

# ロボットスーツ HAL (Hybrid Assistive Limb<sup>®</sup>) を用いた スモン患者一症例の歩行練習

久留 聡 (国立病院機構鈴鹿病院 神経内科)

堤 恵志郎 (国立病院機構鈴鹿病院 リハビリテーション科)

近藤 修 (国立病院機構鈴鹿病院 リハビリテーション科)

小長谷正明 (国立病院機構鈴鹿病院 神経内科)

## 研究要旨

脊柱管狭窄症により歩行困難となったスモン患者 1 症例に対して HAL による歩行練習を行った。症例は 75 歳、女性。1963 年にスモンを発症し、杖歩行で自立生活をしてきた。2009 年 7 月歩行困難となり、脊柱管狭窄症と診断され、同年 12 月 Th9/10/11 の除圧術を施行。術後リハビリを行うも歩行の再獲得はできず、2010 年 3 月当院へ転院された。歩行は歩行器使用、中等度介助にて可能であった。HAL 歩行を週 1 回、2 か月間行った。本症例は立位保持が困難なため、免荷式歩行器を使用し、転倒に留意した。HAL・免荷式歩行器を使用した歩行と免荷式歩行器のみ歩行をそれぞれ初期、1 か月後、2 か月後に評価した。10 段階 Borg Scale において、最終では HAL 歩行の方が負担は少なかった。また HAL 歩行における初期と最終の比較では、歩行速度・歩幅および足関節部の拳上で改善を認めた。HAL なし歩行でもわずかに改善したが、歩行レベルは歩行器中等度介助と変化は認めなかった。HAL を装着することにより負担が少なく歩行練習が可能となり、歩行能力が改善することができた。症例は歩行に対して「自分ひとりで歩きたい」と強い希望があり、免荷式歩行器と HAL を併用することで、その希望を叶えることが出来た。これらから、スモン患者に対して HAL を使用した歩行練習は、歩行能力の改善に効果があることが考えられ、QOL の向上にも重要であると考えられる。

## A. 研究目的

ロボットスーツ HAL (以下、HAL) は、脳からの運動ニューロンを介して筋肉に伝達される筋電信号を皮膚表面に貼り付けられたセンサーで読み取り、モーターを駆動することで、装着者の股関節・膝関節の屈曲・伸展の随意運動を補助・拡大して、身体機能の改善を図るロボットである<sup>1)</sup>。2016 年 4 月からは適正使用ガイドを遵守することで、HAL を装着し、歩行運動を実施した場合、保険点数を取得することが出来るようになっている。

当院のある鈴鹿市では、2015 年 4 月より福祉ロボット推進事業として一定期間 HAL を無償貸与し、HAL

の普及促進、導入事例の蓄積を行っている。2015 年 11 月から当院も参加し、脊柱管狭窄症により歩行困難となったスモン患者 1 症例に対して HAL による歩行練習を行ったので報告する。

## B. 研究方法

### [症例]

当院に入院中の 75 歳、女性。1963 年にスモンを発症し、杖歩行で自立生活をしてきた。2009 年 7 月歩行困難となり、脊柱管狭窄症と診断され、同年 12 月 Th9/10/11 の除圧術を施行。術後リハビリを行うも歩行の再獲得はできず、2010 年 3 月当院へ転院された。



図1 ロボットスーツ HAL (Hybrid Assistive Limb®) HAL-FL05 シリーズ

脊髄損傷機能障害尺度 ASIA : C、下肢運動スコア (Rt/Lt7/4)、表在覚 L1 レベル以下で鈍麻、深部覚 (位置覚) は足関節 (Rt/Lt5/3) と左側に軽度鈍麻を認める。痙縮は、Modified Ashworth Scale にて足関節 (Rt/Lt0/1) と著明な亢進は認めず、歩行は歩行器使用、中等度介助にて可能であった。なお、対象者には本研究の趣旨について説明を行い、同意を得た。また本研究は国立病院機構鈴鹿病院倫理審査委員会の承認を受けて行った。

