

症例報告

ロボットスーツ HAL[®]による治療を行った封入体筋炎

- 1) 弘前大学医学部附属病院リハビリテーション部
- 2) 弘前大学大学院医学研究科リハビリテーション医学講座

畑中真穂¹⁾ 前田和志¹⁾ 横山利紗¹⁾ 伊藤郁恵¹⁾ 瓜田一貴¹⁾
 増野夏香¹⁾ 塚本利昭¹⁾ 三浦和知²⁾ 津田英一²⁾

Key words : ロボットスーツ HAL[®]、歩行、封入体筋炎

【はじめに】

近年、リハビリテーション分野において様々なロボットを使用した治療が導入されている。当院でも2017年2月より「ロボットスーツ HAL[®] 医療用下肢タイプ (Hybrid Assistive Limb[®]; 以下、HAL[®]) (CYBERDYNE 社)」を導入し、保険適用となる神経筋疾患に対して HAL[®] による治療を提供している。HAL[®] は随意運動の際に生じる脳から運動神経を介して筋肉へ送られる信号を生体電位信号として皮膚表面に貼付した電極から検出する。その信号をコンピュータで処理しパワーユニットを駆動することにより、装着者の動作意思に応じて股・膝関節の運動をアシストし、それを繰り返すことにより歩行機能を改善させる。

足関節はアシストがなく、背屈方向への可動性は有しているが、底屈は通常0°に制動されており、必要に応じて底屈制動の解除が可能である。山海らは¹⁾、HAL[®] 治療によりインタラクティブなバイオフィードバックが構築され、装着者の動作意思に同期した機能改善・機能再生の神経ループが形成されると報告している。股・膝関節は装着者の動作意思に応じた関節運動が生じるが、足関節は底屈が制動されている。足関節底屈制動を解除することで足関節は股・膝関節に応じた運動が可能となると考えられるが、そのような文献は渉猟し得ない。

今回、封入体筋炎の1症例に対し HAL[®] 治療2クール目に足関節底屈制動を解除して行う経験を得たので報告する。

【倫理的配慮】

症例には、ヘルシンキ宣言に基づき口頭にて説明し同意を得た。

【症例紹介】

70代、男性。X-14年階段昇降のしにくさを、X-12年傾斜での易転倒性を自覚し、X-9年封入体筋炎と診断された。X-5年平地でのつまずきやすさを自覚したため杖歩行を開始した。X年 HAL[®] 治療目的に当院リハビリテーション科紹介となり、X年3月から1クール目の HAL[®] 治療を開始した。この時点で日常生活活動 (Activities of Daily Living; 以下、ADL) は自立しており移動は左片松葉杖歩行であった。1クール目施行後 ADL・移動手段に変化はなかったが、歩行距離、歩行速度、歩幅の改善が得られ、X年6月から2クール目を開始した。足関節背屈筋力が保たれており、また、HAL[®] 治療中立脚後期での歩きにくさの訴えがあったため2クール目の4回目から足関節底屈制動を解除して治療を行った。

【2クール目施行前の理学療法評価】

両上下肢とも関節可動域に著明な制限はなく、疼痛の訴えもなかった。下肢周径 [右/左] は膝蓋骨上縁 [34.0cm/33.0cm]、膝蓋骨上縁5cm [32.0cm/31.0cm]、膝蓋骨上縁10cm [34.0cm/31.0cm]、膝蓋骨上縁15cm [35.5cm/33.0cm]、下腿最大部 [29.5cm/29.5cm] であった。下肢筋力は徒手筋力検査法 (manual muscle testing; 以下、MMT) で両股関節周囲筋 [4/4]、ハ

