

第1回ロボット リハビリテーション研究会

～ ロボットスーツ HAL®の可能性 ～

主 催 : ロボットリハビリテーション研究会

特定医療法人茜会 昭和病院

開催概要

会 期 : 2011年5月21日(土) 10:00 ~ 15:00

会 場 : 海峡メッセ下関国際会議場 10F

〒750-0018

山口県下関市豊前田町3丁目3-1

財団法人山口県国際総合センター

TEL (083) 231-5600 FAX (083) 231-5598

学会テーマ : ロボットスーツ HAL®の可能性

大会会長 : 山崎 康平 (特定医療法人茜会 昭和病院)

実行委員長 : 田中 恩 (特定医療法人茜会 昭和病院)

主 催 : ロボットリハビリテーション研究会

特定医療法人茜会 昭和病院

第1回ロボットリハビリテーション研究会事務局 (昭和病院内)

〒750-0059 山口県下関市汐入町35-1

TEL : 083-231-3888 FAX : 083-231-7957

E-mail : reha@akanekai-showa.com

ご挨拶

第1回ロボットリハビリテーション研究会
大会会長 山崎 康平

第1回ロボットリハビリテーション研究会が当院主催で行われることを大変光栄に思います。ロボットスーツ HAL®福祉用（以下 HAL）を導入されている病院・施設の先生方に参加いただき HAL を使っていく上での疑問点・工夫している点などをざっくばらんに討論していただくことが研究会の大きな目的の一つです。

当院が HAL を導入したのは平成 21 年 1 月でした。医療法人や公益法人を対象に導入されて間もないこともあり HAL の適応疾患や効果に明確なエビデンスはありませんでした。手探りの状態で HAL を使っていくうちに、少しずつ利点や欠点が見えてきた気がしますが今後も症例を重ねリハビリに生かしていきたいと思えます。

ご存じのように HAL は筋に発生した活動電位を検知し筋の運動をサポートしていくわけですが不全麻痺の重症度によって HAL のサポートには違いが見られます。筋の活動電位が低い（自動運動量が少ない）患者でも HAL を使って頂くうちに介助量が減っていく事があります。

当院は回復期・維持期のリハビリが中心ですが、維持期では、ともすると症状の改善が目に見えて改善しないことからリハビリに対する意欲低下・あきらめの気持ちが患者に起こることもあります。

HAL を装着して、歩行訓練を続けていく事で筋力が増大し HAL を用いた際の介助量が減少することなどから、患者が変化を実感でき次のリハビリへの動機づけになっているのではないのでしょうか。HAL を利用することで今まで動かなかった下肢が動いたり、立ち上がれたりすることでリハビリに対する意欲喚起の起爆剤になると考えています。

HAL を導入している施設が全国的にも増えてきており施設ごとに治療効果の違いがあるかもしれません。HAL を利用するには決して職人技は必要でなく誰が使っても平均点以上の効果が得られるような機器である必要があります。お互いに情報交換を行ない HAL の今後の普及に役立つ研究会になる事を祈念しています。

