

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350747

研究課題名(和文) 外乱刺激に対する運動学習の制御メカニズムに関する研究：転倒予防の視点から

研究課題名(英文) Postural control of motor learning against perturbations: From a viewpoint to prevent a fall

研究代表者

浅賀 忠義 (Asaka, Tadayoshi)

北海道大学・保健科学研究院・教授

研究者番号：60241387

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：優れた静的バランス能力を有するアスリートの運動学的な特性として、片脚立位時において足圧中心(COP)が身体重心(COM)に対してより近く、前後左右均等に動揺していることが明らかになった。その知見に基づいて、健常若年者を対象に、COPとCOG(COMの鉛直投影点)の同時フィードバックを用いた新たなバランス練習を行った結果、COPのみのフィードバック練習をした群よりもCOM速度が遅くなることが明らかとなった。今後、高齢者などのバランス能力低下者を対象に検討することによって、従来よりも効果的な静的バランス練習の方法として期待される。

研究成果の概要(英文)：We concluded that the centre of pressure (COP) fluctuated more closely and evenly, in AP and ML directions, around the centre of mass (COM) during one-legged standing in the dancer group than in the control group. Then, a novel visual feedback training approach using both COP and COG displacements was demonstrated the effects of improving static balance compared to the training approach using only COP displacement in healthy young individuals. The effects of the novel training approach in individuals with disabled postural balance would be addressed in future.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：Postural Control Elite Athletes Centre of Mass Centre of Pressure

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

身体動揺に伴う姿勢制御に関する既往報告の多くは、正常または低下したバランス能力を研究テーマとしてきた。本研究者は、これまでに健常若年者(Wang Y, Asaka T, et al. Exp Brain Res 2006; Wang Y, Asaka T. Brain Res Bulletin 2008) およびバランス能力の低下した高齢者や脊髄小脳変性症患者 (Asaka T, Wang Y. J Human Kinetics 2008; Asaka T, Wang Y. Exp Brain Res 2011) を対象に姿勢制御の特性について、また、その学習効果について (Asaka T, Latash ML, et al. Exp Brain Res 2008) 明らかにしてきた。

本研究では、これまでの対象者とは逆に優れたバランス能力が要求されるスポーツを長年に亘り経験してきたアスリートを対象にすることによって、優れた学習効果とその姿勢制御特性を明らかにできるのではないかという着想に至った。得られた結果から、効果的な姿勢回復戦略を新たに考案することが期待できる。

2. 研究の目的

(1) 優れた静的バランス能力をもたらす要因について姿勢制御の観点から明らかにすることを目的とする。そのために、アスリートとコントロール群を対象に、身体重心(COM) と足圧中心(COP) の位置関係に着目して比較検討した。

(2) (1)で得られた知見を基に、静的バランス能力の向上を目的とする新たな視覚フィードバックを用いた学習効果について検証した。具体的には、安静立位時においてCOPとCOMを同時にフィードバックした場合とCOPのみをフィードバックした場合の即時効果、特に転移の効果を比較することだった。

3. 研究の方法

(1) 対象はクラシックバレエ経験のない健常若年女性 10 名 (以下、コントロール群) と、クラシックバレエ経験のある健常若年女性 10 名 (以下、ダンサー群) とした。データ収集には 6 台の赤外線カメラ (Motion Analysis 社製, アメリカ) と三次元動作解析装置 (Motion Analysis 社製, アメリカ), 2 枚の床反力計 (Kistler 社製, スイス) を用いた。

実験課題は両脚立位, 片脚立位, 両脚つま先立ちの 3 条件の立位姿勢を開眼で 30 秒間保持することとした。初期姿勢は床反力計上での閉脚立位とし, 上肢は骨盤を把持した。被験者は前方 3m の目線の高さに設置した直径 3cm の固視点を注視した。初期姿勢を 10 秒間保持してから各立位姿勢を 30 秒間保持

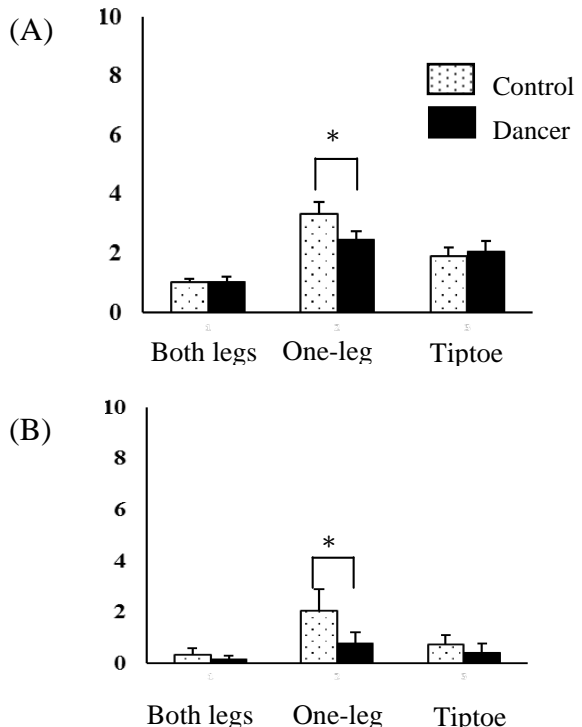
した。

解析項目としては COP-COM 間距離に着目し, COP 位置の COM に対する接近性 ($|COP-COM|$) と前後左右の均等性 (COP-COM) を新たな指標として考案した。