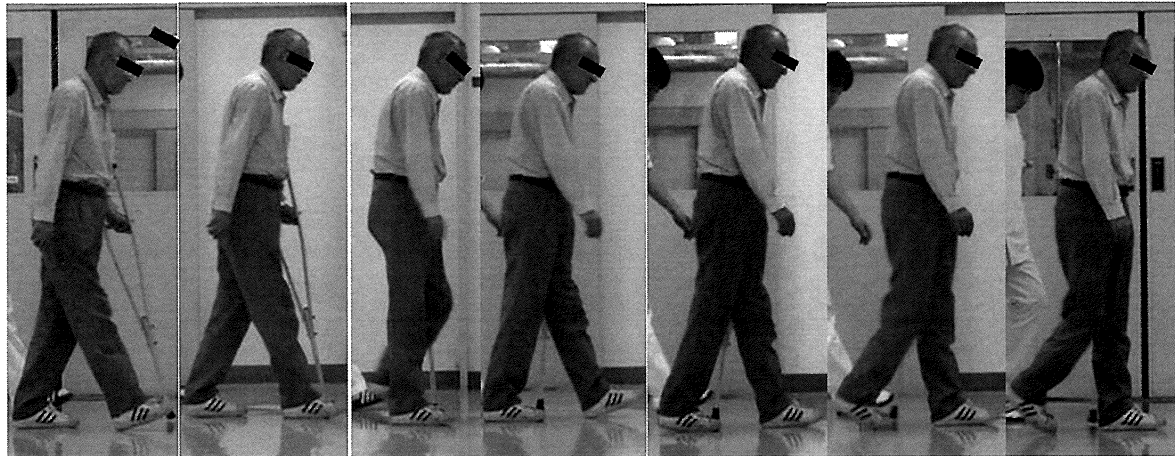


図1 片松葉杖歩行

全歩行周期を通し体幹前傾位をとり、立脚初期～中期では膝関節を伸展位で保持し、立脚後期では股関節は屈曲し蹴り出しが不足していた。

表1 HAL[®] 治療時

	1回目 底屈制動	4回目 底屈制動解除	9回目 底屈制動
歩行速度 (m/s)	0.66	0.91	0.76
歩幅 (m)	0.39	0.54	0.47
底屈角度 (°)	0	5	0

ムストリングス [3/3] 大腿四頭筋 [2/2]、前脛骨筋 [4/4] 下腿三頭筋 [2+/2+] であった。ADLは1クール目と同様であった。歩容は、全歩行周期を通し体幹前傾位をとり、立脚初期～中期では膝関節を伸展位で保持し、立脚後期では股関節は屈曲し蹴り出しが不足していた (図1)。

【HAL[®] 治療内容】

HAL[®] 治療は、1回30分程度を週に2回から3回の頻度で行い、9回を1クールとして実施した。転倒防止のためスリング付き歩行器を使用した。各クール施行前後に歩行評価として2分間歩行テストおよび10m歩行テストを行った。

【HAL[®] 治療経過】

1回目から3回目までは足関節底屈を0°に制動し、4回目から底屈制動を解除して実施した。解除後は立脚後期での股関節伸展と蹴り出しが増加し、自覚的にも歩きやすさが得られた。しかし、7回目実施後より右下腿後面に疼痛が出現した。8回目実施日も疼痛が持続していたため再度底屈制動を行い継続

表2 歩行評価結果

		施行前	施行後
2分間歩行テスト	歩行距離 (m)	97.7	88.2
10m歩行テスト	歩行速度 (m/s)	0.78	0.71
	歩幅 (m)	0.44	0.43

した。HAL[®] 治療中も右下腿の伸張感・疼痛の訴えがあり、9回目実施中も疼痛は残存していた。

HAL[®] 装着時の歩行速度、歩幅、底屈角度は、足関節底屈制動時 (1回目) は0.66m/s、0.39m、0°、制動解除時 (4回目) は0.91m/s、0.54m、5°、再度制動後 (9回目) は0.76m/s、0.47m、0°であった。足関節底屈制動解除により歩行速度は上昇し、歩幅は拡大し、足関節底屈角度も増大していた (表1)。

【2クール目施行後の理学療法評価】

両上下肢の関節可動域および下肢周径に変化はなく、両下肢MMTは右股関節内転・左股関節外旋が [3] へ低下したが、その他は変化なかった。

【歩行評価結果】

HAL[®] 治療2クール目施行前後での2分間歩行距離は97.7m、88.2m、10m歩行テストでの歩行速度は0.78m/s、0.71m/s、歩幅は0.44m、0.43mであり、歩行機能の改善は見られなかった (表2)。HAL[®] 治療後の評価時にも右下腿後面の疼痛が残存しており、疼痛消退まで発症から2週間を要した。



図2 立脚後期の比較

左：杖歩行 右：底屈正道を解除したHAL[®]治療
杖歩行時は体幹前傾し蹴り出した不足している。足関節底屈制動を解除したHAL[®]治療では股関節伸展がみられ、蹴り出しが増大していた。

