise 群(前: 17.1 ± 1.4 cm, 後: 17.5 ± 1.1 cm) および Control 群(前: 16.5 ± 1.8 cm, 後: 17.1 ± 1.0 cm)とも変化は認められなかったが, 左右方向への移動では Exercise 群は 12.6 ± 1.4 cm から 13.7 ± 1.4 cm に有意な改善を示した($P < 0.05$)。神田たち¹⁰⁾は, バランスボールを用いた12週間のトレーニングで姿勢安定性は前後方向よりも左右方向の方が大きかったとしている。本研究においても, 体幹を随意的に動揺させた時の足圧中心の振幅は左右方向で有意な改善を示したことから先行研究の結果を支持するものであった。動的な場面での足圧中心の振幅増大は, 有効支持基底面の広がりを示していることから, 移動場面における立位姿勢の回復や維持するための能力が改善されたものと思われる。今後は, さらに長期間の検討や身体動揺に関わる他のパラメータへの影響についても詳細に検討し, 転倒予防のためのトレーニング法としての有効性を検討していきたい。

(受理日 平成13年 8月22日)

Ⅳ. 文 献

- 1) Sixt, E. and Landahl, S. Postural disturbances in a 75-year-old population : I. Prevalence and functional consequences, *Age Ageing*, (1987), **16**, 393-398.
- 2) 竹森節子, 真野秀二郎, 関 要次郎, 重心動揺検査—検査条件及びその検査結果に関する検討—, *Equilibrium Res.*, (1999), **58**, 614-622.
- 3) Geurts, A. C., Nienhuis, B. and Mulder, T. W. Intra-subject variability of selected force-platform parameters in the quantification of postural control, *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, (1993), **74**, 1144-1150.
- 4) Woollacott, M. H. Systems contributing to balance disorders in older adults. *J. Gerontol. Med. Sci.*, (1999), **55A**, M424-M428.
- 5) 日本平衡神経科学会, 重心動揺検査の基準, *Equilibrium Res.*, (1983), **42**, 367-369.
- 6) Judge, J. O., Lindsey, C., Underwood, M. and Winse-mius, D. Balance improvements in older women : effects of exercise training, *Phys. Ther.*, (1993), **73**, 254-265.
- 7) Kollmitzer, J., Ebenbichler, G. R., Sabo, A., Kersch-an, K. and Bochsanský, T. Effects of back extensor strength training versus balance training on postural control, *Med. Sci. Exerc. Sports*, (2000), **32**, 1770-1776.
- 8) 奥住秀之, 古名丈人, 西澤 哲, 杉浦美穂, 地域在住高齢者における身体動揺量と活動能力との関連, *Equilibrium Res.*, (2000), **59**, 130-135.
- 9) Perrin, P. P., Gauchard, G. C., Perrot, C. and Jean-del, C. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people, *Br. J. Sports Med.*, (1999), **33**, 121-126.
- 10) 神田 知, 家森幸男, 森谷敏夫, 神奈木俊子, 中・高齢者の体力増進及び生活習慣病予防に関する研究, 大阪ガスグループ福祉財団研究調査報告書, (2000), **13**, 91-96.

1) Sixt, E. and Landahl, S. Postural disturbances in a 75-year-old population : I. Prevalence and function-