

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：20101

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K19415

研究課題名（和文）体幹の機能的トレーニングが脳卒中片麻痺者の反応的姿勢制御能力に与える効果の検証

研究課題名（英文）Effects of trunk training on reactive balance control in hemiparetic individuals with stroke

研究代表者

田代 英之（Tashiro, Hideyuki）

札幌医科大学・保健医療学部・助教

研究者番号：80791946

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、脳卒中片麻痺者によくみられる体幹機能障害に着目し、脳卒中片麻痺者の反応的姿勢制御能力と体幹機能障害の関連を調べ、体幹機能トレーニングが反応的姿勢制御を向上させるか検証した。慢性期脳卒中片麻痺者12名を対象とした実験研究の結果、体幹機能障害が重度である者ほどステップ反応を誘発する外乱刺激の強度が低いことが明らかとなった。また、慢性期脳卒中片麻痺例が体幹機能を改善するセルフエクササイズを実施した結果、体幹機能の向上に伴いステップ反応の運動学的変数が改善することが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

脳卒中片麻痺者は、転倒のきっかけに対してとっさに一歩踏み出してバランスを回復する動作（ステップ反応）が不十分であることが知られている。脳卒中片麻痺者では上下肢の片麻痺症状だけでなく体幹機能障害が併存している場合が多く、体幹機能のトレーニングは多様な課題に対応しうる一般的な運動介入プログラムによるトレーニングとして期待できる。本研究は体幹機能のセルフエクササイズによって反応的なステップ動作に伴う体幹動揺を抑制する可能性を示し、脳卒中後遺症者をはじめとする様々な疾病を有する高齢者の転倒予防に寄与することから社会的意義がある。

研究成果の概要（英文）：We investigated the relationship with perturbation induced reactive stepping threshold and trunk control ability in individuals with chronic stroke. We participated 12 stroke survivors and induced lateral stepping. We recorded single-stepping threshold as the maximum lean magnitude from which participants could be suddenly released and still recover balance using a single side step. Trunk Impairment Scale was used as the ability of trunk control. The results indicated that trunk control associated with ability of reactive stepping. We also investigated the effects of trunk training on reactive stepping after stroke. Two community-dwelling individuals with chronic stroke participated and examined whether home-based trunk training increase reactive stepping kinematics. The results demonstrated that home-based trunk training in individuals with chronic stroke has the potential to modify reactive stepping.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：脳卒中 体幹機能 反応的姿勢制御 転倒 ステップ反応

## 1. 研究開始当初の背景

脳卒中片麻痺者は、転倒のきっかけに対してとっさに一步踏み出してバランスを回復する動作(ステップ反応)が不十分であり、ステップ反応の遅延、ステップ長の短縮、安定性の回復に複数回のステップを要することなどが報告されている(Mansfield A. 2013, Mansfield A. 2015)。脳卒中片麻痺者では上下肢の片麻痺症状だけでなく体幹機能障害が併存している場合が多い。体幹機能の障害は姿勢保持や歩行動作を不安定にすることが知られているが、反応的姿勢制御メカニズムにどのような影響を与えているかは不明である。また、脳卒中片麻痺者を対象としたステップ反応の改善を目指した介入研究は極めて少ない。しかし、特定の外乱刺激に対してのみ効果が得られるトレーニングは、日常生活の中で要求される転倒回避動作を獲得するために十分とは言えないと思われ、多様な課題に対応しうる一般的な運動介入プログラムによるトレーニングが望ましいと考えられる。脳卒中後遺症者を対象とした体幹機能トレーニングは、姿勢保持や歩行動作の安定性に貢献することが明らかにされている(Van Crieking T. 2019)。体幹機能トレーニングは反応的なステップ動作に伴う体幹動揺を抑制することが期待でき、反応的姿勢制御能力を向上させる可能性がある。

## 2. 研究の目的

本研究では、脳卒中片麻痺者によくみられる体幹機能障害に着目し、(1)脳卒中片麻痺者の反応的姿勢制御能力と体幹機能障害の関連を調べ、(2)体幹機能トレーニングが反応的姿勢制御を向上させるか検証した。

(2)について、研究計画では通所型介護施設を利用する脳卒中後遺症者を対象として介入研究を行う予定であったが、新型コロナウイルス感染症の拡大により施設での実施が困難となった。そのため、2例の慢性期脳卒中片麻痺者を対象に実験的手法を用いて外乱刺激を負荷した介入研究を行った。