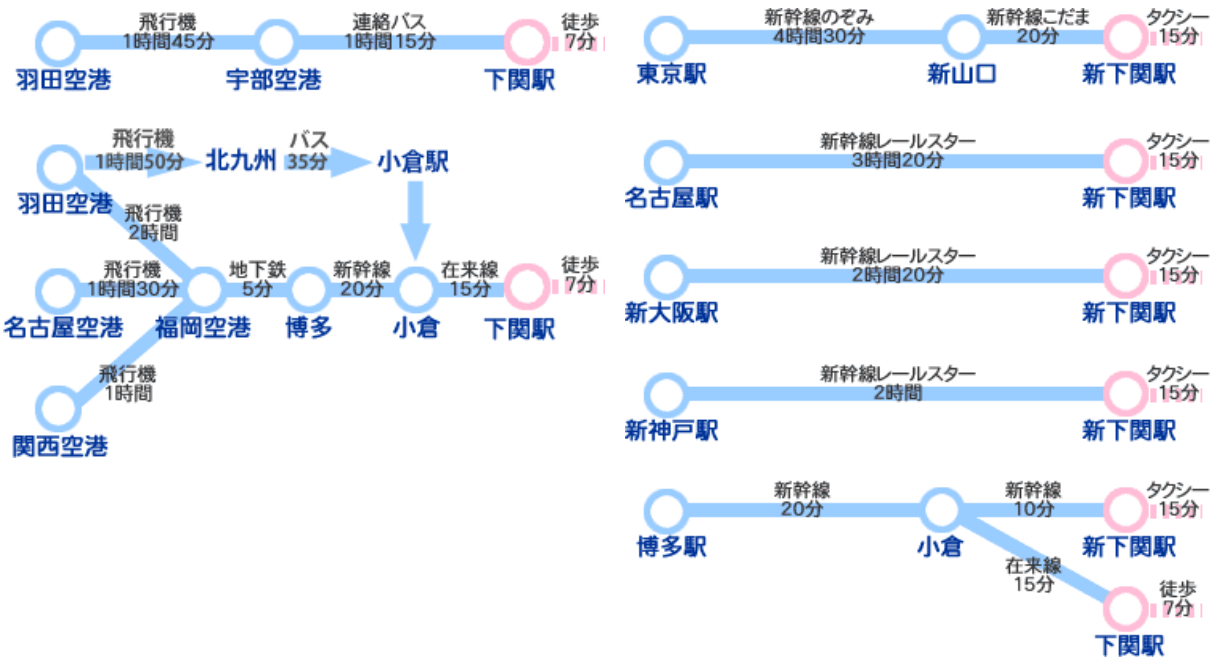
交通のご案内

お車でお越しの場合



- ※ 海峡メッセ駐車場をご利用の方は、駐車券をお配りいたします。
- ※ 海峡メッセ駐車場が満車の場合は、近隣駐車場をご利用下さい。

鉄道をご利用の場合



プログラム

開会式 (10:00 ~ 10:10)

大会会長挨拶 山崎 康平 (特定医療法人茜会 昭和病院)

特別講演 (10:10 ~ 11:10)

「リハビリテーション医療におけるロボット訓練の意義」

産業医科大学 リハビリテーション 蜂須賀 研二 先生

座長 : 特定医療法人茜会 理事長 吉水 一郎

休憩 (11:10 ~ 11:20)

事例報告：パネルディスカッション (11:20 ~ 12:30)

1 シャルコー・マリー・トゥース病による重度障害例に対するロボットスーツ HAL[®]の適用

産業医科大学リハビリテーション医学講座 松嶋 康之

2 HAL 実施により即時的に歩行能力の改善を認めた症例

～足圧接地足跡計測装置とビデオ撮影からの検討～

医療法人エム・エム会 マッターホルンリハビリテーション病院 島 俊也

3 脊髄梗塞を呈した一症例

～脊髄疾患に対するロボットスーツ HAL[®]と装具の可能性～

公立豊岡病院 福富 広海

4 ロボットスーツ HAL 福祉用を装着しての運動

～立位保持機能、歩行機能に着目して～

医療法人博仁会 志村大村病院 上倉 洋人

5 慢性期脳卒中患者に対する HAL による運動学習効果について

～HAL 装着後における歩容の変化～

特定医療法人茜会 昭和病院 小川 紘幸

座長 : 特定医療法人茜会 昭和病院 好川 哲平

昼休憩 (12:30 ~ 13:30)

事例検討会：ワークショップ (13:30 ~ 14:50)

司会 : 特定医療法人茜会 昭和病院 田中 恩

閉会式 (14:50 ~ 15:00)

【特別講演】

リハビリテーション医療における ロボット訓練の意義

講師：産業医科大学 リハビリテーション医学講座
教授 蜂須賀 研二 先生

座長：特定医療法人茜会 理事長 吉水 一郎

- 講演内容
- (1) リハビリで用いられるロボットの概要
 - (2) 上肢訓練ロボットの紹介
 - (3) 下肢訓練ロボットの紹介
 - (4) 臨床研究の成果
 - ① REOGO
 - ② 歩行支援ロボット
 - ③ HAL

シャルコー・マリー・トゥース病による重度障害例に対するロボットスーツ HAL[®]の適用

産業医科大学リハビリテーション医学講座

松嶋康之, 中西貴江, 蜂須賀明子, 加藤徳明, 蜂須賀研二

産業医科大学病院 リハビリテーション部

久原聡志, 舌間秀雄

【Key words】: シャルコー・マリー・トゥース病, 末梢神経, ロボット

【はじめに】ロボットスーツ HAL[®]は近年福祉用として病院や施設内で使用されているが、対象疾患や使用法は確立しておらず、末梢神経疾患に対して有効であるかは明らかでない。シャルコー・マリー・トゥース病 (CMT) は遺伝性の末梢神経疾患としてはわが国で最も多い疾患であり、四肢遠位筋の筋力低下から始まり、重度になると近位筋の筋力低下も生じ起立歩行が困難となる。CMT に対する有効な治療法は確立しておらず、障害の程度に応じて関節可動域訓練、筋力強化訓練、装具療法などが行われている¹⁾。今回 CMT による重度障害のため歩行が困難な症例に対し HAL[®]を用いた訓練を行ったので報告する。