(2) 対象は、健常若年者 21 名 (男性 13 名, 女性 7 名, 23.1 ± 1.9 歳) だった。被験者は COP のみをフィードバックされる COP 群と COP と COG の両方をフィードバックされる COP+COG 群の 2 群に無作為に分けられた。第 1 セッション、および第 3 セッションでは、被験者はバランスパッド上にてスクリーン上の固視点を注視しながら安静立位を 60 秒間計測した (Pre test, Post test)。被験者にはできるだけ安定して立つように指示した。第 2 セッションでは、スクリーン (縦 1.8m, 横 2.5m) 上に被験者の COP (黄色) 若しくは COG (水色) をリアルタイムに表示しフィードバックする練習課題を設けた (Acquisition)。COP 群は LabVIEW を介して、床反力データから前後方向の COP を算出し表示した。

4. 研究成果

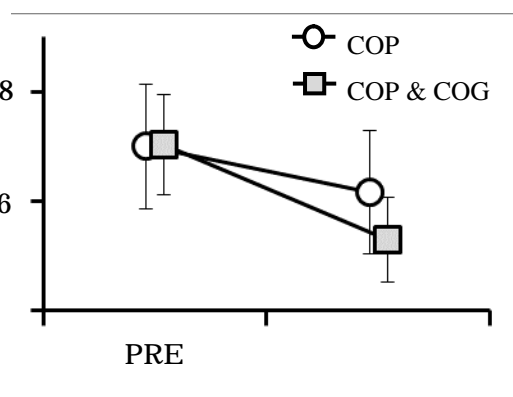
(1) COP-COM 間距離は、片脚立位中の $|COP-COM|$ および COP-COM の双方において、両方向で 2 群間に有意差が認められ、ダンサー群がコントロール群と比較して小さかった ($p < 0.05$)。両脚立位および両脚つま先立ちでは、両方向ともに 2 群間に有意差は認められなかった。



(A): $|COP-COM|$, (B): COP-COMの平均値と標準偏差 (mm) を示す。

片脚立位においてダンサー群の方がコントロール群と比較して、COPがCOMに対してより近く、左右均等に動揺していることが明らかになった。

(2) COM速度は、Test sessionの有意味な主効果 ($F_{1,22} = 36.76, p < 0.01$) および GroupとTest sessionの交互作用の有意味な傾向 ($F_{1,22} = 4.32, p = 0.050$) が認められた。多重比較の結果、COP group ($p = 0.032$), COP & COG group ($p < 0.001$)ともに、Pre sessionと比較してPost sessionにおいて有意にCOM速度が遅かったが、Post sessionにおいてCOP groupと比較してCOP & COG groupのCOM速度は有意に遅かった。さらに、Post sessionにおけるCOM速度とCOP-COMとの間に有意な正の相関が認められた。



練習前後におけるCOM速度の平均値と標準偏差 (mm/s) を示す。

練習後は、COPとCOGの同時フィードバック練習をした群がCOPのみのフィードバック練習をした群よりもCOM速度が遅くなることが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計16件)

1. Wang Y, Watanabe K, Asaka T: Muscle synergies underlying control of taking a step during support surface translation. *Eur J Appl Physiol*, 査読有, 116: 301-309, 2016.
2. Mani H, Hsiao SF, Konishi T, Izumi T, Tsuda A, Hasegawa N, Takeda K, Colley N, Asaka T: Adaptation of postural control while standing on a narrow unfixed base of support. *Int. J. Rehabil. Res.*, 査読有, 39: 93-95, 2016.
3. 萬井太規, 長谷川直哉, 武田賢太, 伊吹愛梨, 佐久間萌, 石川啓太, 前島洋, 浅賀忠義: クロスステップ反復練習による片脚立位動作時の姿勢安定性への効果、*理学療法科学*, 査読有, (発行確定印刷中) 2016.
4. Wang Y, Watanabe K, Asaka T: Muscle synergies in preparation to a step made with obstacle in elderly individuals. *J NeuroEng Rehabil*, 査読有, 12:10, 2015.
DOI 10.1186/s12984-015-0005-9
5. Mani H, Shih-Fen H, Takeda K, Hasegawa N, Totsuka M, Tsuda A, Ohashi T, Suwahara T, Ito K, Asaka T: Age-related changes in distance from center of mass to center of pressure during one-leg standing. *J Mot Behav*, 査読有, 47(4): 282-290, 2015.
6. Colley N, Asaka T, Sakai S, Nagata Y, Shimizu H, Honda C, Sasaki T, Nishioka T: Differences in visual attention between novice and expert nurses performing endotracheal suctioning (ES): A Simulation Study. *Therapeutics & Engineering*, 査読有, 27 (2): 97-105, 2015.
7. Wang Y, Watanabe K, Asaka T: Age effects on multi-muscle modes during voluntary body sway. *Res Sports Med*, 査読有, 23: 88-101, 2015.
8. 長谷川直哉, 萬井太規, 武田賢太, 佐久間萌, 笠原敏史, 浅賀忠義: 視覚フィードバックと聴覚フィードバックによる