## 3. 研究の方法

### (1) 脳卒中片麻痺者の反応的姿勢制御能力と体幹機能障害の関連

対象は地域在住の脳卒中片麻痺者12名(72.2±7.6歳、発症後96.1±62.3か月)および介護予防教室に参加する健常高齢女性17名(75.8±7.3歳)とした。被験者は片側腰部に取り付けたワイヤーに牽引して対側へ身体を傾斜し、検査者が不意に牽引を解放して傾斜側へのステップ反応を誘発した。脳卒中片麻痺者では麻痺側および非麻痺側、健常高齢者では利き足側へのステップ反応を誘発した(Hsiao-Weckler ET. 2008)。牽引力はロードセルにて計測し、被験者ごとに1歩のステップで安定性を回復できる強度(Maximum recoverable lean magnitude; MRLM)を計測した。なお、MRLMは2.5%体重比(Body Weight, 以下BW)毎に設定した。脳卒中片麻痺者では体幹機能はTrunk Impairment Scale(TIS)を評価した。

### (2) 体幹機能トレーニングによる反応的姿勢制御の改善効果の検証

対象は2名の慢性期脳卒中後遺症者(いずれも女性;79歳、発症後9年;83歳、発症後17年)であった。介入デザインはABAシングルケースデザインとし、基礎水準期(A1; Base line~6w, A2; 14~18w)および操作導入期(B;8~12w)は6週とした。A期は介入を行わず、B期に体幹機能を向上するセルフエクササイズを、1日1時間、少なくとも週5回以上行うよう指導した(Chan BK, et al. 2015)。体幹機能はTISを評価した。ステップ反応は、被験者腰部に取り付けたワイヤーに牽引して前方へ身体を傾斜し、検査者が不意に牽引を解放して前方へのステップ反応を誘発した。牽引解放からステップ脚の離地(Foot off; F0)、最後のステップが着地するまで(Reach to stability; RS)の時間を床反力計にて計測した。また、ステップ反応中の体幹角速度ピーク値を小型無線多機能センサにて計測した。

## 4. 研究成果

(1) MRLMについて、麻痺側試行、非麻痺側試行とも中央値7.5%BWであり、有意な差を認めなかった。また、コントロール群は中央値10.0%BWであり、麻痺側試行および非麻痺側試行はコントロール群と比較し有意に低かった。脳卒中片麻痺者のMRLMとTISは有意な強い相関を認めた(麻痺側;  $rs = 0.924$ ,  $p < 0.01$ , 非麻痺側;  $rs = 0.745$ ,  $p < 0.01$ )(図1)。

この結果から、脳卒中片麻痺者は健常高齢者と比較し、より軽微な側方からの外乱刺激に対してもステップ反応が誘発されることが示唆された。また、体幹機能障害が重度である者ほどステップ反応を誘発する外乱刺激の強度が低いことが明らかとなった。このことから、脳卒中後遺症者において体幹機能は反応的姿勢制御能力と関連する要因であることが考えられた。

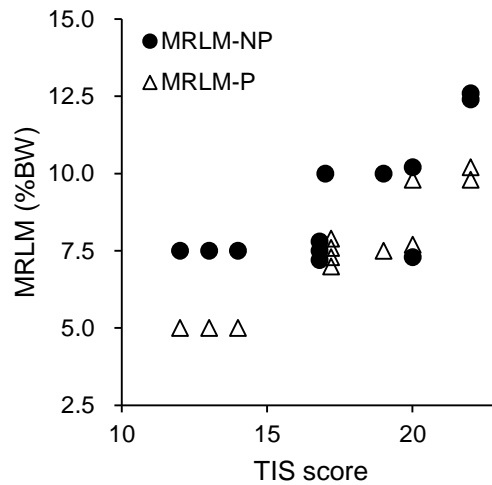


図1. Trunk Impairment Scale (TIS) と Maximum recoverable lean magnitude (MRLM) の関係を示す。●は非麻痺側 (Non-paretic; NP)、△は麻痺側 (Paretic; P)。いずれも有意な強い相関関係を認めた。

(2) 1例は、B期最終(12w)にTISの最小可変変化量である4点(Monticone ME, et al. 2019)を超えて改善し、A2期最終(18w)でも維持された。F0時間に変化は認められなかったものの、RS時、体幹角速度ピーク値はB期最終に低値となり、A2期最終でも維持された。もう1例では、B期最終にTISの変化が見られず、ステップ反応の時空間変数も目立った変化を認めなかった(図2)。

本研究の結果、慢性期脳卒中後遺症者において、体幹機能の改善がステップ反応の運動学的変数を改善することが示唆された。ステップ中の体幹角速度ピーク値の減少は、外乱刺激によって生じる体幹動揺が減少していることを示していると考えられ、これによってRS時間が短縮したと解釈できる。RS時間は、転倒発生の予測因子として報告されている複数回ステップと関連する指標であることから、RS時間の短縮は転倒リスクの減少に貢献すると考えられる。

