

科学研究費助成事業 研究成果報告書



令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号： 2 2 1 0 1
研究種目： 奨励研究
研究期間： 2022 ~ 2022
課題番号： 2 2 H 0 4 4 0 8
研究課題名 感覚障害を伴う脳卒中後の歩行障害に対する歩行中枢の賦活による新たな治療法の開発

研究代表者

石橋 清成 (Ishibashi, Kiyoshige)

茨城県立医療大学・付属病院・理学療法士

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 470,000 円

研究成果の概要：歩行支援ロボットを用いた歩行練習（WART）が、脊髄の歩行中枢を賦活し歩行に関わる神経回路網を強化することで、体性感覚障害を伴う脳卒中患者の歩行障害を改善させるかを検証した。重度の体性感覚障害を有する慢性期脳卒中患者1例に対し、WARTを15回実施した。介入後に歩行速度が増大し、歩行中の麻痺側下肢運動が一部正常な運動パターンに近づく所見を認めた。その一方で、歩行中の筋活動に関する筋シナジー解析の結果に著名な変化は認めなかった。以上より、体性感覚障害を伴う脳卒中患者に対するWARTは、歩行能力を向上させるが、その背景として歩行中枢の活動変化が関与している可能性は否定的であ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

脳卒中後に体性感覚障害を呈した患者は、下肢の位置や運動方向を知覚できず歩行が困難となる。この問題に対し「脊髄に損傷のない脳卒中患者において、脊髄に存在する神経回路網であり脳から独立して歩行運動を惹起する歩行中枢を賦活することで、歩行能力の向上が図れる」という作業仮説を立てた。本研究では、歩行中枢の賦活が知られている歩行支援ロボットを用いた歩行練習（WART）が、歩行中枢を賦活し関連する神経回路網を強化することで、体性感覚障害を伴う脳卒中患者の歩行能力を向上させるかを検証した。その結果、WARTは歩行能力を向上させるが、その背景として歩行中枢が関与している可能性は否定的であることが示唆された。

研究分野： リハビリテーション

キーワード： 体性感覚障害 ロボットリハビリテーション 歩行障害 脳卒中 筋シナジー解析

1. 研究の目的

脳卒中により体性感覚障害を呈した患者は、空間における下肢の位置や運動方向を知覚できず歩行が困難となる。こうした歩行障害に対し、通常、装具や視覚代償を用いた介入が行われるが、その効果は限定的であることが多い。この問題に対し、本研究では「脊髄に損傷のない脳卒中患者において、腰髄膨大部に存在する神経回路網であり脳から独立して歩行運動を惹起する歩行中枢を賦活することで、実用的な歩行の再獲得が促進される」という作業仮説を立てた。歩行中枢の賦活については、これまでに、適切な歩行パターンを再現性良く提供できるロボティクスを用いた歩行練習の有用性が知られている。これらの背景のもと、本研究では、ロボティクスを用いた歩行練習が、脊髄の歩行中枢を賦活し歩行に関わる神経回路網を強化することで、体性感覚障害を伴う脳卒中患者の歩行障害を改善させるかを検証した。

2. 研究成果

重度の体性感覚障害を有する慢性期脳卒中患者 1 例に対し、歩行支援ロボットを用いた歩行練習 (WART) を計 15 回実施した。WART には歩行支援ロボット (GAIT TRAINER HWA-01) を使用した。HWA-01 のアシストトルクは、対象者が可能な限り快適で対称的な歩行になるように、各介入開始時に調整・設定した。WART は、休憩時間を除いて最大 20 分間とし、1 日 1 回、週 5 回、3 週間実施した。WART 前後には、運動麻痺および体性感覚障害の指標として Fugl-Meyer assessment (FMA)、歩行能力の指標として 10 m 歩行テストを記録した。歩容の変化については、ビデオ撮影による二次元動作解析を実施した。また、歩行中の筋活動変化を評価するため、麻痺側の大臀筋、中臀筋、大腿筋膜張筋、大腿直筋、内側広筋、大腿二頭筋、半膜様筋、前脛骨筋、ヒラメ筋、腓腹筋の 10 箇所より表面筋電図を記録し、筋シナジー解析にて歩行中の筋活動変化を検討した。

WART は有害事象なく完遂した。WART 後、10 m 歩行テストにおいて歩行速度の増大を認め、歩行立脚期の麻痺側の股関節や膝関節運動が一部正常な運動パターンに近づく所見が得られた (Figure 1)。その一方で、WART 前後での筋シナジー解析の結果に著名な変化は認めなかった (Figure 2)。FMA についても変化は認めず、運動麻痺や体性感覚障害の改善は認めなかった。

以上より、体性感覚障害を伴う脳卒中患者に対するロボティクスを用いた歩行練習は、歩行能力を向上させる可能性があるが、その背景として歩行中枢の活動変化が関与している可能性は否定的であることが示唆された。

