

平成 22 年 6 月 8 日現在

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間： 2007～2009  
 課題番号：20700451  
 研究課題名（和文） 二重課題法による立位姿勢バランス訓練効果の検証および実施中の脳活動に関する研究  
 研究課題名（英文） The study on effects of dual task balance training on standing posture control and brain activity on standing posture control during dual task balance training.  
 研究代表者  
 冷水 誠（ HIYAMIZU MAKOTO ）  
 畿央大学・健康科学部・助教  
 研究者番号：40388905

## 研究成果の概要（和文）：

高齢者の転倒を予防するために、注意能力と身体機能の向上を含めた新たな取り組みの効果を検証した。その結果、注意能力を要求するような課題を同時に遂行させ、注意能力の向上も目的としたトレーニングでは、身体機能の向上のみを目的としたトレーニングと比較して、身体機能面だけでなく、注意能力の向上も認められた。また、この新たなトレーニングでは脳内の活動においても活性化が大きいことが明らかとなった。

## 研究成果の概要（英文）：

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 20 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
平成 21 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：リハビリテーション科学，健康科学，認知科学

科研費の分科・細目：

キーワード：リハビリテーション，脳・神経，立位姿勢制御，二重課題

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 立位姿勢制御においては多重感覚情報変化を統合するために一定の注意配分、いわゆる認知機能が必要であると考えられてきた。この立位姿勢制御における注意配分あるいは認知機能の必要性については、二重課題法を用いた姿勢制御研究による多数の報告により証明されている。特に、高齢者におい

ては、単純な立位姿勢保持時に数字の逆唱や語想起などの認知課題を同時に遂行させることにより、姿勢動揺の増大が確認され、このことが転倒要因の一つであると強調されている。二重課題法を用いた立位姿勢制御研究では、高齢者および脳卒中患者などのバランス障害者を対象とした多くの横断的研究によって、姿勢動揺に及ぼす影響が明らかに

されている。しかしながら、この二重課題法を姿勢バランス訓練として用いた縦断的な研究に関しては報告が少なく、その効果におけるエビデンスが明らかにされていない。従って、転倒予防を目的とした介入手段の一つとして二重課題を用いた訓練効果における無作為化比較試験（Randomized Control Trial：RCT）デザインによる研究が必要である。

(2) 二重課題法による立位姿勢制御研究では、高齢者および脳卒中患者などのバランス障害者を対象とした多くの横断的研究によって、姿勢動揺に及ぼす影響が明らかにされている。しかしながら、この二重課題法を姿勢バランス訓練として用いた縦断的な研究に関しては報告が少なく、その効果におけるエビデンスが明らかにされていない。また、いくつかの先行研究においては、姿勢制御は二重課題法によって影響を受けないとする報告が見受けられる。特に、健常若年者を対象とした報告では、二重課題の遂行により姿勢動揺が受けけないとする報告が多い。この要因として、二重課題法が、対象者の認知機能を担うとされている大脳皮質における活性化の違いが生じている可能性が考えられる。従って、二重課題法を用いた姿勢制御研究においては、実際の大脳皮質の活動が不明であり、このことが結果に影響を及ぼしていると考えられる。つまり、二重課題法を用いた姿勢制御研究においては、その科学的根拠について不明確な現状である。

## 2. 研究の目的

(1) 高齢者を対象とし、認知的負荷による立位姿勢制御能力を改善させるべく、二重課題姿勢バランス訓練として用いることによる効果を検証し、そのエビデンスを明確にすること

