

平成22年6月20日現在

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2008～2010  
 課題番号：20700474  
 研究課題名（和文）高齢者の姿勢保持機能向上のための学習プログラム開発：  
 視覚刺激への対応  
 研究課題名（英文）Learning program on maintaining vertical posture in healthy elderly  
 individuals: effects of visual stimulus  
 研究代表者  
 王 芸 (WANG YUN)  
 岩国短期大学・幼児教育科・専任講師  
 研究者番号：80457275

研究成果の概要（和文）：本研究は、健常高齢者が協調的な筋の共同運動（筋シナジー）を定量的に解析する手法の応用に成功した。健常高齢者における視覚による運動学習トレーニングによって筋活動パターンは健常若年者に類似した協調性（筋シナジー）へと変化した。これによって、シナジーを手がかりとした運動学習は、視覚刺激を伴う高齢者の姿勢変化の訓練効果が期待される。

研究成果の概要（英文）：We used a particular computational approach, the uncontrolled manifold hypothesis, to explore the effects of visual stimulus on the composition of muscle groups (M-modes) and multi-M-mode synergies during whole-body sway tasks performed by standing elderly individuals. Visual stimulus led to the emergence of reciprocal M-modes that uniting dorsal and ventral muscles of the body respectively. Strong visual effects were also seen on the index of multi-M-mode synergies stabilizing the COP trajectory. The results suggest that visual stimulus can lead to improve the composition of M-modes and M-mode synergies in postural tasks involving large muscle groups.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、身体教育学

キーワード：姿勢制御、筋シナジー、視覚、運動学習、筋電図、高齢者

## 1. 研究開始当初の背景

近年、高齢者の姿勢保持に関する研究がさまざまな視点から行われている。その中でも外乱条件に対する姿勢保持機能の研究は、高齢者の転倒防止対策を立案するためにも重

要である。外乱に対する姿勢保持機能の研究を行った Nashner L. M. によれば、水平外乱を被験者に与えた場合、下肢の諸筋群のステレオタイプの活動により姿勢調整が行われることを示した。また、外乱の強さにより、

ankle (足関節) ストラテジーや hip (股関節) ストラテジーと呼ぶ姿勢調整がなされる事を示した。ヒトの姿勢制御の基本は反射的に行われると理解される。そこには、生得的な姿勢調整機構すなわち筋群相互の共調的な共同運動 (筋シナジー) の機能が備わっていると考えられる。このように考えると高齢者の転倒に結びつく姿勢保持機能の低下の理由は、このような筋シナジーの働きの低下が要因のひとつであると理解できる。

## 2. 研究の目的

本研究は高齢者の姿勢調整機能向上のための運動学習プログラム構成を目指して基礎的資料を得ようとするものである。すなわち、立位姿勢において、提示された視覚刺激条件に対して随意的な身体動揺課題に着目し姿勢調整過程を分析するものである。これにより、筋シナジー形成の完成度とその形成過程を検討する事が可能となる。姿勢制御の向上に効果的な視覚刺激内容を検証し運動学習プログラムの開発に応用するものである。

## 3. 研究の方法

### (1) 実験対象

健常若年者8名と健常高齢者8名を対象にデータ収集を行う。その際に、被験者に対しては、本研究を行う趣旨や実験の危険性などについて十分説明し、同意を得たうえで行う。

### (2) 実験装置

①フォースプレート (キスラー社製) : 足底部の圧力中心点 (COP) の位置を算出する。

②フットスキャン (ニッタ社製) :

リアルタイムで足圧の分布と COP の移動軌跡をフィードバック条件としてモニター画面に映写する。

③筋電計 :

表面電極を用いて、腹直筋、脊柱起立筋、大腿直筋、外側広筋、大腿二頭筋、半腱様筋、前脛骨筋、腓腹筋 (外側)、腓腹筋 (内側)、ヒラメ筋の10部位の各筋から筋活動を導出する。

### (3) 実験手順

被験者は、フットスキャンの圧力センサーシートを敷いたフォースプレート上に安静立位で姿勢を保持し、身体動揺課題 (Body Sway 課題) を行う。

被験者がモニター画面を注視しながら試行する条件をフィードバック条件とし、開眼条件、閉眼条件、フィードバック条件の3条件を行う。分析に用いるのは1試行中の12サイクルの連続データとする。

LabViewを用いてシグナルを収集し、

MATLABを用いて解析する。

### (4) 解析手法

ベルンシュタインの提唱する運動制御システム理論に基づいた協調的な共同運動 (筋シナジー) の定量的な解析手法 (Uncontrolled Manifold Analysis, UCM解析) を用いる。

## 4. 研究成果

本研究では、健常若年者において協調的な筋の共同運動 (筋シナジー) を定量的に解析する手法を運動スキル学習へ応用することに成功した。健常若年者における予測的姿勢制御の協調性 (筋シナジー) は視覚学習によって向上することを確認できた。さらに、筋シナジーを手がかりとした運動スキル学習において、視覚刺激を伴う高齢者の姿勢変化の訓練効果について明らかにした。

本研究は、同意を得た健常若年者8名と健常高齢者8名を対象にデータ収集を行った。被験者は、フットスキャンの圧力センサーシートを敷いたフォースプレート上に安静立位で姿勢を保持し、以下の課題を行った。まず、身体動揺課題 (Body Sway課題) であるが、被験者の前方1mにモニター画面が設置され、リアルタイムでその被験者のCOPの位置とその移動軌跡が提示された。その際、筋電図の記録から筋活動モードを同定した。