【症例】70 歳、男性。48 歳頃から両下肢の筋力低下を生じ、58 歳時に CMTX と診断された。両足に靴型装具を装着し屋外歩行可能であったが、徐々に筋力低下、歩行障害が進行し、63 歳時には屋外の移動に普通型車椅子が必要となり、65 歳時には電動車椅子を使用するようになった。現症は、両手指および両下肢の筋萎縮が著明で、筋力 (MMT 右/左) は大臀筋 3+/3+、中臀筋 3+/3+、腸腰筋 2/2、大腿四頭筋 3/3、前脛骨筋 0/0、腓腹筋 0/0 で、立ち上がりには支持が必要で、歩行時は下垂足、反張膝を認め、両手支持が必要であり、屋内で短距離のつたい歩きが可能な程度であった。

【方法】週 1 回のペースで計 5 回 HAL[®]を装着した起立歩行訓練を行った。また HAL[®]を装着した歩行訓練前後で 10m 歩行速度を測定した。

【結果】HAL[®]を装着すると起立動作が容易になり、HAL[®]を装着した起立訓練直後には起立動作が向上し、訓練前は自力で立ち上がりができなかつた高さの椅子からの立ち上りが可能となった。

HAL[®]を用いた歩行訓練には機器の設定や慣れに時間を要し、歩行器と近接監視が必要であった。また HAL[®]を用いた起立訓練 30 回、歩行訓練 20m × 3 回実施した前後で、10m 歩行速度は HAL[®]装着前 21.48 秒、HAL[®]を装着した状態 18.99 秒、HAL[®]による訓練直後 15.86 秒と、訓練後に歩行速度が向上した。

【考察】HAL[®]は、下肢近位筋である臀筋、大腿四頭筋、大腿屈筋群に電極を装着し、股関節と膝関節の動きをアシストするため、下肢近位筋の筋力が弱く起立歩行が困難な症例に対し起立歩行訓練や起立歩行動作の補助を行うことができる。四肢遠位筋のみに筋力低下がある初期の軽度な CMT 症例には HAL[®]は有用ではないが、今回の症例のように四肢近位筋の筋力が低下している重度障害のある CMT 症例においては HAL[®]を用いた起立歩行支援や起立歩行訓練が有用である。HAL[®]を用いた適切な訓練方法や訓練の長期効果については今後検討する必要がある。

【おわりに】末梢神経疾患は一般的に四肢遠位筋優位の筋力低下を生じるため、HAL[®]の適用は限られるが、近位筋まで筋力低下がある症例や症状が進行した症例、廃用性筋力低下によって近位筋の筋力低下を生じた症例に HAL[®]は適用となると思われる。

【引用文献】

1) CMT 診療マニュアル編集委員会編:シャルコー・マリー・トゥース病診療マニュアル, 金芳堂, 東京, 2010

HAL 実施により即時的に歩行能力の改善を認めた症例

－足圧接地足跡計測装置とビデオ撮影からの検討－

島 俊也¹⁾, 金澤 浩¹⁾, 大岡恒雄¹⁾, 白川泰山²⁾

- 1) マッターホルンリハビリテーション病院リハビリテーション部
- 2) マッターホルンリハビリテーション病院整形外科

【Key words】: HAL, 片麻痺, 歩行能力

【はじめに】

当院では平成 21 年 11 月よりロボットスーツ HAL 福祉用（以下、HAL）を導入し、現在までに外来患者を中心に、延べ 103 名に対して実施してきた。我々は HAL の使用効果について各種歩行テストや筋力測定、表面筋電図の計測などを用いて検討しており、今回は、シート式足圧接地足跡計測装置（ウォーク Way MW-1000, アニマ株式会社）による接地足跡とビデオ画像から、片麻痺患者に対する HAL 装着下での歩行練習が、歩行動作に与える即時的な効果を検討する。

