

脊髄小脳変性症に対するロボットスーツ HAL の短期効果

藤田 修平¹⁾ 田端 洋貴¹⁾ 脇野 昌司¹⁾ 木村 保¹⁾
平野 牧人 (MD)³⁾ 上野 周一 (MD)⁴⁾ 中村 雄作 (MD)⁴⁾ 福田 寛二 (MD)²⁾

1) 近畿大学医学部附属病院 リハビリテーション部 2) 同 リハビリテーション科
3) 同 神経内科 4) 和泉市立総合医療センター 脳神経内科

キーワード：脊髄小脳変性症・ロボットスーツ HAL・短期効果

はじめに

我々は、ロボットスーツ HAL® (Hybrid Assistive limb [ML-05]:以下 HAL) を導入し、理学療法と並行して歩行障害に対するニューロリハビリテーションとして用いている。これまで脊髄損傷や片麻痺患者などへの HAL を用いた報告は散見されるが、脊髄小脳変性症 (spinocerebellar degeneration:以下 SCD) 患者における報告は少ない。我々は、小脳失調症に対する HAL を用いた歩行練習の効果を検証する為、SCD を中心とした治療研究を行っている。介入前後での歩行機能改善効果は第 57 回近畿理学療法学会にて報告した。今回、その短期的効果について若干の知見を得たので報告する。

方法

対象は神経内科外来通院中の SCD 患者 11 名 (男性 4 名・女性 7 名、年齢 61.2±12.6 歳、身長 160±7.6cm、体重 52.3±10.0kg、罹患期間 9.4±6.7 年) である。疾患の内訳は遺伝性 SCD (SCA: spinocerebellar ataxia, SCA6 が 7 名, SCA1, SCA8, SCA31 が各 1 名ずつ) が 10 名、多系統萎縮症が 1 名であった。

介入期間は 3 週間 (5 回/週、入院) とし、機能評価は介入の前・後及び退院 2 週間後に実施した (介入前・介入後・退院後)。全例 CVC (Cybernic voluntary control: 随意制御) モードで実施した。免荷式歩行器 (All in one) を用いて転倒を予防し、安全に歩行練習を実施した。HAL 実施回数は平均 14 回、一回の平均歩行距離は 808±331 m であった。

機能評価項目は、10m 最大歩行試験 (速度・ケイデンス・歩幅)、Timed up and Go Test (以下 TUG)、2 分間歩行距離 (以下 2MD)、Functional Balance Scale (以下 FBS)、30 秒椅子立ち上がりテスト (以下 CS-30)、Scale for the assessment and Rating of Ataxia (以下 SARA)、重心動揺 (総軌跡長・外周面積: 開眼、閉眼・開脚立位にて測定: アニマ株式会社製重心動揺計グラビコーダ G-620 使用) 及び歩行時の転倒恐怖感 (visual analogue scale: VAS を用いて評価) とした。

統計学的分析には IBM SPSS Statistics, version19 を使用し反復測定分散分析を行った。主効果を認めた際に多重比較検定 (Bonferroni 法) を用い、有意水準は 5% とした。

結果

結果を介入前→介入後→退院後の順に示す (表 1)。10m 歩行速度 0.83±0.37→1.1±0.4→1.02±0.46m/s、歩幅 0.48±0.1→0.56±0.13→0.54±0.12m、2MWT 82.9±33.2→106.4±34.8→114.6±45.9m、FBS 36±11.4→41±10.7→39.3±9.4 点であり、介入前と介入後、介入前と退院後との間に有意差を認めた (P<0.05)。転倒恐怖感については、5.0±3.1→3.6±2.7→3.6±3.2 cm で介入前と介入後に有意差を認めた (P<0.05)。TUG は 27.2±24.7→17.4±11.4→18.7±13.6 秒と平均値には改善傾向を示したが有意差はなかった。その他ケイデンス、CS-30、SARA、重心動揺にはすべての測定時期において有意差を認めなかった。すべての項目において介入後と退院後には有意差を認めず、歩行速度、歩幅、2MD は退院 2 週間後においても改善効果が維持されていた。転倒恐怖感と FBS は介入前後でのみ有意差を認め、退院後には低下したがベースラインと比較すると維持する傾向を示した。

表 1 評価結果

	介入前	介入後	退院2週間後
10m歩行試験			
速度 (m/s)	0.83±0.37	1.10±0.45 *	1.02±0.46 **
ケイデンス (steps/min)	101.2±33.2	114.0±31.8 n.s.	108.8±33.4 n.s.
歩幅 (m)	0.48±0.1	0.56±0.13 *	0.54±0.12 *
TUG (秒)	27.2±24.7	17.5±11.4 n.s.	18.7±13.6 n.s.
2MWT (m)	82.9±33.2	106.4±34.8 *	114.6±45.9 *
CS-30 (回)	8.7±5.9	9.8±6.2 n.s.	9.6±6.1 n.s.
FBS	36.0±11.4	41.0±10.7 *	39.3±9.4 n.s.
重心動揺 (閉眼・開脚)			
総軌跡長 (m)	88.9±60.5	95.9±58.6 n.s.	83.3±41.7 n.s.
外周面積 (m ²)	5.4±7.2	5.2±5.7 n.s.	5.2±5.9 n.s.
SARA (点)	16.2±7.0	16.8±11.3 n.s.	15.2±9.9 n.s.
転倒恐怖感 (cm)	5.5±2.7	4.0±2.6 *	4.0±3.1 n.s.
*: P<0.05 ** : P<0.01 n.s.: 有意差なし 有意差は介入前後と介入前-退院後の比較を示す			