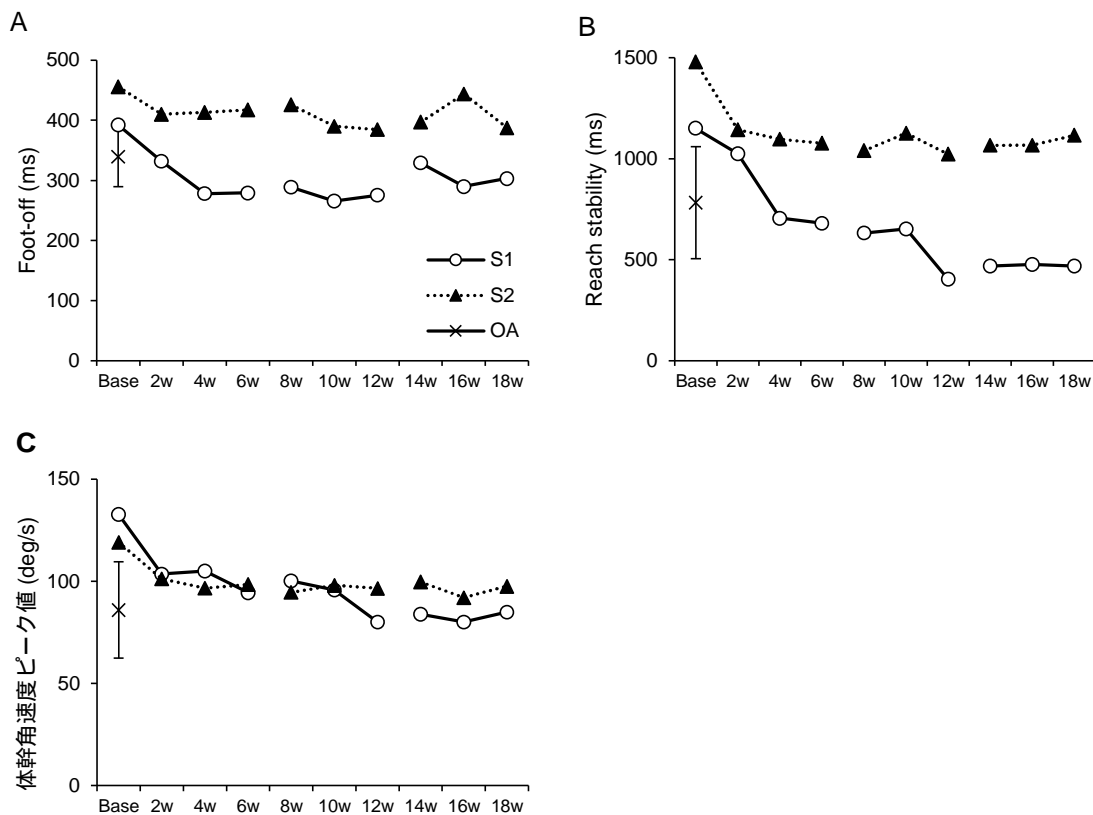


図2. 症例1 (S1)、2 (S2) のFoot-off時間 (A)、Reach Stability (RS) 時間 (B)、体幹角速度ピーク値 (C) の推移を示す。S1では操作導入期 (B期; 8~12w) にRS時間の短縮、体幹角速度ピーク値の減少が観察された。(Baselineの×は7名の高齢者[Older adults; OA]の参考値)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Tashiro Hideyuki, Sato Yui, Fukumoto Kanta, Toki Megumi, Kozuka Naoki	4. 巻 54
2. 論文標題 Spatiotemporal Characteristics of Lateral Reactive Stepping in Individuals with Chronic Stroke	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Motor Behavior	6. 最初と最後の頁 744 ~ 754
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/00222895.2022.2080172	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 田代英之, 佐藤優衣, 福本幹太, 土岐めぐみ, 小塚直樹
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者における側方からの外乱刺激に対するステップ反応の運動戦略および運動学的特性
3. 学会等名 第8回日本転倒予防学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田代英之, 広崎蒼大, 佐藤優衣, 土岐めぐみ, 小塚直樹
2. 発表標題 脳卒中後遺症者に対する体幹機能を向上するセルフエクササイズがステップ反応に与える影響 ABA型シングルケースデザインによる検討
3. 学会等名 第9回日本地域理学療法学会学術大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------