【対象および方法】

対象は 51 歳の男性で、脳出血による左片麻痺を呈していた。現病歴は、平成 22 年 7 月に職場で突然倦怠感が出現し、安静にしていたが回復せず A 病院に救急搬送された。脳出血の診断のもと、同日、開頭術を施行した。8 月上旬、H 病院に転院しリハビリテーションを開始した。平成 23 年 2 月に H 病院を退院し、以降は同病院で月に 1～2 回の頻度で外来通院し、リハビリテーションを継続していた。平成 23 年 3 月 22 日、サイバーダインのホームページで当院に HAL が導入されていることを知った弟のすすめで当院を受診し、同日より HAL 装着下でのリハビリテーションを開始した。当院受診時は、発症から約 9 カ月が経過していた。初期評価時、BRS は上肢Ⅲ、手指Ⅲ、下肢Ⅲであり、麻痺側下肢には重度の感覚鈍麻を認めた。歩行は短下肢装具装着下に 4 脚杖を使用し、近位監視で可能だった。

HAL を装着し、歩行練習等のエクササイズを約 60 分間実施した。シート式足圧接地足跡計測

装置による接地足跡の計測およびビデオ撮影を、初めて HAL を用いたエクササイズを行った日のエクササイズ前後に行った。接地足跡の計測データを付属の解析ソフトにて分析し、得られた結果から歩行速度、ケイデンス、歩幅、歩隔、足角、立脚期の最大足底圧の 6 項目の検討を行った。またビデオ動画による歩行分析も行った。

【結果】

HAL 装着下での歩行練習前後で、歩行速度は 17.9cm/sec から 21.3cm/sec に向上し、ケイデンスは 46.9 歩/min から 51.6 歩/min に増加した。歩幅、歩隔、足角、最大足底圧については、実施前後の右下肢および左下肢の値をそれぞれ表 1, 2 に示す。歩幅は右側で 64.2%、左側で 23.3%延長し、右側が大きく改善した。足角は右側で 36.5%、左側で 132.4%減少し、左側の方が大きく改善した。歩隔は右側で 37.9%減少し、左側で 1.6%増加した。最大足底圧は右側で 9.8%、左側で 17.9%増加していた。

表 1 右下肢の変化

	実施前	実施後	改善率 (%)
歩幅 (cm)	24.6	40.5	64.2
歩隔 (cm)	15.5	11.1	37.9
足角 (°)	13.7	8.7	36.5
最大足底圧 (kgf)	37.4	41.1	9.8

表 2 左下肢の変化

	実施前	実施後	改善率 (%)
歩幅 (cm)	22.1	27.3	23.3
歩隔 (cm)	21.1	21.5	1.6
足角 (°)	35.0	15.0	132.4
最大足底圧 (kgf)	40.0	47.2	17.9

ビデオ動画からは、実施前では左下肢は大きく外旋した状態で踵接地を行っており、左足底接地から立脚中期にかけては、骨盤の左側への移動が少なく、左下肢への荷重量の減少がうかがえた。左踵離地から遊脚期にかけては、左骨盤が後退し、足部を引きずるように骨盤の後傾により左下肢の振り出しを行っており、足部の挙上量、歩幅は小さかった。実施後は左踵接地期の左下肢の外旋が減少していた。また、左足底接地から立脚中期にかけての骨盤の後傾が軽減し、左側への移動量が増加していた。さらに、左踵離地から遊脚期にかけては左股関節の屈曲運動が出現し、歩幅の増大が観察された。

【考察】

HAL 実施後の歩幅は右側で 64.2%、左側で 23.3%の延長を認めており、ビデオ画像からも確認できた。健側である右側の歩幅延長は左下肢の支持性が増大したことが要因として考えられ、支持性が向上したことで左立脚期の安定性向上が図られ、右下肢の歩幅の大幅な延長が認められたのではないと思われる。最大足底圧に着目してみると、左側で 17.9%の増加を認めており、HAL 実施後に荷重量が向上していることを示していると考えられる。

また、左下肢の足角は改善率 132.4%と大幅な改善を認めた。これは左下肢振り出し時の股関節の屈曲運動が促された結果であり、これが、左下肢の歩幅の延長に繋がったと考えられる。

今回は、麻痺側下肢への荷重を促すエクササイズなどは行っておらず、歩行を主体としたエクサ

サイズのみで上記のような変化が得られた。しかしながら、通常行われる歩行練習のみでこのような変化を得るのは難しいのではないと思われる。よって、本症例における歩行速度向上は HAL を使用した効果といえるのではないかと考えている。

【おわりに】

HAL 装着下での歩行練習により即時的に、歩行能力の改善を認めた症例を提示した。今後も、症例数を増やし、長期的な経過を追跡しながら、HAL が片麻痺患者の歩行能力改善にどのように寄与できるのかを検討していく。