[方法]

HAL 歩行は HAL-FL05 シリーズ (図 1) を使用し、週 1 回、2 か月間行った。HAL の制御手法は、「サイバニック随意制御システム (Cybrnic Voluntary Control : CVC)」とし、筋電信号により装着者の意思を反映して動くシステムにて歩行練習を行った。本症例は立位保持が困難なため、免荷式歩行器 (図 2) を使用し、転倒に留意した。HAL・免荷式歩行器を使用した歩行 (以下、HAL 歩行) と免荷式歩行器のみ歩行 (以下、HAL なし歩行) をそれぞれ初期、1 か月後、2 か月後に評価した。主観的評価は 10 段階 Borg Scale を使用し、客観的評価では歩行速度、歩幅および 3 次元動作解析装置 (ANIMA 社製ローカス 3D MA) を用いて足関節部の移動周期を計測した。HAL なし歩行におけるマーカー位置は、左右の上前腸骨棘、大転子、膝関節裂隙、外果、第 5 中足骨の計



図2 免荷式歩行器 (オールインワン)

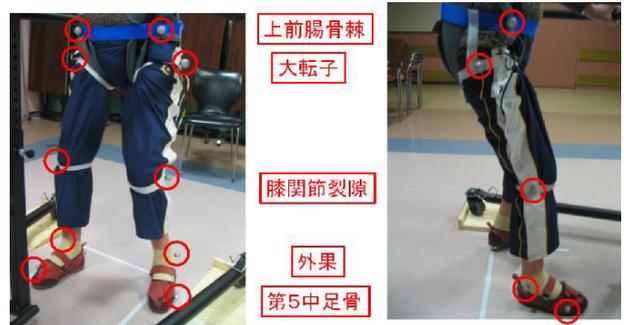


図3 HAL なし歩行のマーカー位置  
左右の上前腸骨棘、大転子、膝関節裂隙、外果、第 5 中足骨の計 10 個。

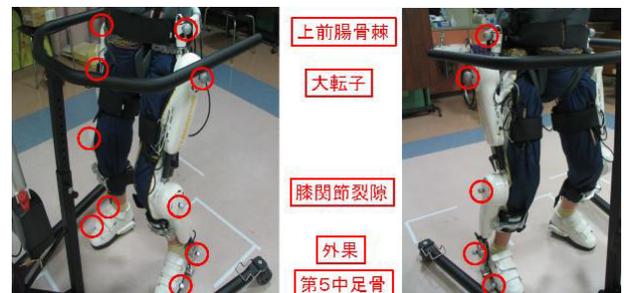


図4 HAL 歩行のマーカー位置  
HAL なし歩行と同様の位置にマーカーを貼付した。

10 個とした (図 3)。HAL 歩行時は、HAL なし歩行と同様の位置にマーカーを貼付した (図 4)。

C. 研究結果

10 段階 Borg Scale において、初期では HAL 歩行と HAL なし歩行に差は認めなかったが、最終では HAL 歩行の方が負担は少なかった (図 5)。また HAL 歩行における初期と最終の比較では、歩行速度で 0.17 m/秒、歩幅で 0.13m の改善、足関節部の拳上も左足