動的バランスの学習効果の違い, 理学療法科学, 査読有, 42 (6): 474-479, 2015.

9. 津田章代, 望月智行, 小西智也, 泉達弥, 萬井太規, 山本敬三, Shih-fen Hsiao, 浅賀忠義: 片麻痺患者のリーチ動作における足圧中心の移動範囲と足圧分布の特性について, 理学療法科学, 査読有, 30 (4): 635-640, 2015.
 10. 宮城島沙織, 浅賀忠義, 鎌塚香央里, 小林正樹, 五十嵐リサ, 小塚直樹修正 1 ヶ月における極低出生体重児の自発運動~抗重力運動に着目して~ 日本未熟児新生児学会雑誌, 査読有, 27 (1): 59-64, 2015.
 11. Wang Y, Watanabe K, Asaka T, Wan F: Muscle synergies in preparation to a step made with and without obstacle. Eur J Appl Physiol, 査読有, 114: 2561-2569, 2014.
 12. Mani H, Izumi T, Konishi T, Samukawa M, Yamamoto K, Watanabe K, Asaka T: Characteristics of postural muscle activation patterns induced by unexpected surface perturbations in elite ski jumpers. J Phys Ther Sci, 査読有, 26: 833-839, 2014.
 13. Wang Y, Asaka T, Watanabe K: Multi-muscle synergies in elderly individuals: preparation to a step made under the self-paced and reaction time instructions. Exp Brain Res, 査読有, 226:463-72, 2013.
 14. Saito M, Asaka T, Fukushima J: Motor imagery combined with repetitive task practice: Effects on sitting balance in hemiplegic patients. J Phys Ther Sci, 査読有, 25, 183-188, 2013.
 15. 戸塚満久, 萬井太規, 新崎真美子, 藤田博之, 菅田忠夫, 浅賀忠義: パーキンソン病患者における立位前後動揺時の圧中心と足圧分布との関連について, 理学療法科学, 査読有, Vol.28 (5), 601-606, 2013.
 16. 伊藤裕子, 萬井太規, 甲斐千尋, 泉達也, 本間早苗, 武井麻子, 澤田晋輔, 森若文雄, 浅賀忠義: パーキンソン病患者における踵補高による歩行開始時の効果, 北海道理学療法, 査読有, Vol.30, p25-32, 2013.
- [学会発表](計 14 件)
1. 浅賀忠義「姿勢制御における中枢神経機構」
日本健康行動科学会第 14 会学術大会,
2015 年 9 月 20 日, 森ノ宮医療大学, 大阪府、大阪
 2. 萬井太規, 武田賢太, 伊吹愛梨, 長谷川直哉, 浅賀忠義: クロスステップ練習が片脚立位動作時の姿勢安定性を向上させるか?
日本健康行動科学会第 14 会学術大会,
2015 年 9 月 20 日, 森ノ宮医療大学, 大阪府、大阪
 3. 伊吹 愛梨, 萬井太規, 長谷川直哉, 武田賢太, 浅賀忠義: 優れた静的バランス能力のメカニズム解明に関する研究,
日本健康行動科学会第 14 会学術大会,
2015 年 9 月 20 日, 森ノ宮医療大学, 大阪府、大阪
 4. 武田賢太, 長谷川直哉, 伊吹愛梨, 萬井太規, 浅賀忠義: ターゲット消失タイミングが歩行開始におけるタイミング予測に与える影響,
日本健康行動科学会第 14 会学術大会,
2015 年 9 月 20 日, 森ノ宮医療大学, 大阪府、大阪

