



Hybrid assistive limb (HAL) 医療用下肢タイプを使用した治療により歩行能力改善を認めた球脊髄性筋萎縮症の1例

水井 大介¹⁾* 中井 良幸¹⁾ 岡田 弘明¹⁾
金井 雅裕¹⁾ 山口 啓二¹⁾

要旨：症例は64歳男性。2014年に球脊髄性筋萎縮症 (spinal and bulbar muscular atrophy; SBMA) と診断され、2017年より hybrid assistive limb (HAL) 医療用下肢タイプを使用した治療を開始した。2クール施行したところ、治療前後で2分間歩行距離、歩行速度、Timed Up & Go Test のいずれの評価項目においても改善を認めた。HAL 医療用下肢タイプを使用した治療は SBMA 患者の歩行能力の改善および維持に有効である可能性があり、引き続き長期的な観察を行っていく。

(臨床神経 2019;59:157-159)

Key words : 球脊髄性筋萎縮症, hybrid assistive limb, ロボット, 歩行訓練

はじめに

Hybrid assistive limb (HAL) は装着して使用する外骨格型ロボットであり、装着者が運動を企図し筋骨格系が動作する際に皮膚表面に生じる微弱な生体電位信号を電極を介して読み取り、足底の圧センサ等からの情報も組み合わせることで随意運動を適切に支援するサイボーグ型ロボットである¹⁾。HAL 医療用下肢タイプは医師主導治験の NCY-3001 試験²⁾により球脊髄性筋萎縮症 (spinal and bulbar muscular atrophy; SBMA) を含む八つの神経難病に伴う歩行障害への有効性と安全性が検証され医療機器承認されたが³⁾、個々の疾患を対象とした治験ではなかったため、疾患毎の有効性評価は十分とはいえない。今回 SBMA 患者に対し HAL 医療用下肢タイプを使用したところ歩行能力の改善が得られたため報告する。

症 例

患者：64歳男性

主訴：階段を上れない、口唇周囲がぴくつく

既往歴：右前腕腱断裂。

家族歴：弟：SBMA。

現病歴：2010年頃より口唇周囲のぴくつきが出現し、2012

年頃には階段を登ることが困難となった。2014年4月に当院当科受診され、SBMA 疑いで大学病院に紹介し遺伝子検査 (アンドロゲン受容体遺伝子) により確定診断された。2017年11月、歩行能力の改善を目的に当科入院となった。

入院時現症：身長 175.6 cm, 体重 74.4 kg, 女性化乳房は認めなかった。

神経学的所見：認知機能障害は認めなかった。鼻唇溝は右側で浅く、挺舌は右に偏位し舌萎縮を認め、舌および口唇周囲に線維束性収縮を認めた。筋力は両側腸腰筋 MMT4, その他は MMT5 であった。不随意運動は認めなかった。両側尺骨茎状突起、両側外顆で振動覚低下を認めたが、温痛覚・位置覚は正常であった。四肢の腱反射は減弱し、病的反射は認めなかった。歩行は軽度動揺性であった。起立性低血圧や膀胱直腸障害も認めなかった。

検査所見：アンドロゲン受容体遺伝子 CAG リピート数は 42 回 (正常型アレルは 34 回以下) であった。血液検査ではクレアチンキナーゼが 815 IU/l と高値であり、神経伝導検査では上下肢で SCV が低下しており、針筋電図検査では胸鎖乳突筋、舌、上下肢で高振幅、持続時間の延長がめだった。頭部 MRI で異常所見なく、呼吸機能検査は正常範囲内であった。

経過：HAL 医療用下肢タイプを使用した歩行運動療法 (以下、HAL 治療) は、休息时间を含む HAL 装着下の歩行時間

*Corresponding author: 一宮西病院 神経内科 [〒494-0001 愛知県一宮市開明字平1番地]

¹⁾ 一宮西病院神経内科

(Received September 7, 2018; Accepted January 10, 2019; Published online in J-STAGE on February 28, 2019)

doi: 10.5692/clinicalneuroi.cn-001223



Supplementary material for this article is available in our online journal.
Official Website <http://www.neurology-jp.org/Journal/cgi-bin/journal.cgi>
J-STAGE <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/clinicalneuroi>

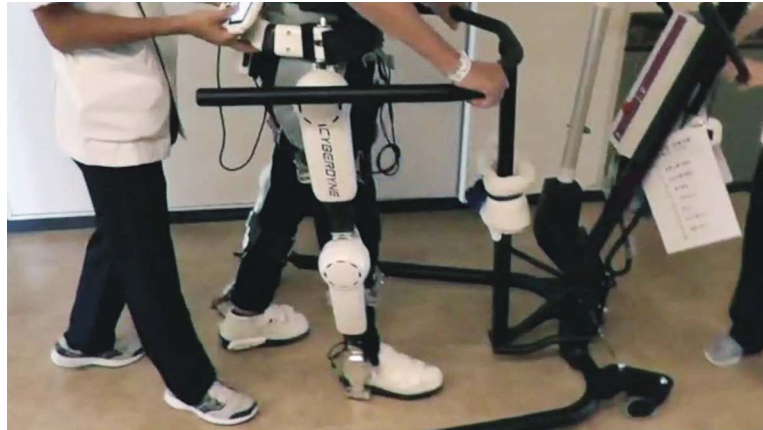


Fig. 1 HAL-based gait training protocol.