【考察】

封入体筋炎は50歳以上で発症することの多い慢性進行性の筋疾患であり、深指屈筋と大腿四頭筋の筋萎縮が顕著とされている²⁾。一般的に大腿四頭筋の筋力低下があると、立脚期では膝関節を伸展位で保持し³⁾、体幹前傾として床反力ベクトルが膝関節前方を通るよう代償し、蹴り出しが小さい歩行となる⁴⁾。本症例も大腿四頭筋の筋力低下が顕著であり、杖歩行時には同様の歩容がみられた。大畑は⁵⁾、立脚後期に股関節屈曲筋と足関節底屈筋が床反力ベクトルに抗して働くと報告している。足関節底屈制動を解除したHAL[®]治療では、立脚後期において普段の杖歩行ではみられなかった股関節伸展の出現と蹴り出しの増大が生じ、股関節屈曲筋の遠心性収縮と足関節底屈筋の求心性収縮が増大していたと考えられた(図2)。しかし、HAL[®]の構造上、アシストにより股関節屈曲筋の負荷量は低減されるが、足関節はアシストがなく自己収縮のみのため下腿三頭筋の筋活動が増大する結果となった。正常歩行では、立脚後期に下腿三頭筋は最大筋力の約80%の力で働き⁶⁾、歩行速度の上昇に伴い足関節底屈トルクは増大する⁷⁾とされている。足関節底屈制動を解除したHAL[®]治療では、普段の杖歩行や足関節底屈制

動をしたHAL[®]治療時と比較して下腿三頭筋に強い筋活動が生じ、それが過負荷となり疼痛を誘発したと考えられた。

HAL[®]の使用目的は、生体電位信号に基づき下肢の動きを助けつつ歩行運動を繰り返すことで歩行機能を改善させることであり⁸⁾、HAL[®]治療により歩行機能の改善が得られたとの報告は散見される⁹⁾¹⁰⁾。神経筋疾患症例に対してもHAL[®]治療を行うことで歩行機能を改善させ筋萎縮や筋力低下の抑制となり、その結果歩行障害や病態の進行を緩徐にすることが期待された。HAL[®]治療では股・膝関節は装着者の動作意思に応じた関節運動が生じるが、足関節は底屈が制動されている。今回足関節底屈制動を解除したことで足関節も股・膝関節に連動した動きが可能となり、歩行機能が変化したと考えられた。しかし、神経筋疾患に対しては「低負荷反復」のリハビリテーションが基本¹¹⁾とされており、足関節底屈制動の解除によりHAL[®]治療が過負荷となった可能性がある。足関節底屈制動を解除すべきか否かについては筋電図検査を用いた解析などにより十分検討する必要があると考えられた。

【結論】

封入体筋炎症例に対し足関節底屈制動を解除しHAL[®]治療を行った。それにより股・膝関節のインタラクティブなバイオフィードバックの構築に加え、連動した足関節底屈運動も認められた。一方で、下腿三頭筋の過負荷によると考えられる下腿後面の疼痛が出現し、歩行機能の改善は得られなかった。

【利益相反】

開示すべき利益相反はない。

【文献】

- 1) 山海嘉之, 桜井尊: サイバニクスと神経疾患治療の未来—HALによる機能再生治療—. 神経内科. 2017; 86: 596-603.
- 2) 青木正志, 鈴木直輝, 他: 封入体筋炎の診断基準と病態に関する最新の知見. 臨床神経学. 2014; 54: 1115-1118
- 3) 中村隆一, 齋藤宏, 他: 基礎運動学第6版補訂. 医歯薬出版, 東京, 2012, pp413.

- 4) 田中宏明, 松本孝行, 他: 大腿四頭筋切除後患者の歩行分析について. 整形外科と災害外科. 1985; 33: 288-291.
- 5) 大畑光司: 装具歩行のバイオメカニクス. PT ジャーナル. 2013; 47: 611-620.
- 6) 武田功: ペリー歩行分析正常歩行と異常歩行原著第2版. 医歯薬出版, 東京, 2012, pp50.
- 7) 丹保信人, 塚田徹, 他: 歩行速度変化が足関節底屈トルク足関節運動角度に与える影響. 竹田総合病院医学雑誌. 2013; 39: 9-14
- 8) HAL 医療用下肢タイプ適正使用ガイド. CYBERDYNE, 茨城, 2016, pp5.
- 9) 長谷川真人, 山海嘉之: ロボットスーツ HAL[®] 福祉用を用いた歩行練習の効果 - 慢性不全脊髄損傷者に対する症例研究 -. 理学療法科学. 2014; 29: 151-156.
- 10) 浅川育世, 水上昌文, 他: 歩行能力障害に対するロボットスーツ HAL[®] の初回装着時効果 - 実証試験記録からの検討 -. 理学療法科学. 2013; 28: 221-225.
- 11) 小田太士, 蜂須賀研二: 廃用 / 過用 / 誤用症候群とリハビリテーション. PT ジャーナル. 2012; 46: 746-752.