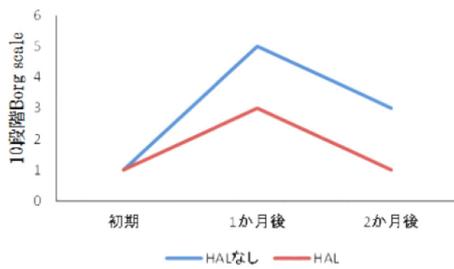


図5 10段階Borg Scale

初期ではHAL歩行とHALなし歩行に差は認めなかったが、最終ではHAL歩行の方が負担は少なかった。

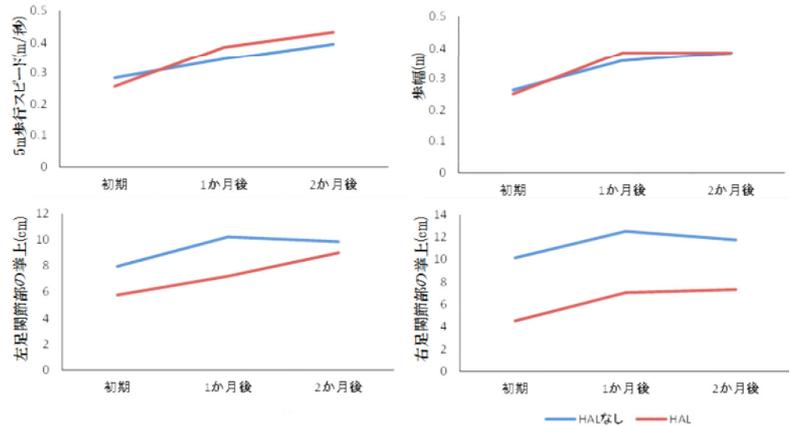


図6 5m歩行スピード、歩幅、左右の足関節部の結果

HAL歩行の初期と最終において、歩行速度0.17m/秒、歩幅0.13mの改善、足関節部の挙上も左足関節部で3.2cm、右足関節部で2.8cmの高さの改善を認めた。HALなし歩行では、歩行速度0.11m/秒、歩幅0.12m、左足関節部1.9cm、右足関節部1.7cmとわずかに改善した。

関節部で3.2cm、右足関節部で2.8cmの高さの改善を認めた。HALなし歩行でも、歩行速度0.11m/秒、歩幅0.12m、左足関節部1.9cm、右足関節部1.7cmとわずかに改善した(図6)。しかし、HAL練習後も下肢運動スコアに変化は認めず、歩行レベルは歩行器中等度介助であった。

#### D. 考察

HALを装着することにより負担が少なく歩行練習が可能となり、歩行速度や歩幅、足関節部の挙上などの歩行能力が改善することができた。しかし、2か月間のHAL歩行練習では、歩行レベルの改善までは効果を得ることが出来なかった。本症例は歩行に対して「自分ひとりで歩きたい」と強い希望があり、免荷式歩行器とHALを併用することで、その希望を叶えることが出来た。これらから、スモン患者に対してHALを使用した歩行練習は、歩行能力の改善に効果があることが考えられ、QOLの向上にも重要であると考えられる。HALがリハビリ治療のアプローチ手段として歩行が不安定な障害者において機能改善に寄与する可能性は十分に高いとされているが、機能代償に関しては装着方法や対象者の選択基準などの問題が残されており、結論は出ていない<sup>2)</sup>。今後、HALが杖や装具、歩行器などのように使用することにより歩行能力を高める歩行支援になれるかさらなる検討が必要である。

#### E. 結論

脊柱管狭窄症により歩行困難となったスモン患者1症例に対してHALによる歩行練習を行った。HALを装着することにより負担が少なく歩行練習が可能となり、歩行速度や歩幅、足関節部の挙上などの歩行能力が改善することができた。しかし、2か月間のHAL歩行練習では、歩行レベルの改善までは効果を得ることが出来なかった。本症例は歩行に対して「自分ひとりで歩きたい」と強い希望があり、免荷式歩行器とHALを併用することで、その希望を叶えることが出来た。これらから、スモン患者に対してHALを使用した歩行練習は、QOLの向上に寄与すると考える。

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

#### I. 文献

- 1) 浅見豊子, 北島昌輝, 鈴木麻未: リハビリテーションロボットの臨床応用の実際. CLINICAL REHABILITATION. 2016; 25(2): 108-112
- 2) 陳 隆明: 医療・リハビリテーション・介護現場での取り組み 人間装着型ロボット. CLINICAL REHABILITATION. 2016; 25(1): 18-23