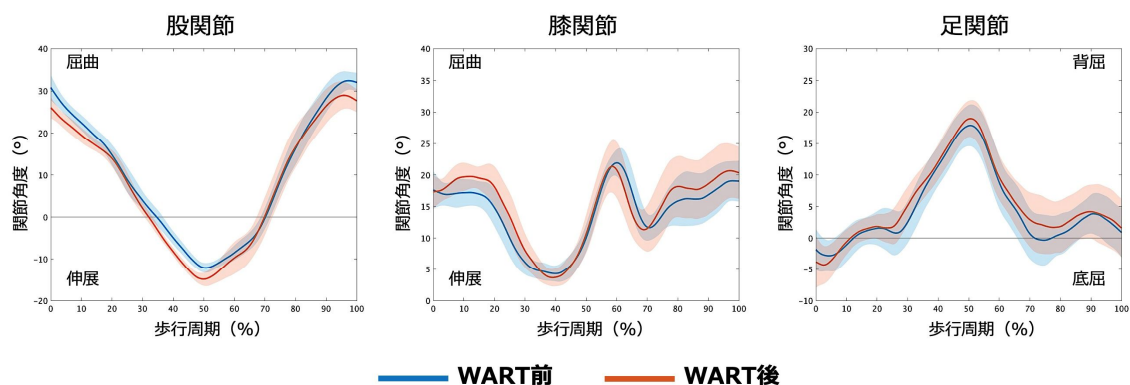


Figure 1 WART 前後での歩行中の関節角度の変化

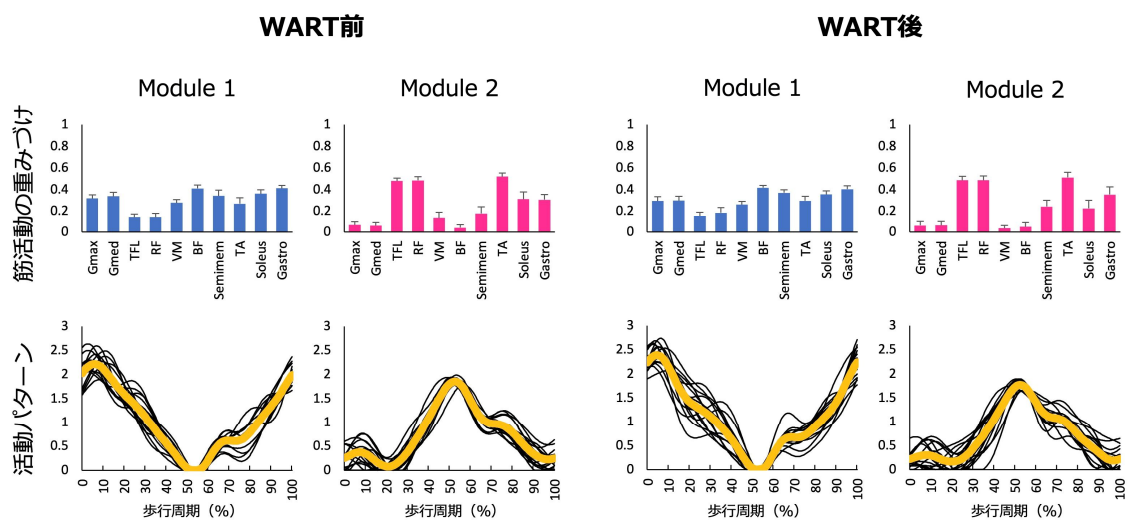


Figure 2 WART 前後での歩行中の筋シナジーの変化

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 1件）

1．著者名 Ishibashi Kiyoshige, Ishii Daisuke, Yamamoto Satoshi, Ono Yusuke, Yoshikawa Kenichi, Matsuda Tomoyuki, Asakawa Yasutsugu, Kohno Yutaka	4．巻 16(5)
2．論文標題 Decreased and Improved Movement Abilities in a Case of Myotonic Dystrophy Type 1: Examining Longitudinal Characteristics Based on Repeated Evaluations	5．発行年 2024年
3．雑誌名 Cureus	6．最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7759/cureus.60818	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	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 石橋清成，吉川憲一，古関一則，田所拓弥，山本哲，石井大典，松田智行，浅川育世，河野豊
2．発表標題 慢性期脳卒中症例に対する歩行支援ロボットを用いた歩行練習の経験 -運動学的解析による検討-
3．学会等名 第26回茨城県理学療法士学会
4．発表年 2022年

1．発表者名 石橋清成，吉川憲一，古関一則，山本 哲，石井大典，河野 豊
2．発表標題 期待された歩行機能の改善が得られなかった慢性期脳卒中症例 -筋電図解析によるその要因の検討-
3．学会等名 日本物理療法合同学会大会 2023
4．発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
吉川 憲一	(Yoshikawa Kenichi)
狩野 大河	(Karino Taiga)
古関 一則	(Koseki Kazunori)

研究組織（研究協力者）（つづき）

氏名	ローマ字氏名
青山 敏之	(Aoyama Toshiyuki)
石井 大典	(Ishii Daisuke)
山本 哲	(Yamamoto Satoshi)
松田 智行	(Matsuda Tomoyuki)
浅川 育世	(Asakawa Yasutsugu)
河野 豊	(Kohno Yutaka)