脊髄梗塞を呈した一症例

～脊髄疾患に対するロボットスーツ HAL®と装具の可能性～

公立豊岡病院 リハビリテーション技術科

理学療法士 福富広海 岡本昭義

キーワード：ロボットスーツ HAL® 装具 脊髄梗塞

【はじめに】

脳血管障害患者に対してロボットスーツ HAL® (以下 HAL) を使用した報告は増えてきているが、脊髄疾患に対する実例報告はまだ少ない。今回脊髄梗塞（不全前脊髄動脈症候群）を呈した症例に対し、HAL と装具を併用した歩行練習を行うことにより屋内実用歩行獲得に至った症例を経験したので報告する。

【症例紹介】

57歳 男性 身長：165 cm 体重：75 kg
 診断名：脊髄梗塞，不全前脊髄動脈症候群
 既往歴：高尿酸血症，高血糖
 画像所見：頸髄 MRI，T2 強調画像にて C3-C7 のやや前方に高信号病変を認める

【経過】

3 病日：介入開始（PT，OT による筋力強化，座位でのバランス練習中心）
 12 病日：立位，移乗練習開始
 23 病日：HAL 使用開始（ステップ動作等）
 30 病日：HAL での歩行練習開始（平行棒）
 39 病日：平行棒内歩行獲得（HAL-）
 40 病日：両杖での歩行練習開始（HAL+）
 57 病日：屋内歩行見守りとなる（HAL+）
 70 病日：屋内杖歩行獲得（HAL-）
 ※HAL は mode:CVT にて左下肢のみアシスト。
 週 4 回。1 日実動 30～40 分使用した。
 ※杖はロフストランド杖を使用。

【初期評価（H23.1.17）】

MMT	右	左
肩関節周囲	4	3
肘関節屈曲	5	5
伸展	2	1

手関節背屈	2	2
掌屈	0	0
体幹屈曲	2	
股関節周囲	3	0※
膝関節周囲	3	0
足関節周囲	3	0

※左股関節内転筋に連合反応あり

感覚：右側 C5 レベル以下温痛覚消失

表在感覚，深部感覚正常

基本的動作

寝返り：自立 起き上がり：全介助

座位：自立 移乗：全介助 歩行：未実施

【中間評価（H23.4.8）】

MMT	右	左
肩関節周囲	4	3
肘関節屈曲	5	5
伸展	4	2
手関節背屈	4	4
掌屈	0	0
体幹屈曲	2	
股関節屈曲	4	1
伸展	4	3
外転	3	3
膝関節伸展	5	3
屈曲	4	1
足関節背屈	3	0
底屈	3	2（痙性+）

基本的動作

寝返り：自立 起き上がり：自立

座位：自立 移乗：自立

歩行：両ロフストランド杖，SHB 使用にて屋内自立

階段：手すり使用にて見守り（20cmまで）

【考察】

脊髄梗塞に関する機能的予後の報告にて歩行獲得に至った例は、横串らの検討で6例中1例¹⁾。亀田らは14例中6例と報告している²⁾。このように機能的予後不良例が多く報告されている脊髄梗塞患者に対して、HALと装具を併用した歩行練習を行うことで屋内実用歩行獲得に至った症例を経験した。脊髄には中枢パターン発生器（Central pattern generator：CPG）と呼ばれるものが存在し、脊髄より上位の中枢神経、あるいは末梢感覚器からの周期的な信号入力なしに屈筋および、伸筋の周期的放電を発生する神経機構とされ、随意性のない筋でも末梢からの感覚入力によりCPGが賦活され歩行様の筋出力が起こるとされている³⁾。さらに福士はCPGが単純に繰り返される筋活動のタイミングを末梢に向かって自動的に出力するだけでなく、末梢からの情報が入力によってパターンは調節され、加えてそのパターンの特性を他の神経機構との関わりの中で貯蔵され、必要に応じて引き出せる機能を有すると述べている⁴⁾。また小金丸らは脳機能解析にてロボット補助下での能動歩行により一次運動野の賦活を認めると報告している⁵⁾。今回、立位動作練習からHALを取り入れたが、歩行練習においてはハムストリングスの弱体化、左下腿三頭筋の痙性による反張膝に加え左足部下垂による伸び上がり歩行が出現し、努力性が強く、エネルギー効率の悪い歩容を呈していた。HALのみでは十分に制御することが困難であったため、短下肢装具、右側補高を検討した。短下肢装具は下腿前傾を促すことで反張傾向を抑制するSHBを考えたが、HAL使用中はオルトップでの足部固定、靴後方から傾斜をつけた補高をすることで代用し、それら問題点の改善に至った。このようにHALと装具を併用することでより効率的で能動的な歩行練習を正常歩行に近い形で行うことができた。それにより正常に近いパターンで末梢か