考察

本研究の対象は小脳失調症状を中心とした SCD 患者である。今回の結果から介入前後で歩行速度、歩行距離、FBS など立位バランスと歩行能力に有意な改善を認め、短期効果として歩行

機能を中心に退院2週間後も効果が維持された。歩行機能に関しては速度、歩幅、2MD が介入前後、介入前と退院後に有意差を認めた。ケイデンスは改善傾向を示したが、立位姿勢や歩幅改善の影響などから有意差を認めなかったと考えられる。

SCDは四肢・体幹の失調症状を主症状とする原因不明の神経変性疾患である。小脳は、歩行時における肢運動の位相制御に関与し、これらを統合した結果、左右の肢間協調に中心的役割を果たしている¹⁾。HALは装着者の能動的な運動発現が必要であり、それにより適切なアシストを得て歩行することが可能となる。加えて免荷式歩行器を使用することで転倒への不安もなく、安全に行えたことも効果的な歩行練習の実施に寄与したと考える。HALのアシストにより疲労を軽減し、効率的かつ律動的な歩行運動の繰り返しが可能となり、上位・下位歩行システムの活性化による歩行運動の学習効果が得られたと考えられる(図1)。

歩行機能が改善した一方で失調症状や重心動揺には有意差を認めなかった。SCDは小脳萎縮を伴う進行疾患であること、四肢運動制御の観点から小脳失調の存在が上位歩行システムにおける巧緻性歩行に大きく影響するため、立位・歩行時の身体動揺を消失させるだけの安定性獲得は困難であったと考えられる。しかし、失調症状を有するSCD患者においても短期的な歩行機能の改善を認めたことから、HALの有効性が示唆された。

中島らは、神経筋疾患に対し、HAL治療を定期的・間欠的に実施することで、疾患進行抑制効果に寄与するという仮説の下、歩行機能改善効果を証明するために、有効性・安全性の評価を行っている。このようなHALの使用が、進行疾患であるSCDにおいても同様の効果に寄与する可能性が考えられる。

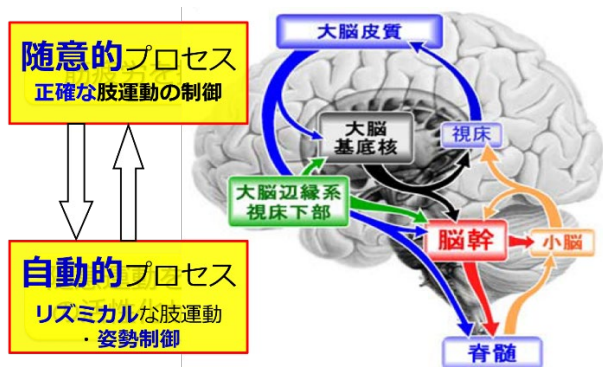


図1 歩行・姿勢制御に関わる神経機構

理学療法研究としての意義

SCDのような進行疾患においても、HAL装着下歩行練習による運動機能の改善を認めた。症状の進行抑制や平衡機能も含めた歩行能力改善に寄与するためのツールとしてHALは有効で

あると考えられる。今後、疾患の進行抑制を含めた長期的な効果についても検討していく必要がある。

文献

- 1) 柳原大: 歩行と小脳. Brain Medical vol.19 No.4: 49-58, 2007
- 2) 永雄総一: 小脳による運動学習の神経機構. 医学の歩み vol.255 No.10: 955-961, 2015
- 3) 中島孝: HAL 医療用下肢タイプによる歩行運動療法 The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine, vol.54 No.1 14-18 2017
- 4) 中島孝: ロボットスーツ HAL による Cybernic neurorehabilitaion. 神経治療 vol.33 No.3: 396-398, 2016
- 5) 高草木薫: 歩行の神経機構 Review. Brain Medical, VOL. 19, No. 4: 307-315, 2007
- 6) 笈慎治・他: 小脳の機能: 平衡, 協調運動機能. 医学の歩み vol.255 No.10: 947-954, 2015
- 7) 浦川将・他: ロボットスーツ HAL の特性からリハビリテーションへの適応を探る: ロボットによる歩行リハビリテーションの再考. みんなの理学療法 vol.27: 18-25:2015
- 8) 浦川将・他: ロボットによる歩行リハビリテーション. リハビリテーションのためのニューロサイエンス-脳科学から見る機能回復: 218-240: 2015
- 9) Anneli Wall, et al.: Clinical application of the Hybrid Assistive Limb (HAL) for gait training -a systematic review. Frontiers in Systems Neuroscience vol.9:1-10, 2015
- 10) T Morishita et al. : Inetractive Bio-feedback Therapy Using Hybrid Assistive Limbs for Motor Recovery after Stroke : Current Practice and Future Perspectives : Neurol Med Chir(Tokyo)56, 605-612, 2016
- 11) S Fujita et al. : Effects of HAL® Robot Suits Gait Rehabilitation for Patients with Neuromuscular Diseases ; EC Orthopaedics 8(1) 3-6. 2017