5. Asaka T: Postural control and environmental coordination. International Symposium on Modern Health Science, Kaohsiung Medical University, Kaohsiung, Taiwan, February 26, 2015.
6. 諏訪原司, 武田賢太, 大橋哲朗, 萬井太規, 長谷川直哉, 戸塚満久, 津田章代, 趙静, 石川啓太, 伊吹愛梨, 佐久間萌, 前島洋, 浅賀忠義:
口頭指示の違いが前方水平外乱における後方ステップに与える影響、第1回日本基礎理学療法学会、名古屋学院大学、名古屋県、名古屋、2014.11.15-16
7. 大橋哲朗, 萬井太規, 佐久間萌, 長谷川直哉, 戸塚満久, 津田章代, 諏訪原司, 伊吹愛梨, 武田賢太, 趙静, 石川啓太, 前島洋, 浅賀忠義:
着座動作の足関節可動域制限による姿勢と座面圧への影響について、第1回日本基礎理学療法学会、名古屋学院大学、名古屋県、名古屋、2014.11.15-16
8. 武田賢太, 萬井太規, 諏訪原司, 長谷川直哉, 戸塚満久, 津田章代, 大橋哲朗, 趙静, 石川啓太, 伊吹愛梨, 佐久間萌, 前島洋, 浅賀忠義:
視覚消失タイミングが歩行開始のタイミング予測に与える影響、第1回日本基礎理学療法学会、名古屋学院大学、名古屋県、名古屋、2014.11.15-16
9. Mani H, Takeda K, Hasegawa N, Nanbu M, Totsuka M, Tsuda A, Ito K, Ohashi T, Suwahara T, Zhao J, Hsiao SF, Asaka T:
Difference of the relative distances from center of pressure to center of mass between the young and elderly people during One-leg standing. 1st Asia-Pacific Conference on Coaching Science, Hokkaido University, Hokkaido, Sapporo, Japan, 2014.7.6
10. Hasegawa N, Sakuma M, Mani H, Totsuka M, Tsuda A, Ito K, Ohashi T, Suwahara T, Takeda K, Zhao J, Hsiao SF, Kasahara S, Asaka T:
Different effects of motor learning between visual and auditory feedback exercises in dynamic postural balance. 1st Asia-Pacific Conference on Coaching Science, Hokkaido University, Hokkaido, Sapporo, Japan, 2014. 7.6
11. Totsuka M, Ibuki A, Mani H, Hasegawa N, Ohashi T, Suwahara T, Takeda K, Ito K, Tsuda M, Zhao J, Asaka T:
The relationship between center of mass and center of pressure in the limits of stability. 1st Asia-Pacific Conference on Coaching Science, Hokkaido University, Hokkaido, Sapporo, Japan, 2014. 7.6
12. 長谷川直哉, 萬井太規, Shih-Fen Hsiao, 戸塚満久, 津田章代, 伊藤久美子, 大橋哲朗, 諏訪原司, 武田賢太, 趙静, 笠原敏史, 浅賀忠義:
感覚フィードバックの違いが動的バランスの学習効果に与える影響、第49回日本理学療法学会大会、パシフィコ横浜、神奈川県、横浜、2014.5.30-6.1
13. 萬井太規, Shih-Fen Hsiao, 長谷川直哉, 戸塚満久, 津田章代, 武田賢太, 大橋哲朗, 諏訪原司, 伊藤久美子, 趙静, 浅賀忠義:
片脚立位パフォーマンスの再現性における加齢の影響について、日本健康

行動科学第 12 回学術大会、札幌国際大学、北海道、札幌、2013.9.28-29

14. 長谷川直哉, 萬井太規, Shih-Fen Hsiao, 戸塚満久, 津田章代, 伊藤久美子, 大橋哲朗, 諏訪原司, 武田賢太, 趙静, 浅賀忠義: 感覚フィードバックの違いが動的バランスの運動学習に与える影響について、日本健康行動科学第 12 回学術大会、札幌国際大学、北海道、札幌、2013.9.28-29

〔図書〕(計 2 件)

1. 浅賀忠義「高齢者の姿勢の特徴とその制御」、浅井仁・奈良勲編集：姿勢制御と理学療法の実際、文光堂、東京、p365-372, 2016.
2. 浅賀忠義「姿勢」PT・OT のための運動学テキスト、金原出版、東京, p341-364, 2015.

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

<http://www.hs.hokudai.ac.jp/mcr/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

浅賀 忠義 (ASAKA TADAYOSHI)
北海道大学・保健科学研究所・教授
研究者番号：60241387

(2) 研究分担者

山本 敬三 (YAMAMOTO KEIZO)
北翔大学・生涯スポーツ学部・准教授
研究者番号：00405698

(3) 連携研究者

王 芸 (WANG YUN)
天津スポーツ大学・スポーツ科学部・教授
研究者番号：80457275

渡部 和彦 (WATANABE KAZUHIKO)

広島大学・大学院教育学研究科・名誉教授
研究者番号：20057699