(2) 二重課題状況下での立位姿勢制御中の大脳皮質活動を機能的近赤外光分光法（functional near-infrared spectroscopy：fNIRS）を用いて、酸化ヘモグロビン（oxyHb）値を計測し、MRI（Magnetic Resonance Imaging）三次元画像重ね合わせ（fusion imaging）によって、脳マッピングを行い、二重課題実施中の活動領域の詳細を明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1) 地域に在住する高齢者を対象とし、RCTデザインにより、二重課題姿勢バランス訓練の効果を検証する。対象者を従来のバランス訓練のみを実施する群と従来のバランス訓練に計算課題・語想起課題・間違い探し課題といった認知課題を同時に遂行する群の2群に割り当てる。これらの訓練を1セッションを1時間とし週2回、3ヶ月間継続し、訓練前後での身体機能面および認知機能面の評価として下肢筋力、バランス能力、重心動揺、注意機能、二重課題遂行能力変化を捉える。

(2) 二重課題状況下での立位バランス訓練中の脳活動を捉えることにより、脳活動レベルにおける二重課題バランス訓練の効果を検証する。対象者は健常大学生10名および健常高齢者10名とした。すべての対象者は、静的状況下（認知課題なし）および二重課題状況下（単純課題の同時遂行、認知課題の同時遂行）にて立位保持を20秒間実施した。二重課題状況下ではストロープ課題を用い、以下の2条件にて実施した；条件1）約2m先に設けた目標点を注視した閉脚立位保持後、色名と色文字が一致したストロープ課題を遂行しながらの閉脚立位保持（単純課題条件）、条件2）約2m先に設けた目標点を注視した閉脚立位保持後、色名と色文字が異なるストロープ課題を遂行しながらの閉脚立位保持（認知課題条件）。各条件における立位保持中の脳活動を機能的近赤外光分光法装置（島津製作所 FOIRE-3000）を用い、一次運動野から高次運動野および前頭前野における脳血流動態を効果量（ES）として測定した。

## 4. 研究成果

(1) 二重課題姿勢バランス訓練の効果に関して、介入前の群間比較では、通常バランス訓練群と二重課題バランス訓練群の間に有意な差は認められなかった。3ヶ月間の介入後、下肢筋力・バランス能力・重心動揺は通常バランス訓練群および二重課題バランス訓練群ともに有意な差は認められず、機能維持が可能であった。注意機能に関しては、二重課題バランス訓練群のみに有意な改善が認められ、二重課題遂行能力についても二重課題バランス訓練群のみ有意な改善を示した（表1）。また、群間比較においても有意な差が認められた。今回の結果から、健常高齢者に対しての下肢筋力トレーニングを含めたバランス訓練の実施により、姿勢制御能力を含めたバランス能力の維持が可能であることが示された。加えて、二重課題バラン

ス訓練を実施した群のみに注意機能および二重課題遂行能力の改善が認められた。このことから、二重課題バランス訓練、従来のバランス訓練と比較して、より日常生活を反映した様々な認知的課題を遂行しながらの姿勢制御能力を向上させると考えられ、転倒予防手段として効果的であるということが示唆された。

表 1 各群における身体・認知機能の介入効果の比較

	ST group (n=19)		D1 group (n=17)	
	pre-training	post-training	pre-training	post-training
<b>Physical performance</b>				
Chair Stand Test	20.21 ± 4.34	22.00 ± 5.77	18.70 ± 5.61	21.47 ± 5.93
Functional reach test	32.91 ± 5.92	32.40 ± 4.77	32.72 ± 3.84	33.17 ± 4.80
Timed Up & Go Test	6.73 ± 0.84	6.91 ± 1.06	6.97 ± 1.49	6.82 ± 1.78
<b>Cognitive function</b>				
TMT A	67.73 ± 35.66	60.15 ± 39.33	50.94 ± 13.79	48.63 ± 19.22
TMT B	181.11 ± 90.82	136.45 ± 78.73	136.43 ± 63.68	115.89 ± 45.36
TMT B - A	113.32 ± 75.16	76.30 ± 50.31	85.48 ± 60.55	67.26 ± 40.64
<b>LOT of COP</b>				
Eyes opened	43.73 ± 12.68	47.20 ± 12.44	43.96 ± 13.47	45.24 ± 17.98
Eyes Closed	58.40 ± 19.33	55.04 ± 20.53	65.96 ± 36.57	69.19 ± 40.33
performing stroop task	60.66 ± 34.69	63.15 ± 44.22	52.25 ± 18.12	60.19 ± 26.34
<b>Stroop task</b>				
IS1 (%)	87.25 ± 19.40	88.02 ± 19.50	80.55 ± 18.67	87.43 ± 4.33 ※
				Mean ± SD
				※ p<0.05