らのCPG賦活、さらにはより中枢のレベルでの一次運動野の賦活が行え、歩行獲得の一助となった事が推察できる。客観的なデータも少なく1症例の報告ではあるが、脊髄疾患に対するHALの可能性を見出せたのではないかと考える。

参考文献

- 1) 横串算敏，中野和彦ら：脊髄梗塞の機能的予後についての検討．Jpn J Rehabil Med VOL.38 No.10 2001
- 2) 亀田知明，土井宏ら：脊髄梗塞14例の臨床像および予後の検討．脳卒中．32巻4号．2007
- 3) 市橋則明：運動療法学．文光堂．
- 4) 福士宏紀：モーターコントロールからみた歩行．理学療法科学．17巻．1号
- 5) 小金丸聡子ら：脳卒中一片麻痺を中心に一．総合リハ．35巻．10号．2007

ロボットスーツ HAL 福祉用を装着しての運動

ー立位保持機能、歩行機能に着目してー

○上倉 洋人 石井 友美

医療法人博仁会 志村大宮病院・茨城北西総合リハビリテーションセンター

【Key words】：不全対麻痺、下腿切断、ロボットスーツ HAL 福祉用

【はじめに】

脊髄損傷不全対麻痺を呈した下腿切断患者に対して、ロボットスーツ HAL 福祉用（以下 HAL）を使用し、HAL 装着によって通常より動作が楽に行えるかの検証を行った。その経験より、HAL を使用時の立位保持機能や歩行機能に関する知見を得られたので報告する。

【対象】

本検証の主旨を説明し同意を得られた 50 歳代男性 1 名。およそ 8 年前に腰椎圧迫骨折による脊髄損傷不全対麻痺（L3 残存）を呈し、3 年前に右踵部骨髄炎のため右下腿切断術施行し、右 TBS 下腿義足と両ロフトランド杖にて屋内・屋外歩行が自立している。練習レベルで左ロフトランド杖のみの使用で歩行可能である。立ち上がり・立位保持は杖や手すりが必要で、上肢非支持では保持が不可能である。詳しい症例の身体機能は以下に参照する。

歩行速度（10m 歩行にて計測）
快適 2.18km/h（歩行率 87.2steps/min）
努力 2.57km/h（歩行率 94.3steps/min）
Berg Balance Scale 22/56 点
筋力（MMT）Rt/Lt
股関節:屈曲 5/5 伸展 2/2 外転 3/3 内転 3/3
膝関節:伸展 5/5 屈曲 4/3 足関節:背屈-/2 底屈-/0
関節可動域(度)
股関節:屈曲 110/110 伸展-10/-5 足関節背屈-/5
感覚
両下肢近位軽度鈍麻、遠位中等度鈍麻～脱失

【目的】

歩行が自立した脊髄損傷不全対麻痺者が HAL のアシスト機能によって非装着時より運動が楽に行えるかを検証する。あわせて下腿義足使用という構造的制限があったとしても HAL の使用が可能かどうかを検証するとした。

【方法】

前述の対象に HAL 両脚型を使用しての運動を 40 分程度実施した。試行回数は 1 回のみとした。アシストレベルおよびバランス調整などの設定は、症例が非装着時より運動が楽と感じる設定とし、足底非接地座位での膝関節屈曲・伸展の自動（介助）運動、股関節屈曲の自動（介助）運動、立ち上がり動作、スクワット様運動、立位保持、ステップ動作、歩行で調整し、最終的に以下のように決定した。

	左股関節	左膝関節	右股関節	右膝関節
制御モード	CVC	CVC	CVC	CVC
アシストレベル	LOW	LOW	LOW	LOW
出力上限	100%	100%	100%	100%
角度(屈/伸)	100/-5	100/-5	100/-5	90/-5
アシストレベル調整	7	5	6	6
バランス調整	屈 7	伸 6	屈 5	伸 4

【結果】

座位での膝関節伸展の自動運動、股関節屈曲の自動運動は非装着時より「楽である」と感じ、十分なアシスト感を得ていた。しかし膝関節屈曲の自動運動は「もともと弱いからよく分からない。慣れてくれば少し楽かな？」とのことであった。

