

ロボットスーツ HAL の使用が脳卒中発症後の 失調様歩行に与える影響 ～左右対称な歩行獲得に向けて～

原田悠亮¹⁾, 田口潤智¹⁾, 堤万佐子¹⁾, 中谷知生¹⁾, 山本洋平¹⁾

1) 宝塚リハビリテーション病院

キーワード : HAL・失調様歩行・歩行対称性

はじめに

近年、医療や介護の分野でリハビリロボットの活用は増え、有効性が注目されてきている。その中で CYBERDYNE 株式会社により開発されたロボットスーツ HAL (HAL) は世界初のサイボーグ型ロボットであり、身体運動機能の補助・増幅・拡張を可能にすることからリハビリテーション分野で歩行支援ツールの一つとして期待されている。また脳卒中治療ガイドライン 2015 においては歩行補助ロボットを用いた歩行訓練は発症 3 ヶ月以内の歩行不能例に勧められる¹⁾と報告している。当院では 2013 年から導入し、これまで脊髄損傷患者や脳卒中患者への効果検証を報告してきた。一方で失調様歩行に対する検証は行っておらず、先行研究においても散見されない。今回、当院入院中の脳卒中発症後に失調様歩行を呈した症例に対して HAL を用いた歩行練習を行う機会を得た。本症例は歩行中の下肢振り出し時に膝伸展が乏しいことから歩幅の狭小化が出現し、加えて麻痺側下肢における単脚支持時間の短縮がみられたことで左右非対称な歩行となっていた。本研究の目的は HAL を用いることでそれぞれの問題点が改善し、左右対称な歩行獲得に至るかを検証するものである。

方法

対象は当院入院中の右後大動脈領域の出血により左片麻痺を呈した 50 歳代男性である。平成 27 年 12 月に発症し平成 28 年 2 月に当院へ入院した。Brunnstrom Recovery Stage (BRS) は下肢 IV、左下肢の表在・深部感覚は脱失、Scale for the Assessment and Rating of Ataxia (SARA) は 21 点と失調を認めた。短下肢装具を装着した歩行は麻痺側下肢の Mid Swing (MSw) から Terminal Swing (TSw) にかけて膝伸展が出現せず、歩幅の狭小化がみられた。また感覚障害の影響から麻痺側荷重が乏しく非麻痺側優位の荷重となることから非対称性の歩行を認めた。そこで歩容の左右非対称性改善を目的に HAL を使用し、前後比較による効果検証を行った。HAL は両脚型を使用し大腿直筋、大臀筋、外側ハムストリングス、外側広筋を対象筋として CVC モードによるアシストを行った。介入期間は一ヶ月とし、一回の歩行練習時間は 40 分とした。測定項目は 10M 歩行による麻痺側 TSw における膝伸展角度と麻痺側単脚支持時間とし、測定は 10M 歩行中から一定した 5 歩行周期分の平均値を算出した。膝伸展角度の算出には画像解析ソフト imageJ を使用した。統計解析は paired-t test により介入前後の麻痺側単脚支持時間と麻痺側膝関節屈曲角度を比較した。有意水準は 1%とした。

結果

HAL 介入前後で膝伸展角度が $-35.50 \pm 3.53^\circ$ から $-14.71 \pm 3.82^\circ$ へ有意に増加し ($p < 0.01$)、麻痺側単脚支持時間においても 0.35 ± 0.01 秒から 0.43 ± 0.02 秒と有意な差を認めた ($p < 0.01$)。また HAL 後の非麻痺側単脚支持時間は 0.49 ± 0.04 であったことから左右対称性の歩容獲得に至った。

考察

KK.Patterson らは歩行中の立脚期時間、遊脚期時間の左右対称性は歩行速度や立位バランスとの関連がある²⁾と報告しており、脳卒中発症後の失調様歩行においても左右対称性の獲得は重要であると考えられる。本症例は感覚障害の影響により麻痺側下肢の TSw において膝が過度に屈曲位となり foot flat contact が生じていた。またそれらは麻痺側単脚支持時間の短縮にも影響し、結果的に非対称な歩容を呈した。そこで左右非対称な歩容改善を目的に HAL を使用したことで麻痺側 TSw での膝伸展角度および麻痺側単脚支持時間において有意な増加を認めた。これらは HAL の CVC モードによる標的筋の出力を感知し関節運動をアシストした結果であると考えられる。関節運動のアシストは正常に近い関節運動を可能にする。これは感覚情報が乏しく筋発揮にばらつきが生じやすい失調様歩行に対してバイオフィードバックとして適切な感覚情報の入力が可能であることから運動学習をより促進できるものであると考えられる。今回の麻痺側 TSw で改善を示した膝伸展運動においても筋出力感知による関節へのアシストにより正常に近い形で運動がなされた結果であり、これらが麻痺側の踵接地、それに連なって生じるロッカーファンクションの出現に寄与したことで麻痺側単脚支持時間の延長が図れたと考えている。これらのことを踏まえると脳卒中発症後の失調様歩行に対する HAL の使用は有効であることが示唆される。

文献

- 1) 脳卒中治療ガイドライン, 2015
- 2) KK.Patterson: Gait asymmetry post-stroke, 2010