(2) 二重課題状況下での立位バランス訓練中の脳活動については、単純課題条件(条件1)と比較して、認知課題条件(条件2)において内側前頭前野領域および右外側前頭前野領域において有意な活性化が認められた。また、左前頭前野領域、運動前野領域および運動野領域では有意差は認められないものの、条件2において増大傾向が認められた(図1)。重心動揺計測では総軌跡長および外周面積には条件間において有意な変化は認められなかった。内側前頭前野は感情的ストレスが加わったため、右外側前頭前野についてはワーキングメモリー機能の中枢であり、特に右外側前頭前野は空間的な注意および選択的注意機能との関連が深いとされているため、立位保持中の認知課題の負荷によって活性化したと考えられる。また、運動関連領域についても認知課題負荷によって増大傾向であったため、認知課題の負荷によって注意機能だけでなく運動機能においても影響を及ぼしていると考えられる。本研究の結果より、立位保持中に課題を負荷することによって前頭前野を含めた脳活動の活性化をもたらすことが明らかにされた。これにより、これまで不明であった二重課題による影響を脳活動から明らかにすることができた。また

このことは、近年注目されている二重課題を用いたバランス訓練における効果が、注意機能を含めた脳機能においても効果を与える可能性が示唆された。

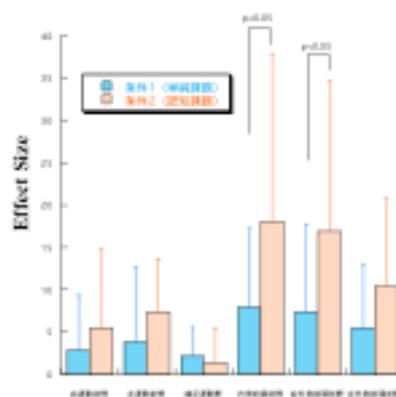


図 1 各条件における脳領域別の脳活動(効果量)の比較

### 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 1 件)  
 ① 冷水誠, 前岡浩, 藤田浩之, 森岡周, ニューロリハビリテーションと脳の機能的イメージング 立位制御, 理学療法, 査読無, 27 巻 (第 3 号), 2010, 387-392

[学会発表] (計 4 件)  
 ① Hiyamizu M, Morioka S, Matsuo A, Shomoto K, Shimada T, Effects of dual task balance training on standing posture control with dual task situation in the healthy elderly people, 19<sup>th</sup> international conference of the International Society for Posture and Gait Research, June, 2009, Bologna

② 冷水誠, 森岡周, 松尾篤, 高取克彦, 瓜谷大輔, 庄本康治, 高齢者の二重課題状況下における姿勢制御能力に対する二重課題バランス訓練効果の検証, 第 44 回日本理学療法学会, 2009 年 5 月, 東京

③ Hiyamizu M, Morioka S, Matsuo A, Takatori K, Uritani D, Shomoto K , Relationships between dual-task related change on standing posture control and executive function in older adults , 10<sup>th</sup> International Congress of the Asian Confederation for Physical Therapy , August, 2008, Chiba

④ 冷水誠, 森岡周, 松尾篤, 高取克彦, 瓜谷大輔, 二重課題条件下における立位保持能力と注意能力の関係, 第 18 回 奈良県理学療法士学会, 2008 年 6 月, 奈良

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

冷水 誠 (HIYAMIZU MAKOTO)  
畿央大学・健康科学部・助教  
研究者番号：40388905

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：