

脳卒中片麻痺者の Stiff Knee Gait に対する下肢ペダリング動作の効果

研究者の所属・氏名等

フリガナ 氏名	フジタ カズキ 藤田 和樹
所属等	福井医療大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 講師
プロフィール	平成 20 年～福井総合病院 リハビリテーション科 理学療法士 平成 25 年～福井医療短期大学 リハビリテーション学科 助教 平成 30 年～福井医療大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 講師 平成 30 年 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科 修了 博士(保健学) 研究分野：脳卒中片麻痺者の歩行および自動車運転の筋電図・動作解析

1. 研究の概要

脳卒中片麻痺患者に対するペダリング運動が棒足歩行 (stiff knee gait) に及ぼす影響を検討した。40～70 歳代の慢性期脳卒中片麻痺者を無作為に実験群 (ペダリング運動) と対照群 (トレッドミル歩行) に割付けした。介入の直前と直後に歩行評価をし、その際の三次元動作解析装置による下肢の関節運動と表面筋電図による筋活動を分析することで、ペダリング運動の即時効果を検討した。

2. 研究の動機、目的

1960 年頃まで我が国における死因の第 1 位を占めていた脳卒中は、現在では第 4 位に後退したが、社会人口の高齢化に伴い年間脳卒中発症者数は増加の一途をたどっている。その結果、脳卒中後遺症による要介護者数は約 200 万人を超え、介護が必要になる疾患割合では脳卒中が最も多い。その後遺症として、麻痺した筋肉が異常に緊張し、運動障害や疼痛を引き起こす原因となる「痙縮」は、発症 3 か月後に全体の約 19%、12 か月後に全体の約 38% に認められる主要な後遺症である (Watkins CL, et al. Clin Rehabil. 2002)。また、脳卒中後の歩行異常として、膝が曲がらず下肢全体を伸ばしきったまま歩行する「Stiff Knee Gait」は、歩行能力を低下させる一因である。Stiff Knee Gait は膝関節を伸ばす作用がある大腿四頭筋 (太ももの前面の筋肉) の痙縮が原因となるが、欧米では大腿四頭筋にボツリヌス療法を行うことで Stiff Knee Gait の改善を試みている。しかしながら、大腿四頭筋へのボツリヌス療法は、歩行中の膝折れによる転倒のリスクを増加させる懸念があり、本邦で施行されることは稀である。



これらの後遺症に対するリハビリテーションとして、近年ではロボットを使用した歩行トレーニングが普及しつつある。しかし、ロボットは非常に高価であり、中小規模の病院や介護保険施設での導入は極端に少ない。Stiff Knee Gait の改善に効果的であることが予想され、且つ誰もが簡単に行える方法として自転車エルゴメーター (下肢ペダリング運動) の実施が挙げられる。エルゴメーターは脳卒中治療ガイドライン 2015 においても体力を向上させるトレーニングとして推奨されている。脳卒中者の下肢ペダリング運動中の筋活動を測定した研究

では、膝が曲がる際に大腿四頭筋の筋活動は抑制される (Fujiwara T, et al. Am J Phys Med Rehabil. 2003)。したがって、エルゴメーターを使用したリハビリテーションは、大腿四頭筋の痙縮を抑制しつつ下肢の屈伸運動を繰り返すことで、膝関節の柔軟性および協調性を改善させることが予想される。ペダリング運動の効果を歩行能力や体力面から検討した研究は多数存在するが、脳卒中者の Stiff Knee Gait を対象に運動生理学的観点から検討した報告はない。したがって、本研究の目的はペダリング運動の Stiff Knee Gait に対する効果を明らかにすることであった。

3. 研究の結果

本研究の被験者は脳卒中発症後 6 ヶ月以上経過し、独歩もしくは杖使用にて歩行可能、自力でのエルゴメーター駆動が可能な者であった。実験群としてリカンベントタイプのエルゴメーターを使用したペダリング運動を実施する者と対照群としてトレッドミル歩行を実施する者に無作為に割付けした。エルゴメーターは、過去の報告を参考に被験者が快適に駆動できる設定とし、負荷 5N-m、回転速度 40rpm、膝関節最大伸展角度 20~30°、サポートペダル使用、駆動時間 10 分とした。トレッドミル歩行は、被験者の選択する快適な速度により 10 分間実施した。