The patient wears HAL and walks supported by two physiotherapists. We use a mobile hoist to prevent a fall. Hybrid assistive limb: HAL.

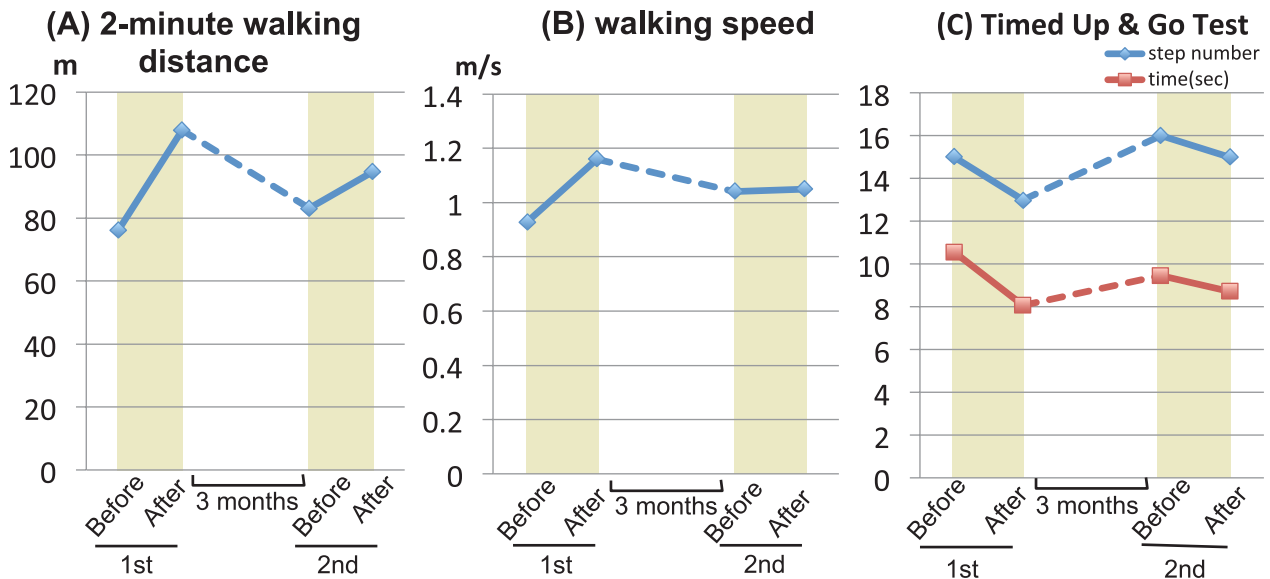


Fig. 2 Results of HAL-based gait training.

(A) 2-minute walking distance. (B) Walking speed. (C) Timed Up & Go test (Measurement of the time in seconds and the number of steps for a patient to rise from sitting from a chair, walk 3 meters, turn, walk back to the chair, and sit down). Hybrid assistive limb: HAL.

40分を1回とし、1クール15日間の入院期間中に計9回のHAL治療を行った(Fig. 1)。2分間歩行距離、歩行速度、Timed Up & Go Testを評価項目とし、HAL初回治療前日に初期評価、HAL最終治療日翌日に最終評価を行った。歩行速度は10m歩行テスト(2m加速、6m定常歩行、2m減速)で10m歩行させる方法で、中間6mにおける歩行速度を計測した。1クール終了から約3ヶ月後に2クール目を同様に実施した。いずれの評価項目においても1クール目前後で数値の改善を認めた。2クール目開始前の時点では1クール目終了後と比較し軽度の悪化を認めていたが、2クール目終了時には再度数値の改善を認めた(Fig. 2)。

考 察

HALは、生体電位信号の情報や各種センサ情報を用いて各関節に配置されたパワーユニットを駆動させ、装着者の動作意思に同期して随意運動をサポートするサイボグ型ロボットである。装着者の状態に応じて、随意運動意図に基づき動作する「サイバニック随意制御」、内部の運動データベース(起立、歩行など)を参照し、生体電位信号が不完全でも正しい運動パターンを完成させる「サイバニック自律制御」、装着者にHALの重量を感じさせない「サイバニックインピーダンス制御」の三つの制御モードを適切に選択して動作させ⁴⁾、