次に、被験者はメトロノーム (1Hz) に合わせ身体を前後方向にできるだけ広い範囲に動揺させた。被験者は、指示に従って腕を前方で組み、視線は水平を保った。また股関節、膝関節を伸展位に保ち足関節のみで運動を行うよう指示され、試行時間は45秒であった。被験者がモニター画面を注視しながら試行する条件をフィードバック条件とし、開眼条件、閉眼条件、フィードバック条件の3条件を行った。分析に用いるのは1試行中の12サイクルの連続データとした。

その結果、健常高齢者における視覚による運動学習トレーニングによって筋活動パターンは健常若年者に類似した協調性 (筋シナジー) へと変化した。これによって、高齢者における、適切な姿勢保持の方法を学習できる可能性を明らかにすることができた。とくに、連続して移動する指標 (標的) に対して、時間的、空間的な位置の予測と姿勢の対応の仕方を明らかにできる。これによって、高齢者の転倒防止に対する手がかりや、高齢者の交通事故への対応策について有用な示唆を得ることができると考える。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

〔雑誌論文〕(計6件)

- ① **Yun Wang**, Robert V. Kenyon, Emily A. Keshner: Identifying the control of physically and perceptually evoked sway responses with coincident visual scene velocities and tilt of the base of support. (査読あり) **Experimental Brain Research**, 201(4):663-672, 2010.  
<http://www.springerlink.com/content/v7121221g6763611/>
- ② **王 芸**, 浅賀忠義, 渡部和彦: 動作開始における筋相互間の協調性の研究: 高齢者の安全な歩行指導への貢献。(査読あり) **健康医科学**, 25:37-45, 2010.  
<http://www.tai-ken.jp/josei/kenko-r/josei-kenko-r.html>
- ③ **Yun Wang**, Tadayoshi Asaka: Muscle synergies involved in shifts of the center of pressure while standing on a narrow support. (査読あり) **Brain Research Bulletin**, 76(1-2):16-25, 2008.  
[http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0361-9230\(08\)00002-6](http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0361-9230(08)00002-6)
- ④ **Yun Wang**, Kazuhiko Watanabe: The relationship between obstacle height and center of pressure velocity during obstacle crossing. (査読あり) **Gait and Posture**, 27(1):172-5, 2008.  
<http://www.gaitposture.com/article/S0966-6362%282007%2900069-0/>
- ⑤ Tadayoshi Asaka, **Yun Wang**, Junko Fukushima, Mark L. Latash: Learning effects on muscle modes and multi-mode postural synergies. (査読あり) **Experimental Brain Research**, 184(3):323-38, 2008.  
<http://www.springerlink.com/content/1r4501556v4n6170/>
- ⑥ Tadayoshi Asaka, **Yun Wang**: Effects of Aging on Feedforward Postural Synergies. (査読あり) **Journal of Human Kinetics**, 20:63-70, 2008.  
<http://versita.metapress.com/content/u315486467037635/>

〔学会発表〕(計8件)

- ① **Yun Wang**, Robert V. Kenyon, Emily A. Keshner: Postural adjustments to combined visual scene velocity and inclined base of support, 36th Congress of the International Union of Physiological Sciences, Kyoto, Japan, July 27-August 1, 2009
- ② **Yun Wang**, Tadayoshi Asaka, Kazuhiko Watanabe: Effects of visual information on muscle adjustments during voluntary body sway, XIX International Society for Posture and Gait Research Conference, Bologna, Italy, June 21-25, 2009
- ③ Tadayoshi Asaka, **Yun Wang**, Toyo Kikumoto, Katsunori Ikoma: Postural muscle-modes synergies in mind cerebellar ataxia, XIX International Society for Posture and Gait Research Conference, Bologna, Italy, June 21-25, 2009
- ④ **Yun Wang**, Robert V. Kenyon, Emily A. Keshner: Virtual scene velocity influences postural responses to an inclined base of support, Virtual Rehabilitation 2008, Vancouver, Canada, August 25-27, 2008
- ⑤ T Asaka, J Fukushima, S Kasahara, K Sato, **Yun Wang**: Effects of aging on feedforward postural control, International Scientific Conference Motor Control, Zakopane, Poland, September 19-21, 2008
- ⑥ Kazuhiko Watanabe, **Yun Wang**: Ground reaction force during free 'walking': effects of walk speed and carrying weight, 26th International Conference on Biomechanics in Sports, Seoul, Korea, July 14-18, 2008
- ⑦ 渡部和彦、**王 芸**: 歩行時の地面反力の測定: 荷重および歩行条件の影響、第20回日本バイオメカニクス学会大会、仙台、2008年8月26日~28日
- ⑧ 山下泰裕、渡部和彦、**王 芸**、磨井祥夫: 足部の構え姿勢が動作開始に及ぼす影響、

第20回日本バイオメカニクス学会大会、  
仙台、2008年8月26日～28日

〔図書〕(計1件)

- ① Asaka Tadayoshi, Yun Wang, Sato K:  
Effects of aging on feedforward  
postural control. In: Diagnosis in  
Motor Control: Current Research in  
Motor Control III. Katowice, Academy of  
Physical Education, 337-344, 2009.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

王 芸 (WANG YUN)

岩国短期大学・幼児教育科・専任講師  
研究者番号: 80457275

(2) 連携研究者

浅賀 忠義 (ASAKA TADAYOSHI)

北海道大学大学院・保健科学研究院・  
准教授

研究者番号: 60241387

渡部 和彦 (WATANABE KAZUHIKO)

広島大学・名誉教授

研究者番号: 20057699