立ち上がり動作・スクワット様運動では膝伸展

のアシスト感はよく感じられたが、股関節のアシスト感によく分からないとのことであった。症例の両上肢を報告者が誘導した立ち上がりは可能であったが、両上肢不使用での症例の立ち上がりは不可能であった。

立位保持時のアシスト感（膝折れ防止機能）は感じられず、保持感覚は非装着時と同様で「着けていても変わらない。重さも感じない」とのことであり、外乱刺激による保持は不可能であった。着座時は膝折れ防止機能を感じ「非常に座りづらい」とのことであった。

両ロフトランド杖歩行では装置の重さは感じず、「慣れてくれば楽かもしれない」と感想があった。しかし、30分ぐらい装着して運動に慣れてきたときの歩行速度は 0.99km/h（歩行率 49.7steps/min）となり、非装着時より低下した。体重移動はモニター可視下では左踵部⇄右前足部のみ見られた。左ロフトランド杖歩行では3動作前型歩行しか実施できず、「アシスト感は感じられない」と交互型歩行はできなかった。モニターでも右下肢への体重移動が行えていないようで、左下肢が遊脚モードに切り替わることができていなかった。

HAL 装着後の疲労度は「少し疲れた程度（修正 Borg 指数 4 相当）」とのことだった。

【結果のまとめ】

本症例では、関節を動かすという運動は楽と感じたが、立位や歩行といった動作は楽である感じを得られにくい結果となった。また下腿義足使用でも HAL の使用は可能であった。

【考察】

この症例では、腰髄損傷によって低下した筋力の補助として股関節のアシストは困難であったが、膝関節周囲で HAL による制御は可能であったと考えられる。

また、HAL を装着してもその立位保持能力の変化がなかったこと。これは、HAL を装着しての立位保持は生体電位を拾う外側広筋と大殿筋

による伸展支持で立位を保持しなくてはならないため、その筋によって立位保持を行っている装着者でないと立位保持にアシスト感を感じないと考えられる。そのため、立位保持がそもそも苦手な症例の装置を用いての立位保持は姿勢保持が楽になることはなく、HAL を用いた運動療法を今後行っても、非装着時の立位保持が改善されにくいのではないかと考えた。

歩行は、HAL 装着により歩行運動自体は楽であると感じるものの、歩行速度（歩行率）の低下がみられた。これらは報告者等健常成人が HAL を装着して平面移動してみると理解できるが、アシスト感はあるものの拘束感を感じ、通常の歩行との違和感を得る。おそらくこの症例も同様な印象を得たと思われ、ある程度健常成人に近い平面移動能力を持つ装着者は、HAL 装着により歩行能力が低下してしまうことが考えられる。また、両側であれば問題ないが、片側の杖等に依存しての歩行を実施している場合、HAL の WALK モードの SWING と SUPPORT が切り替わりにくいことがあるため、そのような症例は HAL を用いての移動は適していないことが考えられる。

しかしながら、今回の義足使用者に HAL を装着しある程度アシスト感を得られたことから、義足使用者や、足関節の変形や膝関節の構造上制限があったとしても、ある程度工夫を行えば、HAL 福祉用を利用できることが示唆され、大きな可能性を感じることもできた。

【おわりに】

今回は、あくまで報告者と症例自身が、症例が運動をして楽であると感じる設定を模索した結果である。また、非装着時に効果を狙った運動療法は行わなかった。もっと HAL の操作に習熟した操作者や、症例も複数回装着し、HAL を用いての運動療法を効果的に実施することができれば違った結果が見られ、また異なった考察が出来るかもしれない。是非ともこの報告に対する皆様の率直なご意見をうかがいたい。

慢性期脳卒中患者に対する HAL による運動学習効果について

—HAL 装着後における歩容の変化—

○小川紘幸 (PT)¹⁾, 好川哲平 (PT)¹⁾, 藤田政美 (PT)²⁾, 山崎康平 (MD)¹⁾, 松田紘樹 (助手)¹⁾

1) 特定医療法人茜会昭和病院, 2) 北九州市立門司病院

【Key words】: HAL・神経筋再教育・運動学習

【はじめに】

当院は平成 21 年 1 月に自立支援ロボット「ロボットスーツ HAL[®]福祉用(以下 HAL)」を導入した。現在まで、脊髄損傷、脳血管障害、大腿骨頸部骨折、神経難病など様々な患者に装着し、装着者数はのべ 400 名を越えた。しかし、これまでの症例は、外来中心で短期間(1~3 日)の装着が中心であり、装着時の効果は感じられたが未装着時の変化は感じられなかった。そこで一定期間継続して HAL 装着することで未装着時にどのような変化がみられるかを検証した。今回、慢性期脳卒中患者に対して HAL を装着し歩行練習を行った結果歩容の変化がみられた症例について報告する。