脳活動と運動現象を正しく反復して行わせることで神経可塑性を促進する運動プログラム学習効果があるとされる⁵⁾。

今回、SBMA 患者に対し約 4 ヶ月間に 2 回の HAL 治療を行ったところ、クール間で軽度悪化を認めたものの、1 回目、2 回目ともに、歩行運動能力に関する評価項目の数値がクール前後で改善した。その理由として、HAL を使用することにより、歩行運動療法の質においては、意図に基づく訓練を反復すること (Hebbian theory)、ならびに正常に近い歩行を学習できること (errorless learning)、量においては、運動負荷の軽減によってより快適に訓練することができ (not unpleasant)、単位時間当たりの訓練量を増加できること (use dependent plasticity)、心理面では、歩行障害を有する患者が正常に近い歩行をできるようになることで成功体験を得られることから歩行運動療法に対する意欲が高まることなどが考えられ、これらの総合的な効果により歩行能力の改善が得られた可能性があると考えている。

SBMA 患者の臨床経過を、評価スケールとして改訂 ALS 機能評価尺度を用いて評価した本邦の研究では、自然経過では歩行能力の低下が緩徐に進行することが報告されており⁶⁾、現時点では歩行障害に対して有効な治療法は確立されていない。4 ヶ月を超え、さらに長期間、定期的に HAL 治療を行うことで、自然経過と比較して歩行能力の維持、さらには改善が可能となるかもしれない⁵⁾。特に緩徐進行性である SBMA は、ALS などの進行の早い疾患と比較してその効果がより期待できると考えられる。

患者の実感として、HAL 治療により歩行時の安定性が増した、より長距離を歩けるようになった、外出が億劫でなくなったという評価を得られた。今回は 1 症例 2 クールのみの結果であるが、2018 年 8 月現在 3 クール目を実施しており歩行能力は維持できている。また当院では本症例以外に 4 名の SBMA 患者に対する HAL 治療を実施中であり、さらに症例数やクール数を積み重ねて HAL 治療の長期的な有効性を検証していく予定である。

Movie legends

Walking speed test.

Above: before HAL-based gait training.

Below: after HAL-based gait training.

本報告の要旨は、第 150 回日本神経学会東海・北陸地方会で発表し、会長推薦演題に選ばれた。

謝辞: 本論文の執筆にあたって助言をいただいた、名古屋大学医学部付属病院神経内科、深見祐樹先生に深謝いたします。

※著者全員に本論文に関連し、開示すべき COI 状態にある企業、組織、団体はいずれもありません。

文 献

- 1) Wall A, Borg J, Palmcrantz. Clinical application of the hybrid assistive limb (HAL) for gait training—a systematic review. *Front Syst Neurosci* 2015;9:48.
- 2) 臨床試験登録システム [Internet]. 東京: 公益社団法人日本医師会治験促進センター; 2018 July 11. [cited 2018 September 7]. Available from: https://dbcentre3.jmacct.med.or.jp/jmacctr/App/JMACTRE02_04/JMACTRE02_04.aspx?kbn=3&seqno=3962
- 3) HAL 医療用下肢タイプ添付文書 [Internet]. 茨城: CYBERDYNE 株式会社; 2016 Feb 15. [cited 2018 Oct 8]. Available from: https://www.cyberdyne.jp/products/pdf/HT010910A-U01_R1.pdf
- 4) 中島 孝. サイバニクスの神経疾患への活用—HAL の医師主導治験を踏まえた今後の展望と課題. *神経内科* 2017;86:583-589.
- 5) 中島 孝. ロボットスーツ HAL による Cybernic neurorehabilitation. *神経治療学* 2016;33:396-398.
- 6) Hashizume A, Katsuno M, Suzuki K, et al. Long-term treatment with leuprorelin for spinal and bulbar muscular atrophy: natural history controlled study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2017; 88:1026-1032.

Abstract

A case of spinal and bulbar muscular atrophy with improved walking ability following gait training using the hybrid assistive limb (HAL)

Daisuke Mizui, M.D.¹⁾, Yoshiyuki Nakai, M.D.¹⁾, Hiroaki Okada, M.D.¹⁾, Masahiro Kanai, M.D.¹⁾ and Keiji Yamaguchi, M.D., Ph.D.¹⁾

¹⁾Department of Neurology, Ichinomiya-Nishi Hospital

A 64-year-old man was diagnosed with spinal and bulbar muscular atrophy (SBMA) in 2014, and began gait training with the hybrid assistive limb (HAL) in 2017. We conducted 2 courses of HAL-based gait training and temporary improvement was confirmed both before and after intervention based on evaluation of the 2-minute walking distance, walking speed, and the Timed Up and Go test. HAL-based gait training may be effective for improving and maintaining walking ability in SBMA. However, long-term observation of this patient will be performed.

(*Rinsho Shinkeigaku (Clin Neurol)* 2019;59:157-159)

Key words: spinal and bulbar muscular atrophy, hybrid assistive limb, robot, gait training