エルゴメーターによるペダリング運動

効果判定のための歩行評価は介入の直前および直後に実施した。歩行評価には三次元動作解析装置 (MyoMotion: Noraxon 社製)、ワイヤレス表面筋電計 (Telemetry DTS: Noraxon 社製) を用い、快適な速度による平地歩行時の各関節の動きと筋の活動パターンを測定した。

解析対象は、ペダリング群 9 例 (年齢: 61.4±8.8 歳、罹病期間: 59.1±43.1 ヶ月)、トレッドミル群 7 例 (年齢: 56.9±11.7 歳、罹病期間: 46.4±30.2 ヶ月) とした。統計解析は、各測定項目において介入前後における群内比較、介入による変化率の群間比較とした。

全ての測定項目において介入前データに群間での統計学的な有意差はなかった。歩行パラメータ (歩行速度、歩行周期割合、歩行率) において、ペダリング群では介入前後で統計学的に有意差のあった項目はなかった。トレッドミル群では介入後に歩行速度が有意に増加 (0.55m/sec⇒0.61m/sec) した。

歩行時の関節運動において、ペダリング群では介入後にトゥーオフ時 (後ろ足のつま先が床から離れる瞬間) および遊脚初期 (トゥーオフ後に床から離れた足が反対側の足の位置を超えるまで) の膝関節が曲がる角度が有意に増加 (トゥーオフ: 28° ⇒ 31° ; 遊脚初期: 33° ⇒ 37°) した。さらに、ペダリング群では介入後にトゥーオフ時の膝関節が曲がる角速度が有意に増加 (110° /sec⇒121° /sec) した。トレッドミル群では、膝関節運動に介入前後で有意差はなかった。また両群ともに股関節および足関節の関節運動に介入前後で有意差はなかった。

歩行時の筋活動において、本研究の被験者の大部分は大腿直筋 (大腿四頭筋の一部) の相対的筋活動は前遊脚期 (足を振り出すために膝を曲げていく相) に過活動を示し、さらに活動時間が延長していた。これは、Stiff Knee Gait を呈する症例の特徴的な筋活動パターンである。したがって、ペダリング運動が大腿直筋の筋活動を抑制することが予想されたが、ペダリング群の前遊脚期および遊脚初期の相対的筋活動は介入後に減少しなかった。さらに外側広筋 (大腿四頭筋の一部)、大腿二頭筋 (膝を曲げる筋)、ヒラメ筋 (つま先をたおす筋)、前脛骨筋 (つま先を起こす筋) にも変化はなかった。

本研究では即時効果のみの検討となったが、ペダリング運動により歩行の振り出しの際に膝が曲がる角度が増え、さらに膝が曲がる速度が速くなることが示唆された。しかしながら、その変化量は小さく、筋活動にも変化を及ぼすほどの即時効果はなかった。

4. これからの展望

本研究は、即時的な効果に加え、2週間毎日ペダリング運動を行った際の効果と、その3ヵ月後における効果の持続性についてもデータ収集を行っている。しかし、現時点ではデータ数が

少なく言及できないことがないため、本報告では即時効果のみを示した。今後、データ収集を続け2020年度までに国際論文として公表する予定である。さらに、Stiff Knee Gaitを改善するためのペダリング運動を実施するにあたって、より効果的な姿勢、膝の角度、負荷、回転数といった部分についても明らかにしていく必要がある。

5. 社会に対するメッセージ

Stiff Knee Gait に対する効果が確認されているものは、ボツリヌス療法や特殊な機器を使用したリハビリテーションが主である。本研究では、どの医療・介護施設にも設置されており、自宅にも簡単に設置が可能なエルゴメーターで Stiff Knee Gait を改善できる可能性が示唆された。さらに、ペダリング運動は足関節の痙縮を軽減させることも報告されている。未だ明らかにできていないが、このように簡便に実施可能なペダリング運動で膝および足関節の痙縮や麻痺の改善に十分な効果が確認されれば、その費用対効果は非常に大きい。また、Stiff Knee Gait は、脳卒中片麻痺者のみならず脳性麻痺、脊髄損傷、人工膝関節術後など多種多様な疾患において出現するため、本研究の結果を広範囲に汎化できる。

本研究の意義をご理解いただき、ご支援いただきました日本私立学校振興・共済事業団の関係各位ならびに奨励金をご寄付いただいた皆様に心より御礼申し上げます。