【対 象】

平成 21 年 8 月 30 日に右内頸動脈狭窄による脳梗塞。構音障害みられるも指示理解良好であり長谷川式簡易知能評価スケール(改訂)は 28 点。初回装着時の歩行能力は四点杖による中等度介助レベル。院内移動は車椅子全介助レベル(BI:30)。感覚は表在・深部とも中等度鈍麻。初期の Brunnstrom-Recovery-Stage(以下 BRS)は上肢 II・手指 II・下肢 IIIにて半側空間無視を認める。MMT (Rt): 股関節屈曲 4-・伸展 3+、膝関節屈曲 4・伸展 3+ (※左上下肢に関しては測定困難)。ROM-T (Rt/Lt°): 股関節屈曲 135/110・伸展 0/-5、膝関節屈曲 140/135・伸展 0/0にて初期から最終にかけて著変なし。

【方 法】

発症から 18 ヶ月後より約 10 週間、3 回/週、約 1 時間程度 HAL を装着して歩行練習を行なった

(アシストレベル左股関節・膝関節 4、右股関節・膝関節 2)。10m 歩行評価にて両者を比較した。また、固定カメラにて動画を撮影し動作解析ソフト“ダートフィッシュ”を用いて動作分析を行なった。

【結 果】

10m 歩行評価では、HAL 実施初期とくらべ、装着・未装着とも改善がみられた。また、歩行介助量においても初期は中等度介助であったが 10 週後では介助量が軽減された。

HAL 装着時における両者の比較にて、動画より非麻痺側における立脚期の股関節伸展・膝関節伸展・足関節底屈角度の拡大、歩幅の拡大、非麻痺側における立脚期間の延長、骨盤回旋運動の出現がみられた。HAL 未装着時の歩行動作については、歩行時の下肢関節角度に変化は見られなかったが歩行率の向上が認められた。

<10m 歩行評価>

	H23/2/4		H23/4/20	
	未装着	装着	未装着	装着
時間(秒)	96	156	55	54
歩数(歩)	56	89	51	38
歩行率(m/分)	6.25	3.85	10.91	11.11
歩数(歩/分)	35	34.23	55.64	42.22
介助レベル	中等度介助		軽介助	

【考 察】

HAL 未装着時の歩行動作は 10 週後では介助量軽減と歩行率の向上がみられた。これは HAL を装着し歩行練習する事で未装着時の歩行に対して正の運動学習が働いた結果と考えた。しかし、

HAL 装着時における下肢屈伸角度・歩幅などの変化は HAL 未装着時に反映させる事が出来なかった。

HAL 装着時の歩行動作は 10 週後では介助量軽減と歩行スピード向上がみられ、関節可動域に関して非麻痺側立脚期股関節伸展・膝関節伸展・足関節底屈角度が拡大し全体的に伸展優位となった。また筋力では初期評価時に比べ 10 週後では向上しており、特に膝関節伸展において装着者から「膝が伸ばしやすくなった」との声が聞かれた。藤田²⁾は脳卒中片麻痺回復の手段として円滑で合理的な運動遂行には、起こった運動が目的に即して調節・制御されることが重要としている。

また、脳の可塑性について、運動を反復することで運動が熟練して容易に可能となるとされており、この変化は感覚情報と運動器官（主に筋や関節）の協調・応答関係の変容によるものとされている。

今回、装着・未装着共に歩行に変化がみられた。HAL を装着し歩行時の下肢屈伸運動を学習することで、障害により失われた歩行がイメージされ運動学習されたのではないかと考える。また、歩行動作を学習する上で視覚的なフィードバックによりイメージ付けされたことが歩容の変化に影響したのではないかと考える。

【まとめ】

今回慢性期脳卒中患者に対して継続的に HAL を使用した。身体機能上の変化はあまりみられなかったが、HAL を一定期間装着した結果、歩行時介助量の軽減や歩行スピードの向上がみられた。

【おわりに】

今後はさらに症例数を増やし、継続することによる効果を検証していきたい。

【引用文献】

1. 生田宗博：片麻痺能力回復と自立達成の技術
三輪書店 2010

2. 藤田 勉：脳卒中最前線－急性期の診断からリハビリテーションまで－第3版 医歯薬出版株式会社 2008
3. 岩倉博光：理学療法士のための運動療法
金原出版