

令和 4 年 6 月 8 日現在

機関番号： 3 2 6 6 1
研究種目： 奨励研究
研究期間： 2020 ~ 2020
課題番号： 2 0 H 0 1 1 3 5
研究課題名 下肢サイバニック動作システム（HAL）訓練がALSの呼吸機能・咳嗽力に及ぼす効果の解明

研究代表者

杉澤 樹（SUGISAWA, TATSUKI）

東邦大学・その他部局等・作業療法士

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 480,000 円

研究成果の概要：HAL(Hybrid Assistive Limb/CYBERDYNE社製)は、装着者の意思に沿った動きをアシストする装着型のロボットスーツである。本研究は、筋萎縮性側索硬化症(ALS)に対するHALを用いた下肢サイバニック動作システム訓練（HAL訓練）の効果を検討した。
本研究では、ALS患者に対しトレッドミルを使用したHAL訓練を全9回実施し、実施前後で身体機能、呼吸機能を評価した。結果、訓練後の歩行機能、主観的評価で有意な改善を認め、呼吸機能で維持が図れた。
本研究より、ALSにおけるHAL訓練の身体機能、呼吸機能に対する有効性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、進行が早く治療法が確立されていない神経難病であるALS患者に焦点を当て、かつ、最先端であるロボットスーツを用いたリハビリテーション(リハビリ)を試みた点で社会的意義は高いと思われる。
ALSは四肢の筋力低下を主症状とし、高負荷の運動は筋力低下を招く（過用症候群）ことが懸念されている。HALは下肢機能を補助し、装着者の意思に従った歩行を実現する事が可能である。
本研究では、HALを装着することで下肢への荷重量・負荷量を軽減しながらリハビリが実施できたため、歩行能力の改善が得られたと考えられる。

研究分野： リハビリテーション

キーワード： 筋萎縮性側索硬化症 ロボットスーツ リハビリテーション 歩行練習 トレッドミル

1. 研究の目的

HAL (Hybrid Assistive Limb/ CYBERDYNE 社製) は、装着者の意思に沿った動きをアシストする装着型のロボットスーツである。HAL は下肢の皮膚にセンサーを貼ることで皮膚表面より生体電位信号を検出し、装着者の動きを認識してアシストする。そのため、装着者は HAL により下肢機能が補助され、意思に従った歩行の実現が可能となる。近年、HAL を用いた神経・筋疾患患者に対するリハビリテーション (リハビリ) が注目されている。

神経・筋疾患のなかでも、本研究では、筋萎縮性側索硬化症 (ALS) 患者を対象に HAL を用いた下肢サイバニック動作システム訓練 (HAL 訓練) を実施した。ALS は、四肢の筋力低下を主症状とする非常に進行が早い神経難病であり、治療法は未だに確立されていない。ALS に対するリハビリにおいては、運動の負荷強度が高い場合に筋力低下が生じる可能性が懸念されるとの報告があり、運動時の負荷量の調整が重要となっている。

ALS に対する HAL に関する研究では、HAL が対象者の歩行能力の改善に寄与すると報告されている。しかし、HAL が対象者の呼吸機能に与える影響に着目した報告は散見されていない。そこで、本研究では、HAL 訓練が ALS 対象者の身体機能、呼吸機能、呼吸筋力、咳のピークフローに及ぼす影響を検討することとした。

2. 研究成果

(1) 研究計画

本研究では、歩行能力が維持されている ALS 患者を対象に、HAL を装着した状態でトレッドミルを使用した下肢サイバニック動作システム訓練 (HAL 訓練) を実施した (図 1)。HAL 訓練は 30 分程度の運動 (休憩時間を含む) を全 9 回実施し、開始前、終了後に下記項目を評価した。

評価項目は、2 分間歩行距離、10m 歩行速度、呼吸機能 (% 肺活量、% 努力性肺活量) 吸気筋力、呼気筋力、咳のピークフロー、患者自身による主観的評価 (PRO) とした。PRO は歩行時の足の上がりやすさ、安定感を調査した。

HAL 訓練におけるトレッドミルの歩行速度、訓練時間は、対象者の疲労、呼吸状態、循環動態をモニタリングし設定した。



図1 下肢サイバニック動作システム訓練

(2) 結果

ALS 患者 13 名に HAL 訓練を実施した。患者背景を表 1 に記載する。平均通院期間は 32.2 ± 6.5 日であった。

結果、2 分間歩行距離において HAL 訓練後に有意な改善を認めた。呼吸機能においては、HAL 訓練後に呼吸機能 (% 肺活量、% 努力性肺活量) 吸気筋力、呼気筋力、咳のピークフローで有意な変化を認めなかった。PRO (歩行時の安定感) においては、HAL 訓練後に有意な改善を認めた。

本研究では、ALS 患者に対する HAL 訓練は、歩行能力、歩行の安定性に関して主観的的患者評価で訓練後に改善を認め、呼吸機能、呼吸筋力、咳のピークフローで機能が維持された。以上より、ALS に対する HAL 訓練の身体機能、呼吸機能に対する有効性が示唆された。

表1 患者背景

	全患者 (n=13)
性別 (男性/女性)	7/6
年齢, year, mean (\pm SD)	55.2 (\pm 15.7)
発症部位	
上肢, n (%)	4 (30.8)
球麻痺, n (%)	3 (23.1)
下肢, n (%)	6 (46.1)
治療	
リルゾール, n (%)	10 (76.9)
NPPV 装着, n (%)	2 (15.4)
通院期間, day, mean (\pm SD)	32.2 (\pm 6.5)

Abbreviations: SD, Standard Deviation

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Morioka Harumi, Murata Kiyoko, Sugisawa Tatsuki, Shibukawa Mari, Ebina Junya, Sawada Masahiro, Hanashiro Sayori, Nagasawa Junpei, Yanagihashi Masaru, Hirayama Takehisa, Uchi Masayuki, Kawabe Kiyokazu, Ebihara Satoru, Murakami Yoshitaka, Nakajima Takashi, Kano Osamu	4. 巻 61
2. 論文標題 Effects of Long-term Hybrid Assistive Limb Use on Gait in Patients with Amyotrophic Lateral Sclerosis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Internal Medicine	6. 最初と最後の頁 1479 ~ 1484
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2169/internalmedicine.8030-21	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Morioka Harumi, Hirayama Takehisa, Sugisawa Tatsuki, Murata Kiyoko, Shibukawa Mari, Ebina Junya, Sawada Masahiro, Hanashiro Sayori, Nagasawa Junpei, Yanagihashi Masaru, Uchi Masayuki, Kawabe Kiyokazu, Washizawa Naohiro, Ebihara Satoru, Nakajima Takashi, Kano Osamu	4. 巻 99
2. 論文標題 Robot-assisted training using hybrid assistive limb ameliorates gait ability in patients with amyotrophic lateral sclerosis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Neuroscience	6. 最初と最後の頁 158 ~ 163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jocn.2022.02.032	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究組織 (研究協力者)

氏名	ローマ字氏名
海老原 寛	(EBIHARA SATORU)
狩野 修	(KANO OSAMU)